



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Garde côtière

Coast Guard

RECHERCHE ET SAUVETAGE À BORD DE PETITS BATEAUX



Canada

©Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le
Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux, 2000.

No cat. : Fs23-392/2000F

ISBN 0-660-96442-2

Première édition – Novembre 2000

En vente chez notre libraire local ou par la poste auprès des
Éditions du gouvernement du Canada
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0S9

Téléphone : (819) 956-4800

Télécopieur : (819) 994-1498

Commandes seulement : 1-800-635-7943

Internet : <http://publications.tpsgc.gc.ca>

Également disponible sur le site internet de la GCC :
<http://www.ccg-gcc.gc.ca>

Produit par :

Pêches et Océans Canada

Garde côtière canadienne

Recherche et sauvetage

Ottawa (Ontario)

K1A 0E6

Available in English

RECHERCHE ET SAUVETAGE À BORD DE PETITS BATEAUX

AVANT-PROPOS

La publication du présent manuel de recherche et de sauvetage relève du gestionnaire, Recherche et Sauvetage, de la Garde côtière canadienne. Dans le cadre de ce projet, nous avons pu compter sur une généreuse contribution s'inscrivant dans le programme Fonds des nouvelles initiatives de recherche et sauvetage du Secrétariat national de recherche et sauvetage. Sans un tel apport financier, le manuel n'aurait jamais vu le jour.

But

La conduite efficace et en toute sécurité d'une mission SAR requiert une vaste base de connaissances opérationnelles, lesquelles font déjà l'objet de nombreuses publications. Toutefois, en ce qui concerne les petites unités SAR, ces connaissances sont réparties en une foule de cours spécialisés et préparés dans les diverses régions ou, encore, figurent dans des procédures ou des publications locales. En outre, la trame de fond associée aux opérations SAR s'applique, la plupart du temps, aux navires plus gros prenant part à des opérations de sauvetage au large des côtes. Bien qu'utile, l'information ne reflète pas toujours la réalité à bord des petites unités SAR. À titre d'exemple, les cours de premiers soins sont donnés à terre sur une plate-forme de travail stable et non sujette aux mouvements des vagues et aux intempéries, comme c'est le cas à bord de la majorité des petites unités SAR.

La normalisation entre également en ligne de compte. Les opérations SAR sont essentiellement des activités humanitaires dont le but premier est la sauvegarde des vies. Cette activité implique la participation d'un bon nombre d'intervenants dont l'expérience et la formation varient dans bien des cas. Pour rendre les opérations plus efficaces, il est essentiel de voir à ce que tous les intervenants soient en mesure d'accomplir les tâches opérationnelles de la même manière. Nous esquissons donc un premier pas vers la normalisation des opérations SAR à bord de petites unités. En fait, nous visons avant tout à rassembler en un seul document les meilleures procédures et pratiques opérationnelles à bord des petites embarcations de recherche et de sauvetage.

Nous ciblons particulièrement deux groupes de sauveteurs opérant à bord de petites unités, soit les membres de la Garde côtière auxiliaire canadienne et les employés du programme des embarcations de sauvetage côtier. Même si les pages qui suivent sont surtout axées vers les opérations propres à ces deux groupes, les autres unités organisées comme les services d'incendie pourraient certainement bénéficier des techniques et des connaissances qu'on y trouve. Nous espérons avoir réussi à inclure et à uniformiser les meilleures pratiques employées au sein de la Garde côtière. Par le présent ouvrage, nous comptons également fournir une source principale de référence aux deux groupes ciblés, tant sur le plan des opérations côtières que de la formation en sauvetage.

Les méthodes normalisées que nous proposons peuvent s'appliquer à toutes les opérations et à toutes les activités de formation. Les commandants, les officiers responsables et les chefs d'équipe sont encouragés à veiller à ce que tous les équipiers participant à une mission SAR soient formés en fonction des méthodes et des procédures ici présentées, et qu'ils les connaissent bien.

Puisque l'éventail de connaissances à couvrir est très vaste, le présent manuel sera continuellement revu et mis à jour. Toute suggestion, erreur ou omission devrait être portée à l'attention du :

Gestionnaire, Recherche et Sauvetage, Garde côtière canadienne Pêches et Océans Canada
200, rue Kent, Station 5041, Ottawa (Ontario) CANADA K1A 0E6

COLLABORATEURS

REMERCIEMENTS

La publication de ce manuel n'aurait pas été possible sans la contribution de plusieurs individus impliqués dans la recherche et le sauvetage, dont plusieurs sont mentionnés dans la liste suivante.

Étienne Beaulé, Expert-conseil en premiers soins et sauvetage

Allen Bilodeau, Gestionnaire de projet

Mathieu Vachon, Gestionnaire de projet

ÉQUIPE SAR OTTAWA

Ron Miller

Mike Voigt

Steve Daoust

François Vézina

Johanne Clouâtre

Brian Leblanc

Neil Peet

Kathy Needham

REVUE ET CONSULTATION

GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE

Kevin Tomsett

Dave Dahlgren

Greg Sladics

Herman Goulet

Charles Lever

Stephen Sheppard

Howard Kearley

Mike Taber

Deborah Bowes-Lyon

Mark Gagnon

Gaétan Gamelin

Pierre Bossé

Pierre Domingue

Chris Moller

Bill Mather

GARDE CÔTIÈRE AUXILIAIRE CANADIENNE

Harry Strong

Garry Masson

Ed Bruce

Rick Tolonen

Rudolph Mulack

Guy Poirier

Ted Smith

Jim Gram

Murray Miner

Cal Peyton

Ed Fulawka

Hubert Charlebois

Duff Dwyer

Don Limoges

Jack Kennedy

Don Mertes

Marvyn Huffman

Jim Presgrave

Robert Petitpas

Sylvio Lagacé

Gilbert Léger

Jeanne Drolet
Jean Péloquin
Marie-France Lavoie
Gaétan Létourneau
Bill Fullerton
Richard Wedge
Lois Drummond
Bruce Falkins

**PROGRAMME D'EMBARCATION
DE SAUVETAGE CÔTIER**

Mike Cass
Liz Brayshaw
Jen Schnarr
Danielle Dillon
Amy Birchall
Andrew Boyd
Casey Wilson
Tina Sweet
Darryl McKenzie
Marie Tremblay
Sophie-Émanuelle Genest
Nathalie Desjardins
John Johnstone
Scott Davis
Tim Church
Heather Goodwind
David Latremouille
Aaron Macknight
Chris Evers
Steven Shea
Dan Latremouille
Dana Sweeney
Steven Dickie
Gavin Moore
David Willis

AUTRES REMERCIEMENTS

Gordon Creative Group
Point-virgule inc (Édition française)
Maureen McMahon
(Révision de l'édition anglaise)
Mario Boucher
(Institut Maurice-Lamontagne)

ABRÉVIATIONS ET SIGLES

NOTA: Les abréviations sont listées en ordre alphabétique dans la première colonne, l'équivalent en anglais étant indiqué entre parenthèses. Quand l'abréviation apparaît en caractères gras, c'est qu'on utilise la même dans les deux langues.

ACRS (CASARA)	Association civile de recherche et sauvetage aériens
AMVER	Système automatique d'entraide pour le sauvetage des navires
ASN (DSC)	Appel sélectif numérique
B/P (F/V)	Bateau de pêche
BSN (OBS)	Bureau de la sécurité nautique
B/V (S/V)	Bateau à voile
COSPAS	En russe pour : Système spatial de recherche de navires en détresse
CSS	Coordonnateur de recherches en surface
DF	Radiogoniométrie
DMB	Bouée-repère électronique
ECAREG Canada	Système de trafic de l'Est du Canada
ELT	Émetteur de localisation d'urgence
ERS (FRC)	Embarcation rapide de secours
ESC (IRB)	Embarcation de sauvetage côtier
FC (CF)	Forces canadiennes
GCAC (CCGA)	Garde côtière auxiliaire canadienne
GCC (CCG)	Garde côtière canadienne
GPS	Système mondial de localisation
HPA (ETA)	Heure prévue d'arrivée
Inmarsat	Organisation internationale de télécommunications mobiles par satellite
LKP	Dernière position connue
LMMC (CSA)	Loi sur la Marine marchande du Canada
m	Mètre
MARB	Diffusion "Toutes stations" pour demander assistance maritime
MDN (DND)	Ministère de la Défense nationale
Medevac	Evacuation médicale
MN (NM)	Mille nautique ou mille marin
MPO (DFO)	Ministère des Pêches et des Océans
MRSC	Centre secondaire de sauvetage maritime
MSI	Information de sécurité maritime
nd (kt)	Nœud (mille marin/heure)
NGCC (CCGS)	Navire de la Garde côtière canadienne
N/M (M/V)	Navire marchand ou navire à moteur
OMI (IMO)	Organisation maritime internationale
OSC	Coordonnateur sur les lieux
PIW	Personne à l'eau

PLB	Balise de localisation personnelle
POB	Personnes à bord
RCC	Centre de coordination de sauvetage
RLS (EPIRB)	Radiobalise de localisation des sinistres
SAR	Recherche et sauvetage
SARSAT	Programme international de satellites de recherche et sauvetage
SART	Répondeur radar pour embarcations et radeaux de sauvetage
SCTM (MCTS)	Services de communications et de trafic maritimes
SERABEC	Sauvetage et recherche aériens du Québec
SITREP	Rapport de situation
SKAD	Équipement de survie largable
SLDMB	Bouée-repère électronique émettant sa propre position
SNRS (NSS)	Secrétariat national de recherche et sauvetage
SMC	Coordonnateur de mission de recherche et sauvetage
SMDSM (GMDSS)	Système mondial de détresse et de sécurité en mer
SOLAS	Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer
SRGC (CGRS)	Station radio de la Garde côtière
SRR	Région de recherche et sauvetage
SRU	Unité de recherche et sauvetage
STM (STM)	Services du trafic maritime
UTC	Temps universel coordonné
VHF	Très haute fréquence (30 à 300 MHz)

VI RECHERCHE ET SAUVETAGE À BORD DE PETITS BATEAUX

CHAPITRE 8 – VAGUES ET MÉTÉO

8.1	Théorie de la formation des vagues	8-3
8.1.1	Renseignements généraux	8-3
8.1.2	Les parties d'une vague	8-4
8.1.3	Énergie des vagues	8-5
8.1.4	Mouvement des particules	8-7
8.1.5	Facteurs influençant la forme des vagues	8-7
8.1.6	Brisants	8-10
8.1.7	Réfraction et réflexion	8-11
8.1.8	La combinaison des fronts de vagues	8-12
8.1.9	Courants latéraux	8-12
8.1.10	Tsunamis	8-13
8.2	Comprendre la météo	8-14
8.2.1	Renseignements généraux	8-14
8.2.2	L'atmosphère – concepts généraux	8-15
8.2.3	Connaissances appliquées	8-16
8.2.4	Conditions météorologiques spéciales	8-16
8.2.4.1	Orages	8-16
8.2.4.2	Brouillard et neige	8-17
8.2.4.3	Givrage	8-17
8.2.5	Information météorologique maritime	8-17
8.2.5.1	Prévisions maritimes	8-17
8.2.5.2	Avertissements météorologiques	8-18
8.2.5.3	Effet du vent	8-18

8 VAGUES ET MÉTÉO

8.1 THÉORIE DE LA FORMATION DES VAGUES

8.1.1 Renseignements généraux

Pour être bon navigateur, il est essentiel de bien comprendre et évaluer l'action des vagues sur une embarcation. Comprendre comment les vagues se forment et agissent au large, sur les hauts-fonds ou dans les zones de surf peut vous aider à prévoir les dangers qui menacent autant votre embarcation que votre équipage.

Voici quelques définitions qui seront utiles à la compréhension du reste du présent chapitre.

8.1.2 Les parties d'une vague

Brisants

Récifs ou écueils sur lesquels la mer déferle.

Crête

Dessus d'une vague, d'un brisant ou de la houle.

Crête de mousse

Restes d'une déferlante, constitués d'eaux blanches, qui se dirigent vers la plage après le déferlement.

Creux

Vide qui se forme entre les vagues.

Déferlante

Désigne une vague lorsque, sous l'effet du vent, d'un courant contraire ou de l'action d'un haut-fond, sa crête s'effondre sur elle-même en écumant.

Déferlement

Le fait de déferler.

Déferler

Venir se briser en roulant, en écumant, en parlant des vagues.

Fetch

Surface de l'eau sur laquelle le vent souffle, générant ainsi des vagues ou de la houle.

Fréquence

Nombre de crêtes qui franchissent un point fixe en un certain laps de temps.

Hauteur d'une vague

Distance entre le creux et la crête d'une vague.

Houle (ou lame)

Onde océanique qui se propage en dehors de sa zone de génération et dont les crêtes sont moins hautes et plus arrondies. Sous cette forme, les vagues peuvent voyager sur plusieurs milliers de milles sans pertes significatives d'énergie.

Interférence

Les vagues réfléchies ou réfractées peuvent interagir les unes avec les autres et avec les autres vagues provenant du large. L'interaction (ou interférence) peut s'additionner (ou se soustraire) et provoquer des vagues anormalement hautes (ou basses). L'interférence peut provoquer des motifs particuliers de vagues (celles-ci pourraient, par exemple, paraître plus hautes en certains endroits). L'interférence peut soumettre une embarcation à des vagues de direction ou de hauteur imprévisibles.

Pente d'une vague

Pente ou angle de la ligne reliant la crête et le creux d'une vague.

Période

Temps qu'il faut à deux crêtes successives pour franchir un point fixe.

Série

Groupe de vagues qui semblent se déplacer ensemble et à la même vitesse.

Surf ou Ressac

Un certain nombre de déferlantes dans un même endroit.

Réflexion

Pratiquement tous les obstacles, y compris les barrières submergées et les récifs, réfléchissent une partie d'une vague et ce, même lorsque celle-ci semble passer par-dessus l'objet sans être affectée. Les vagues ainsi réfléchies iront à la rencontre des autres vagues. Lorsque l'obstacle présente une surface verticale (ou près de la verticale), les vagues peuvent être réfléchies entièrement.

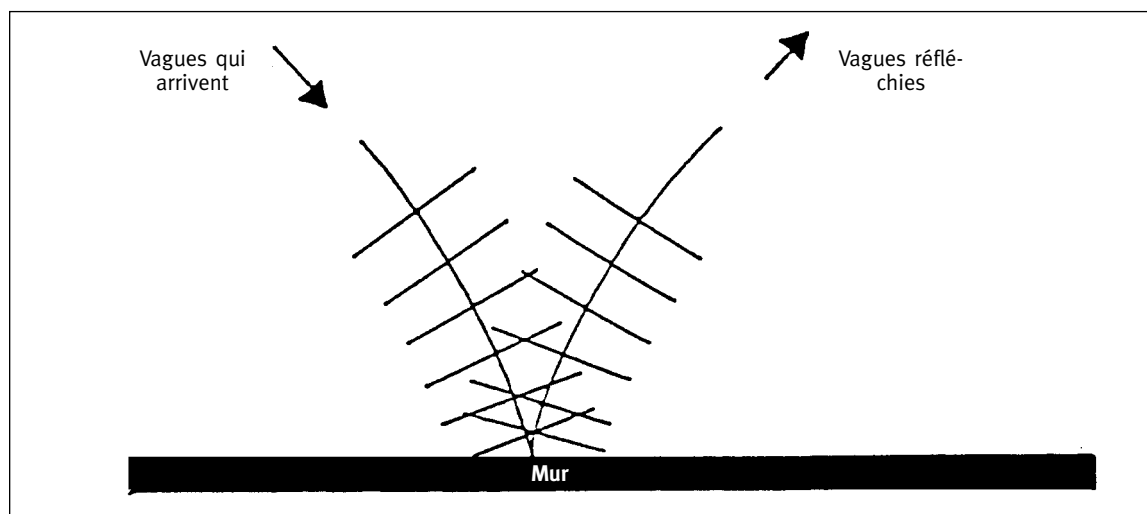


Figure 8.1 : Réflexion

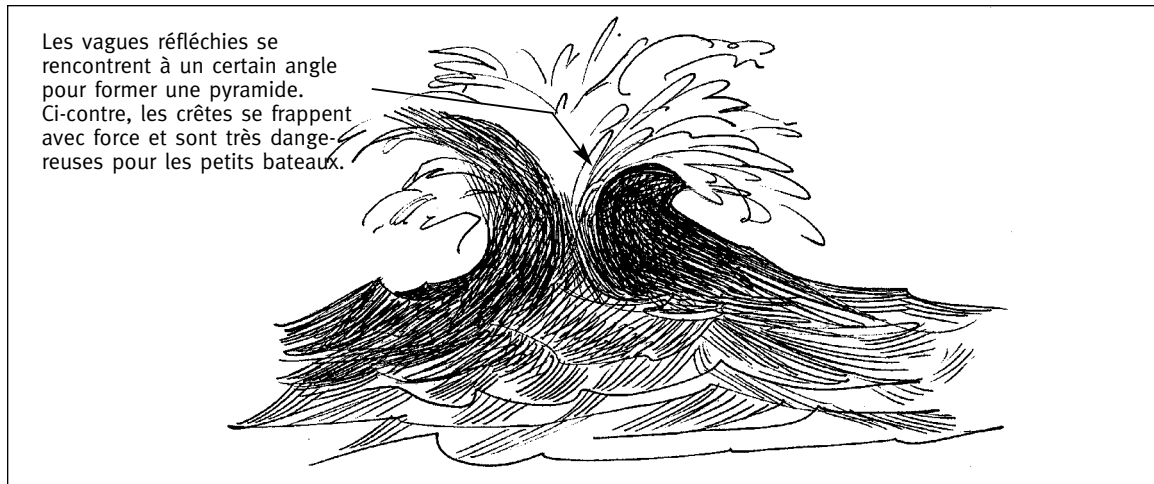


Figure 8.2 : Réfraction

Réfraction

La réfraction produit une courbe dans le déplacement des vagues. La réfraction survient lorsque les vagues sont ralenties lorsqu'elles passent au-dessus d'un haut fond. Les premières vagues à atteindre le haut-fond seront les premières à ralentir. Le type de fond détermine en partie l'intensité du phénomène. La réfraction peut aussi se produire lorsque les vagues passent près de la terre, d'une jetée ou d'une île.

Zone de brisants

Un certain nombre de brisants dans une ligne continue.

Zone de surf

Région, près de la côte, où les vagues déferlent continuellement.

8.1.3 Énergie des vagues

Les vagues constituent le résultat visible d'un processus de transfert d'énergie où une force oblige l'eau à se déplacer (cette force est habituellement due au vent ou au passage d'une embarcation). L'énergie est transférée de la source vers l'eau et sera dissipée par dispersement ou par déferlement. Lorsque les vagues se forment, des forces agissent immédiatement pour contraindre la surface de l'eau à redevenir calme. Ces forces sont les suivantes :

- La gravité, qui agit sur la vague en empêchant la progression verticale de celle-ci;
- La tension de surface, qui s'oppose à la formation de vagues;
- L'élasticité, qui s'oppose à tout changement du volume total de l'eau. Si la force causant l'apparition de vagues était enlevée, la surface de l'eau redeviendrait éventuellement calme sous l'influence de la friction interne ou par transfert d'énergie vers un autre milieu (un objet flottant ou une plage par exemple).

Lorsqu'il n'y a aucun mouvement de la masse d'eau, on dit que celle-ci est au niveau des eaux calmes.

Comme la figure l'illustre :

- La profondeur de l'eau est mesurée à partir du niveau des eaux calmes;
- Le dessus d'une vague est appelé crête tandis que le niveau le plus bas entre les vagues est appelé creux;
- La hauteur de la vague (h) représente la distance verticale entre le point le plus haut et le point le plus bas de celle-ci;
- La longueur d'onde (L) représente la distance horizontale entre deux crêtes successives. Cette distance est habituellement mesurée en pieds;
- L'amplitude est égale à la moitié de la hauteur de la vague;
- L'angle à la crête est l'angle formé par les côtés de la vague, au niveau de la crête;
- La pente d'une vague se calcule en divisant la hauteur par la longueur de la vague (h/l);
- La période (T) représente l'intervalle de temps, en secondes, nécessaire pour que deux crêtes successives passent devant un point fixe.

La vitesse de l'onde (C) se calcule en divisant la longueur d'onde (L) par la période (T) : $C = L/T$.

La pente (S) du fond est un facteur déterminant pour la pente de la vague. La pente est égale au changement vertical du fond marin divisé par la distance horizontale sur laquelle ce changement vertical survient. La pente de la vague et la pente du fond sont des facteurs qui ont une influence importante sur les conditions de surf ou de déferlement.

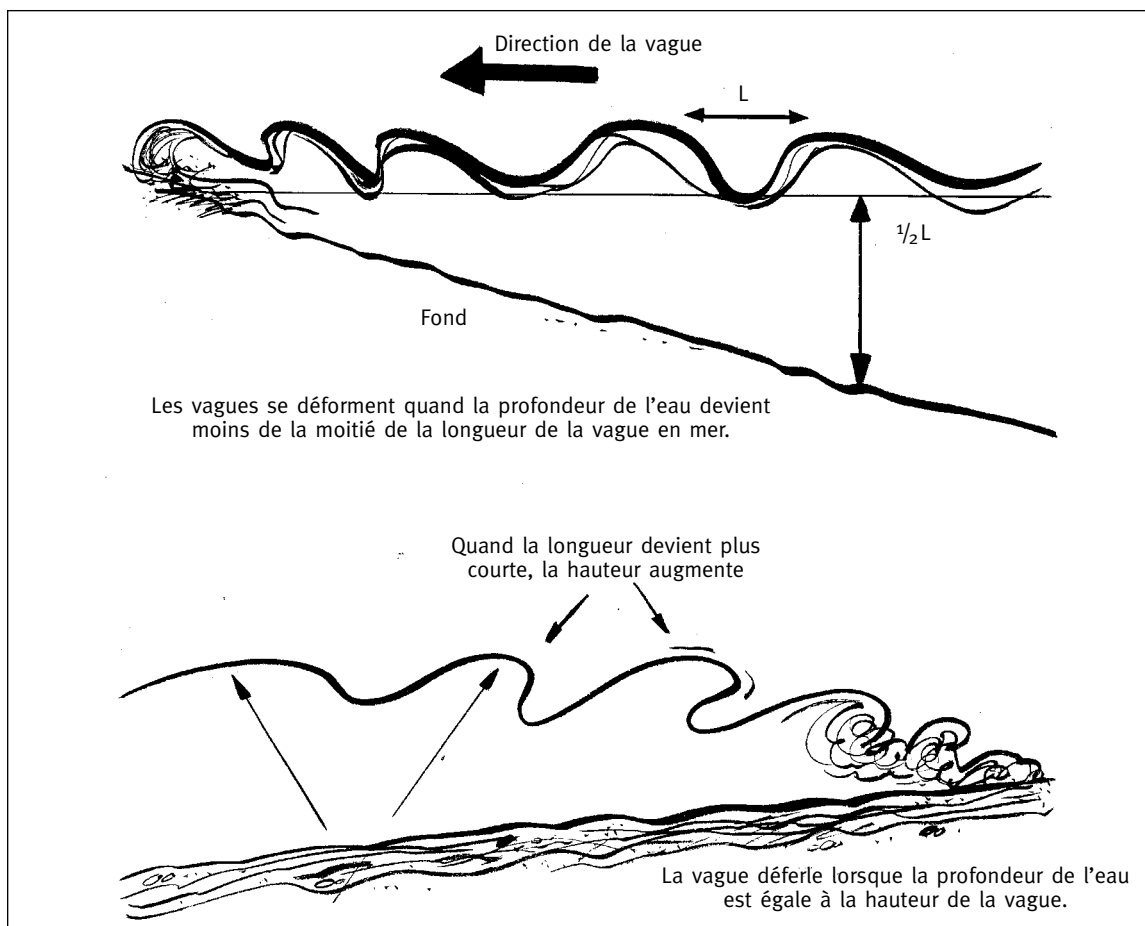


Figure 8.3 : Ressac

8.1.4 Mouvement des particules

Lorsque les vagues se déplacent, seule une quantité minime d'eau se déplace en distance. Au lieu de se mouvoir avec la vague, les particules d'eau adoptent un mouvement circulaire (ou orbital). Au niveau de la crête, les particules se déplacent horizontalement à une vitesse maximale. Au milieu de la vague, sur la face avant, le mouvement sera vertical, vers le haut. Dans le creux, les particules se déplaceront vers l'arrière à une vitesse maximale dans le sens opposé à la progression des vagues. Sur la face arrière de la vague, elles se déplaceront vers le bas. C'est ce type de mouvement qui explique pourquoi un objet demeure à la même place alors qu'une vague vient de passer sous celui-ci. Contrairement au courant ou au vent, les vagues ne pourront pas déplacer un objet sur une grande distance.

8.1.5 Facteurs influençant la forme des vagues

Lorsque le vent transmet de l'énergie à la surface de l'eau, la force et la durée du transfert détermineront les caractéristiques éventuelles des vagues produites.

Les courants peuvent aussi influencer la forme d'une vague. Un courant qui se déplace dans le sens opposé des vagues produira une augmentation de la pente des vagues en augmentant la hauteur et en diminuant la longueur d'onde. Un courant qui se déplace dans le même sens que la vague aura l'effet inverse en augmentant la longueur d'onde et en diminuant la hauteur.

Le fetch représente la distance sur laquelle le vent peut agir librement sur la masse d'eau. Par exemple, si le vent souffle dans le sens de la longueur d'un lac et si ce dernier est long de 10 milles, le fetch sera de 10 milles. Par contre, si le vent souffle dans le sens de la largeur et si le lac a seulement 5 milles de largeur, le fetch sera de 5 milles. Lorsque les vagues proviennent du large, le fetch peut atteindre plusieurs milliers de milles. Le vent, dans ce cas, peut agir sur une très grande distance et fort longtemps, produisant ainsi des vagues immenses. Lorsque la source de vent est puissante (comme dans le cas des typhons et des ouragans), les vagues produites peuvent être énormes et voyager sur de très grandes distances avant que leur énergie ne soit dissipée. Les vagues peuvent être classées en deux catégories :

- Lorsque la profondeur de l'eau est supérieure aux deux tiers (ou plus) de la longueur d'onde, la vague ne sera pas influencée par le fond. On dit alors qu'il s'agit de vagues d'eau profonde.
- Lorsque la profondeur de l'eau est inférieure au onzième de la longueur d'onde, la vague sera très fortement affectée par le relief du fond. On dit alors qu'il s'agit de vagues d'eau peu profonde.

Une troisième catégorie de vagues, appelées vagues intermédiaires, s'insère entre ces deux catégories. Les caractéristiques de ces vagues sont toutefois difficiles à expliquer, et leur étude dépasse le champ du présent manuel.

Quand le vent continue son action sur une vague d'eau profonde, celle-ci augmente de taille et, passé un certain point, devient trop haute, se déstabilise et déferle. Ces vagues d'eau profonde qui proviennent du large peuvent avoir une longueur d'onde de centaine ou milliers de pieds, une période de plusieurs secondes et une vitesse allant facilement jusqu'à une douzaine de pieds par seconde.

Après avoir été créées au large, les vagues d'eau profonde se déplacent vers l'extérieur de leur point d'origine en formant une courbe de plus en plus grande. La vague ainsi produite est appelée houle. Plus la houle se déplace loin de son lieu d'origine, plus elle sera uniforme. La houle se présente généralement sous forme d'une série de vagues se déplaçant à vitesse et à intervalle relativement constants. Cette caractéristique permet d'obtenir une approximation du point d'origine de la houle. Lorsqu'elle est irrégulière et pointue, le mauvais temps pourrait ne pas être bien loin. Habituellement, la période de ce type de houle est de 6 à 10 secondes. La longueur d'onde va de 184 à 1310 pieds et la vitesse, de 18 à 49 nœuds.

L'interférence entre les différents systèmes de houle qui se déplacent dans des directions presque identiques provoquera l'apparition de groupes de vagues. Lorsque de tels groupes se déplacent, la vague avant finit par disparaître alors qu'une nouvelle apparaît à l'arrière du groupe. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que les vagues dissipent assez d'énergie.

La connaissance des caractéristiques propres aux groupes de vagues peut être utile dans le cadre des opérations en eaux peu profondes ou dans des conditions de surf. En observant le groupe de vagues, le navigateur peut déterminer la période et ensuite s'organiser pour manœuvrer lorsque l'eau est au plus calme (entre les groupes de vagues).

Lorsque les vagues d'eaux profondes se déplacent vers des eaux moins profondes, le fond réduira la profondeur des vagues. Durant leur approche vers une plage, les vagues perdent de la vitesse, le fond se rapprochant progressivement. Cet effet produit de la réfraction et provoque une diminution de la longueur d'onde. La vague devient alors de plus en plus à pic et de moins en moins stable.

Lorsque la vague atteint une région où la profondeur est approximativement deux fois supérieure à la hauteur de la vague, la crête se développe verticalement et devient de plus en plus pointue. Ce changement de la forme de la vague s'accroît quand la vague poursuit son déplacement vers des eaux de moins en moins profondes. À un moment donné, lorsque la profondeur représente environ 1,3 fois la hauteur de la vague, cette dernière devient instable et déferle. La formule exacte pour déterminer le point de déferlement est $H = 0,8p$, où, en termes moins mathématiques, lorsque la hauteur (H) sera à 80 % du ratio de profondeur (p). Le déferlement survient lorsqu'il ne reste plus assez d'eau à l'avant de la vague pour compléter de façon symétrique la forme de la vague. À ce moment, le haut de la vague manque de support et finit par s'écrouler.

Le mouvement des particules lorsque les vagues sont en eaux peu profondes n'est plus circulaire mais bien elliptique. Contrairement au mouvement orbital observé sur les vagues d'eaux profondes, le mouvement elliptique n'est pas diminué par la profondeur.

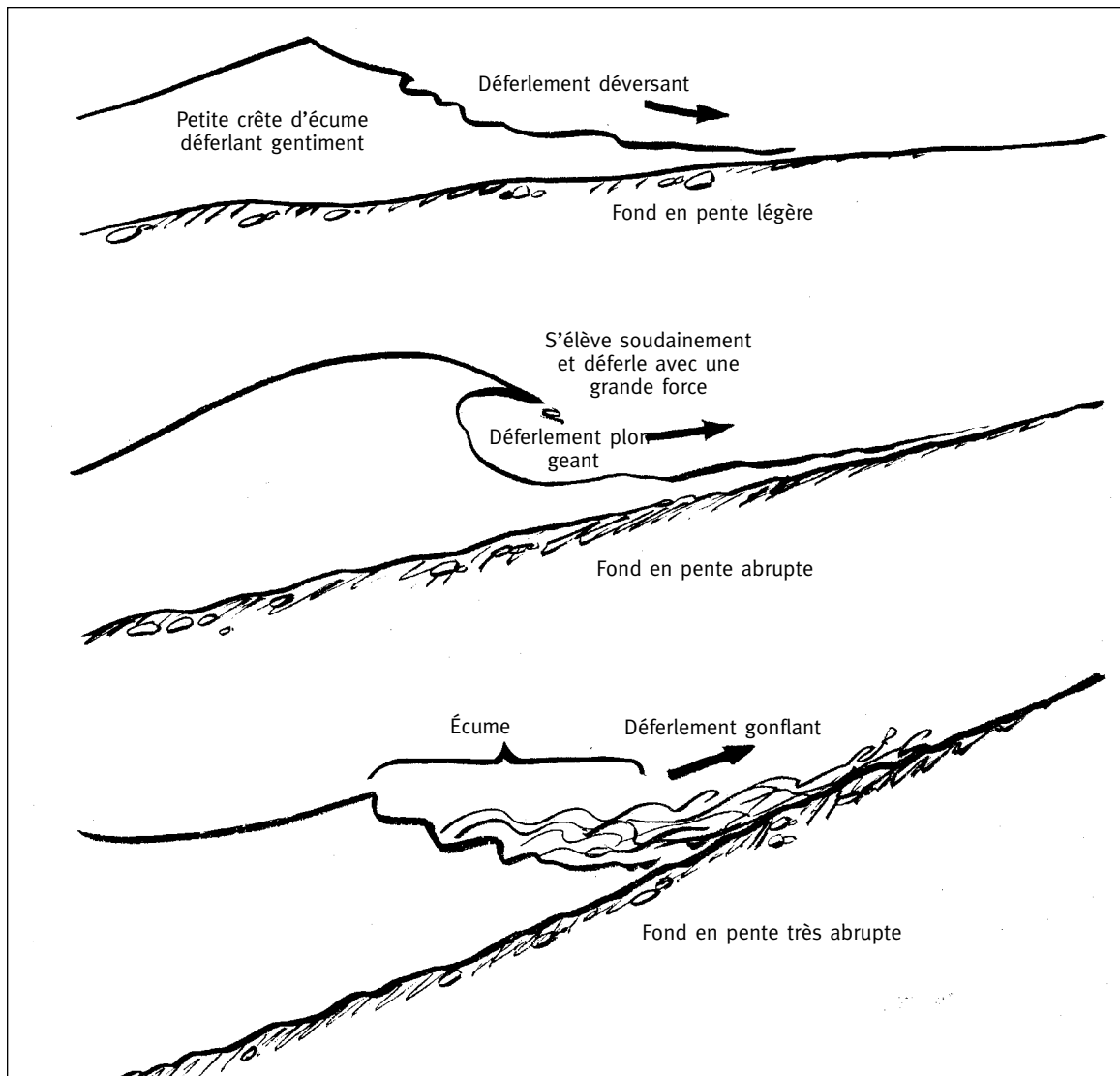


Figure 8.4 : Déferlements

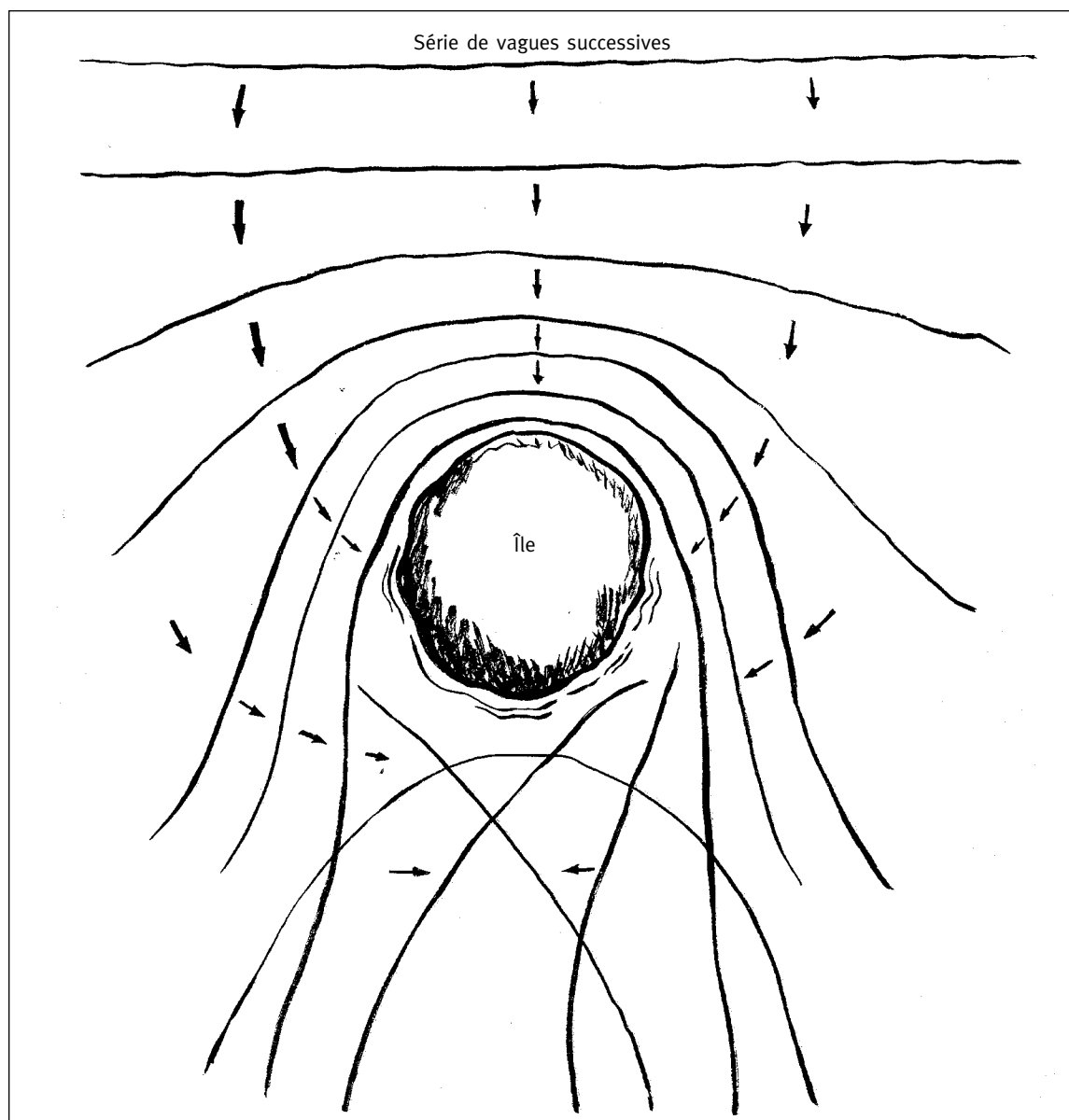


Figure 8.5 : Effet d'une île sur les vagues qui arrivent

8.1.6 Brisants

Les vagues peuvent se briser à des intensités différentes, en fonction de la pente de la vague et du fond. Sur des pentes de fond très graduelles, la vague se brise en s'étendant doucement et en dissipant juste assez d'énergie pour conserver le ratio du « 80 % de la profondeur » constant. Les vagues qui se brisent en s'étendant auront des crêtes d'eaux blanches (souvent appelées moutons). Ce phénomène représente le début du surf. La zone de surf, plus près de la plage, est une région où les vagues déferlent continuellement. Les unités SAR ne devraient jamais entrer dans une zone de surf. Plusieurs membres d'équipage ont subi des blessures graves (certains sont morts) dans le cadre de manœuvres dans une zone de surf. Il faut être très prudent lorsqu'on travaille dans des conditions où peut se trouver une zone de surf puisque celle-ci est moins visible de la mer que de la plage. Dans bien des cas, vous pourriez pénétrer dans une zone de surf sans vous en rendre compte immédiatement.

Lorsque la pente du fond devient de plus en plus prononcée, le déferlement s'intensifie. La vague commence à prendre la forme d'un rouleau lorsque la vitesse du mouvement orbital des particules propulse celles-ci en hauteur. Lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'eau à l'avant de la vague pour compléter cette dernière de façon symétrique, la crête n'est plus supportée et elle finit par plonger. Ce type de brisant est appelé vague plongeante. Dans les zones de surf plongeant, les vagues déferlent une à la fois et l'intensité du déferlement est augmentée par le ressac de la vague précédente. Ce type d'endroit ne convient certainement pas à la navigation! Rappelez-vous que l'eau est très lourde (une tonne par mètre cube). Un brisant pourrait décharger plusieurs tonnes d'eau sur votre embarcation et provoquer ainsi de graves dommages.

Lorsque la pente de la plage est supérieure à celle des vagues, le brisant se profile en hauteur comme pour former un brisant plongeant. Toutefois, la base de la vague aura le temps d'atteindre la plage avant que la crête puisse plonger. Il faut un ratio de profondeur de 1,2 ($l/p = 1,2$) pour atteindre la limite requise et que la vague se brise sur la plage.

Lorsque la pente de la plage est uniforme, la marée n'aura pour effet que de déplacer la zone de surf vers le haut (marée haute) ou vers le bas (marée basse). Lorsque la pente n'est pas uniforme, la marée influencera la profondeur et pourrait entraîner la formation d'une zone de surf à marée basse alors qu'il n'y en aurait pas à marée haute.

Le courant peut aussi affecter la vitesse du déplacement des vagues. Lorsque le courant est dans le sens opposé à celui de la propagation des vagues, il réduit la vitesse des vagues et en augmente la pente. Dans ces situations, la longueur d'onde diminue et la hauteur augmente. Ceci pourrait causer le déferlement des vagues ou des zones de surf plus violentes. Lorsque le surf est une possibilité, tenez toujours compte de la hauteur de la marée et des courants.

Nous avons déjà mentionné que les caractéristiques des vagues étaient modifiées quand les vagues d'eaux profondes se transformaient en vagues d'eaux peu profondes. La longueur d'onde et la vitesse de déplacement d'une vague diminuent lorsque la profondeur diminue (la période demeure constante). Ceci provoque la réfraction, qui permet au front de vagues de se déformer pour devenir de plus en plus parallèle à celles-ci.

8.1.7 Réfraction et réflexion

Lorsque les vagues passent au travers d'un rétrécissement, la réfraction provoque un phénomène de divergence qui se traduit en une diminution de l'intensité des vagues. Lorsque les vagues passent par-dessus un haut-fond, la réfraction peut provoquer un phénomène de convergence qui fera augmenter la quantité et la hauteur des vagues.

La réfraction peut aussi se produire autour des îles dont les plages accusent une faible pente. À ce moment, les vagues auront tendance à « s'enrouler » autour de l'île et à produire une zone où l'état de la mer sera difficile à prévoir. À un point en aval de l'île, les vagues pourraient se combiner (interférence positive) et devenir plus hautes.

8.1.8 La combinaison des fronts de vagues

Lorsque deux fronts de vagues ou plus interagissent ou lorsqu'un système de vague qui se déplace rapidement en rattrape un autre, il se produit de l'interférence. Lorsque les vagues des deux systèmes se superposent, il se produit de l'interférence constructive. Dans les zones d'interférence constructive, les vagues sont plus hautes. Lorsque les vagues se superposent et que le mouvement des particules est opposé, cela engendre de l'interférence destructive. Dans les zones d'interférence destructive, les vagues ont une taille inférieure et peuvent même être nulles. Il faut être en mesure d'utiliser les zones d'interférence destructive et d'éviter les zones d'interférence constructive pour protéger son embarcation.

Lorsqu'une vague frappe une surface verticale (une falaise, un brise-lame ou même une plage dont la pente est très abrupte), l'énergie de la vague peut être réfléchiée. Lorsque la vague défléchiée interagit avec la vague provenant du large, une interaction constructive ou destructive peut se produire. Dans des conditions d'interférence positive, de très hautes vagues peuvent être créées. Dans certains cas, ces vagues cesseront de se déplacer et resteront stationnaires.

Lorsqu'un front de vague passe entre deux îles rapprochées ou par une ouverture sur un brise-lame, un ensemble d'interférences complexes peut se former par diffraction. Le phénomène de diffraction est d'autant plus complexe si les vagues n'arrivent pas perpendiculairement à l'obstruction. En raison de la diffraction, les vagues situées en aval de l'obstruction pourraient être bien plus hautes que celles qui sont situées en amont.

Sur les plages où il y a du surf, il se produit souvent un courant latéral. Ces courants résultent du mouvement d'importantes masses d'eau projetées sur la plage par les vagues. Le courant latéral se déplace parallèlement à la plage et dans la direction générale des vagues qui s'approchent de la plage.

8.1.9 Courants latéraux

Lorsque les fronts de vagues sont parallèles à la plage, les courants latéraux peuvent s'écouler de chaque côté de la plage. Ces courants latéraux peuvent avoir des vitesses d'écoulement de plusieurs nœuds. Sur une même plage, il arrive parfois que deux courants latéraux se rencontrent. Au point de rencontre, le courant changera de direction pour s'en aller vers le large. Les courants ainsi formés peuvent être assez puissants pour devenir dangereux pour un nageur. Les bons navigateurs peuvent toutefois apprendre à utiliser ces courants à leur avantage.

Dans les zones de surf, les courants décrits ci-dessus peuvent offrir de bons endroits pour approcher une embarcation puisque les vagues y sont habituellement moins hautes et la profondeur de l'eau y est supérieure. Durant une opération de remorquage, ce courant pourrait vous aider à éloigner rapidement une embarcation en difficulté de la zone de surf.

Ces courants sont facilement identifiables de la plage. L'observateur pourra généralement voir une zone où les vagues brisent moins activement (à cause de l'augmentation de la profondeur de l'eau). Dans cette zone, il y aura beaucoup de petites vagues confuses. La

couleur de l'eau peut aussi faire contraste avec les eaux plus claires qui sont de chaque côté. Vu de la mer, il est souvent possible de voir le courant d'eaux turbides qui s'étend au large. Il se développe souvent une accumulation de mousse à la limite du courant.

Souvenez-vous que les courants latéraux ne sont pas liés aux courants de marée.

Le vent ne représente pas la seule énergie capable de créer des vagues sur la surface de la mer. Le déplacement soudain du fond marin durant un tremblement de terre peut aussi injecter une quantité considérable d'énergie dans les eaux avoisinantes. Cette injection d'énergie peut provoquer un tsunami. Les tsunamis se propagent dans toutes les directions un peu comme le font les perturbations causées par une roche lancée dans un étang. La vague la plus haute est la première vague du système. Des vagues plus petites suivent ensuite. La vitesse de la première vague est très élevée et n'est limitée que par la profondeur de l'eau. Chaque vague de tsunami conserve son identité mais perd de la hauteur quand elle s'éloigne de la source et que l'énergie se dissipe.

8.1.10 Tsunamis

Les vagues de tsunami peuvent voyager très rapidement sur des milliers de kilomètres. Contrairement à la croyance populaire, les vagues de tsunami, au large, sont très petites (1 à 2 pieds ou 0,3 à 0,6 m), elles ont une longueur d'onde très importante (50-250 milles) et une période supérieure à 15 minutes. Les vagues de tsunamis, au large, passent souvent inaperçues puisqu'elles ne sont que peu significatives comparées à la houle. Les navires au large seront rarement affectés par de telles vagues puisqu'elles sont très difficiles à détecter et ce, même avec un équipement sophistiqué.

Les tsunamis sont plus dangereux lorsqu'ils entrent dans des régions où le fond marin est en pente douce ou ponctué de hauts-fonds. À ce moment, de gigantesques vagues pourraient être produites sous l'influence de la réfraction, de la réflexion, de la diffraction et de l'interférence constructive. L'effet dévastateur de ces vagues, lorsqu'elles frappent la côte (ou un port) n'est plus à démontrer.

Les régions côtières qui ont un plateau océanique relativement large et peu profond (comme la Californie) ne souffrent pas autant des tsunamis que les régions où la pente du fond est graduelle jusqu'aux grandes profondeurs (comme Hawaï et le Japon). L'activité locale dépendra aussi grandement de la topographie du fond ainsi que de l'orientation de la côte par rapport à l'orientation des vagues. La plupart des dommages causés par les tsunamis surviennent lorsque la première (et la plus grosse) vague arrive. Après le débordement initial, l'eau finit par se rétracter lentement mais sûrement sur une période de quelques jours.

Quelques données sur les vagues :

- Les plus longues vagues sont celles que provoque la lune (mieux connues sous le nom de marée) qui parcourent l'océan selon une période de 12 à 24 jours;
- La vague la plus haute jamais enregistrée a été observée près de Juneau (Alaska), en 1958. La vague, causée par un glissement de terrain massif dans une crique, mesurait 1 720 pieds (525 m) de haut;
- La vague qui a causé la mort du plus grand nombre d'individus est survenue au Bangladesh en 1970. Entre 300 000 et 500 000 individus sont morts lorsqu'une vague de 50 pieds (15 m) de haut a dévasté une région côtière.
- La plus haute vague résultant de l'action du vent a été mesurée à bord du USS Ramapo le 6 février 1933 au moment où celui-ci naviguait entre Manille (Philippines) et la Californie. La vague mesurait 112 pieds (34 m), et la force du vent était de 68 nœuds.
- Le tsunami le plus puissant jamais enregistré est survenu près de l'Île de Krakatoa près de Sumatra en Indonésie. Le tsunami a été causé par l'éruption du volcan du mont Perboewaten (qu'on croyait éteint) le 27 août 1883. La vague, qui comptait 130 pieds (40 m) de hauteur, avançait à une vitesse de 700 milles à l'heure (en eaux profondes). L'onde de choc a fait le tour de la Terre sept fois (une fois toutes les 36 heures). Le niveau de la mer à San Francisco, 11 000 milles plus loin, a été affecté. On rapporte que l'explosion aurait été entendue à Perth (Australie), près de 2 000 milles au loin du lieu d'origine.

8.2 COMPRENDRE LA MÉTÉO**8.2.1 Renseignements généraux**

Tous les jours, des millions de gens commencent leur journée en regardant par la fenêtre ou en écoutant les prévisions météorologiques. Au moment de planifier des activités extérieures, il est essentiel de savoir quel type de conditions météorologiques nous risquons de rencontrer au cours des prochaines heures. Dans le cadre d'une opération SAR, connaître la météo est toutefois plus qu'une commodité : dans bien des cas, il pourrait s'agir d'une question de survie. Savoir d'avance que les conditions risquent de se détériorer vous permet de vous préparer en conséquence et d'apporter de l'équipement additionnel (imperméables, bottes ou vêtements étanches par exemple).

Depuis les dix dernières années, des progrès importants ont été faits dans le domaine de l'informatique. Les ordinateurs d'aujourd'hui sont maintenant en mesure de formuler des prévisions météorologiques assez précises. Malgré cela, la nature peut encore nous surprendre puisqu'il est impossible, même pour un super ordinateur, de tenir compte de tous les phénomènes locaux. Les prévisions publiées dans les médias sont utiles pour donner une idée générale du temps qu'il fera dans une région donnée. Plusieurs trucs permettent toutefois de déterminer avec précision quelles seront les conditions au cours de la prochaine demi-heure. La présente section explique quelques-uns de ces trucs afin que vous puissiez les mettre en application quotidiennement.

8.2.2 L'atmosphère – concepts généraux

Une des caractéristiques importantes des gaz est qu'ils sont compressibles. L'air peut être comprimé et, lorsqu'on le comprime, la pression barométrique et la densité augmentent. Outre la compression directe, il existe un autre moyen de faire varier la densité d'un gaz : la température. Lorsque la température d'un gaz augmente, sa densité diminue (le gaz devient plus léger et la pression barométrique diminue). Lorsque la température baisse, la densité augmente (le gaz devient plus lourd et la pression barométrique augmente).

Une autre propriété importante de l'air est sa capacité à contenir des vapeurs d'eau. La quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir est grandement influencée par la température de cette dernière. L'air chaud peut contenir beaucoup plus de vapeur d'eau que l'air froid. Ceci explique d'ailleurs pourquoi l'air est plus sec en hiver. Le terme humidité relative est utilisé pour exprimer la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. L'humidité relative est exprimée en pourcentage. À 100 %, l'air est complètement saturé en vapeur d'eau. À 0 %, l'air est complètement sec, et il ne contient aucune vapeur d'eau.

Nous allons maintenant expliquer comment la pluie (ou tout autre type de précipitation) se forme. Imaginez que de l'air chaud possède une humidité relative de 99 %. Des nuages se forment et couvrent le ciel complètement. Puisque les rayons du soleil ne peuvent plus atteindre la terre, la température diminuera. Lorsque la température diminue, l'air ne peut plus contenir autant de vapeur d'eau. À un moment donné, l'air ne pourra plus retenir toute la vapeur présente. La vapeur d'eau se condensera alors et formera des gouttelettes. Lorsque ces gouttelettes deviendront trop grosses pour être maintenues en suspension dans l'air, elles tomberont vers la terre. Ce phénomène permet d'expliquer pourquoi les systèmes de haute pression (haute densité) sont associés à de faibles probabilités d'averse alors que les systèmes de basse pression sont associés aux nuages et à une forte probabilité de pluie.

Traisons des vents maintenant. Les vents sont causés par le mouvement de masses gazeuses. Plusieurs facteurs peuvent influencer la direction et la force du vent. La rotation de la Terre est le premier d'entre eux. La rotation de la Terre est le facteur qui détermine la direction générale des vents dominants. Des facteurs locaux peuvent aussi avoir une incidence. La température, encore une fois, est un facteur à considérer. L'air chaud, comme vous le savez, a tendance à monter tandis que l'air froid a tendance à descendre. Lorsqu'une couche d'air chaud monte, il se produit un effet de vide qui oblige l'air avoisinant à prendre la place de l'air qui monte. Dans le cas de l'air froid, lorsque la couche descend, elle prend la place de l'air déjà présent et force celui-ci vers les côtés de la masse d'air froid. Ce phénomène permet d'expliquer en partie comment les vents sont créés. Lorsque des déplacements d'air surviennent de cette manière, vous verrez la pression barométrique descendre ou augmenter rapidement. Plus le changement de pression barométrique est rapide, plus forts seront les vents.

Des vents peuvent aussi être produits par le mouvement des masses d'air. Lorsque deux masses d'air se rencontrent, elles peuvent se pousser ou glisser l'une sur l'autre. Dans les deux cas, il pourrait en résulter des vents.

8.2.3 Connaissances appliquées

Les explications précédentes représentent une portion très limitée de la science qu'est la météorologie. Bien qu'elles ne puissent faire de vous des experts, elles devraient vous aider à mieux comprendre et à prédire les phénomènes météorologiques majeurs.

Les paragraphes qui suivent précisent ce que vos observations du temps peuvent vous révéler. Ces connaissances pourraient vous éviter des surprises désagréables.

Attendez-vous à avoir des nuages et du temps incertain lorsque :

- La pression barométrique diminue;
- La température nocturne est anormalement élevée;
- Les nuages se déplacent dans des directions différentes et à diverses altitudes;
- De minces nuages blancs (cirrus) très élevés s'accumulent;
- En été, les nuages deviennent noirs l'après-midi.

Attendez-vous à des précipitations lorsque des cumulus (nuages ressemblant à des boules d'ouate) se forment rapidement au début de l'après-midi (printemps ou été).

Attendez-vous à du beau temps lorsque :

- La pression barométrique monte;
- La température baisse rapidement durant l'après-midi.

Attendez-vous à du beau temps prolongé lorsque :

- Le soleil couchant est comme une boule de feu que vous pouvez regarder directement;
- La pression barométrique demeure constante ou augmente lentement;
- La brume du matin se dissipe en moins de deux heures après le lever du soleil;
- Le soleil devient rouge au coucher.

8.2.4 Conditions météorologiques spéciales

8.2.4.1 Orages

Les vents les plus forts dans un orage précèdent habituellement le centre de la tempête lui-même, dans une zone dont la longueur peut atteindre trois milles. On peut s'attendre à des rafales d'une vitesse allant jusqu'à 50 nœuds dans cette zone. Les vents soufflent vers le bas depuis les nuages et sont particulièrement dangereux pour les petits bateaux.

La pluie la plus forte se produit directement sous le nuage orageux, ce qui réduit la visibilité. Elle dure de 5 à 15 minutes. Les orages durent normalement moins d'une heure.

Des trombes marines peuvent se produire pendant un orage. Une trombe marine est un entonnoir qui se forme à la base du nuage orageux et descend jusqu'à la surface de la mer. Cette trombe peut aspirer l'eau. Elle dure habituellement moins de 15 minutes. Bien qu'au départ, les trombes marines peuvent être très petites, elles peuvent devenir extrêmement violentes sans avertissement.

8.2.4.2 Brouillard et neige

Le brouillard est un problème courant en mer. Le danger principal est la réduction de visibilité qu'il entraîne. Il convient alors de naviguer avec prudence et de surveiller attentivement l'écran radar.

La neige réduit aussi la visibilité et peut être particulièrement dangereuse lorsqu'elle est fondante. La neige fondante diminue non seulement la visibilité, mais aussi l'efficacité des signaux radars. Cette situation se produit habituellement en présence d'irruptions d'air arctique, et elle constitue un problème sérieux dans les goulets.

8.2.4.3 Givrage

Les accumulations de glace sur un navire peuvent créer de sérieux problèmes de stabilité. Un givrage important peut se produire lorsque les températures se situent entre -3° et -8° Celsius avec des vents de 16 à 30 nœuds. Le danger s'accroît quand les températures sont plus froides ou les vents plus forts.

Des embruns verglaçants constituent la forme la plus commune et la plus dangereuse du givrage. Lorsqu'ils sont soufflés par les vents, ils peuvent créer une importante accumulation de glace sur le navire, ce qui lui fait prendre une forte gîte. Les embruns verglaçants se produisent habituellement lorsque la température de l'air est inférieure à -2° Celsius et que celle de l'eau est inférieure à 5° Celsius. Les bulletins de prévisions météorologiques maritimes communiquent les avertissements d'embruns verglaçants.

Lorsque la pluie est verglaçante, une couche de glace se forme sur les ponts, les rambardes et les échelles. Ce type de givrage est le moins susceptible de causer des problèmes de stabilité, mais il peut être très dangereux pour les membres de l'équipage qui marchent sur le pont.

Le brouillard peut créer une couche de glace semblable. Il se forme lorsqu'un air très froid passe au-dessus d'une eau moins froide, et une couche de glace peut se former au contact du navire. Habituellement, le problème n'est pas grave, mais si le brouillard est très dense, le givrage risque d'être important.

8.2.5 Information météorologique maritime

8.2.5.1 Prévisions maritimes

Les prévisions maritimes sont accessibles aux endroits suivants :

- VHF, canal 21B, 25B et 83B (Côte Est et Grands Lacs);
- VHF, canal 21B et WX1, WX2, WX3 (Côte Ouest);
- Diffusions radiométéo d'Environnement Canada à Vancouver, Toronto, Montréal et dans les provinces de l'Atlantique;
- Diffusions radiophoniques régulières sur les bandes AM et FM;
- Bulletins des Services météorologiques maritimes, obtenus en appelant aux bureaux d'Environnement Canada de la région;
- Codes MAFOR sur les Grands Lacs et sur le Saint-Laurent.

Un récepteur conçu pour recevoir les prévisions météorologiques maritimes continues est offert sur le marché. Communiquez avec votre fournisseur de produits maritimes pour plus de détails.

8.2.5.2 Avertissements météorologiques

Les bulletins météorologiques maritimes comprennent quatre types d'avertissement de conditions dangereuses : des avertissements aux petites embarcations de même que des avis de coup de vent, de tempête et d'ouragan. On trouvera ci-dessous la signification de ces avertissements :

- Avertissement aux petites embarcations : vents de 20 à 33 nœuds et hauteur des vagues de 2 à 3 mètres (7 à 10 pieds);
- Avertissement de coup de vent : vents de 34 à 37 nœuds et hauteur des vagues de 6 à 9 mètres (20 à 30 pieds);
- Avertissement de tempête : vents de 48 à 63 nœuds et hauteur des vagues de 9 à 16 mètres (30 à 52 pieds);
- Avertissement d'ouragan : vents de 64 nœuds et plus et hauteur des vagues de plus de 16 mètres (52 pieds).

8.2.5.3 Effet du vent

Dans le milieu maritime, la vitesse du vent est habituellement exprimée en nœuds ou en unités rapportées sur l'échelle de Beaufort. Le tableau suivant illustre les deux méthodes.

Tableau 8.1 L'échelle de Beaufort

Unité Beaufort	Vitesse moyenne du vent en nœuds	Limites de vitesse du vent en nœuds	Description	Précisions techniques	Hauteur* probable des vagues en mètres	Hauteur max.* probable des vagues en mètres
	Mesurées à une hauteur de 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.					
0	00	< 1	Calme	La mer est comme un miroir	-	-
1	02	1-3	Très légère brise	Il se forme des rides ressemblant à des écailles de poisson, mais sans aucune écume.	0,1	0,1
2	05	4-6	Légère brise	Vaguelettes, courtes encore, mais plus accusées; leurs crêtes ont une apparence vitreuse, mais elles ne déferlent pas.	0,2	0,3
3	09	7-10	Petite brise	Très petites vagues; les crêtes commencent à déferler; écume d'aspect vitreux; parfois quelques moutons épars.	0,6	1,0
4	13	11-16	Jolie brise	Petites vagues devenant plus longues; moutons franchement nombreux.	1,0	1,5
5	19	17-21	Bonne brise	Vagues modérées prenant une forme plus nettement allongée; naissance de nombreux moutons (éventuellement des embruns).	2,0	2,5
6	24	22-27	Vent frais	Des lames commencent à se former; les crêtes d'écume blanche sont partout plus étendues (habituellement quelques embruns)	3,0	4,0
7	30	28-33	Grand frais	La mer grossit; l'écume blanche provenant des lames déferlantes commence à être soufflée en traînées orientées dans le lit du vent.	4,0	5,5
8	37	34-40	Coup de vent	Lames de hauteur moyenne et plus allongées; du bord supérieur de leurs crêtes commencent à se détacher des tourbillons d'embruns; l'écume est soufflée en très nettes traînées orientées dans le lit du vent.	5,5	7,5
9	44	41-47	Fort coup de vent	Grosses lames; épaisses traînées d'écume dans le lit du vent; les crêtes des lames commencent à vaciller, à s'écrouler et à déferler en rouleaux; les embruns peuvent réduire la visibilité.	7,0	10,0
10	52	48-55	Tempête	Très grosses lames à longues crêtes en panache; l'écume produite s'agglomère en larges bancs et est soufflée dans le lit du vent en épaisses traînées blanches; dans son ensemble, la surface des eaux semble blanche; le déferlement en rouleaux devient intense et brutal; la visibilité est réduite.	9,0	12,5

8-20 RECHERCHE ET SAUVETAGE À BORD DE PETITS BATEAUX

Unité Beaufort	Vitesse moyenne du vent en nœuds	Limites de vitesse du vent en nœuds	Description	Précisions techniques	Hauteur* probable des vagues en mètres	Hauteur max.* probable des vagues en mètres
	Mesurées à une hauteur de 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.					
11	60	56-63	Violente tempête	Lames exceptionnellement hautes (les navires de petit et moyen tonnage peuvent par instant être perdus de vue); la mer est complètement recouverte de bancs d'écume blanche allongés dans la direction du vent; partout le bord des crêtes des lames est soufflé et donne de la mousse; la visibilité est réduite.	11,5	16,0
12	--	> 64	Ouragan	L'air est plein d'écume et d'embruns; la mer est entièrement blanche du fait des bancs d'écume dérivante; la visibilité est très nettement réduite.	> 14	-

* Ces colonnes sont conçues pour servir uniquement de guide indiquant sommairement ce qu'il faut s'attendre à rencontrer en haute mer, loin des côtes. Dans les mers intérieures ou près des côtes, avec un vent de terre, la hauteur des vagues sera plus petite et leur escarpement plus fort.

Le vent a aussi pour effet d'accélérer le refroidissement. Plus le vent est fort, plus l'effet refroidissant sera prononcé. Les équipages SAR devraient toujours se rappeler que le vent produit lorsqu'une embarcation se déplace rapidement pourrait rendre une chaude journée d'été beaucoup moins confortable. Le tableau suivant donne une équivalence de température pour les différentes vitesses du vent.

Tableau 8.2 : Vent et refroidissement

Vitesse estimée du vent en nœuds	Température actuelle (°F/°C)									
	50/10	40/4	30/-1	20/-7	10/-12	0/-18	-10/-23	-20/-28	-30/-34	-40/-40
	Température équivalente (°F/°C)									
Calme	50/10	40/4	30/-1	20/-7	10/-12	0/-18	-10/-23	-20/-28	-30/-34	-40/-40
0-5	48/9	37/3	27/-3	16/-9	6/-14	-5/-21	-15/-26	-26/-32	-36/-38	-47/-44
5-10	40/4	28/-2	16/-9	4/-16	-9/-23	-24/-31	-33/-36	-46/-43	-58/-50	-70/-57
10-15	36/2	22/-6	9/-13	-5/-20	-18/-28	-32/-36	-45/-43	-58/-50	-72/-58	-85/-65
15-20	32/0	18/-8	4/-16	-10/-23	-25/-31	-39/-39	-53/-47	-67/-55	-82/-63	-96/-71
20-25	30/-1	16/-9	0/-18	-15/-26	-29/-34	-44/-42	-59/-51	-74/-59	-88/-67	-104/-76
25-30	28/-2	13/-11	-2/-19	-18/-27	-33/-36	-48/-44	-63/-53	-79/-62	-94/-70	-109/-78
30-35	27/-3	11/-12	-4/-20	-21/-29	-35/-37	-51/-46	-66/-54	-82/-63	-98/-72	-113/-81
35-40	26/-3	10/-12	-6/-21	-21/-29	-37/-38	-53/-47	-69/-56	-85/-65	-100/-73	-116/-82
Des vents de plus de 40 nœuds n'auront pas un effet beaucoup plus élevé	Danger de gelures bas.			Danger de gelures modéré.			Danger extrême.			
	Danger d'hypothermie dans le cas d'une exposition prolongée			La chair exposée peut geler en moins d'une minute.			La chair peut geler en moins de 30 secondes.			

Nota : La température équivalente représente la température à laquelle le même refroidissement serait observé par vents calmes. À moins d'être mouillés, les humains ne peuvent se refroidir à une température inférieure à celle de l'air.

Ambulance St-Jean, Secourisme, Premier sur les lieux, niveau général, cahier d'activité, 1999.

Avoiding Human error among SAR Personnel, IMO LSR 26/5, 1994.

Beaulé, Étienne : Module de formation, Chefs d'équipe, Garde côtière canadienne, Région Laurentienne, 1998.

Bridge Resource Management – Student's Workbook, Edition 6, Sweden, SAS Flight Academy AB, 1993.

Canadian Coast Guard Auxiliary, Central and Arctic Region: Fundamentals of SAR, 1996.

Canadian Coast Guard, Central & Arctic Region IRB Training Manual,.

Canadian Coast Guard, Bridge Resource Management Course, Canadian Coast Guard College, 1998.

Canadian Coast Guard, RHIOT Manual, Canadian Coast Guard, Pacific Region, Bamfield RHIOT School.

Défense nationale / Pêches et Océans Canada/Garde côtière, Manuel National de Recherche et Sauvetage, B-GA-209-001, DFO 5449, 1998.

Escadrille canadienne de plaisance: Cours de navigation de plaisance moteur et voile, 1990.

Garde côtière auxiliaire canadienne, Lignes directrices nationales touchant les activités de la Garde côtière auxiliaire, 1998.

Garde côtière canadienne, Directives opérationnelles pour les unités de Recherche et Sauvetage, 1993.

Garde côtière canadienne Gaétan Gamelin, Mécanique préventive, Région Laurentienne.

Garde côtière canadienne, Guide régional pour les opérations de sauvetage maritime, Région Laurentienne, MPO 5675/1998.

Garde côtière canadienne Jacky Roy & Jean-Michel Boulais: L'équipage ESC devant la loi, Région Laurentienne.

Garde côtière canadienne, Manuel d'inspection de courtoisie pour les petits bateaux.

Garde côtière canadienne, Mathieu Vachon, Formation des équipages en embarcation rapide de secours, Région Laurentienne, 1999.

R - 2 RECHERCHE ET SAUVETAGE À BORD DE PETITS BATEAUX

Garde côtière canadienne, Normes de formation SAR, TP-9224F, 1994.

Garde côtière canadienne, Petits bateaux de pêche, Manuel de sécurité, 1993.

Garde côtière canadienne, René Paquet, : Les effets du stress post traumatique, Région laurentienne.

Garde côtière canadienne Robert Jinchereau, Notes de cours, Région Laurentienne.

North Pacific Vessel Owner's Association, Vessel Safety Manual, 1986.

Organisation de l' Aviation civile internationale et Organisation maritime internationale, Manuel IAMSAR, Vol. I, II, III.

Organisation mondiale de la santé, Guide médical international pour navire, 1989.

Pêches et Océans Canada, Garde côtière, Guide de sécurité nautique, 1999.

Pêches et Océans Canada, Garde côtière, Recherche et sauvetage maritimes au Canada (T 31-87/1996F), 1997.

Pêches et Océans Canada, Garde Côtière; Transports Canada, Sécurité maritime, Système mondial de détresse et de sécurité en mer, 1997.

Stanley R. Trollip, Richard S, Jensen, Human Factors for General Aviation, Englewood, Jeppesen Sanderson, 1991.

United States Coast Guard Auxiliary, Boat Crew Seamanship Manual, U.S. Department of transportation.

Zodiac Hurricane Technologies, Manuel technique, 733 OB, Colombie-Britannique.