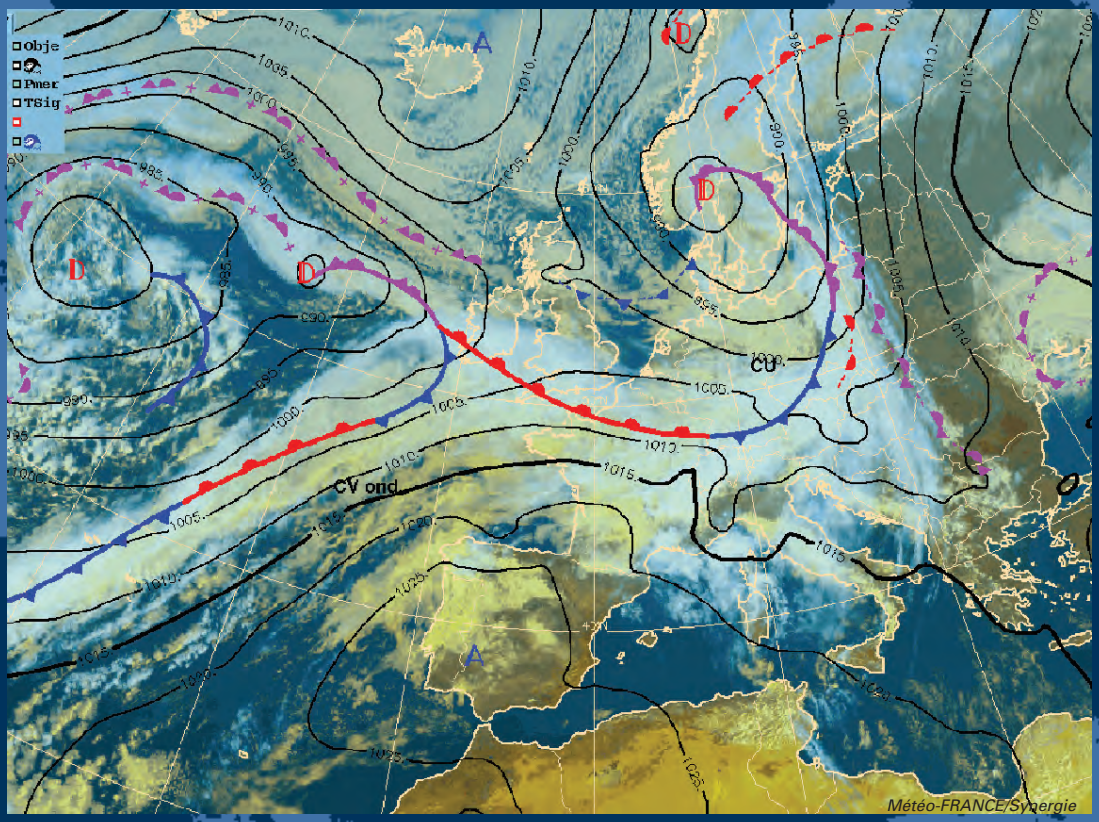
SERVICE
HYDROGRAPHIQUE
et OCÉANOGRAPHIQUE
de la MARINE

METEO FRANCE

MÉTÉOROLOGIE MARITIME



2003

95--RNA

SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE — PARIS

MÉTÉOROLOGIE MARITIME

2003

Édition à jour au 28 décembre 2013

(Groupe hebdomadaire d'*Avis aux Navigateurs* n° 51)

95--RNA

Toute correspondance relative à cet ouvrage doit être adressée à :

Service hydrographique et océanographique de la marine

13 rue du Chatellier — CS 92803 —29228 BREST CEDEX 2

© 2003 SHOM France — Météo-France — Tous droits réservés.
Cet ouvrage contient des éléments soumis au copyright, provenant du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, de Météo-France ou d'autres organismes. Toute reproduction ou adaptation sous quelque forme que ce soit même partielle (y compris par photocopie ou moyens électroniques) est interdite pour tous pays sauf autorisation préalable du SHOM, de Météo-France et des autres organismes.

ISBN 2-11-088332-4

AVANT-PROPOS

1 – Au titre de sa mission de service public, le SHOM est responsable sur le plan national de l'information nautique : collecte, validation, diffusion des informations utiles aux navigateurs, civils ou militaires, professionnels ou plaisanciers.

De son côté, l'établissement public Météo-France a pour mission de " surveiller l'atmosphère, l'océan superficiel et le manteau neigeux, d'en prévoir les évolutions et de diffuser les informations correspondantes… "

C'est donc tout naturellement que ces deux organismes se sont associés une nouvelle fois pour élaborer l'édition 2003 de l'ouvrage *Météorologie maritime*, qui annule et remplace l'édition 1994.

2 – Météo-France publiant par ailleurs des ouvrages plus théoriques, le SHOM et Météo-France ont tenu à donner à celui-ci un contenu éminemment pratique. Le présent volume traite successivement les sujets suivants :

— météorologie générale et tropicale ;
— glaces de mer, icebergs et givrage ;
— documentations et nomenclatures diverses (état de la mer, classification des nuages, nomenclature des glaces) ;
— renseignements météorologiques diffusés aux navigateurs ;
— signalisation des dangers météorologiques et réalisation des observations météorologiques par les navires ;
— principaux messages codés utilisés en météorologie maritime.

L'ouvrage est complété par de nombreuses annexes (symbolisme des cartes météorologiques, tables diverses, lexique météorologique, glossaire français-anglais-espagnol…)

La liste des stations radioélectriques du monde entier diffusant des informations de météorologie maritime ne figure pas dans le présent ouvrage, mais dans les deux volumes de l'ouvrage du SHOM *Stations radiométéorologiques*.

3 – Par rapport à l'édition précédente de 1994, l'ouvrage a subi de profondes modifications et bénéficie d'ajouts importants :

— la partie du chapitre 1 relative à la météorologie tropicale et le chapitre 2 ont fait l'objet d'une complète réécriture ;
— le chapitre 3 a été adapté, pour sa partie observations météorologiques, aux navires non sélectionnés ;
— le chapitre 4 a été réduit aux seuls messages codés susceptibles d'être utilisés par toutes les catégories de navires (messages SHIP, IAC FLEET, MAFOR et Code des glaces de la Baltique) ;
— le chapitre 5, qui rassemble les annexes, a été notablement étoffé.

En outre, l'ouvrage est accompagné d'une abondante iconographie provenant principalement de Météo-France.

4 – Les corrections essentielles pour la sécurité de la navigation à apporter au présent ouvrage paraissent dans le groupe hebdomadaire d'*Avis aux Navigateurs*. Dès que le volume de ces corrections le justifie, un fascicule de corrections les reprend et met à jour les informations importantes contenues dans l'ouvrage.

Yves Desnoës
Ingénieur général de l'armement
Hydrographe de la Marine

Jean-Pierre Beysson
Président-directeur général
de Météo-France

ENREGISTREMENT DES CORRECTIONS

Référence des corrections (Groupe d'avis aux navigateurs ou Fascicule de corrections)	Date d'exécution, signature
Correction n°1 (GAN 04-2007) à jour de son erratum (GAN 06-2007) Correction n°2 (GAN 51-2013)	

ENREGISTREMENT DES CORRECTIONS
(suite)

Référence des corrections (Groupe d'avis aux navigateurs ou Fascicule de corrections)	Date d'exécution, signature

PRINCIPAUX SIGLES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LE PRÉSENT OUVRAGE

AT	: avis de tempête.
BLU	: bande latérale unique (radiocommunications).
BMS	: bulletin météorologique spécial.
COS	: centre opérationnel de sauvetage maritime (outre-mer).
CROSS	: centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage.
DR	: dès réception.
E, ENE, ESE	: Est, Est-Nord-Est, Est-Sud-Est.
ECAREG	: STM pour la zone de trafic de l'Est du Canada
FIT	: front intertropical.
GMDSS	: Global Maritime Distress and Safety System (SMDSM).
hPa	: hectopascal.
h	: heure.
HF	: haute fréquence (radio) ; ondes décamétriques.
INMARSAT	: Société intergouvernementale de télécommunications maritimes par satellites.
M	: mille marin.
min	: minute.
MF	: moyenne fréquence (radio) ; ondes hectométriques.
MSI	: Maritime Safety Information (RSM)
N, NE, NNE, NW, NNW	: Nord, Nord-Est, Nord-Nord-Est, Nord-Ouest, Nord-Nord-Ouest.
NAVTEX	: service d'impression directe à bande étroite (Narrow Band Direct Printing Telegraphic System).
OBS	: indication d'un message d'observations (en tête du préambule).
OMI	: Organisation maritime internationale.
OMM	: Organisation météorologique mondiale.
RSM	: renseignements sur la sécurité maritime (MSI).
S, SE, SSE, SW, SSW	: Sud, Sud-Est, Sud-Sud-Est,Sud-Ouest, Sud-Sud-Ouest.
SMDSM	: Système mondial de détresse et de sécurité en mer (GMDSS).
SHOM	: Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.
SOLAS	: convention internationale de 1967 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer. (Safety of life at sea).
STM	: service de trafic maritime (VTS en anglais)
UT, UTC	: temps universel, temps universel coordonné.
VHF	: très haute fréquence (radio) ; ondes métriques.
W, WNW, WSW	: Ouest, Ouest-Nord-Ouest, Ouest-Sud-Ouest.
WMO	: World meteorological organisation (OMM)
ZCIT	: zone de convergence intertropicale.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Avant-propos 1
Enregistrement des corrections 3
Principaux sigles et abréviations utilisés dans le présent ouvrage 5
Table des matières 7

CHAPITRE 1

NOTIONS DE MÉTÉOROLOGIE MARITIME

Sommaire détaillé du chapitre 1 11
1.0. Présentation. 14
1.1. Météorologie générale 15
1.1.1. L'atmosphère 15
1.1.2. La température 15
1.1.3. La pression 19
1.1.4. Le vent 23
1.1.5. L'humidité 26
1.1.6. La circulation générale. Les masses d'air et les fronts 31
1.1.7. Phénomènes particuliers 47
1.1.8. Effets du vent et de la pression atmosphérique sur la mer 52
1.2. Météorologie tropicale 61
1.2.1. Particularités de la météorologie tropicale 61
1.2.2. Phénomènes à caractère permanent ou saisonnier 62
1.2.3. Les perturbations frontales 64
1.2.4. Perturbations cycloniques 68
1.2.5. ENSO, perturbation climatique du Pacifique 79
1.3. Les glaces 80
1.3.0. Généralités 80
1.3.1. Les icebergs 81
1.3.2. La glace d'eau de mer 84
1.3.3. Le givrage à bord des navires 89
1.4. Documentation et nomenclatures diverses 91
1.4.0. Objet 91
1.4.1. Documentation relative au vent 91
1.4.2. Documentation relative à la mer et à la houle 94
1.4.3. Classification des nuages 100
1.4.4. Nomenclature descriptive des glaces 107

CHAPITRE 2

RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES À L'USAGE DES NAVIGATEURS

Sommaire détaillé du chapitre 2 131
2.0. Présentation 132
2.1. Organisation mondiale de l'information météorologique 133
2.1.1. Autorités responsables de l'information météorologique 133
2.1.2. Recueil des données météorologiques 134
2.1.3. Élaboration de l'information météorologique 134
2.1.4. Diffusion de l'information météorologique 135
2.2. Renseignements climatologiques généraux 138
2.2.1. Instructions Nautiques 138
2.2.2. Cartes climatiques 138
2.2.3. Publications de Météo-France 138
2.3. Types de renseignements et produits météorologiques 139
2.3.1. Renseignements sous forme de texte 139
2.3.2. Documents météorologiques sous forme graphique 142
2.3.3. Renseignements sous forme de fichiers numériques 155
2.4. Moyens et équipements de réception 156
2.4.1. Information météorologique de sécurité 157
2.4.2. Autres renseignements météorologiques 157
2.5. Services particuliers d'information sur les glaces 160
2.5.0. Généralités 160
2.5.1. Service de recherche des glaces (Patrouille Internationale des Glaces) 160
2.6. Agents météorologiques dans les ports — Services de routage 164
2.6.1. Agents météorologiques dans les ports 164
2.6.2. Services de routage 164

CHAPITRE 3

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DES NAVIRES

Sommaire détaillé du chapitre 3 169
3.0. Présentation 170
3.1. Signalisation par les navires des dangers météorologiques et autres concours requis des navires 171
3.1.1. Signalisation des dangers météorologiques 171
3.1.2. Autres concours requis des navires 172
3.2. Observations synoptiques 174
3.2.1. Navires observateurs volontaires (navires sélectionnés) 174
3.2.2. Horaire, chiffrement et transmission des observations réduites 175
3.2.3. Pratique des observations réduites 176

CHAPITRE 4

CODES MÉTÉOROLOGIQUES

Sommaire détaillé du chapitre 4 177
4.0. Généralités 178
4.0.1. Dispositions principales 178
4.0.2. Désignation et liste des messages codés internationaux 178
4.0.3. Messages codés décrits dans le présent ouvrage 178

4.1. FM 13 - XI Ext — SHIP : Messages d'observation en surface provenant d'un navire en mer 180
4.1.1. Formes symboliques 180
4.1.2. Notes et règles 180
4.1.3. Description des groupes du message SHIP 180
4.2 Message codé IAC FLEET 194
4.2.1. Forme symbolique 194
4.2.2. Notes générales 195
4.2.3. Règles 195
4.2.4. Description des groupes 196
4.3. Message codé MAFOR. 201
4.3.1. Forme symbolique 201
4.3.2. Notes générales et règles 201
4.3.3. Description des groupes 201
4.4. Code des glaces de la Baltique 204
4.4.1. Forme symbolique 204
4.4.2. Notes générales 204
4.4.3. Règles 204
4.4.4. Description des groupes 204

CHAPITRE 5

ANNEXES

Sommaire détaillé du chapitre 5 207
5.1. Annexe A - Synthèse des caractéristiques météorologiques 208
5.1.1. Caractéristiques météorologiques par bassin 208
5.1.2. État de la mer. Zones et périodes de mauvais temps 209
5.2. Annexe B - Symbolisme, tracé et utilisation des cartes météorologiques 215
5.2.1. Symboles reportés sur les cartes synoptiques ou d'analyse 215
5.2.2. Système international de symboles pour le pointage des glaces en mer 217
5.2.3. Tracé des cartes synoptiques et d'analyse 228
5.2.4. Utilisation des cartes météorologiques 229
5.3. Annexe C - L'activité et les services marine de Météo-France 235
5.3.1. L'activité marine de Météo-France 235
5.3.2. Les services marine de Météo-France 235
5.4. Annexe D - Unités et formules - Tables météorologiques 238
5.4.1. Unités et formules 238
5.4.2. Tables météorologiques 238
5.5. Annexe E - Signaux visuels d'avis de tempête de jour et de nuit 251
5.5.1. Signaux internationaux 251
5.5.2. Signaux nationaux 252
5.6. Annexe F - Vocabulaires météorologiques 253
5.6.0. Présentation 253
5.6.1. Définitions des principaux termes utilisés en météorologie 253
5.6.2. Glossaire anglais-français 258
5.6.3. Glossaire espagnol-français 261
5.6.4. Glossaire français-anglais-espagnol 264
5.6.5. Abréviations communes internationales utilisées dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX international 268
5.6.6. Abréviations utilisées par Météo-France dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX national 269

INDEX

Index alphabétique 271

CHAPITRE 1

NOTIONS DE MÉTÉOROLOGIE MARITIME

1.0. Présentation.

1.1. Météorologie générale.

1.1.1. L'atmosphère.
- 1.1.1.1. Composition de l'air — Constituants permanents, constituants variables.
- 1.1.1.2. Dimensions de l'atmosphère.

1.1.2. La température.
- 1.1.2.1. Les échanges de chaleur.
- 1.1.2.2. Température de l'air en surface — Variations diurnes, variations saisonnières.
- 1.1.2.3. Température de la mer.
- 1.1.2.4. Température en altitude. Divisions de l'atmosphère.

1.1.3. La pression.
- 1.1.3.0. Généralités.
- 1.1.3.1. Variation verticale de la pression.
- 1.1.3.2. Champ horizontal de pression. Lignes isobares.
- 1.1.3.3. Centres d'action.
- 1.1.3.4. Noyaux de variation de pression.

1.1.4. Le vent.
- 1.1.4.0. Généralités.
- 1.1.4.1. Forces s'exerçant sur une particule d'air.
- 1.1.4.2. Direction et force du vent — Direction en l'absence de frottement et avec frottement.
- 1.1.4.3. Effets sur le vent des différences locales de température. Brises de mer et brises de terre.
- 1.1.4.4. Effet du relief sur le vent.

1.1.5. L'humidité.
- 1.1.5.0. Généralités.
- 1.1.5.1. Tension de vapeur, humidité relative, point de rosée — Mesure directe de l'humidité. Ventilation des cales.
- 1.1.5.2. Évaporation et condensation.
- 1.1.5.3. Mouvements verticaux.
- 1.1.5.4. Formation des nuages.
- 1.1.5.5. Formation de la pluie, de la neige, de la grêle.
- 1.1.5.6. Types de brouillard et leur formation :
  - a) brouillard de rayonnement
  - b) brouillard d'advection
  - c) brouillard de mélange
  - d) autres types de brouillards.
- 1.1.5.7. Traînées de condensation.

1.1.6. La circulation générale. Les masses d'air et les fronts.
- 1.1.6.1. Circulation générale — Altitude, pression et température.
- 1.1.6.2. Pression, masses d'air et types de temps.
- 1.1.6.3. Fronts, pseudo-fronts et limites de masses d'air.
- 1.1.6.4. Formation et évolution d'une perturbation.
  - 1.1.6.4.1. Front chaud.
  - 1.1.6.4.2. Front froid.
  - 1.1.6.4.3. Front froid dédoublé.
  - 1.1.6.4.4. Occlusion.
  - 1.1.6.4.5. Vitesse de déplacement d'une perturbation.
- 1.1.6.5. Dépressions et tempêtes.

1.1.7. Phénomènes particuliers.
1.1.7.1. Grains et lignes de grains.
1.1.7.2. Orages.
1.1.7.2.1. Formation et dissipation d'un orage.
1.1.7.2.2. Super-cellule convective.
1.1.7.3 Trombes marines.
1.1.7.4. Les phénomènes optiques de l'atmosphère.
1.1.7.4.1. Le bleu du ciel.
1.1.7.4.2. Le rayon vert.
1.1.7.4.3. L'arc-en-ciel.
1.1.7.4.4. Les halos.
1.1.7.4.5. Le mirage.

1.1.8. Effets du vent et de la pression atmosphérique sur la mer.
1.1.8.1 Vagues, mer du vent et houle.
1.1.8.1.1. Les vagues — Vitesse de groupe et vitesse de phase ; influence de la profondeur.
1.1.8.1.2. Mer du vent et houle.
1.1.8.1.3. Hauteur des vagues. Hauteur significative.
1.1.8.1.4. Influence des courants sur l'état de la mer.
1.1.8.1.5. Déferlement des vagues.
1.1.8.1.6. Réfraction, diffraction et réflexion.
1.1.8.1.7. Effets des vagues sur un navire.
1.1.8.2. Autres effets du vent et de la pression atmosphérique sur la mer.
1.1.8.2.1. Courants marins.
1.1.8.2.1.A. Circulation océanique générale.
1.1.8.2.1.B. Courants de dérive.
1.1.8.2.2. Décotes, surcotes, marées de tempête et seiches.
1.1.8.2.2.A. Surcotes et décotes.
1.1.8.2.2.B. Marée ou onde de tempête.
1.1.8.2.2.C. Seiche.
1.1.8.2.2.D. Vitesse et amplitude de ces phénomènes.
1.1.8.2.3. Avertissements de navigation et avis météorologiques.

1.2. Météorologie tropicale.

1.2.1. Particularités de la météorologie tropicale.
1.2.1.1. Le réseau d'observations.
1.2.1.2. Pression et marée barométrique.
1.2.1.3. Relations entre le vent et la pression.
1.2.1.4. Masse d'air.
1.2.1.5. Perturbations tropicales.

1.2.2. Phénomènes à caractère permanent ou saisonnier.
1.2.2.1. La circulation générale.
1.2.2.2. Les alizés.
1.2.2.3. La Zone de convergence intertropicale (ZCIT).
1.2.2.4. Les moussons. La mousson d'Asie.

1.2.3. Les perturbations frontales.
1.2.3.0. Généralités.
1.2.3.1. Les ondes d'Est.
1.2.3.2. Les lignes de grains.
1.2.3.3. Les ondes d'Ouest.
1.2.3.4. Fronts de brise et grains.
1.2.3.5. Fronts d'alizés.

1.2.4. Perturbations cycloniques.
1.2.4.1. Classification et dénomination des perturbations cycloniques — Échelles de Dvorak et de Saffir-Simpson — Système mondial de prévision et de prévention des cyclones, CMRS.
1.2.4.2. Formation.
1.2.4.3. Lieux de formation.
1.2.4.4. Fréquence et période de formation.
1.2.4.5. Trajectoire et vitesse de translation.
1.2.4.6. Structure et dangers.
1.2.4.7. Différences entre cyclones tropicaux et tempêtes des latitudes tempérées.
1.2.4.8. Prévision des cyclones tropicaux.
1.2.4.9. Conduite à tenir à l'approche d'un cyclone tropical.
Mesures préparatoires, zone dangereuse pour les 24 heures, demi-cercle dangereux, demi-cercle maniable, manœuvres conseillées, bâtiment au mouillage, exemples de manœuvre à la mer.

1.2.5. ENSO, perturbation climatique du Pacifique.
El Niño — Période normale et période El Niño.

1.3. Les glaces.

1.3.0. Généralités.
- 1.3.0.1. Les trois types de glace constituant une gêne sérieuse pour la navigation.
- 1.3.0.2. Régimes des glaces de l'Arctique et de l'Antarctique.
- 1.3.0.3. Congélation de l'eau de mer.
- 1.3.0.4. Terminologie relative aux glaces.

1.3.1. Les icebergs.
- 1.3.1.0. Généralités.
- 1.3.1.1. Les icebergs de l'Arctique.
- 1.3.1.2. Les icebergs de l'Antarctique.
- 1.3.1.3. Signalisation des icebergs.

1.3.2. La glace d'eau de mer.
- 1.3.2.1. Formation de la glace de mer — Nouvelle glace — Nilas — Glace en crêpes — Jeune glace — Glace de première année — Vieille glace.
- 1.3.2.2. Évolution de la glace flottante (drift ice) — Épaisseur — Salinité et solidité.
- 1.3.2.3. Banquise côtière (fast ice) et glace flottante (drift ice) — Déformation de la glace flottante — Disparition de la glace.
- 1.3.2.4. Mouvement des glaces — Action du courant — Action du vent, action combinée du courant et du vent.
- 1.3.2.5. Limites de la glace flottante.

1.3.3. Le givrage à bord des navires.
- 1.3.3.1. Formation et types de givrage.
- 1.3.3.2. Dangers présentés par le givrage. Givrage atmosphérique — Givrage des embruns.
- 1.3.3.3. Prévision, prévention et signalisation du givrage.

1.4. Documentation et nomenclatures diverses.

1.4.0. Objet.

1.4.1. Documentation relative au vent.
- 1.4.1.1. Vent géostrophique.
- 1.4.1.2. Échelle anémométrique Beaufort.

1.4.2. Documentation relative à la mer et à la houle.
- 1.4.2.1. État de la mer (code S).
- 1.4.2.2. Description de la houle.
- 1.4.2.3. Prévision de l'état de la mer.
- 1.4.2.4. Photographies d'état de la mer.

1.4.3. Classification des nuages.
- 1.4.3.1. Dénomination selon l'altitude et l'aspect.
- 1.4.3.2. Photographies de nuages.

1.4.4. Nomenclature descriptive des glaces.
- 1.4.4.0. *Nomenclature des glaces* de l'OMM.
- 1.4.4.1. Terminologie française par sujets.
- 1.4.4.2. Terminologie française par ordre.
- 1.4.4.3. Glossaire des termes anglais relatifs aux glaces.
- 1.4.4.4. Photographies de glaces.

01

1.0. PRÉSENTATION

07 Ce chapitre comporte quatre grandes parties. La première est consacrée à la **météorologie générale,** c'est-à-dire à la description des principaux paramètres météorologiques (température, pression, vent, humidité, nébulosité, etc.) et des grandes lois qui régissent les mouvements de l'atmosphère. Mais atmosphère et océans étant étroitement liés, cette partie comprend également des éléments à caractère océanographique (température de la mer, circulation générale des océans). Elle s'achève par l'explication de certains phénomènes particuliers parmi lesquels figurent les marées de tempête.

13 En seconde partie, intitulée **météorologie tropicale**, sont présentés les caractères propres à la circulation de l'atmosphère en zone tropicale (alizés, moussons, zone intertropicale de convergence). L'étude des cyclones tropicaux et les manœuvres des navires au voisinage de ces dangers y tiennent une place prépondérante.

19 Afin de présenter l'ensemble des aspects météo-océanographiques de la physique du globe intéressant la navigation maritime, les notions de météorologie proprement dite sont complétées d'une description des **glaces**, objet de la troisième partie, dans laquelle sont étudiés les icebergs, la glace de mer et le givrage des superstructures des navires.

25 Enfin, le quatrième et dernier sous-chapitre, qui porte le titre de **documentation et nomenclatures diverses**, se présente comme une suite d'annexes techniques : détermination du vent géostrophique, définition de l'échelle Beaufort du vent et du code S de l'état de la mer, prédiction de l'état de la mer, nomenclatures des nuages et des glaces.

01 # 1.1. MÉTÉOROLOGIE GÉNÉRALE

01 ## 1.1.1. L'ATMOSPHÈRE.

07 L'atmosphère est une couche gazeuse très mince qui entoure le globe terrestre. L'air atmosphérique est un mélange de gaz contenant des particules liquides et solides en suspension. Comme tous les gaz (ou mélanges de gaz), l'air atmosphérique est caractérisé par sa température et sa pression. Mais l'un des composants du mélange joue un rôle particulier en météorologie : la vapeur d'eau. La teneur de l'air en vapeur d'eau étant très variable, la prise en compte de ce paramètre est indispensable pour bien définir l'état d'une « particule » d'air. Enfin, l'atmosphère étant en perpétuelle agitation, un quatrième paramètre est nécessaire : le vent.

13 Pression, température, humidité et vent sont donc les quatre paramètres de base de la météorologie. Leur mesure, sur terre comme sur mer, au sol comme en altitude, constitue les données d'entrée des modèles de prévision numérique du temps. S'y ajoutent les « conditions aux limites » de l'atmosphère. S'agissant du domaine maritime, ces conditions aux limites sont la nature de la surface (présence ou non de glace de mer), la température de surface de la mer et son agitation (vagues). Tous ces paramètres sont détaillés dans les paragraphes suivants.

01 **1.1.1.1. Composition de l'air.** — L'air est composé de constituants dont la proportion en volume est permanente et de constituants dont la proportion varie.

07 CONSTITUANTS PERMANENTS (concentration en volume). — L'azote 78,08 %, l'oxygène 20,95 %, l'argon 0,93 % et un certain nombre de gaz rares à l'état de traces ont une concentration permanente en surface et en altitude.

13 CONSTITUANTS VARIABLES.

19 La **vapeur d'eau** a, dans l'air, une concentration volumétrique qui varie de 0,1 % à 5 %. Cette proportion diminue très vite avec l'altitude. La vapeur d'eau joue un rôle capital dans la plupart des phénomènes atmosphériques. C'est pourquoi on considère souvent l'air atmosphérique comme un mélange d'air sec et de vapeur d'eau.

25 L'**ozone.** Il faut distinguer l'ozone qui résulte de la décomposition des atomes d'oxygène soumis au rayonnement ultraviolet de l'espace et l'ozone dû à la pollution. Le premier se trouve concentré à 25-30 km d'altitude (ozone stratosphérique) ; cette couche protège la vie organique terrestre contre les radiations ultraviolettes. Le second se rencontre dans les basses couches de l'atmosphère (ozone troposphérique). Il est la conséquence de réactions chimiques en chaîne, initiées par la pollution industrielle et la circulation automobile.

31 Le **gaz carbonique**, dû à la respiration des plantes et des animaux, à l'oxydation et aux combustions des matières organiques, a une concentration variable dont la moyenne est de 0,05 %.

37 Les **impuretés** de l'atmosphère comprennent des poussières, des fumées, des particules de sel provenant de l'évaporation de la mer, etc. Ces impuretés jouent un grand rôle dans la formation des goutttes d'eau (noyaux de condensation) et affectent la visibilité.

43 Nous mentionnerons également pour mémoire les **couches ionisées**, à la limite supérieure de l'atmosphère. Les couches ionisées ont une grande influence sur la propagation des ondes radio et sur la formation des parasites atmosphériques. Les couches basses (couche D), d'altitude inférieure à 100 km, sont responsables de l'absorption en cours de journée des ondes courtes. Mais elles ne provoquent pas de phénomène de réflexion de ces ondes, à l'inverse des couches supérieures (couche E vers 100-120 km, couche F1 vers 150-190 km et F2, supérieure à 200 km).

01 **1.1.1.2. Dimensions de l'atmosphère.** — Il est difficile de définir une limite précise à l'atmosphère, car on passe insensiblement d'un air de plus en plus raréfié au vide interplanétaire. Ainsi, 50 % de la masse atmosphérique sont situés au-dessous de 5 km d'altitude (pression de 500 hPa), 90 % au-dessous de 16 km d'altitude (100 hPa), 99 % au-dessous de 31 km d'altitude (10 hPa), et à 50 km d'altitude la pression n'est plus que de 0,8 hPa.

07 Précisons également que lors de l'entrée des satellites dans l'atmosphère, la présence du milieu gazeux commence à se faire sentir vers 130 km d'altitude et que les satellites les plus bas d'observation de la Terre et de télécommunications circulent à environ 800 km d'altitude. L'observation des nuages lumineux, des étoiles filantes et des aurores polaires montre que des molécules de gaz se rencontrent jusqu'à 1000 km d'altitude.

01 ## 1.1.2. LA TEMPÉRATURE.

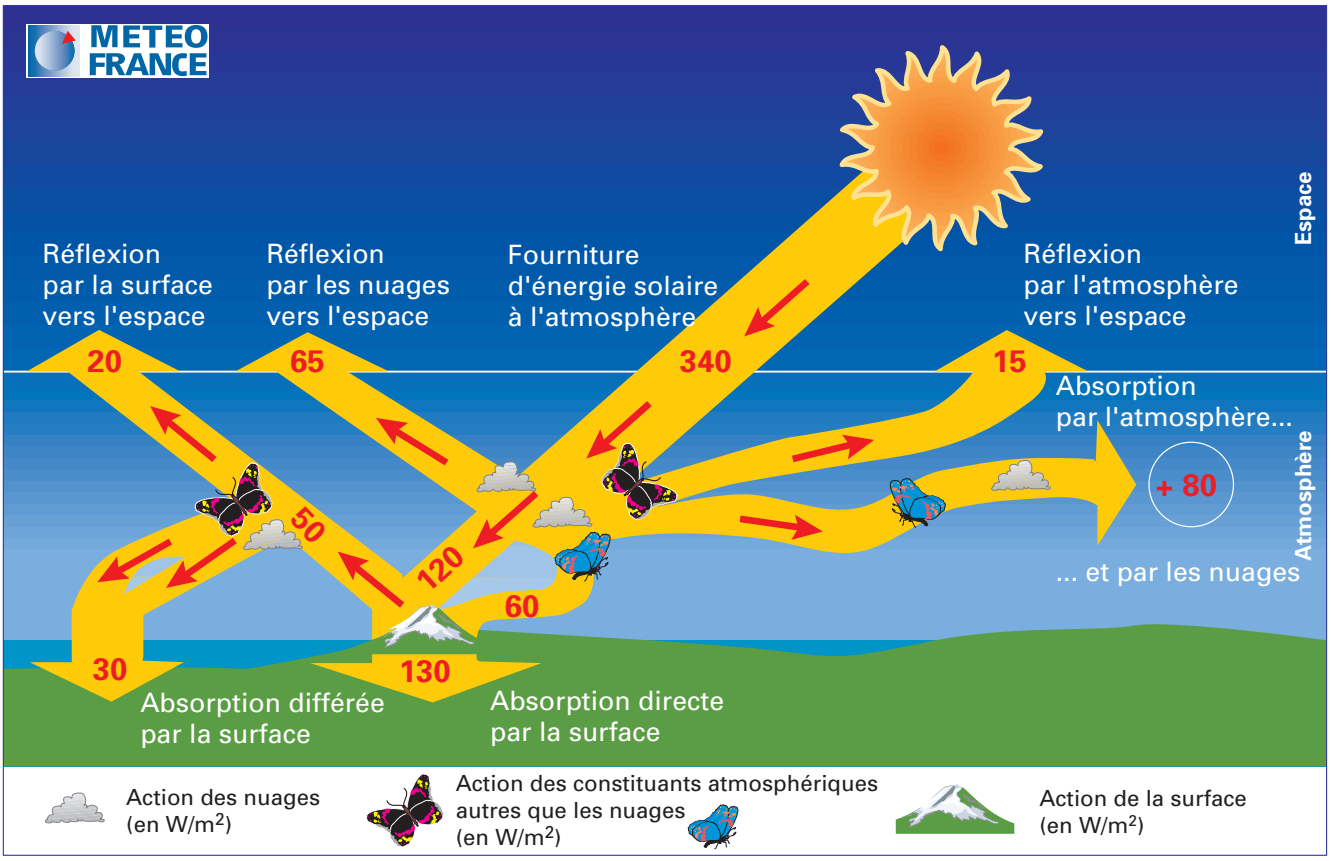
01 **1.1.2.1. Les échanges de chaleur.** — Le Soleil inonde la Terre en énergie de rayonnement, la plus grande partie de cette énergie étant propagée par des rayons qui se situent dans le visible (de 0,4 à 0,7 μm de longueur d'onde) et dans le proche infrarouge (de 0,7 à 4 μm). C'est ainsi un flux moyen de 340 W/m^2 qui atteint la limite supérieure de l'atmosphère. Sur ces 340 W/m^2, en moyenne 100 W/m^2 (soit 29 %) sont réfléchis vers le haut et perdus dans l'espace, 80 W/m^2 (soit 24 %) sont absorbés par les différents constituants de l'atmosphère – gaz, aérosols, nuages – et 160 W/m^2 (soit 47 %) sont absorbés par les terres, les mers et les glaces composant la surface de notre planète.

07 La figure 1.1.2.1 résume les phénomènes de réflexion (par les nuages, par la surface terrestre…), de diffusion (par les différents gaz, les aérosols et les particules composant l'atmosphère) et d'absorption (par l'atmosphère et la surface terrestre) que subit le rayonnement solaire en traversant l'atmosphère.

13 La surface terrestre, océans et continents, qui reçoit l'énergie rayonnée du soleil et de l'atmosphère, émet elle-même vers l'espace un rayonnement dont l'intensité varie avec la nature des couches superficielles. Ces radiations terrestres, de grande longueur d'onde (infrarouge), subissent à leur tour, de la part de l'atmosphère, une absorption d'autant plus grande que celle-ci contient, dans ses basses couches, une proportion plus élevée de vapeur d'eau.

19 L'action conjuguée des rayonnements solaire et terrestre, et l'équilibre thermique qui tend à s'établir dans l'atmosphère sous leur influence, sont à l'origine de la plupart des phénomènes étudiés en météorologie. Mais les phénomènes sont complexes. Par exemple les nuages, agissant à la fois sur le rayonnement solaire incident et sur le rayonnement terrestre (effet de serre), contribuent soit à refroidir, soit à réchauffer l'atmosphère selon leur nature.

01 **1.1.2.2. Température de l'air en surface.** — On considère, en météorologie, comme température de l'air en surface, la température de l'air à 2 m au-dessus du sol (terre ou mer). Cette température est intimement liée au bilan thermique de la surface, qui dépend de l'heure, de la saison, de la latitude, de la continentalité du lieu, et également de la nature de la surface et des conditions atmosphériques.



1.1.2.1. — Phénomènes de réflexion, de diffusion et d'absorption subis par le rayonnement solaire lors de sa traversée de l'atmosphère.

07 La quantité de chaleur reçue par une région donnée de la Terre dépend en grande partie de l'inclinaison des rayons solaires. Plus l'angle d'incidence est faible, plus la quantité de chaleur reçue par la terre est forte. Ainsi, pendant l'hiver boréal (décembre, janvier, février), l'hémisphère Nord reçoit moins de chaleur que l'hémisphère Sud.

13 L'amplitude des oscillations saisonnières est aussi influencée, dans une large mesure, par les conditions géographiques. Il existe, par exemple, un grand contraste entre le climat continental de Nerchinsk Zavod (Fédération de Russie), où la température moyenne du mois varie de – 27 °C en janvier à +18 °C en juillet, et le climat maritime de Horta (Açores) où la température moyenne varie de + 13,6 °C en février à + 22 °C en août. De même, on note une différence très nette entre les régions couvertes de végétation comme le Brésil et les régions arides comme le Sahara.

19 Enfin, les conditions topographiques et atmosphériques (altitude des stations et configuration du terrain, présence de neige au sol et nébulosité, etc.), interviennent pour modifier, souvent dans des proportions sensibles, les variations périodiques de la température.

25 VARIATIONS DIURNES. — Le minimum de température au voisinage du sol a lieu peu après le lever du jour. Le maximum se produit deux ou trois heures après le passage du soleil au méridien, lorsque les quantités de chaleur reçues du sol et rayonnées par la Terre sont égales. À l'intérieur des continents, la variation diurne est très forte (35° à 40 °C dans les déserts). Au-dessus des océans, quelle que soit la latitude, elle dépasse rarement 3 °C.

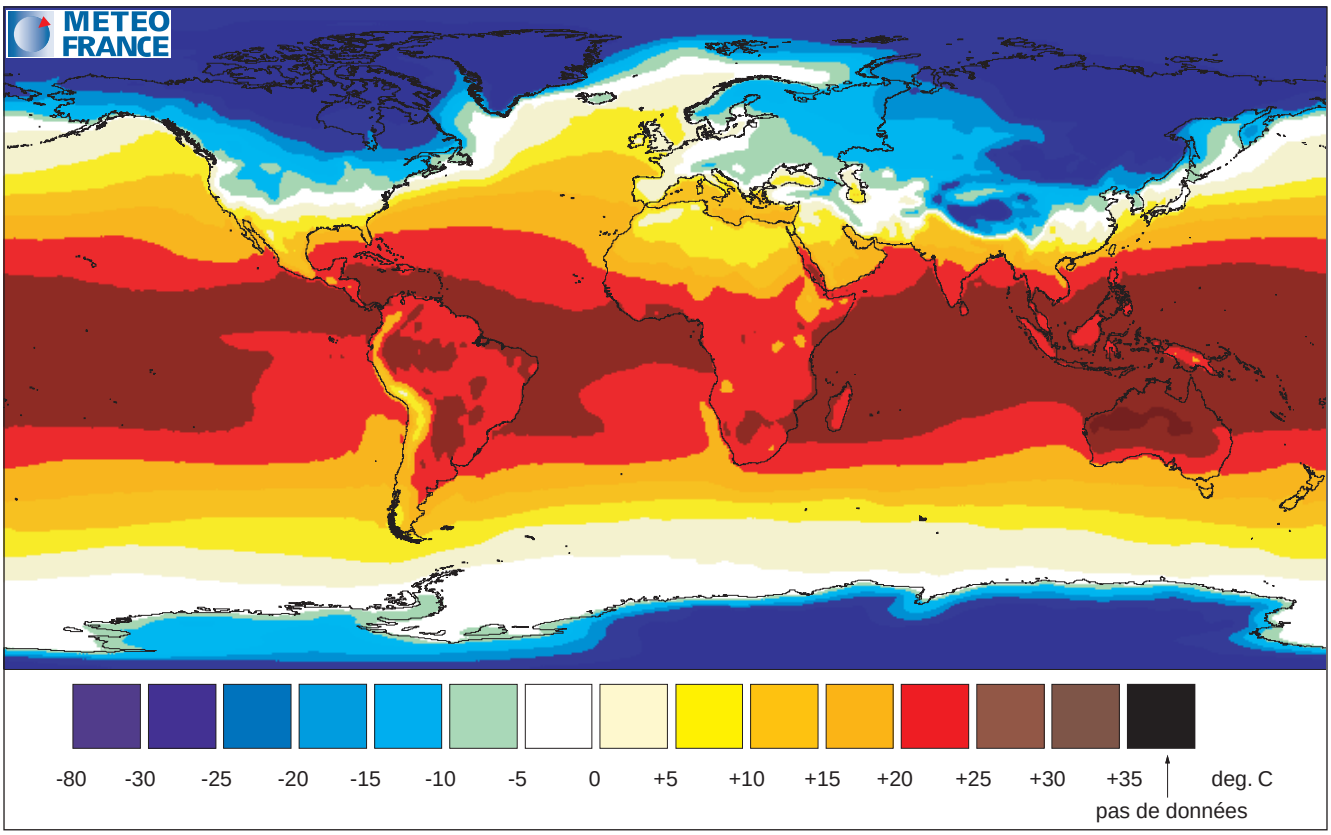
31 VARIATIONS SAISONNIÈRES. — Sur les figures 1.1.2.2.A et 1.1.2.2.B sont représentées les isothermes moyennes de janvier et juillet (moyenne sur la période 1979-1994 des températures à 2 m au-dessus du sol calculées par le modèle atmosphérique du CEPMMT). De leur examen, on déduit les observations suivantes concernant la distribution des températures.

37 Les extrêmes se manifestent au-dessus des continents : froids extrêmes des hivers du NE de la Sibérie, du Groenland, du Canada et de l'Antarctique ; chaleur extrême au Sahara, en Arabie, en Australie. En hémisphère Sud, la prépondérance des océans explique l'allure plus régulière des isothermes, la température de l'eau variant moins vite que celle des terres.

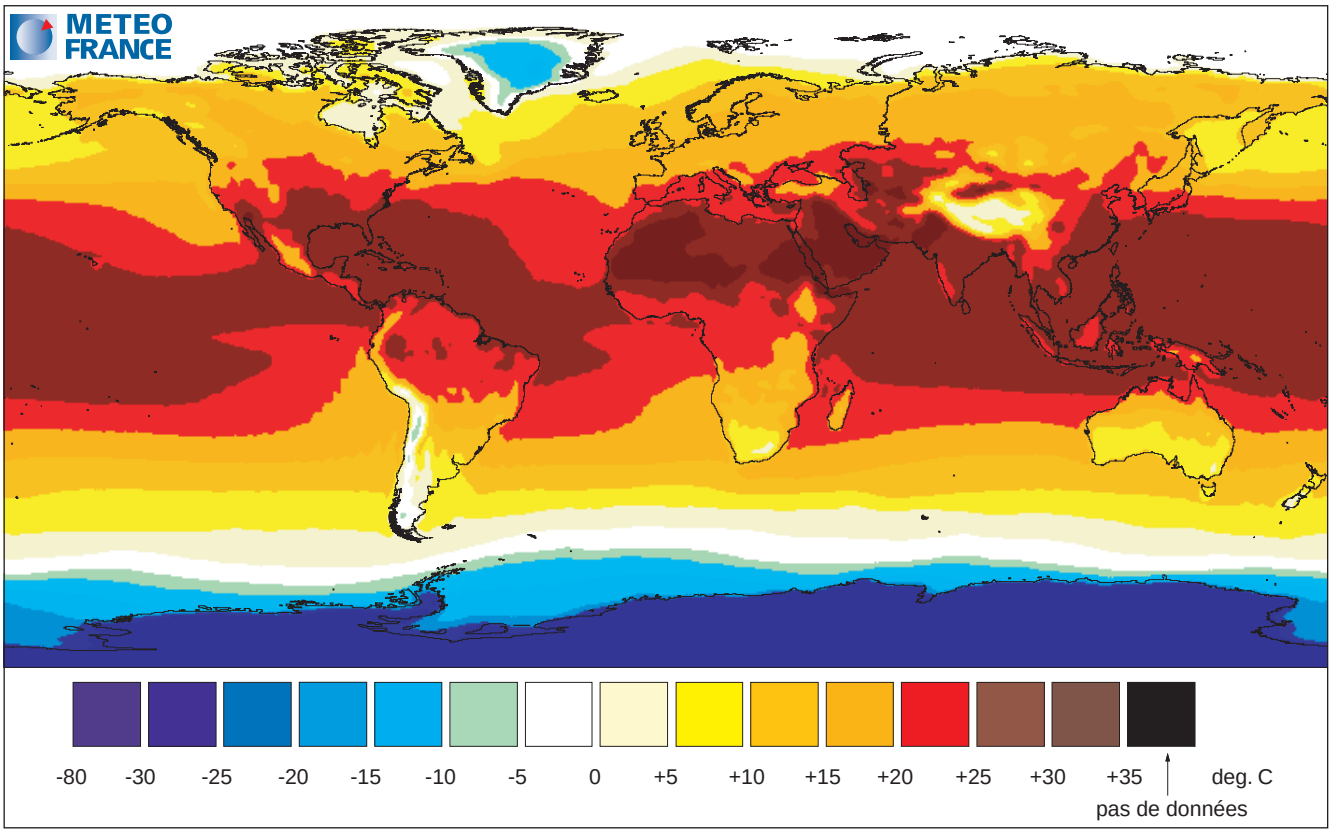
43 Vents dominants et courants marins influencent la température moyenne de l'air.

49 En janvier, les continents de l'hémisphère Nord sont sous l'influence d'anticyclones thermiques qui engendrent des vents dominants de NE, donc froids, sur les côtes orientales et des vents de Sud-Ouest, humides mais doux, sur les côtes occidentales. Ainsi, à latitude égale, l'Amérique du Nord et le continent eurasiatique sont plus froids à l'Est qu'à l'Ouest.

55 *L'équateur thermique* est une ligne qui joint les points où la température, sur chaque méridien, est la plus élevée. En moyenne annuelle, il se situe généralement au Nord de l'équateur géographique, dans son voisinage au-dessus des mers, à une assez grande distance au-dessus des continents. Dans le courant de l'année, l'équateur thermique oscille autour de sa position moyenne en suivant le mouvement du soleil en déclinaison. Sa position correspond approximativement à celle de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) qui est la zone de rencontre des alizés des deux hémisphères (fig. 1.1.3.3.A et 1.1.3.3.B).



1.1.2.2.A. — Température de l'air au dessus du sol. Moyenne de janvier.

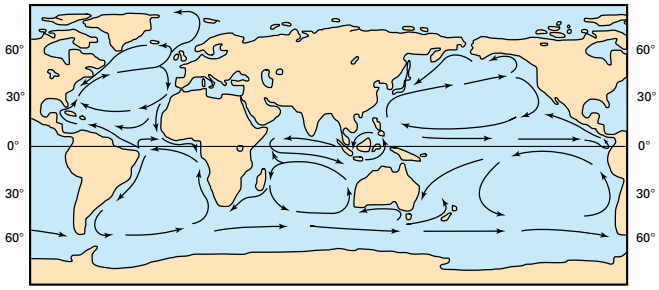


1.1.2.2.B. — Température de l'air au dessus du sol. Moyenne de juillet.

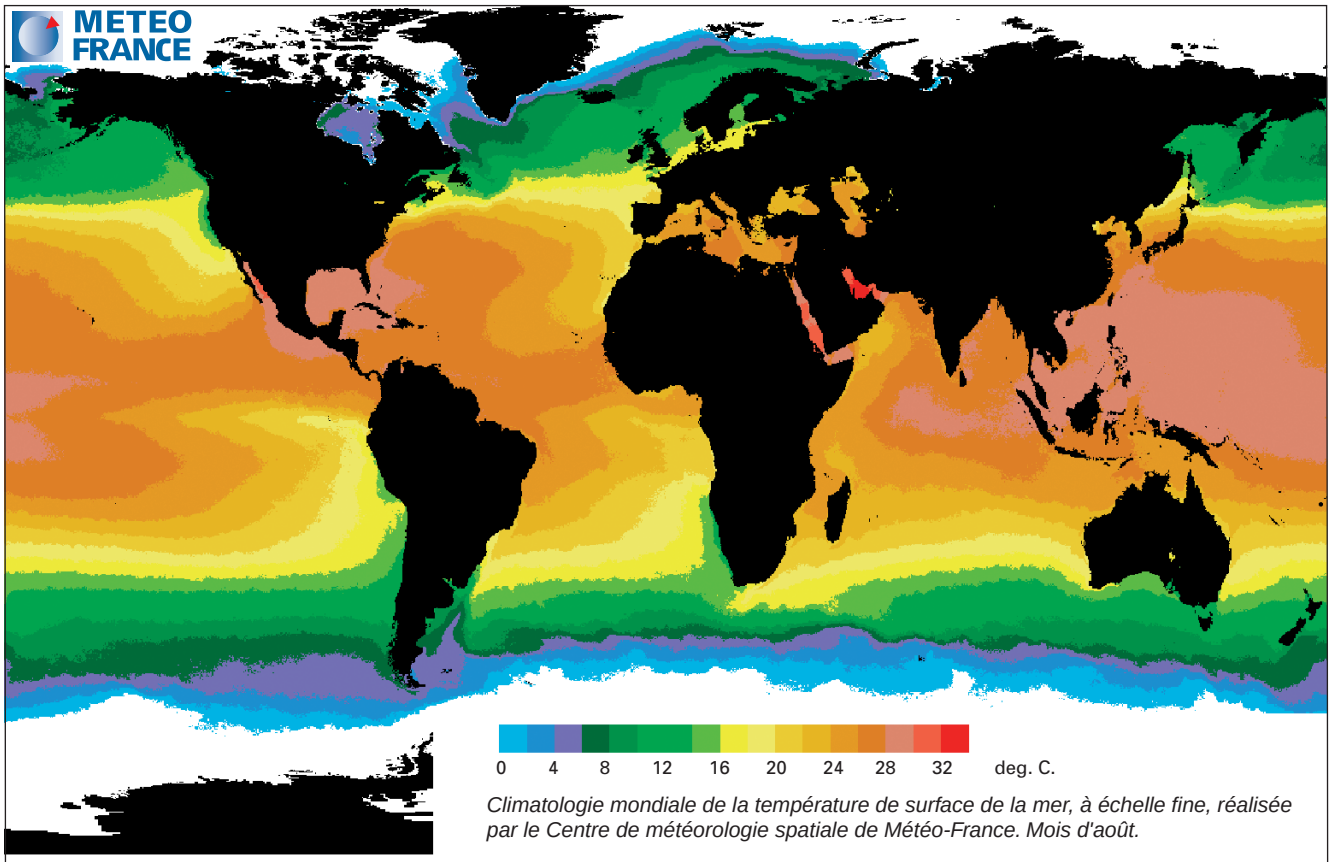
01 **1.1.2.3. Température de la mer.** — La température de l'eau de mer varie entre – 1,5 °C (point de congélation) dans les régions polaires et 27 ° à 28 °C dans la zone équatoriale, 30 °C en Mer Rouge. À latitude égale, la moyenne des températures est plus haute dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud, où les trois océans s'ouvrent largement sur l'Antarctique ; l'Atlantique et surtout le Pacifique Nord, communiquent plus difficilement avec l'Océan Arctique.

07 L'effet du vent sur la température de l'eau de mer n'est pas négligeable. Les vents qui soufflent de terre poussant vers le large les eaux de surface côtières, celles-ci sont remplacées par les eaux profondes plus froides ; c'est le phénomène de *upwelling*. Les vents soufflant du large ont un effet inverse. Un exemple remarquable est celui des Îles Galapagos, constamment soumises à l'alizé d'ESE : la température de l'eau, de 15 °C sur la côte Ouest, est de 25 °C sur la côte Est.

13 Notons aussi les anomalies créées par les grands courants océaniques, (la figure 1.1.2.3.A schématise très succinctement les courants océaniques, pour plus de détails se reporter à la figure 1.1.8.2.1.B). Les courants venant du Nord dans l'hémisphère Nord (ou du Sud dans l'hémisphère Sud) sont des courants froids. Inversement, les courants de Sud (courant de Nord dans l'hémisphère Sud) amènent des eaux chaudes. Leurs effets sont bien visibles sur les cartes de températures de surface (fig. 1.1.2.3.B).



1.1.2.3.A. — Ciculation océanique générale.



Climatologie mondiale de la température de surface de la mer, à échelle fine, réalisée par le Centre de météorologie spatiale de Météo-France. Mois d'août.

Août est le mois le plus chaud de l'hémisphère Nord. Avec une température de surface de la mer supérieure à 32 °C, le golfe Persique est la zone maritime la plus torride du monde, suivie par la mer Rouge et le golfe de Californie (30 à 32 °C). De façon générale, les mers fermées ont une amplitude thermique entre hiver et été supérieure à celle des océans. Ainsi, en août, la mer Baltique est aussi chaude que les côtes du Portugal qui subissent, du fait de la persistance des vents de Nord, des remontées d'eau profonde (16 à 18 °C). Elle est même plus chaude que les côtes de Bretagne Nord.

Il existe aussi des régions où la température de la mer est plus basse en août qu'en mai. Il s'agit des régions soumises à un régime de mousson (océan Indien, golfe du Bengale, golfe de Guinée). Les vents de mousson soulèvent les vagues, agitent la mer, provoquant un brassage des eaux superficielles favorisant leur refroidissement.

Août est aussi le mois le plus froid de l'hémisphère Sud. Les eaux de température inférieure à 16 °C remontent très Nord le long des côtes de Namibie (courant de Benguela) et d'Amérique du Sud (courant de Humbolt).

1.1.2.3.B. — Carte de température de surface de la mer en août.

19 Océan et atmosphère s'échangent constamment de l'énergie sous forme calorifique. La couche océanique concernée par les variations de température est limitée à 50 m d'épaisseur ; c'est la couche limite océanique. En revanche, la couche atmosphérique concernée par les variations de température atteint 2 000 m ; c'est la couche limite atmosphérique. Compte tenu des épaisseurs respectives des couches limites océanique et atmosphérique, compte tenu des différences de chaleur spécifique de l'eau de mer (4000 J/kg. °C pour une salinité de 33 ‰) et de l'air (1 004 J/kg. °C pour l'air sec), il faut 100 fois plus d'énergie pour faire varier de 1 °C la couche limite océanique que la couche limite atmosphérique. Ce rapport de 1 à 100 explique le rôle joué par la mer comme régulateur des climats du globe, la chaleur accumulée par les océans pendant le jour (et pendant l'été) étant restituée à l'atmosphère pendant la nuit (et pendant l'hiver).

25 De même, la forte chaleur spécifique de l'eau de mer (4 000 J/kg. °C) par rapport à celle de l'écorce terrestre (1700 J/kg. °C en moyenne) la rend plus lente à s'échauffer pendant le jour et à se refroidir la nuit par rayonnement. Le rayonnement solaire pénètre dans la couche superficielle des océans et le brassage produit par les vagues tend à augmenter l'épaisseur de la couche que les rayons solaires réchauffent. Pour toutes ces raisons, les variations de température des océans sont plus lentes et plus faibles que celles des continents.

01 **1.1.2.4. Température en altitude. Divisions de l'atmosphère. Figure 1.1.2.4.**

07 Les observations effectuées dans les stations de montagne ont depuis longtemps montré que, d'une manière générale, la température de l'air décroît lorsqu'on s'élève. Le perfectionnement des méthodes et des instruments de mesure (ballons-sondes, radiosondages, etc.) a permis de préciser la **distribution verticale de la** température en altitude.

13 On appelle *gradient vertical de la température*, le taux de décroissance de la température avec l'altitude. Sa valeur est de 6 °C par km, en moyenne, jusqu'à l'altitude de 10 km environ, à partir de laquelle la température reste sensiblement constante.

19 La couche dans laquelle la température décroît ainsi régulièrement de 6 °C/km est appelée **troposphère** ; elle contient les 3/4 de l'air atmosphérique et la presque totalité de la vapeur d'eau.

25 Le gradient de 6 °C/km représente une valeur moyenne. En pratique, le gradient vertical de la température varie avec la nature des masses d'air et la situation météorologique. Par exemple, il se produit parfois en altitude, dans des couches d'épaisseur limitée, des augmentations momentanées de température appelées **inversions**. Ce phénomène est à peu près constant la nuit, dans les basses couches de l'atmosphère, le sol se refroidissant plus vite que l'air qui le surmonte. Les inversions de température jouent un rôle important dans la formation des nuages et des brouillards.

31 À partir d'un certain niveau, appelé tropopause, la température cesse de décroître avec l'altitude. Dans cette deuxième couche appelée **stratosphère**, la température est d'abord stationnaire puis légèrement croissante.

37 La **tropopause** est la surface de séparation entre troposphère et stratosphère. Son altitude et sa température ne sont pas les mêmes en tous les points du globe. Sa hauteur croît du pôle (7 km) à l'équateur (17 km), sa température variant, en sens inverse, de – 50 °C aux pôles à – 85 °C à l'équateur.

43 L'altitude de la tropopause varie aussi :

49 — avec les saisons (dans les régions tempérées elle est plus élevée en été qu'en hiver) ;

55 — avec la nature et la structure des masses d'air.

61 Dans la stratosphère, la croissance de la température est due à la présence de l'ozone (surtout vers 20-25 km). La stratosphère s'élève jusqu'à une altitude de 50 à 60 km. La température y est alors voisine de 0 °C.

67 Au-dessus, la température décroît à nouveau avec l'altitude. C'est la **mésosphère**, partie de l'atmosphère où l'on rencontre les « nuages nocturnes lumineux ». La surface de séparation entre mésosphère et stratosphère est la **stratopause**.

73 À 85 km, altitude de la **mésopause**, on entre dans la **thermosphère**. La pression atmosphérique y est très faible (inférieure à 10^{-3} hPa). Les molécules de gaz sont ionisées et réfléchissent les ondes électromagnétiques. La notion même de température perd de son sens. À partir de 500 km, les molécules de gaz très raréfiées échappent à l'attraction terrestre. C'est l'**exosphère**. Là commence le domaine de l'espace et des satellites.

01 **1.1.3. LA PRESSION.**

01 **1.1.3.0.** — La pression atmosphérique en un point donné est équivalente au poids par unité de surface de la colonne d'air qui surmonte ce point. Torricelli fut le premier, en 1643, à utiliser une colonne de mercure pour mettre en évidence le poids de l'air. Descartes y ajouta une échelle graduée et Pascal perfectionna le tout. Le baromètre était né.

07 Le calcul de la pression atmosphérique en un lieu prend en compte la hauteur de la colonne de mercure au-dessus de la cuve du baromètre, la température (la densité du mercure varie en fonction de la température) et la gravité du lieu.

13 L'unité de pression est le pascal (Pa). En météorologie, on utilise l'hectopascal (hPa), ce qui permet une correspondance directe avec les anciennes unités (1 hPa = 1 millibar).

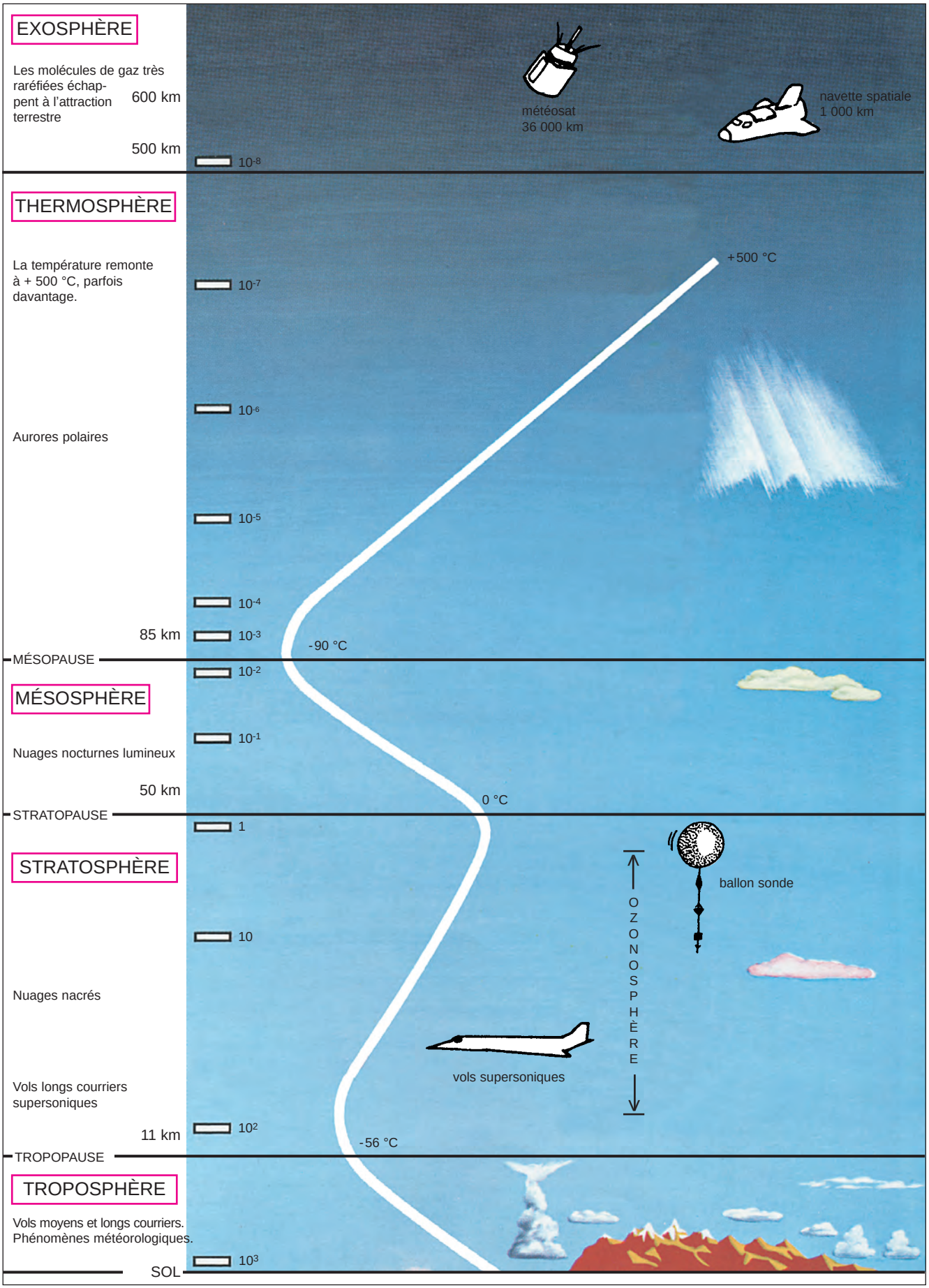
19 La pression atmosphérique normale au niveau de la mer correspond, par définition, à la pression engendrée par une colonne de mercure de 760 mm de hauteur. À une température de 0 °C (densité du mercure = 13 595,1 kg/m^3) et à la latitude de 45° (g = 9,80665 m/s^2), cette colonne de 760 mm de mercure correspond à une pression de 1 013,25 hPa.

25 Les Anglo-Saxons utilisent encore le pouce de mercure (inch Hg) : 760 mm Hg = 29,92 inch Hg

01 **1.1.3.1. Variation verticale de la pression.** — La pression atmosphérique décroît avec l'altitude. En effet, lorsqu'on s'élève, la colonne d'air diminue de hauteur, donc de poids. D'autre part, l'air étant compressible, la densité de l'atmosphère diminue avec l'altitude. En conséquence la pression ne diminue pas régulièrement, mais d'abord rapidement (1 hPa tous les 8 m à la surface de la mer), puis de plus en plus lentement. La loi de cette décroissance a été calculée par Laplace, qui en a donné une formule approchée. Pour les besoins de l'aviation et, en particulier, dans la conception de l'altimètre qui est un baromètre gradué en altitude, on utilise une loi de décroissance valable pour une atmosphère conventionnelle ou standard.

07 Sur terre, les mesures au sol de la pression atmosphérique sont effectuées dans des stations météorologiques situées à des altitudes différentes. Pour pouvoir comparer ces pressions entre elles, on effectue « une réduction de la pression à un niveau de référence ». À la pression au sol mesurée, on ajoute la pression exercée par une colonne d'air fictive entre le niveau de la station et le niveau de référence. Ce calcul prend en compte la pression, la température de l'air et l'humidité à la station. Pour toutes les stations d'altitude inférieure à 500 m (cas le plus général), le niveau de référence est le niveau de la mer.

13 Les baromètres généralement utilisés à bord des navires ne font pas appel à une mesure de la hauteur d'une colonne de mercure. Ils sont directement calés sur la pression au niveau de la mer. Il n'y a pas de correction à apporter. Toutefois, si la hauteur du baromètre au-dessus de la mer varie (déplacement du baromètre ou variation de la charge du navire), il faudra soit modifier le calage du baromètre, soit corriger la pression lue, sur la base d'une décroissance de la pression de 1 hPa tous les 8 m.



1.1.2.4. — Structure de l'atmosphère.

(À partir de l'ouvrage *Météorologie Générale* de Météo-France [Trichet-Roche]).

01 **1.1.3.2. Champ horizontal de pression. Lignes isobares.** — À un instant donné, la pression atmosphérique varie suivant le lieu d'observation. La distribution de la pression atmosphérique à la surface du globe s'appelle **champ horizontal de** pression. Pour l'étudier, on réunit par une ligne continue les lieux où la pression a la même valeur au même instant. Ces lignes s'appellent **isobares**, et leur tracé constitue la **carte isobarique**.

07 La figure 1.1.3.2 montre les **principales** figures isobariques que l'on peut voir sur une carte. À chacune de ces figures, correspondent des conditions de temps assez bien définies. Il est donc important, pour lire une carte météorologique, de bien connaître ces figures :

13 La **dépression (D)** : Les isobares entourent un centre de basses pressions. Le temps est généralement mauvais dans une dépression.

19 L'**anticyclone (A)** : Les isobares entourent un centre de hautes pressions. Le temps est en général calme dans un anticyclone. Mais le ciel peut être couvert.

25 Le **thalweg** (ou **talweg**) **[T]** : Dépression non fermée en forme de V. Sur la ligne tiretée reliant les coudes des isobares, on rencontre souvent un temps à grains.

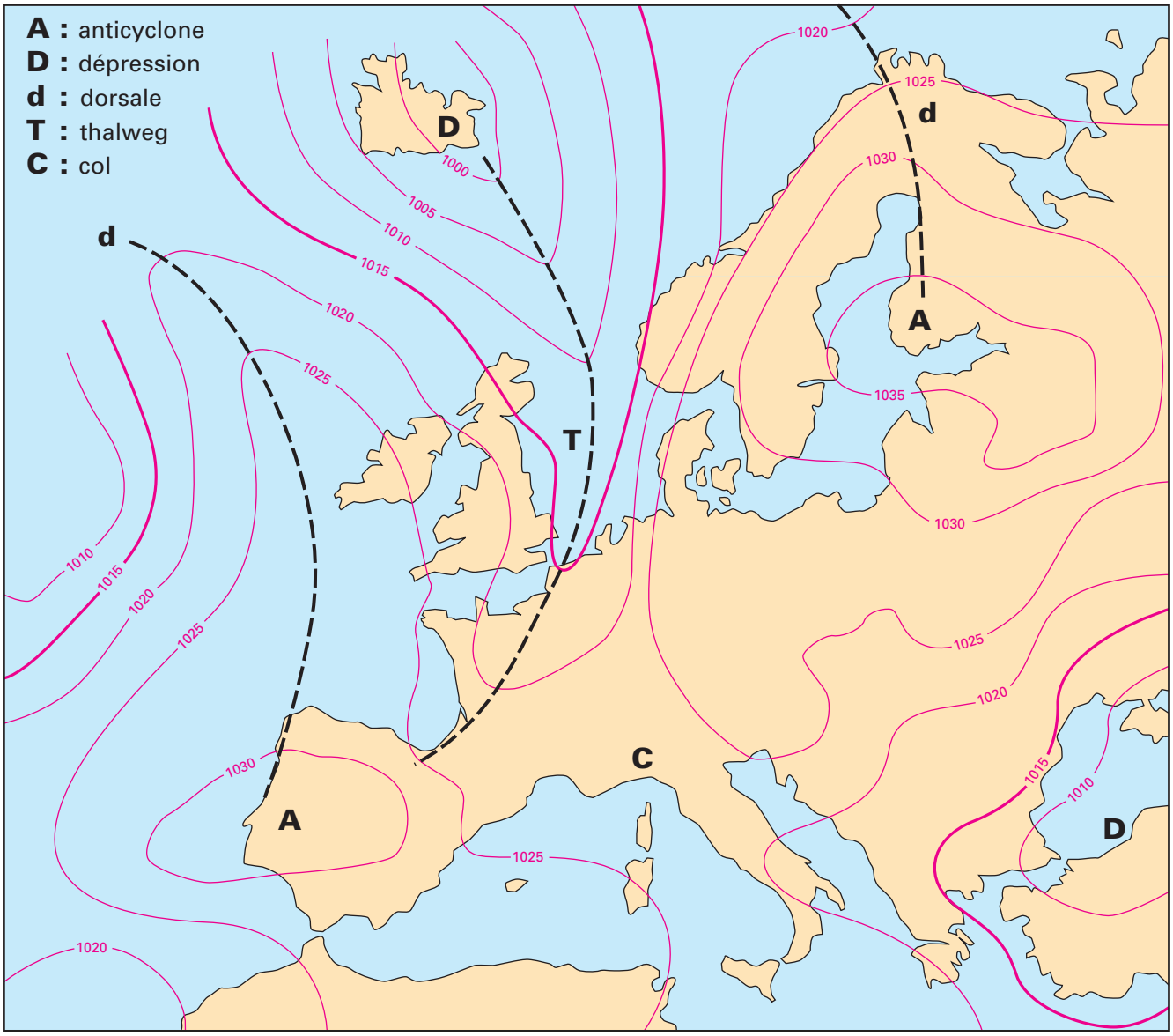
31 La **dorsale anticyclonique (d)** : Figure inverse du thalweg ; les isobares ont la forme d'un U. Beau temps avec vents changeant de direction.

37 Le **col barométrique (C)** : Entre deux centres de hautes pressions et deux centres de basses pressions.

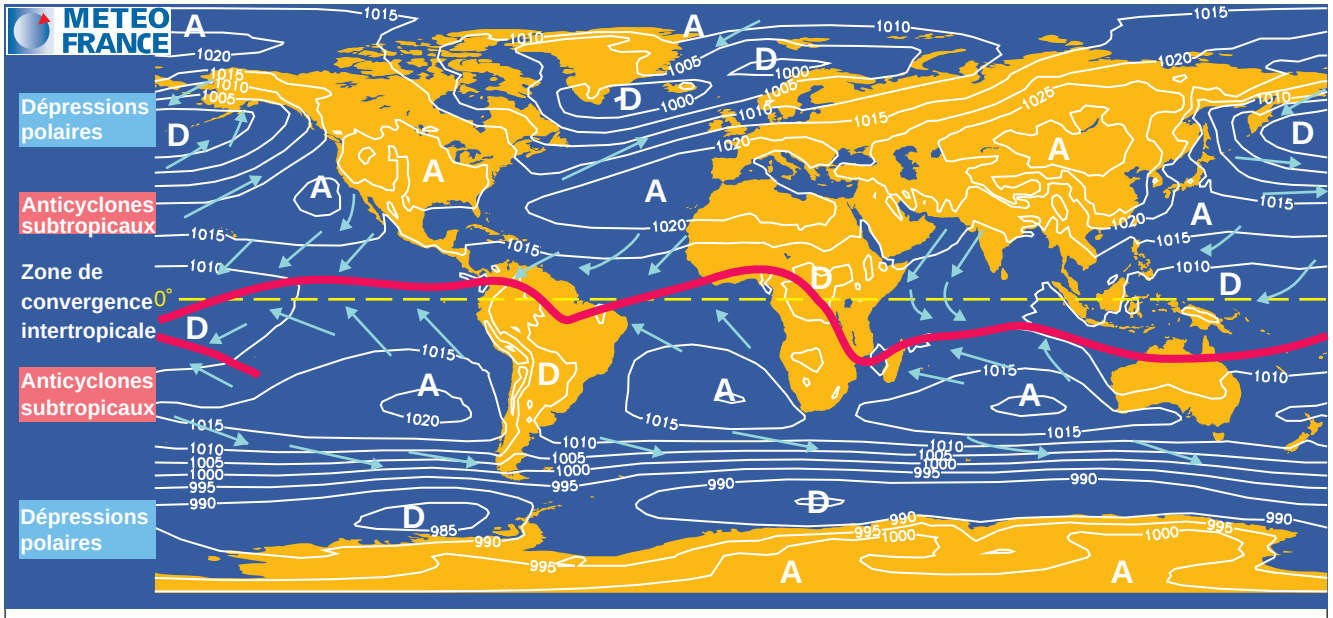
43 Le **marais barométrique :** Région où la pression est voisine ou légèrement inférieure à la normale. On y rencontre un temps variable, avec des risques de brume et d'orage en été.

49 Le gradient barométrique horizontal est le quotient de la différence de pression entre deux points par la distance qui les sépare. Plus les isobares sont serrées plus le gradient est fort, et plus le vent est fort (§ 1.1.4.1).

01 **1.1.3.3. Centres d'action.** — En établissant les cartes de pression moyenne pour chaque mois, on s'aperçoit qu'il existe à la surface du globe des centres à peu près permanents de hautes pressions et de basses pressions. Ces centres exercent un effet très important sur la circulation générale ; pour cette raison, on les appelle centres d'action. Leur répartition aux mois de janvier et de juillet est donnée par les figures 1.1.3.3.A et 1.1.3.3.B.

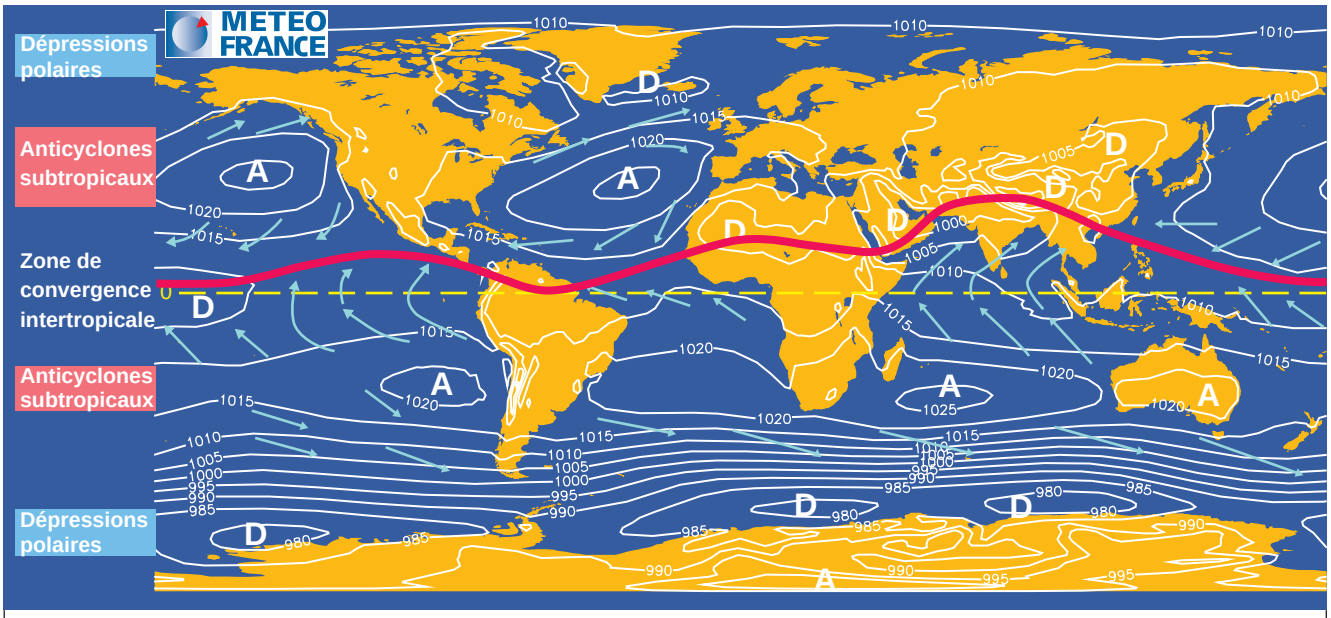


1.1.3.2. — Principales figures isobariques.



Moyenne calculée à partir des analyses du CEPMMT sur la période 1979-1993. Ont été ajoutées la Zone de convergence intertropicale (ZCIT), ainsi que des flèches montrant la direction dominante des vents.
C'est l'hiver dans l'hémisphère Nord. Les continents sont sous l'effet d'anticyclones thermiques. La dépression des Aléoutiennes dans le Pacifique Nord et la dépression d'Islande en Atlantique sont développées. La ZCIT atteint sa position la plus Sud.

1.1.3.3.A. — Moyenne mensuelle de la pression niveau mer et ZCIT. Mois de janvier.



Moyenne calculée à partir des analyses du CEPMMT sur la période 1979-1993. Ont été ajoutées la Zone de convergence intertropicale (ZCIT), ainsi que des flèches montrant la direction dominante des vents.
Les anticyclones thermiques des continents de l'hémisphère Nord ont disparu, voire même ont laissé la place à des dépressions thermiques (Asie). Dépression d'Islande et dépression des Aléoutiennes se sont pratiquement comblées ; les anticyclones subtropicaux de l'hémisphère Nord se sont développés. La ZCIT atteint sa position le plus Nord.

1.1.3.3.B. — Moyenne mensuelle de la pression niveau mer et ZCIT. Mois de juillet.

07 Certains centres d'action sont présents en hiver comme en été car ils sont dus principalement aux mouvements ascendant (dépression), ou descendant (anticyclone) de l'air. Exemples : les anticyclones subtropicaux des Açores, de Sainte-Hélène, de l'île de Pâques, d'Hawaï et les dépressions d'Islande et des Aléoutiennes.

13 D'autres centres d'action sont saisonniers, car ils résultent de l'action, sur les continents, de la chaleur estivale (formation d'une dépression) ou du refroidissement hivernal (formation d'un anticyclone). On les appelle *anticyclone thermique* ou *dépression thermique*. En exemple, on peut citer l'anticyclone d'hiver sur le continent asiatique, remplacé en été par une dépression. À l'inverse des centres d'action permanents, anticyclones et dépressions thermiques se modifient à mesure que l'on s'élève en altitude ; ainsi, un anticyclone thermique peut, à une certaine hauteur, disparaître et être remplacé à haute altitude par une dépression.

01 **1.1.3.4. Noyaux de variation de pression.** — On peut mesurer, en différents lieux, la différence de pression dans un même intervalle de temps (généralement, aux latitudes moyennes, la période utilisée est de trois heures). Si l'on réunit les points où l'on observe une même variation barométrique, on obtient des lignes **isallobares**. Ces lignes forment la **carte des tendances** dans le cas de l'intervalle de **3 heures**.

07 Les isallobares se groupent en systèmes fermés, de forme grossièrement elliptique, appelés **noyaux de variation** ou **noyaux de tendance**. Avant la généralisation des modèles de prévision numérique mis en œuvre sur des calculateurs puissants, ils présentaient un grand intérêt pour la prévision du temps.

01 **1.1.4. LE VENT.**

01 **1.1.4.0.** — Les mouvements de l'air, appelés « vents », proviennent des différences de pression dans l'atmosphère. Les vents tendent à rétablir l'équilibre de pression et, en conséquence, vont se diriger des hautes vers les basses pressions. Mais la rotation de la Terre et le frottement interviennent et apportent une forte déviation à la direction du vent.

01 **1.1.4.1. Forces s'exerçant sur une particule d'air.** — Si l'on néglige la composante verticale du vent, faible en général par rapport à sa composante horizontale, on constate qu'une particule d'air est soumise à trois forces principales :

07 — la **force de pression P**, due aux différences de pression. Elle est perpendiculaire aux isobares, dirigée des hautes vers les basses pressions, et proportionnelle au gradient de pression ;

13 — la **force de frottement f**. Dans les basses couches de l'atmosphère, le déplacement de l'air est freiné par le frottement sur la terre ou la mer et par les frottements internes dus aux turbulences. La force de frottement est opposée au déplacement. Elle est d'autant plus grande que la surface est rugueuse (relief, aspérités, vagues). Elle peut être considérée comme nulle en atmosphère libre (au-dessus de 1 500 m d'altitude) ;

19 — la **force déviante C**, due à l'effet de Coriolis, ou **force d'inertie de Coriolis**, introduite par la rotation de la Terre. Elle est perpendiculaire à la direction du mouvement, c'est-à-dire à la direction du vent V ; elle est dirigée vers la droite dans l'hémisphère Nord, vers la gauche dans l'hémisphère Sud. Sa composante horizontale est proportionnelle à la vitesse du mouvement et au sinus de la latitude ; elle est donc nulle à l'équateur et maximale au pôle.

01 **1.1.4.2. Direction et force du vent.** — En première approximation, on peut considérer que l'accélération de la particule d'air est nulle (vitesse et direction du vent sont constantes). La somme des forces en présence est donc nulle. Celles-ci s'équilibrent entre elles.

07 DIRECTION DU VENT EN L'ABSENCE DE FROTTEMENT. — Dans le cas de l'atmosphère libre (au-dessus de 1 500 m d'altitude), le frottement peut également être négligé. L'accélération et la force de frottement étant considérés comme nulles, le mouvement de l'air est la conséquence de l'équilibre entre deux forces, égales et opposées, la force de pression et la force de Coriolis (fig. 1.1.4.2.A). C'est l'hypothèse de l'équilibre géostrophique. Comme la force de Coriolis est perpendiculaire à la trajectoire de l'air, la force de pression sera également perpendiculaire à cette trajectoire. Les particules d'air en mouvement suivent donc l'isobare et laissent les basses pressions sur leur gauche dans l'hémisphère Nord et sur leur droite dans l'hémisphère Sud. De l'hypothèse géostrophique, on calcule aisément un vent dit « géostrophique », qui est très proche du vent réel en altitude.

13 Ces considérations théoriques confirment la loi empirique formulée **Buys-Ballot** (fig. 1.1.4.2.B) : *Dans l'hémisphère Nord, le vent tourne autour des centres de basses pressions dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et autour des anticyclones dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans l'hémisphère Sud, cette règle est inversée.*

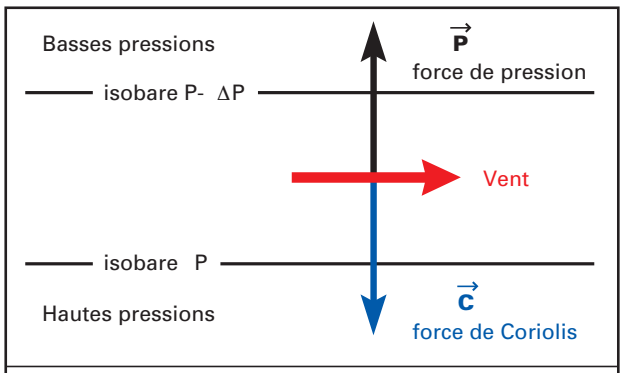
19 DIRECTION DU VENT AVEC FROTTEMENT. — Près du sol, il faut prendre en compte les forces de frottement. L'équilibre des deux forces du cas précédent devient un équilibre avec trois forces en présence : force de pression, force de Coriolis et force de frottement.

25 Par définition, la force de Coriolis est perpendiculaire au déplacement de l'air et la force de frottement lui est opposée. Ces deux forces sont donc perpendiculaires. Pour assurer l'équilibre, leur somme est égale et opposée à la force de pression (fig. 1.1.4.2.C et 1.1.4.2.C.D). La direction du vent n'est plus parallèle aux isobares, mais est inclinée d'un certain angle. Le vent pénètre dans la dépression et sort de l'anticyclone. Sur terre, l'angle entre direction du vent et isobare est de 20° à 40° et, sur mer, de l'ordre de 15°.

31 VITESSE DU VENT. — Les considérations théoriques ont montré que la force du vent est proportionnelle au gradient de pression et inversement proportionnelle au sinus de la latitude. On trouve donc sur les cartes météorologiques un abaque donnant la force du vent géostrophique en fonction du gradient de pression et de la latitude (cet abaque et son utilisation sont présentés au paragraphe 1.4.1.1 du présent ouvrage). Connaissant ainsi le vent géostrophique, on peut estimer le vent réel en tenant compte de la force de frottement.

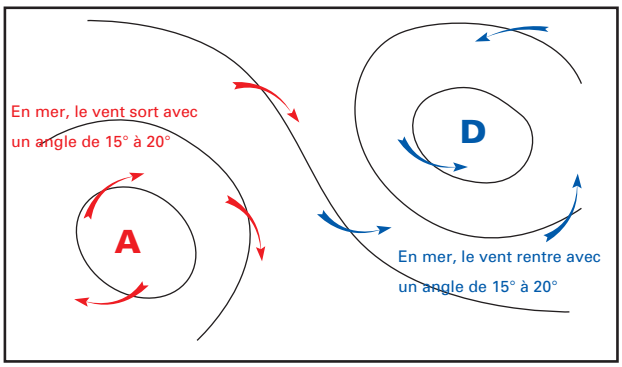
37 Sur terre, la vitesse du vent réel est environ la moitié de la vitesse du vent géostrophique. Sur mer, elle en représente les 7/10. Ce dernier chiffre est à moduler (entre 6/10 et 8/10) selon le caractère stable ou instable de la masse d'air (voir encadré avec figures 1.1.4.2.E et 1.1.4.2.F).

43 Pour affiner cette estimation du vent réel, on pourra également tenir compte de la courbure des isobares. En effet, dans le cas où le vent présente une trajectoire à courbure accusée, une force centrifuge intervient qui peut ne pas être négligeable et qui s'ajoute soit à la force de Coriolis (cas de la dépression), soit à la force de pression (cas de l'anticyclone). Il en résulte que, toutes conditions égales par ailleurs, la vitesse du vent réel estimée par la méthode ci-dessus doit être minorée dans le premier cas (courbure cyclonique) et majorée dans le second (courbure anticyclonique). La correction à apporter est de l'ordre de un degré Beaufort (5 nœuds environ).

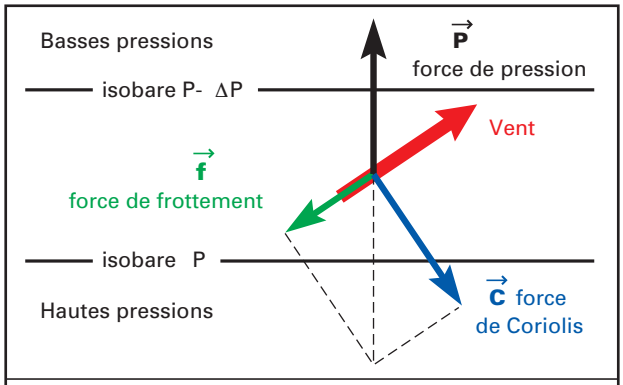


Appelé vent géostrophique, le vent résultant de cet équilibre est proche du vent réel en altitude.

1.1.4.2.A. — Équilibre géostrophique (hémisphère Nord).

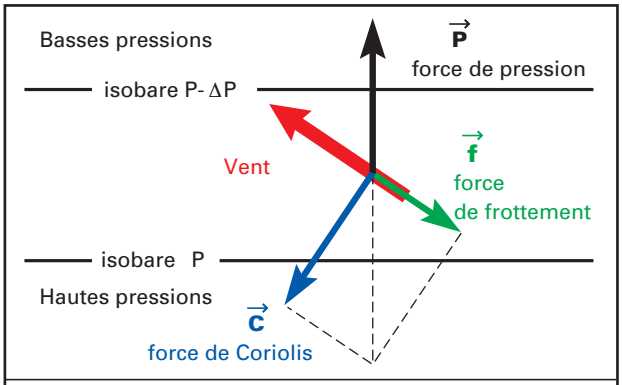


1.1.4.2.B. — Loi de Buys-Ballot (hémisphère Nord).



Le vent résultant de l'équilibre de ces trois forces est proche du vent réel au sol.

1.1.4.2.C. — Influence du frottement (hémisphère Nord).



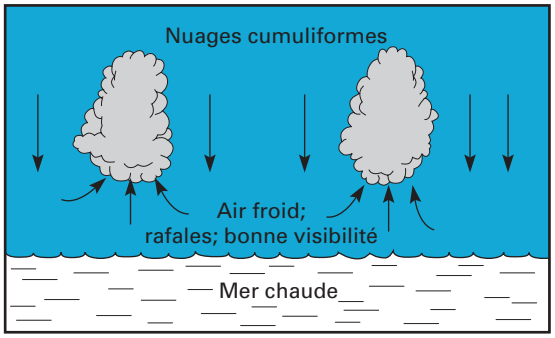
Le vent résultant de l'équilibre de ces trois forces est proche du vent réel au sol.

1.1.4.2.D. — Influence du frottement (hémisphère Sud).

Quand une masse d'air est réchauffée par la base, l'air chaud ayant tendance à s'élever, il se produit au sein de cette masse d'air des mouvements verticaux appelés mouvements convectifs. Cette masse d'air est dite instable. Il se forme des nuages au sommet des ascendances et des éclaircies entre celles-ci. Les nuages sont de type cumuliforme (cumulus, cumulonimbus). Les précipitations éventuelles tombent sous forme d'averse. **Le vent est irrégulier et souffle en rafales**. Par très forte instabilité et air humide, il y a formation de cumulonimbus avec orage. Les deux cas les plus fréquents de réchauffement par la base sont :

— un ensoleillement important qui réchauffe une surface terrestre ;

— un vent de Nord soufflant sur une grande distance et qui amène de l'air relativement froid sur une mer de plus en plus chaude (hémisphère Nord).

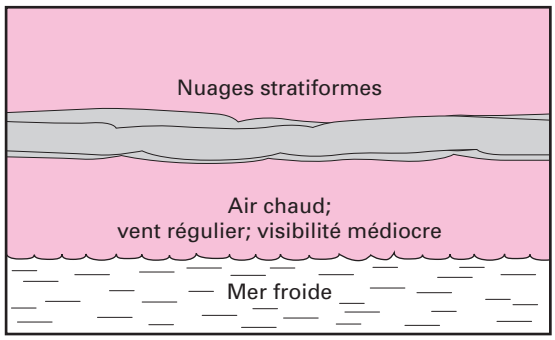


1.1.4.2.E. — Instabilité.

Inversement, quand une masse d'air est refroidie par la base, toute instabilité et donc tout mouvement vertical disparaissent. Les nuages deviennent stratiformes (stratus, stratocumulus, altostratus, nimbostratus), les précipitations prennent un caractère continu et **le vent devient régulier**. Si le refroidissement est suffisamment important et l'air humide, la vapeur d'eau se condense. Il y a formation de gouttelettes d'eau dans les basses couches de l'atmosphère. C'est le brouillard. Les deux cas les plus fréquents de refroidissement par la base sont :

— le refroidissement nocturne sur terre, surtout lorsque les nuits sont longues et exemptes de nuages ;

— un vent de Sud qui amène de l'air humide et relativement chaud sur une mer de plus en plus froide (hémisphère Nord).



1.1.4.2.F. — Stabilité.

49 **Nota 1.** — La loi de Buys-Ballot ne peut s'appliquer à l'équateur et dans les régions voisines de l'équateur (entre 5° Sud et 5° Nord), puisque la force de Coriolis est nulle (sin 0 = 0). De fait, on n'observe jamais de phénomènes tourbillonnaires (dépression ou ouragans) traversant l'équateur.

55 **Nota 2.** — La direction du vent est la direction d'où il souffle, exprimée en degrés à compter du Nord vrai. La vitesse du vent en météorologie est exprimée en m/s ou en nœuds ; on utilise aussi l'échelle Beaufort (§ 1.4.1.2).

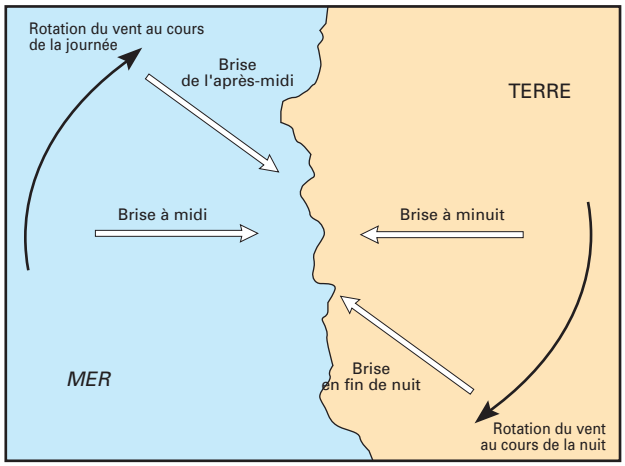
01 **1.1.4.3. Effets sur le vent des différences locales de température. Brises de mer et brises de terre.** — Pendant le jour, au voisinage des côtes et principalement en été, le sol se réchauffe beaucoup plus vite que la surface de la mer. L'air au contact devient plus léger et s'élève ; un courant s'établit dans les basses couches, dirigé de la mer vers la terre, c'est la « brise de mer » (fig. 1.1.4.3.A). Pendant la nuit, au contraire, le sol perdant rapidement sa chaleur par rayonnement devient, par rapport à la mer, un centre froid ; l'air refroidi « coule » sous l'air plus chaud du large, effet souvent favorisé par les pentes côtières. C'est la « brise de terre » (fig. 1.1.4.3.B).

07 Les conditions favorables à un régime de brises thermiques sont les suivantes :

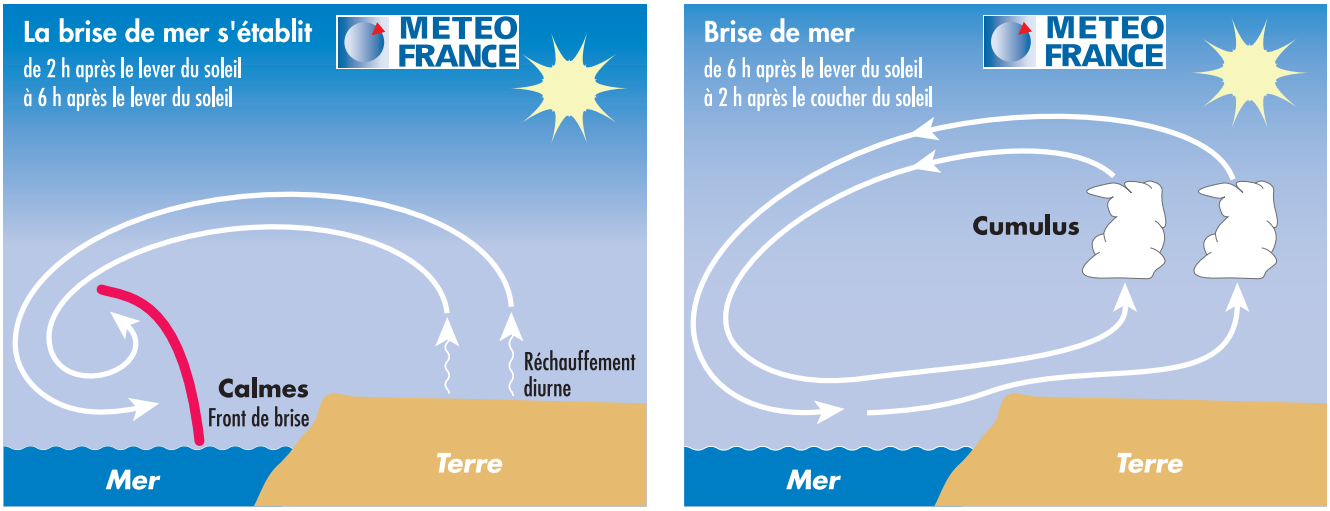
13 — un bon ensoleillement permettant à la température de l'air sur terre d'être nettement supérieure à la température de la mer ;

19 — une masse d'air plutôt instable (l'instabilité est souvent matérialisée par l'apparition de petits cumulus sur terre) mais pas trop ; les situations fortement instables (orageuses) ne sont pas propices aux phénomènes de brises ;

25 — un vent de grande échelle (on dit aussi **vent synoptique**) inférieur à force 5 Beaufort.

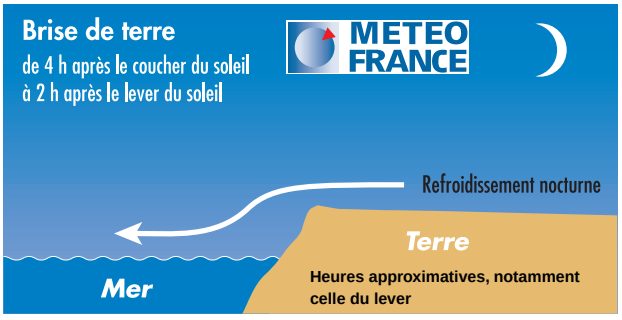


1.1.4.3.C. — Rotation des brises thermiques en cours de journée.



Attention : les heures indiquées sont approximatives, notamment l'heure du lever.

1.1.4.3.A. — Génération de la brise de mer.



1.1.4.3.B. — Génération de la brise de terre.

31 Par vent synoptique nul, la brise de mer apparaît en fin de matinée ou début d'après-midi. Elle souffle d'abord perpendiculairement à la côte puis tend à devenir parallèle à la côte (déviation vers la droite due à la force de Coriolis) (fig. 1.1.4.3.C). La brise de mer est maximale l'après-midi et peut atteindre la force 4 à 5 Beaufort dans les régions bien ensoleillées (côtes méditerranéennes et tropicales). Elle faiblit au coucher du soleil. Après une période de calme, la brise de terre se lève, tend elle aussi à devenir parallèle à la côte puis faiblit au lever du soleil (fig. 1.1.4.3.C). Généralement, la brise de terre ne dépasse pas la force 3 Beaufort. En 24 heures, la direction d'où vient le vent peut tourner de 360°, dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord, dans le sens inverse dans l'hémisphère Sud.

37 La brise de mer se fait sentir jusqu'à 30 à 40 km au large en région tempérée et jusqu'à 150 km en région tropicale. La brise de terre est en général moins étendue.

43 En altitude, les brises disparaissent à une hauteur de 150 à 300 m dans les régions tempérées et 1 000 à 1 500 m sous les tropiques. Au-dessus, se manifeste le courant inverse de retour.

49 Les brises de terre et de mer sont souvent masquées par les vents généraux. On sait, d'autre part, que les forces de frottement diminuent nettement au-dessus de la mer. Les observations du vent fournies par les stations côtières peuvent donc différer sensiblement de celles qui seraient faites au large, et il y a lieu de les exploiter avec précaution.

55 Les chutes de température provoquées par l'air relativement frais qu'apportent les brises peuvent être brusques et de grande amplitude. Il s'agit alors d'un véritable « front de brise ». Le front de brise est souvent matérialisé par une ligne de cumulus un peu plus développés qui s'enfonce plus ou moins à l'intérieur des terres en cours d'après-midi.

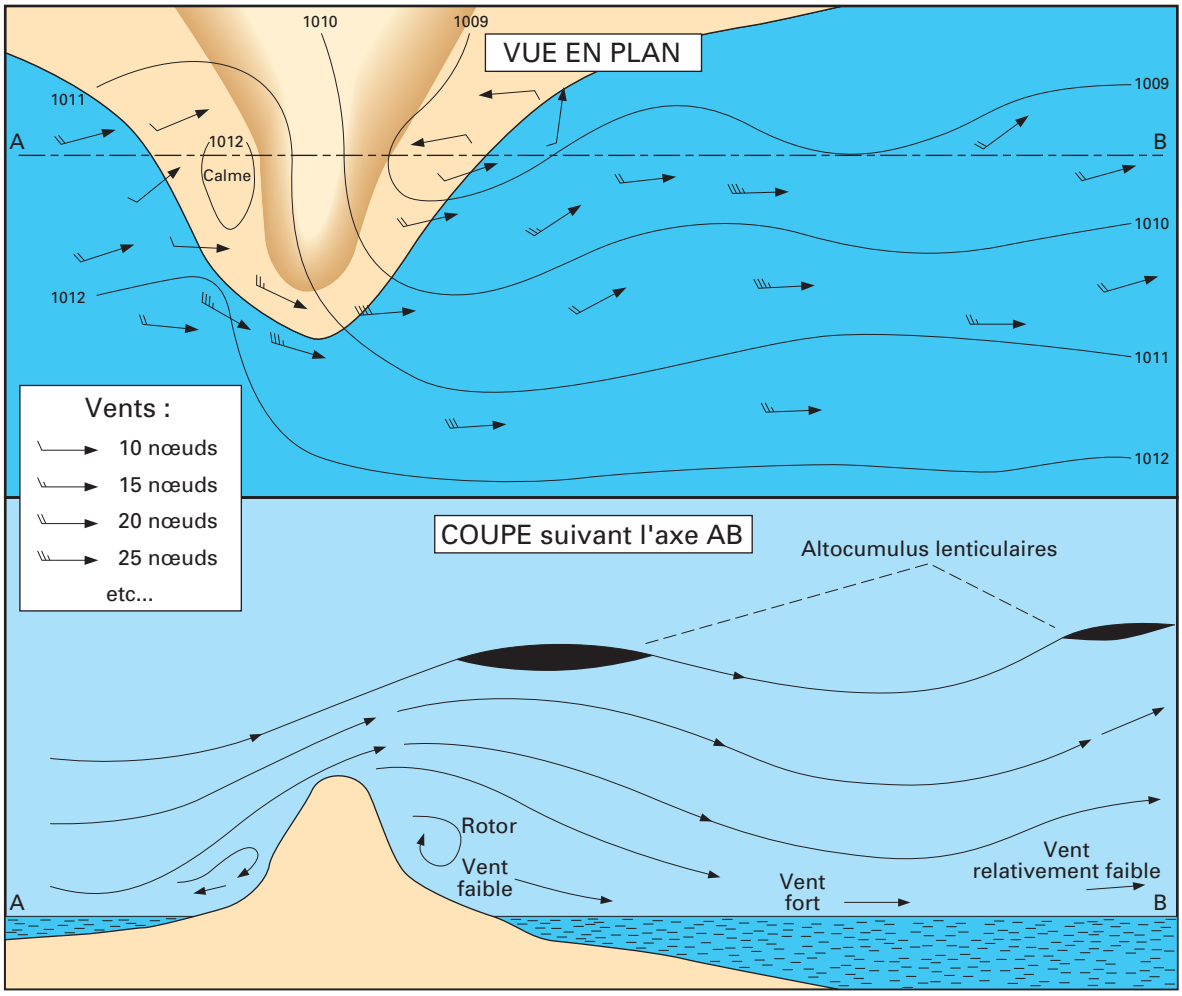
01 **1.1.4.4. Effet du relief sur le vent.** — Suivant sa forme, le relief modifie le vent en surface de manières diverses.

07 Le vent s'engouffrant dans un détroit encaissé ou une vallée subit un effet d'accélération d'autant plus fort que le rétrécissement est plus accentué. Le mistral en est un exemple remarquable. Le vent dans les Bouches de Bonifacio également.

13 Le vent heurtant un cap ou une presqu'île élevée (par exemple le Cap Corse par vent d'Est) tendra à la fois à contourner l'obstacle (accélération du vent à la pointe du cap) et à passer par-dessus. Il se produira une zone de surpression au vent du relief et une dépression relative sous le vent. Sous le vent du relief, et plus particulièrement si la masse d'air est instable, on sera exposé à des rafales et à des vents rabattants (fig. 1.1.4.4).

01 **1.1.5. L'HUMIDITÉ.**

01 **1.1.5.0.** — L'eau existe dans l'atmosphère sous trois états. À l'état solide, elle prend la forme de la glace, de la neige ou de la grêle ; à l'état liquide, elle crée les gouttes de la pluie ou les minuscules gouttelettes formant la bruine, les nuages et les brouillards ; à l'état gazeux, elle forme la vapeur d'eau qui existe toujours en certaine quantité dans l'atmosphère.



1.1.4.4. — Effet du relief côtier sur le vent.

01 **1.1.5.1. Tension de vapeur, humidité relative, point de rosée.** — En météorologie, l'air humide est considéré comme un mélange de deux gaz : l'air sec et la vapeur d'eau. La quantité de vapeur d'eau au sein de ce mélange est caractérisée par sa pression partielle **e**, exprimée en hPa, aussi appelée **tension de vapeur**. On constate que, pour une température donnée, cette pression **e** ne peut dépasser une certaine limite $\mathbf{e_w}$. Lorsque cette limite, qui s'accroît avec la température, est atteinte, on dit que l'air est saturé. Tout apport de vapeur d'eau ultérieur se traduira par l'apparition de minuscules gouttelettes d'eau, formant des nuages en altitude ou un brouillard au sol ($\mathbf{e_w}$ varie de 0,2 hPa pour une masse d'air à – 40 °C à 73,8 hPa pour une masse d'air à + 40 °C).

t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
p	6,1	8,7	12,3	17,0	23,4	31,7	42,4	56,2	73,8	95,9
r_w	3,8	5,4	7,7	10,6	14,8	20,2	27,3	37,6	49	65,3

t : température de l'air en °C,
p : pression de vapeur saturante en hPa
r_w : quantité maximale de vapeur d'eau en gramme par kilogramme d'air sec

1.1.5.1. — Contenu en eau maximum selon la température de l'air.

05 Le tableau 1.1.5.1 donne quelques valeurs de e_w en fonction de la température de l'air. Elles sont calculées à l'aide de la formule suivante (formule de Tetens) :

09 $e_w = 6{,}11.10^{7{,}5.t/(237{,}3+t)}$

13 avec e_w en hPa et t = température en °C

17 En météorologie, pour s'affranchir des variations de pression de l'air, on utilise la notion de **rapport de mélange (r)**, c'est-à-dire la masse de vapeur d'eau contenue dans un kilogramme d'air sec :

21 r = 0,622 x (e/p-e) ; avec p = pression de la particule d'air.

25 On définit de même le **rapport de mélange saturant ($\mathbf{r_w}$)** :
$r_w = 0{,}622 \times (e_w/p-e_w)$.

29 r est un nombre sans dimension très petit. Pour raison pratique on le multiplie par 1000 : il représente alors des grammes de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec.

33 Pour p = 1 010 hPa, r_w varie de 0,1 gramme par kilo pour t = – 40 °C à 49 grammes par kilo pour t = + 40 °C. En conséquence, plus la température est élevée, plus la quantité de vapeur susceptible d'être présente dans l'atmosphère est grande, et plus les précipitations peuvent être importantes.

37 L'**humidité relative (U)** est, par définition, le pourcentage, à une température donnée, de la valeur actuelle de la pression de vapeur d'eau, comparée à la pression maxima de la vapeur d'eau à cette température : $U = 100 \times (e/e_w)$ ou U très voisin de $100 \times (r/r_w)$.

41 Une humidité de 50 % signifie que l'air contient une quantité de vapeur d'eau qui est la moitié de celle qu'il pourrait contenir au maximum dans les mêmes conditions de température et de pression. En pratique, l'humidité n'est presque jamais inférieure à 15 % sauf dans les déserts. En altitude, elle peut descendre souvent à moins de 10 %, principalement dans les anticyclones. Elle est évidemment de 100 % dans les nuages et le brouillard.

45 En se référant au tableau 1.1.5.1, on peut déduire qu'une masse d'air qui contient 7,7 g d'air de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec est saturée (humidité de 100 %) à 10 °C. En revanche, avec le même contenu en eau, l'humidité de cette masse d'air tombe à environ 50 % à 20 °C et à environ 30 % (air très sec) à 30 °C.

49 La température à laquelle il faut refroidir une masse d'air pour que $e = e_w$ ou $r = r_w$ s'appelle **point de rosée**. C'est la température à partir de laquelle l'air est saturé (U= 100 %). Sur terre, lors du refroidissement nocturne, si la température au niveau du sol atteint cette valeur critique, des gouttes de rosée apparaissent au sol, d'où son nom.

53 La température du point de rosée (notée $\mathbf{t_d}$) caractérise l'humidité de la masse d'air. Plus l'écart entre **t** (température de l'air) et t_d est important, plus l'air est sec. Lorsque l'air est saturé (U = 100 %), $t = t_d$.

57 t_d ne peut être mesuré directement. Il se calcule à partir de t et d'une troisième température, **t'**, la **température du « thermomètre mouillé »**. Le thermomètre mouillé est un thermomètre dont le réservoir de mercure est enveloppé d'une mousseline maintenue humide (bien veiller à la propreté et à l'humidification de la mousseline). L'évaporation de l'eau provoque un refroidissement. Plus l'air est sec, plus l'évaporation est importante et plus la différence de température entre le thermomètre mouillé et le thermomètre normal est importante. En fait, t' est toujours compris entre t_d et t.

61 Si U = 100 %, $t_d = t' = t$.

65 L'ensemble des deux thermomètres, « sec » et « mouillé » constitue un **psychromètre**. Le calcul de t_d et de U à partir de t et t' se fait à l'aide de tables spécifiques à chaque appareil (l'évaporation varie en fonction de la forme et de la taille du réservoir humide et avec la ventilation).

69 À bord des navires, on utilise soit un psychromètre fixe sous un abri, soit un psychromètre crécelle (la rotation, à la main, des deux thermomètres permet une ventilation forcée).

73 Les tables psychrométriques (annexe D, § 5.4.2.2.1) permettent de calculer t_d et U à partir de t et t'. Elles ne sont valables que pour le psychromètre crécelle.

77 **Mesure directe de l'humidité.** Certains appareils indiquent directement l'humidité, soit en mesurant la déformation mécanique d'une matière organique (cheveux, peau d'intestin), soit en mesurant les variations de résistance électrique ou de capacité de certains matériaux hygroscopiques (polymères). Ces instruments sont relativement précis pour des valeurs d'humidité supérieures à 20 %.

81 Pour diverses applications (prévision de brouillard, prévision de condensation dans les cales d'un navire), il peut être intéressant d'estimer la température du point de rosée (t_d) à partir de la température de l'air (t) et de l'humidité (U).

85 À partir de la température de l'air t et à l'aide de la table 1.1.5.1 (ou de la formule de Tetens), estimer la tension de vapeur saturante (e_w). À partir de U mesuré par l'hygromètre et de e_w, calculer la tension de vapeur réelle ($e = U \times e_w$). Entrer à nouveau dans la table 1.1.5.1 pour estimer à quelle température (point de rosée) correspond la valeur e.

89 **Ventilation des cales.** De nombreuses marchandises peuvent s'altérer, voire se détériorer par l'humidité. Quelles que soient les méthodes de protection contre ce phénomène, une connaissance précise de l'humidité relative, ou plus exactement du point de rosée, à l'intérieur de la cale est indispensable avant de faire procéder à la ventilation. Ainsi, en cas d'air extérieur à température élevée (température de l'air extérieur supérieure au point de rosée de la cale), une faible ventilation peut faire cesser une humidité persistante par élévation de la température de la cale ; par contre, en cas d'air extérieur froid (température de l'air extérieur inférieure au point de rosée de la cale), il faudra parfois prendre garde de ne pas provoquer la condensation par phénomène inverse (baisse de température de la cale).

93 **Prévision de brume d'advection :** voir § 1.1.5.6.

01 **1.1.5.2. Évaporation et condensation.** — Évaporation et condensation sont des phénomènes essentiels en météorologie. L'évaporation, productrice de vapeur d'eau, a lieu en grande partie sur les océans et, pour une moindre part, sur les fleuves, les lacs et le sol humide par la transpiration des plantes. L'évaporation est d'autant plus importante que l'eau est chaude et l'air sec. Le vent aussi est important car la turbulence qu'il engendre favorise la dispersion de la vapeur d'eau en altitude. La chaleur nécessaire à cette transformation est prise en grande partie au liquide qui se refroidit. Elle est conservée par la vapeur d'eau sous forme de **chaleur latente de vaporisation**. Elle représente une source d'énergie considérable, disponible dans l'atmosphère, qui sera libérée lors de la condensation de la vapeur.

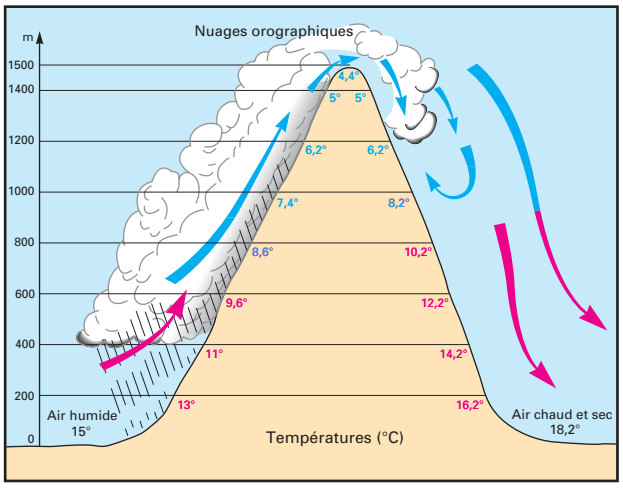
07 La condensation, créatrice des nuages, du brouillard et des précipitations, se produit lorsqu'une masse d'air se refroidit en dessous de son point de rosée. Ce phénomène, pour se déclencher, exige la présence de noyaux de condensation (§ 1.1.5.4) formés par les impuretés de l'atmosphère. Il libère une quantité de chaleur égale à la chaleur latente de vaporisation.

01 **1.1.5.3. Mouvements verticaux.** — Lorsqu'une masse d'air rencontre une montagne, ou se réchauffe par la base, il se produit des courants verticaux.

07 Il est nécessaire, pour expliquer de nombreux phénomènes météorologiques, d'étudier le comportement d'une particule d'air lorsqu'elle s'élève ou s'abaisse dans l'atmosphère.

13 En s'élevant, une particule d'air voit sa pression diminuer rapidement (1 hPa tous les 8 m). Elle se détend, donc se refroidit. En descendant, elle est comprimée et se réchauffe. Lorsqu'il n'y a pas de changement d'état de la vapeur d'eau (air non saturé), cette variation, ou gradient vertical de température, est voisine de 1 °C /100 m.

19 En revanche, si en se refroidissant la particule d'air atteint son point de condensation, la vapeur d'eau se condense ; des nuages apparaissent. Cette condensation libère une certaine quantité de chaleur qui est absorbée par la particule ; la variation de température avec l'altitude sera moindre que dans le premier cas. Elle sera en moyenne de 0,6 °C/100 m : elle ne sera pas constante, car, plus la particule d'air saturé s'élève en altitude, plus sa teneur en vapeur d'eau diminue, et plus la chaleur libérée devient négligeable.



1.1.5.3. — Effet de foehn.

25 Ce phénomène est parfaitement illustré par l'**effet de foehn** (fig. 1.1.5.3). De l'air humide (t_d voisin de 12 °C) à 15 °C, entraîné par le vent aborde une montagne. En s'élevant, sa température diminue de 1 °C/100 m. À 400 mètres d'altitude, sa température est de 11 °C. Compte tenu de sa teneur en vapeur d'eau, c'est là qu'apparaissent les nuages. Ces nuages dont l'existence est liée au relief se nomment **nuages orographiques**. Ils ne se déplacent pas avec le vent mais restent « accrochés » aux sommets. L'air continue à s'élever, mais la décroissance de température n'est plus que de 0,6 °C /100 m. Des précipitations apparaissent. À 1 500 m d'altitude, l'air est à 4,4 °C. En redescendant, l'air se réchauffe à raison de 0,6 °C/100 m. Comme sa teneur en eau a diminué par précipitation, les nuages cessent dès 1 200 m. L'air continue à se réchauffer à raison de 1 °C /100 m. Dès lors, à altitude égale, l'air est plus chaud et plus sec sous le vent de la montagne qu'au vent.

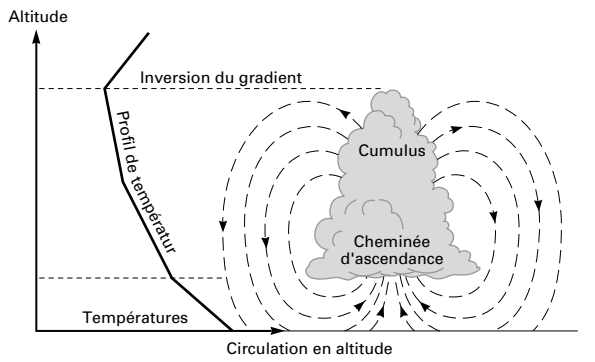
01 **1.1.5.4. Formation des nuages.** — Les nuages résultent de la condensation de la vapeur d'eau dans l'air atmosphérique, lorsque celui-ci se refroidit. Cette transformation s'opère autour de **noyaux de condensation** existant en permanence dans l'atmosphère, surtout dans les 5 000 premiers mètres, et constitués par des particules électrisées (ions) ou neutres (poussières, fumées, sel provenant de l'évaporation des embruns, etc.).

07 Les nuages sont formés par des amas de gouttelettes d'eau, ou de cristaux de glace, de diamètre très faible (en moyenne 0,02 mm, jusqu'à 0,2 mm) qui tombent dans l'air calme avec une vitesse de l'ordre de 1 cm/s et que le moindre courant ascendant suffit à maintenir en suspension.

13 Les nuages ne sont pas toujours constitués, en réalité, par les mêmes gouttelettes. Certaines s'évaporent ou précipitent ; d'autres se forment à la suite de condensations nouvelles. Un nuage n'est donc pas un ensemble invariable, mais un milieu en évolution dont la structure change constamment, et qui se déplace comme les causes qui l'entretiennent. Les nuages orographiques, liés au relief, demeurent sur place.

19 On peut distinguer les nuages d'après le processus de leur formation :

25 — les **nuages de convection** (cumulonimbus, cumulus), du type cumuliforme. Causés par les mouvements d'ascendance locale, ils se produisent dans une masse d'air instable qui s'échauffe convectivement par la base au contact d'une surface chaude (fig. 1.1.5.4). Si l'instabilité est suffisante, les cumulus se transforment en cumulonimbus, par congélation des gouttelettes d'eau en leur partie supérieure, leur sommet s'étalant en forme d'enclume dans les régions stables où s'arrête le courant ascendant ;



Une couche d'air instable (décroissance verticale de la température supérieure à 0,6 °C par 100 m) présente des mouvements verticaux. Si elle est suffisamment humide, il se forme un nuage convectif (de type cumuliforme) dans chaque ascendance. La hauteur moyenne de ces nuages correspond au niveau où la couche d'air cesse d'être instable (taux de décroissance de la température inférieur à 0,6 °C par 100 m).

1.1.5.4. — Formation d'un nuage de convection.

31 — les **nuages d'ascendance (ou de détente) synoptique** (nimbostratus, altostratus, cirrostratus). Provoqués par la détente, lente mais continue, d'une grande masse d'air humide, ils sont associés aux grandes perturbations atmosphériques et, comme elles, migrateurs et durables. Dans cette catégorie, figurent les nuages élevés du type cirrus précédant à haute altitude les perturbations.

01 **1.1.5.5. Formation de la pluie, de la neige, de la grêle.** — La pluie, la neige et la grêle sont, comme les nuages, les résultats de la condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Leurs différences de structure proviennent des conditions dans lesquelles s'est produite la condensation.

07 Le nuage est constitué de cristaux de glace ou de gouttelettes d'eau dont la taille est comprise entre 0,002 mm et 0,2 mm. Du fait de leur faible poids, ces particules sont maintenues en suspension par les courants ascendants. Au sein du nuage, suite à différents processus, les particules de glace et les gouttes d'eau les plus grosses captent la vapeur d'eau au détriment des gouttes d'eau les plus petites. En grossissant, elles acquièrent une vitesse de chute suffisante pour vaincre les courants ascendants. La précipitation a lieu sous forme de neige si la température est négative, sous forme de pluie si la taille des gouttes d'eau est comprise entre 0,5 et 5 mm, sous forme de bruine si elle est comprise entre 0,1 et 0,5 mm. La grêle apparaît dans des nuages à grande extension verticale où règne une forte turbulence (cumulonimbus).

13 **Nota.** — Il faut bien noter que la rosée ne tombe pas comme la pluie, la neige ou la grêle. Elle se produit directement au sol par contact de l'air humide avec la terre plus froide.

01 **1.1.5.6. Types de brouillard et leur formation.**

05 Le brouillard est encore un phénomène dû à la condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Cette condensation est grandement favorisée par la présence de nombreuses impuretés formant **noyaux de condensation**. En météorologie, on fait une distinction entre le brouillard, qui engendre une visibilité inférieure à 1 km, et la brume, qui engendre une visibilité comprise entre 1 et 5 km. Souvent, les marins appellent brume ces deux phénomènes sans les différencier.

09 D'une façon générale, le brouillard se produit lorsqu'une masse d'air humide et stable, subit un effet de refroidissement. Suivant la manière dont se produit ce refroidissement, on distingue plusieurs sortes de brouillards.

13 **a)** Le **brouillard de rayonnement** se produit sur terre, par nuit claire, lorsque le sol, perdant sa chaleur par rayonnement, refroidit par contact la couche d'air adjacente. Il est surtout fréquent en automne et en hiver (nuits plus longues et humidité plus forte), aux latitudes hautes et moyennes, et plus rare sous les tropiques. Son épaisseur varie, en moyenne, de 20 m à 200 m et dépasse rarement 350 m. Son développement en altitude est favorisé par une faible brise, provoquant une turbulence légère.

17 Le brouillard de rayonnement est surtout dense au lever du jour. Il se dissipe ensuite sous l'influence des rayons solaires qui réchauffent la surface terrestre, sauf lorsque leur pouvoir calorifique est insuffisant (hiver). En terrain accidenté, il occupe surtout les cuvettes et vallées dans lesquelles l'air plus lourd, s'écoule par pesanteur.

21 Les brouillards de rayonnement, qui se forment dans les régions côtières, dérivent parfois sur les eaux voisines, en particulier dans les détroits comme le Pas de Calais.

25 Ils sont également fréquents au-dessus des ports entourés de collines boisées, ou près d'une zone industrielle.

29 Les aires anticycloniques sur les continents sont favorables à la formation des brouillards de rayonnement, ainsi que les dorsales d'air froid qui suivent une dépression.

33 **b)** Le **brouillard d'advection**, le plus fréquent en mer (80 % des cas), se produit dans les courants d'air relativement chaud et humide qui se déplacent au-dessus de la mer plus froide. La formation du brouillard d'advection est d'autant plus probable que la différence de température entre l'air et la mer est élevée. Les brouillards d'advection se produisent, en particulier :

37 — sur les côtes où le vent tend à provoquer la dérive des eaux de surface vers le large et leur remplacement par des eaux profondes plus froides (par exemple, les côtes occidentales des continents soumises aux alizés : Maroc, Californie, Chili, Namibie) ;

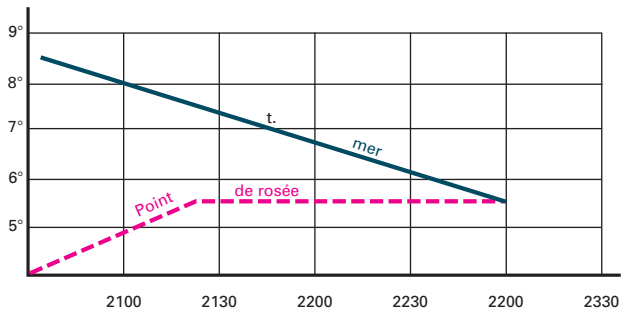
41 — sur les côtes où des vents soufflant de la mer, et transportant un air chaud et humide, rencontrent des eaux plus froides. Le brouillard ainsi formé peut se dissiper le jour au-dessus des terres voisines réchauffées par l'insolation diurne, et s'y propager la nuit lorsqu'elles se refroidissent (par exemple : vents de SW, en provenance de la région des Açores, abordant la Grande-Bretagne, au printemps et au début de l'été) ;

45 — au large, quand l'air ayant séjourné au-dessus d'une surface chaude se déplace au-dessus d'une surface froide. Par exemple, lorsque des vents du Sud ou du SW poussent vers le courant froid du Labrador l'air qui a séjourné au-dessus des eaux tièdes du Gulf Stream, provoquant ainsi les brumes dans la région de Terre-Neuve (un jour sur deux en été). Les mêmes conditions se présentent dans la zone des Aléoutiennes, quand l'air chaud venant du Sud se refroidit au contact des courants boréaux du Pacifique.

49 Les brouillards d'advection sont parfois si peu épais que la pomme des mâts d'un navire émerge à leur sommet, mais en général leur épaisseur est de l'ordre de 500 m.

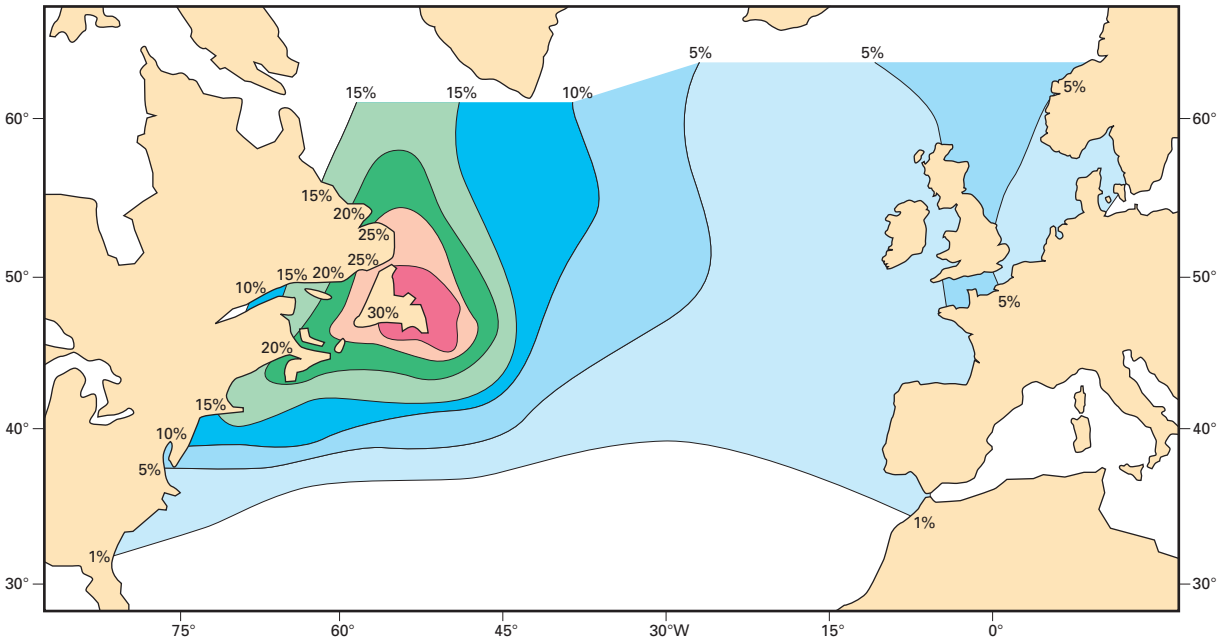
53 Les figures 1.1.5.6.A et 1.1.5.6.B illustrent la fréquence des brouillards d'advection en Atlantique Nord et dans le Pacifique Nord.

57 **Prévision de la brume d'advection.** La brume d'advection étant liée à l'humidité de l'air et à la température de la mer, il existe un moyen pratique simple, au large, pour effectuer une prévision de brume d'advection. Il consiste à porter sur un graphique, par exemple de demi-heure en demi-heure, le point de rosée de l'air, préalablement calculé à partir des mesures du psychromètre ou de l'hygromètre, et la température de la mer (fig. 1.1.5.6.C). Si les deux courbes convergent, on peut estimer le point d'intersection par extrapolation : à l'heure correspondante, le navire a toutes les chances d'entrer dans la brume.

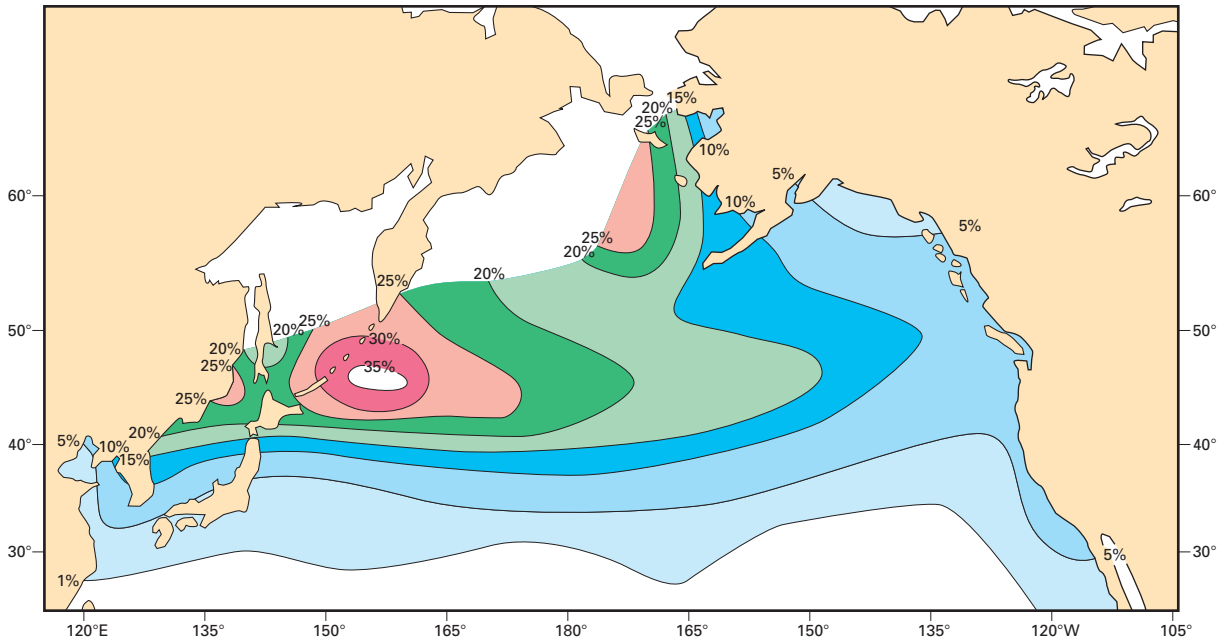


Dès 22h00, on peut prévoir des formations brumeuses pour 23h00

1.1.5.6.C. — Prévision de la brume d'advection.



1.1.5.6.A. — Atlantique Nord, fréquence des brouillards d'advection (juin, juillet, août).



1.1.5.6.B. — Pacifique Nord, fréquence des brouillards d'advection (juin, juillet, août).

61 Des cartes comme les *Pilot charts* (§ 2.2.2) avertissent des régions où la température de la mer varie rapidement dans l'espace (il faut toutefois se méfier des vents forts qui peuvent modifier la répartition des eaux froides). Dans ces régions, dès que le vent souffle des eaux chaudes vers les eaux froides, il amène de l'air dont le point de rosée est supérieur à la température de la mer. Il y a donc formation de brouillard. L'exemple typique est celui des bancs de Terre-Neuve où il y a brouillard d'advection dès que le vent n'est plus dans l'axe du courant froid du Labrador.

65 **c)** Le **brouillard de mélange.** Dans ce cas, le refroidissement de la masse d'air chaud et humide est obtenu par mélange avec une autre masse d'air moins humide mais nettement plus froide. Ce type de brouillard sera étudié dans les paragraphes suivants consacrés aux masses d'air et aux fronts.

69 **d) Autres types de brouillards.**

73 — le **brouillard (brume) d'évaporation**. Le brouillard d'évaporation se forme lorsqu'un vent très froid passe au-dessus d'une mer relativement chaude ; l'eau de mer s'évapore puis condense immédiatement dans l'air froid. La mer semble fumer ; ce sont les « fumées arctiques » (*frost smoke*). Généralement peu épais, ce brouillard se rencontre dans les mers polaires et les fjords et, en hiver, dans les zones tempérées, en Manche ou en Mer du Nord ;

77 — **le brouillard de détente** se forme à proximité d'une côte lorsque l'air humide est soulevé par le relief sous l'action d'un vent de mer ;

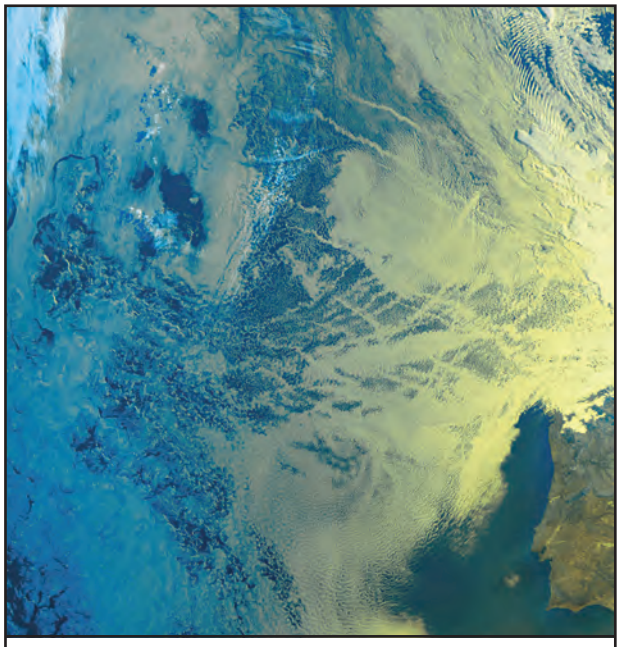
81 — d'autres phénomènes peuvent altérer la visibilité sur mer, notamment la **brume sèche** qui est due à des poussières des régions désertiques ou des pollutions d'origine terrestre transportées par les vents parfois à grande distance. L'harmattan, sur les côtes du Golfe de Guinée, ou les berg winds sur les côtes de la Namibie, apportent des brumes sèches qui peuvent être particulièrement denses.

01 **1.1.5.7. Traînées de condensation.**

07 Le passage des avions, notamment les avions à réaction volant à haute altitude, génère souvent un nuage dans leur sillage appelé traînées de condensation. Les traînées de condensation peuvent persister et favoriser la formation d'une couche de cirrus.

13 Les gaz de combustion entraînant à la fois une humidification de l'air environnant et un apport en noyaux de condensation sont à l'origine des trainées de condensation (cas le plus fréquent dans l'air froid de haute altitude). Des traînées de condensation peuvent aussi apparaître suite au refroidissement de l'air environnant dans la dépression causée par le passage de l'avion. Ce type de traînée de condensation, appelée aussi traînée aérodynamique, moins dense plus fugace et se formant à des altitudes plus basses que la précédente, apparaît surtout aux extrémités des hélices et des ailes.

19 Il se forme aussi, à basse altitude, des traînées de condensation dans les sillages des navires. En effet, comme les avions, ceux-ci rejettent de la vapeur d'eau qui, sous certaines conditions, peut condenser dans les basses couches de l'atmosphère. Ces « traînées de condensation » de navires apparaissent alors nettement sur les images satellite (fig. 1.1.5.7).



Le 15 juillet 2000 à 7 h 05 UTC, le centre de l'anticyclone qui recouvre le proche Atlantique est le siège d'une couverture de nuages bas (stratus, cumulus et stratocumulus, en jaune sur cette image). Là où la couverture nuageuse est la moins dense, des lignes jaunes apparaissent ; il s'agit de traînées de condensation engendrées par les gaz de combustion rejetés par les navires. Au centre et en haut de l'image, on distingue quelques traînées de couleur bleue. Il s'agit cette fois de traînées de condensation à haute altitude, donc générées par le passage d'avions. Image NOAA 12.

1.1.5.7. — Trainées de condensation de navires et d'avions.

01 **1.1.6. LA CIRCULATION GÉNÉRALE. LES MASSES D'AIR ET LES FRONTS.**

01 **1.1.6.1. Circulation générale.**

05 On entend par circulation générale de l'atmosphère, l'étude des grands courants aériens qui circulent autour du globe terrestre. Ces mouvements de grande échelle trouvent leur origine dans le déséquilibre thermique entre l'équateur et les pôles. En effet, suite à l'incidence du rayonnement solaire, l'apport énergétique du rayonnement solaire dans les régions intertropicales est très supérieur à celui des régions polaires. En prenant en compte tous les phénomènes physiques (absorption, réflexion et diffusion par l'atmosphère avec ou sans nuages, absorption et réflexion par la mer, effet de serre, réémission en infrarouge par la terre, etc.) [fig. 1.1.2.1], le bilan énergétique global est positif aux basses latitudes (de 40° Nord à 40° Sud) et négatif au-delà. Gain d'énergie d'un côté, perte de l'autre, devraient se traduire par des températures qui ne cessent de croître à l'équateur et de décroître aux pôles. Ce n'est pas le cas. Un équilibre s'établit grâce aux courants marins et aériens qui transportent des eaux chaudes et de l'air chaud vers les pôles et de l'eau froide ou de l'air froid vers l'équateur.

09 L'équilibre énergétique est assuré pour moitié par les courants marins (ils sont lents mais leur capacité calorifique est considérable) et pour moitié par les courants aériens. La part des courants marins est prépondérante de 10° à 30° de latitude. Au-delà de 30° de latitude, c'est essentiellement l'atmosphère, grâce aux dépressions des latitudes tempérées, qui assure les échanges énergétiques Nord-Sud.

13 Le même raisonnement s'applique dans le sens vertical. Le bilan énergétique de l'atmosphère est positif à la surface terrestre qui capte le rayonnement solaire, et négatif au sommet de la troposphère ; ceci explique la décroissance de température avec l'altitude.

17 On peut donc dire que tout mouvement atmosphérique quelle que soit sa taille, depuis les vastes anticyclones ou dépressions jusqu'aux orages, tourbillons, tornades, vents locaux, en passant par les cyclones tropicaux, a pour but d'assurer l'équilibre thermique entre d'une part équateur et pôles et d'autre part base et sommet de la troposphère.

21 Comme vent et pression sont étroitement liés, pour étudier la circulation générale de l'atmosphère, il est pratique d'examiner une carte de pression moyenne à la surface de la terre.

25 La figure 1.1.6.1.A représente les grands centres de pression et la circulation générale de l'atmosphère à la surface de la terre. Voir aussi les figures 1.1.3.3 A et 1.1.3.3.B, véritables cartes de pression moyenne en hiver et en été.

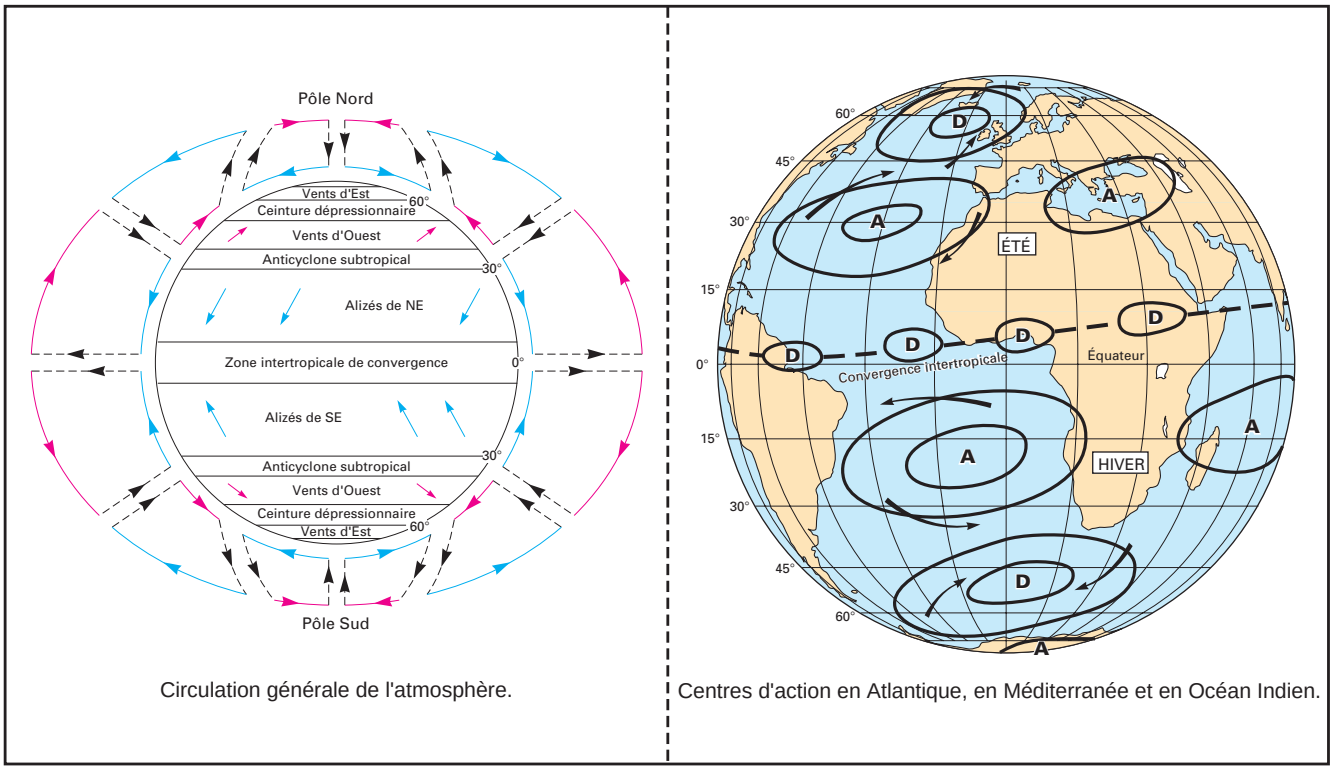
29 La distribution moyenne de la pression au niveau de la mer est fonction de la latitude et présente une symétrie par rapport à l'équateur. On distingue :

33 — un centre anticyclonique aux pôles, dû aux fortes densités de l'air froid (l'air froid est plus lourd que l'air chaud) ;

37 — un axe dépressionnaire situé en moyenne sur le 60e parallèle, matérialisé sur l'Atlantique Nord par le minimum d'Islande ;

41 — un axe anticyclonique vers le 30e parallèle, nommé ceinture anticyclonique subtropicale, matérialisé sur l'Atlantique Nord par l'anticyclone des Açores ;

45 — une zone dépressionnaire aux environs de l'équateur, appelée **équateur météorologique**. La **zone de convergence intertropicale** (**ZCIT**), zone de rencontre des alizés de l'hémisphère Nord et de l'hémisphère Sud, et l'équateur météorologique sont confondus.



1.1.6.1.A. — Circulation générale de l'atmosphère et centres d'action.

49 L'alternance des saisons se manifeste dans chaque hémisphère par des fluctuations du champ de pression. Celles-ci entraînent un décalage en latitude des centres d'action dans le sens du mouvement apparent du soleil (vers le Nord pendant l'été boréal, vers le Sud pendant l'hiver). L'amplitude de cette translation est d'environ 10 degrés de latitude.

53 On constate aussi, dans la répartition moyenne de la pression, un morcellement des centres d'action, dû à l'influence thermique des continents. Ce phénomène est plus important dans l'hémisphère Nord qui comporte les 2/3 des terres émergées, que dans l'hémisphère Sud. Ces influences thermiques varient suivant la saison. En hiver, le Nord des continents asiatique et américain se transforme en centres froids, avec formation d'anticyclones d'origine thermique (comme aux pôles), qui détruisent l'axe dépressionnaire théorique du 60e Nord. En été, le rayonnement solaire sur les parties subtropicales des continents (rayons verticaux sur sols quasi-désertiques) provoque des dépressions d'origine thermique, qui se substituent à la ceinture anticyclonique subtropicale.

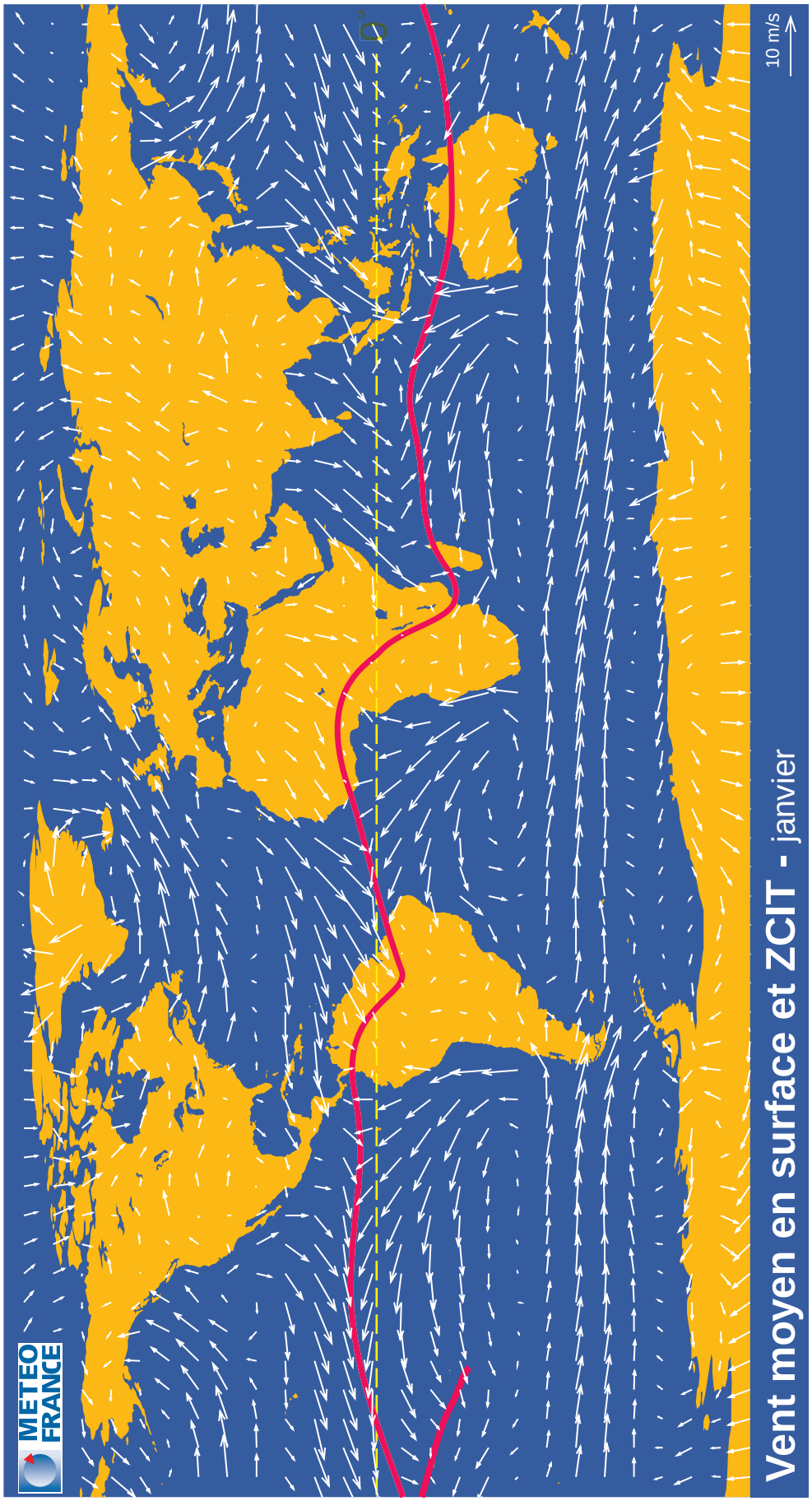
57 Cette distribution de la pression organise des flux (déplacement de masses d'air), autour de ces centres d'action (fig. 1.1.6.1.B et C) :

61 — vents de secteur Est équatoriaux entre les latitudes 30° Nord et 30° Sud environ. Ce sont les alizés. Les alizés de l'hémisphère Nord (de direction Est à NE) et ceux de l'hémisphère Sud (de direction Est à SE) sont séparés par la ZCIT, où règnent des vents très variables, des grains, des orages. C'est le **pot au noir** (*doldrums)* ;

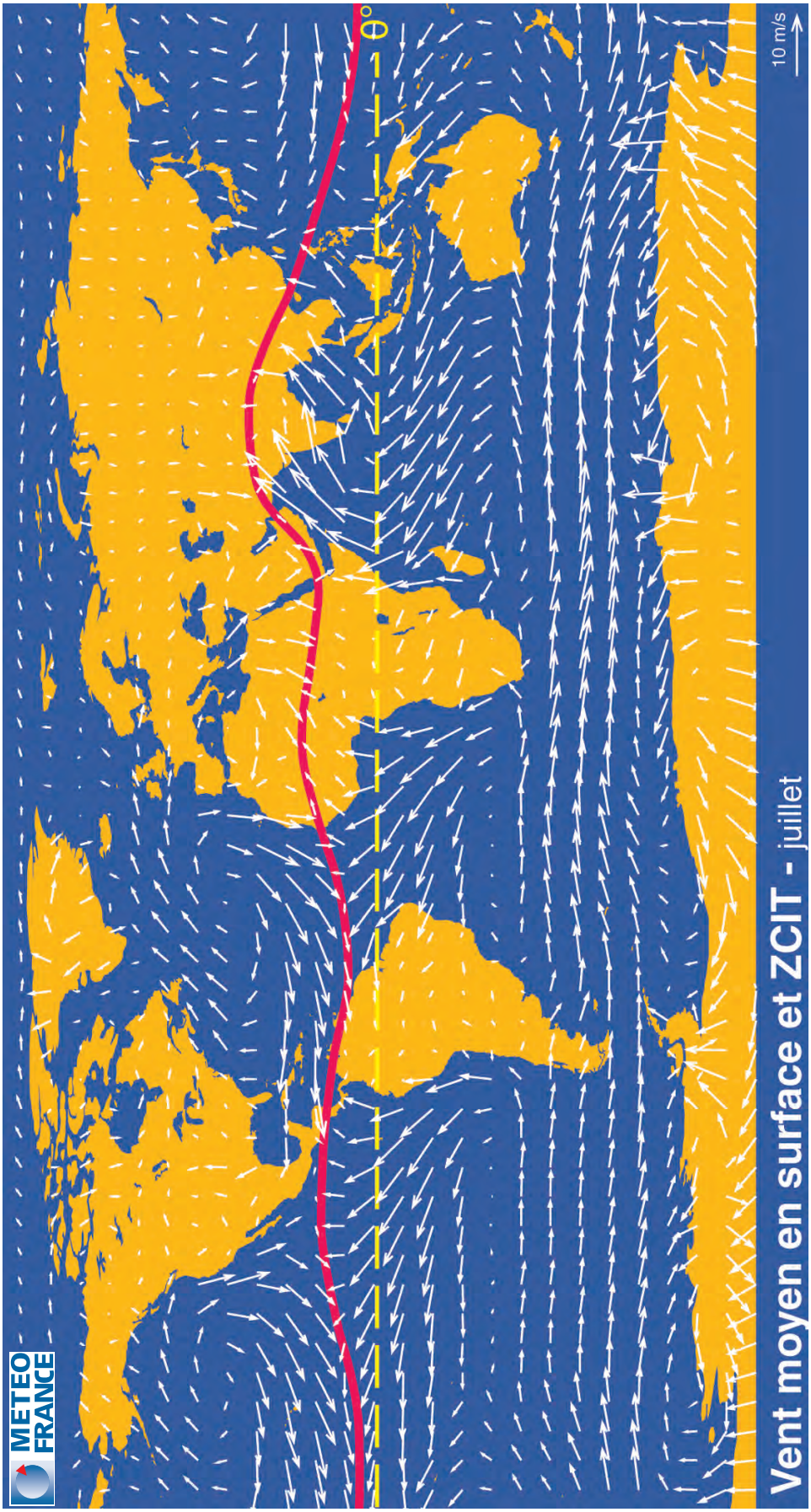
65 — vents de secteur Ouest entre les latitudes 30° et 60° ; c'est le courant d'Ouest tempéré entre les hautes pressions subtropicales et l'axe dépressionnaire du 60e parallèle ;

69 — vents de secteur Est aux très hautes latitudes, au-delà de l'axe dépressionnaire du 60e parallèle, autour de l'anticyclone polaire.

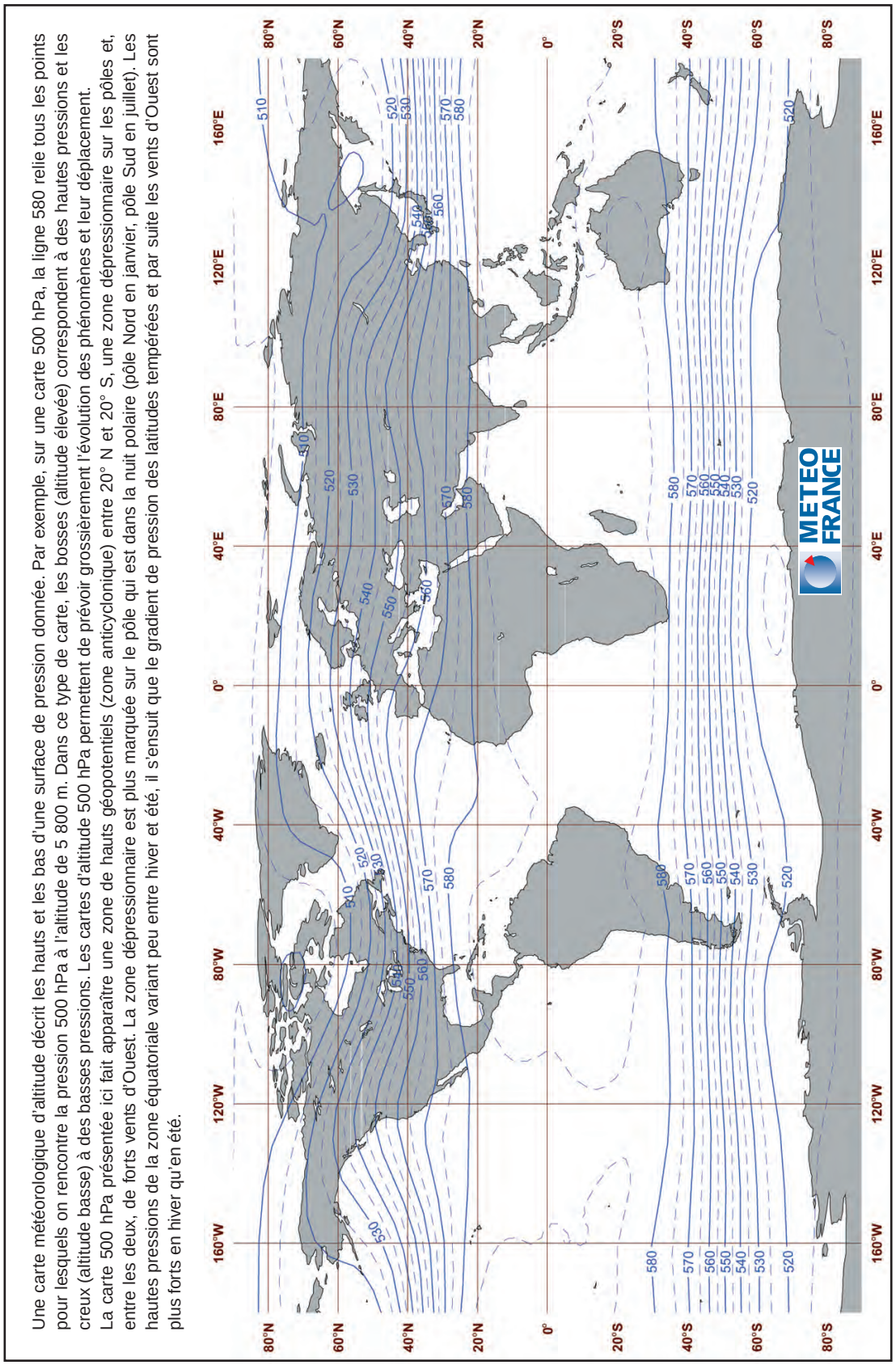
73 En altitude, vers 5 000 m, la circulation générale est plus simple. Elle se résume, en moyenne, à une zone de basses pressions sur les pôles et une zone de hautes pressions tropicales. Entre les deux circule un vaste courant d'Ouest qui fait le tour de la Terre. Mais ce courant d'Ouest a une structure instable. À un instant donné, il présente toujours quatre ou cinq grandes ondulations (succession de dorsales et de thalwegs). Ces ondulations naissent, se développent, progressent vers l'Est et disparaissent. Elles peuvent être de grande amplitude et aboutir à l'isolement temporaire de hautes ou basses pressions en altitude. Ces ondulations sont importantes car en déviant le courant d'Ouest vers le Nord ou vers le Sud, elles assurent le déplacement des masses d'air tropicales vers le Nord et des masses d'air polaires vers le Sud. La figure 1.1.6.1.D représente l'altitude moyenne, en janvier, de la surface 500 hPa (équivalent à une carte de pression à une altitude voisine de 5 500 m).



1.1.6.1.B. — Vents moyens à 10 m de hauteur en janvier (moyenne vectorielle sur la période 1979-1993).



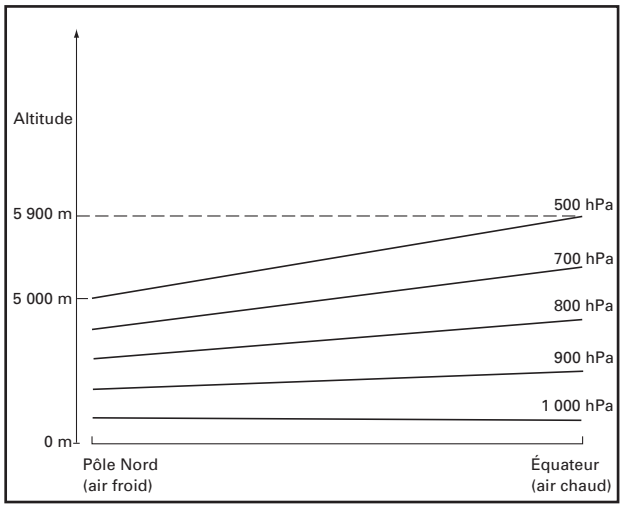
1.1.6.1.C. — Vents moyens à 10 mètres de hauteur en juillet (moyenne vectorielle sur la période 1979-1993).



Une carte météorologique d'altitude décrit les hauts et les bas d'une surface de pression donnée. Par exemple, sur une carte 500 hPa, la ligne 580 relie tous les points pour lesquels on rencontre la pression 500 hPa à l'altitude de 5 800 m. Dans ce type de carte, les bosses (altitude élevée) correspondent à des hautes pressions et les creux (altitude basse) à des basses pressions. Les cartes d'altitude 500 hPa permettent de prévoir grossièrement l'évolution des phénomènes et leur déplacement.
La carte 500 hPa présentée ici fait apparaître une zone de hauts géopotentiels (zone anticyclonique) entre 20° N et 20° S, une zone dépressionnaire sur les pôles et, entre les deux, de forts vents d'Ouest. La zone dépressionnaire est plus marquée sur le pôle qui est dans la nuit polaire (pôle Nord en janvier, pôle Sud en juillet). Les hautes pressions de la zone équatoriale variant peu entre hiver et été, il s'ensuit que le gradient de pression des latitudes tempérées et par suite les vents d'Ouest sont plus forts en hiver qu'en été.

1.1.6.1.D. — Carte d'altitude de la surface 500 hPa. Moyenne pour le mois de janvier (en dizaine de mètres géopotentiels).

77 **Altitude, pression et température.** L'air froid étant plus dense que l'air chaud, la pression diminue avec l'altitude beaucoup plus vite dans l'air froid que dans l'air chaud (fig. 1.1.6.1.E). Supposons qu'au sol, la pression soit partout la même, du pôle Nord à l'équateur. À 5 000 m d'altitude, il n'en est plus de même. La pression ayant décru plus vite dans l'air froid est plus basse au pôle qu'à l'équateur.



1.1.6.1.E. — Altitude, pression et température.

81 L'air a donc tendance à se déplacer de l'équateur vers les pôles (des hautes vers les basses pressions). Mais, dévié par la rotation de la Terre, il se forme des vents d'Ouest.

85 Bien entendu, la réalité est plus complexe. La variation de température entre pôle Nord et équateur n'est pas régulière. Au-dessus des zones où la température varie vite, apparaissent des zones de fort gradient de pression donnant naissance aux courants jets. De plus, le relief terrestre induit des ondulations qui se propagent vers l'Est. Or, chaque fois que le champ de pression en altitude n'est plus en accord avec le champ de température, la pression au sol varie. Il se forme alors, au sol, une dépression ou un anticyclone qui va lui-même venir modifier la répartition des températures au sol. Les latitudes tempérées où se côtoient air chaud tropical et air froid polaire sont particulièrement propices à la formation des dépressions.

01 **1.1.6.2. Pression, masses d'air et types de temps.**

06 Aux latitudes tempérées, on constate que les conditions météorologiques en un lieu déterminé évoluent constamment ; ainsi, à une période douce et humide succède brusquement une période sèche et froide. Ces changements s'expliquent en partie par le passage de masses d'air différentes ; la modification du temps est d'autant plus accusée que la zone de transition entre les deux masses d'air est plus ou moins contrastée.

11 Les masses d'air correspondent à des portions souvent étendues de l'atmosphère ayant sensiblement même température, même humidité et même répartition selon la verticale de ces paramètres. Une masse d'air acquiert cette uniformité en séjournant de manière prolongée au-dessus d'une région « origine » possédant elle-même des caractéristiques bien déterminées, par exemple, les régions couvertes de glace ou de neige, les mers tropicales, les zones désertiques.

16 Lorsqu'une masse d'air se déplace au-dessus de surfaces dont les caractéristiques diffèrent de celles de sa région d'origine, sa structure se modifie progressivement. Les couches inférieures sont d'abord influencées, soit par contact, soit par rayonnement. Ces effets se propagent ensuite en altitude par le jeu de la turbulence et de la convection.

21 Cependant les effets thermiques ne sont pas les seuls à déterminer les caractéristiques de la masse d'air. Les effets mécaniques, notamment les ascendances à grande échelle (qui provoquent la formation de masses nuageuses étendues), les affaissements à grande échelle (favorisant l'assèchement), ainsi que les brassages convectifs ont une grande importance. Les propriétés d'une masse d'air, à un moment donné, dépendent donc de son origine, du chemin qu'elle a parcouru, et des mouvements horizontaux et verticaux qu'elle a subis. À toutes ces caractéristiques correspondent des « types de temps » assez bien déterminés.

26 L'**air polaire continental** provenant d'Europe centrale et d'Asie (fig. 1.1.6.2.A) est parfois entraîné l'hiver jusqu'en France. Stable et clair à l'origine, il subit peu de modifications au-dessus des continents. Le temps est froid ; il n'y a pas de précipitations ; le ciel est généralement clair en montagne, brumeux en plaine. Le passage de l'air polaire continental au-dessus d'une surface maritime plus chaude que la surface terrestre provoque des mouvements de convection et la formation de cumulus. L'air polaire continental, issu du Canada ou du Groenland, pendant son passage sur la mer, se transforme progressivement en **air polaire maritime**, apportant temps frais, plus ou moins de grains et une bonne visibilité.

31 L'**air arctique** provient de régions plus proches du pôle que l'air polaire. À son lieu d'origine, il possède les mêmes qualités générales que l'air polaire, mais il est plus froid sur une plus grande épaisseur. L'air arctique devient donc plus instable que l'air polaire lorsqu'il descend à des latitudes plus basses, et, dans les régions tempérées, une invasion d'**air arctique maritime** est souvent accompagnée de manifestations orageuses (giboulées de mars et d'avril).

36 L'**air tropical maritime** prend sa source dans la région des grands anticyclones océaniques où le temps est généralement calme et clair. Lorsqu'il s'en éloigne, transporté vers les latitudes plus élevées par les vents de SW, il rencontre des eaux plus froides, notamment en été, où il peut atteindre les régions Nord de l'Atlantique en y provoquant de fréquents brouillards. En effet, étant refroidi par la base, il devient plus stable. Lorsqu'il se déplace au contraire vers l'équateur, emporté par les alizés, sa température et son humidité augmentent ; les cumulus apparaissent de plus en plus nombreux.

41 L'**air tropical continental** provient des anticyclones situés sur les régions arides subtropicales. Ainsi, sur la Méditerranée, cet air est originaire de l'Afrique du Nord. Il est originellement sec et très chaud, mais après son passage sur la Méditerranée, il devient instable par suite d'humidification des basses couches. À la rencontre du relief du Sud de la France (Pyrénées orientales, Cévennes, Alpes du Sud, Corse), il engendre des orages violents. Il peut souffler avec force, c'est alors le sirocco.

46 La figure 1.1.6.2.A représente schématiquement le trajet des masses d'air intéressant l'Europe occidentale.

51 Le simple examen d'une carte de pression au sol donne déjà une idée du type de temps. L'orientation des isobares indique à peu près la provenance de la masse d'air. On se souviendra, qu'en règle générale, une masse d'air qui se refroidit par la base (déplacement vers le Nord) devient stable, et celle qui se réchauffe par la base (déplacement vers le Sud) ou s'humidifie devient instable. D'autre part, une circulation cyclonique (courbure cyclonique des isobares comme dans une dépression) s'accompagne du soulèvement de la masse d'air et donc de formations nuageuses. À l'inverse, une circulation anticyclonique (courbure anticyclonique des isobares) assèche la masse d'air et limite les formations nuageuses.

56 À cette classification des types de temps basée sur l'origine des masses d'air et donc sur l'orientation du flux en basses couches, on en ajoutera une autre, utilisée notamment par Météo-France pour la prévision à moyenne échéance (J + 4 à J + 7). Basée sur la morphologie du flux en altitude (à 500 hPa), elle comprend 4 catégories :

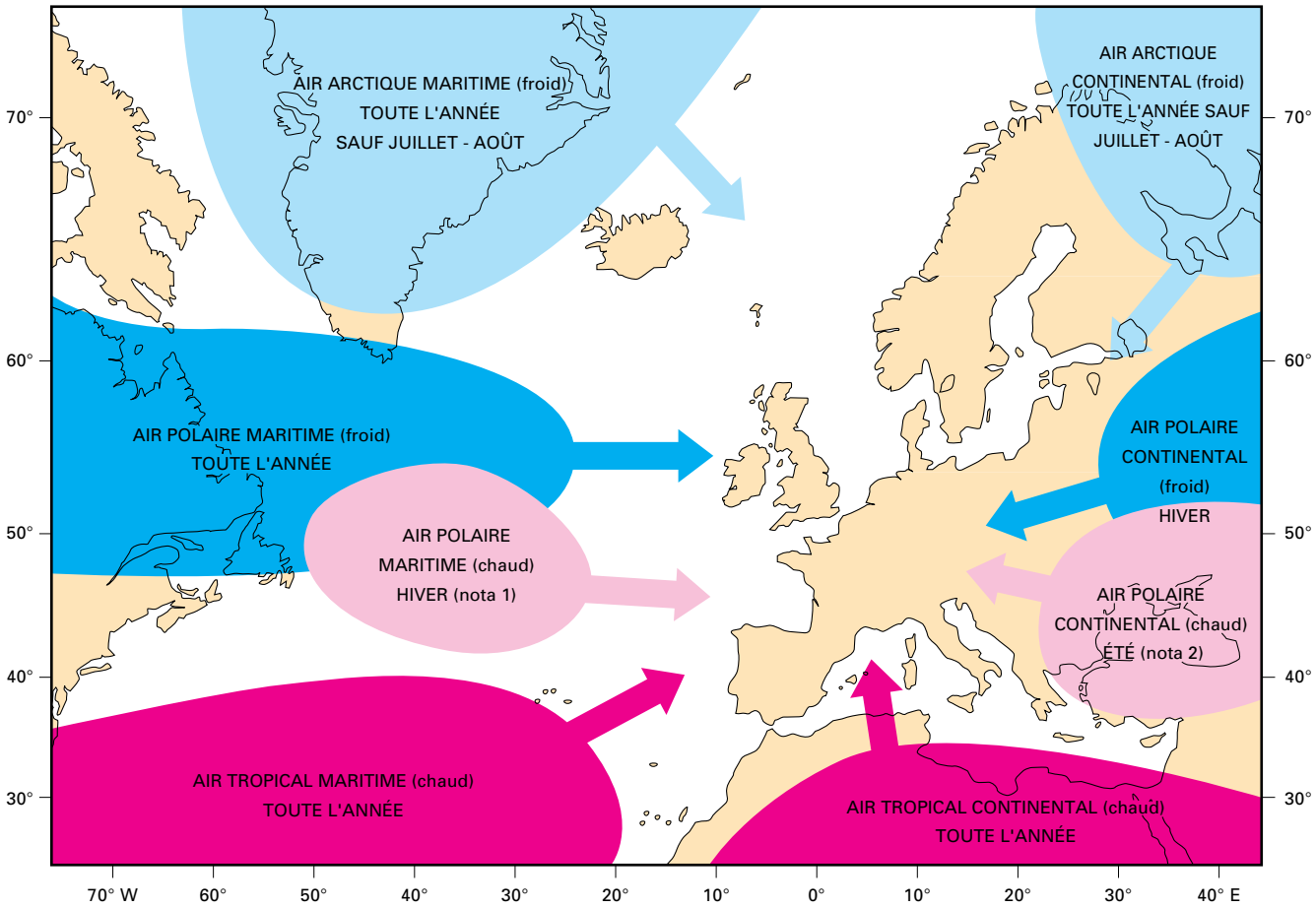
61 — Régime perturbé

66 — Flux ondulant

71 — Blocage chaud d'altitude

76 — Blocage froid d'altitude

81 À chaque catégorie sont associés divers types de temps selon la saison et l'orientation du flux. Voir pages ci-après le tableau 1.1.6.2.B et les exemples de situations de la figure 1.1.6.2.C .

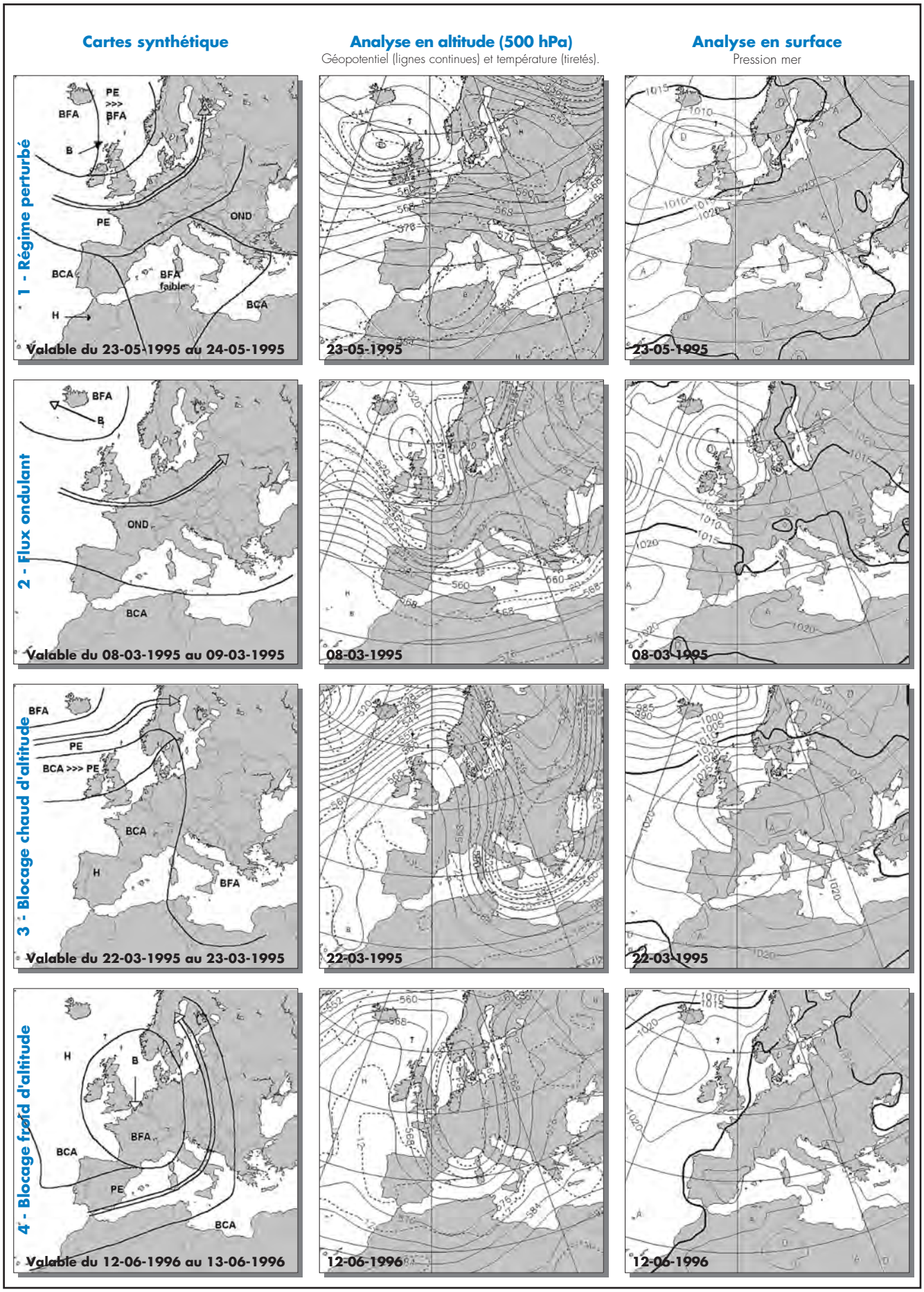


Nota 1 : en hiver, l'air d'origine polaire se réchauffe sur l'océan (celui-ci est chaud par rapport aux continents).
Nota 2 : en été, l'air polaire se réchauffe dans des régions au climat continental, donc très chaudes.

1.1.6.2.A. — Trajet des masses d'air arrivant sur l'Europe.

	Régime perturbé (PE)	Flux ondulant (OND)	Blocage chaud d'altitude (BCA)	Blocage froid d'altitude (BFA)
Description technique	En altitude : flux assez rapide associé à un gradient de température marqué. Peut avoir n'importe quelle direction. En basses couches : passages successifs et rapides d'ondes synoptiques actives.	En altitude : alternance de thalwegs et de dorsales mobiles d'assez grandes amplitudes. En basses couches : successions de cycles « situation anticyclonique, passage d'une onde développée, traîne ».	En altitude : hautes pressions. En basses couches : conditions anticycloniques le plus souvent (sauf dépression thermique sur les continents l'été).	En altitude : vaste minimum de pression isolant une masse d'air froid («goutte froide d'altitude»), ou large et profond thalweg persistant. En basses couches : le champ est dépressionnaire en été, dépressionnaire ou faiblement anticyclonique l'hiver. La masse d'air est instable.
Temps sensible	Temps médiocre où alternent mauvais temps et temps mitigé : les passages pluvieux ne sont pas suivis de nettes améliorations.Vent souvent omniprésent, parfois fort. L'activité des perturbations est fortement dépendante de la direction du flux, de la saison et de la topographie (effets de foehn sous le vent des montagnes par exemple).	Alternances de périodes de soleil dominant avec un temps calme (chaud en été, gelées matinales l'hiver) et de périodes pluvieuses (orageuses l'été, venteuses). Aucune de ces périodes n'est durable.	Temps calme et généralement sec avec soleil dominant, mais possibilité de grisaille tenace l'hiver et de quelques orages isolés l'été, principalement sur le relief.	Hiver : temps froid, nuages dominants, pluie ou neige possibles partout. Beau temps localement possible, mais pas durable. Été : temps frais et instable. Ciel changeant sans que l'on puisse dire si le soleil ou les nuages sont dominants. Pluie et orages possibles.
Température	Dépend de la direction du flux. Peu d'amplitude dans la journée. Hiver : douce. Été : fraîche si flux d'ouest, normale si flux de sud-ouest.	Changeante, très variable d'un jour à l'autre, alternance de redoux et de rafraîchissement.	Hiver : normale ou froide. Été : normale ou chaude.	Fraîche ou froide.
Phénomènes majeurs à exclure	Hiver : pas de fortes gelées. Été : pas d'orages forts si flux d'ouest.	Hiver : pas de fortes gelées généralisées.	Pas de vent fort. Pas de pluie ou de neige abondante. Pas d'orages généralisés en plaine l'été.	Aucun
Phénomènes majeurs à ne pas exclure	Vents fort, tempête. Pluie abondante, neige abondante en montagne en flux de Nord-Ouest. Été : orages forts si flux de Sud-Ouest.	Vents forts, tempête. Pluie abondante. Neige en plaine. Orages forts.	Forts orages isolés (surtout en montagne). Brouillards généralisés et persistants (givrants l'hiver). Hiver : fortes gelées. Été : fortes chaleurs.	Vents forts, tempête. Pluie abondante en été. Neige en plaine en hiver. Orages forts. Fortes gelées l'hiver.
Qualificatif médiatique	Hiver : pluvieux, venteux. Été : pluvieux, pluvio-orageux.	Changeant.	Calme.	Hiver : gris avec giboulées ou averses ou neige. Été : orageux ou autre terme qualifiant l'instabilité.

1.1.6.2.B. — Classification des types de temps basée sur la morphologie du flux en altitude (à 500 hPa).

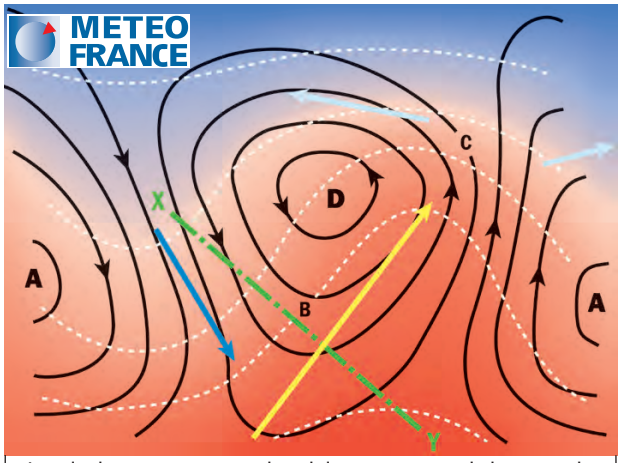


1.1.6.2.C. — Exemples de situations météorologiques.

01 **1.1.6.3. Fronts, pseudo-fronts et limites de masses d'air.**

07 Dans les années 1920, l'École norvégienne de Bergen donne la première définition du front météorologique : « *interface ou zone de transition entre deux masses d'air de densité différente* ». Aujourd'hui, on préfère réserver le terme de front aux limites de masses d'air actives, c'est-à-dire engendrant précipitations et vents forts, que l'on rencontre autour des dépressions. D'après cette définition, un front est à la fois d'une zone de discontinuité de température et d'une organisation du vent dans les très basses couches de l'atmosphère qui tend à renforcer cette discontinuité. A contrario, une simple zone de transition entre air chaud et air froid, sans modification de la direction ni de la vitesse du vent et sans précipitation, sera appelée « limite de masse d'air » ou « pseudo-front ».

13 Nous avons vu que les latitudes moyennes sont le siège d'une zone de transition entre l'air froid des latitudes polaires et l'air chaud issu des régions équatoriales et tropicales. C'est ce qu'on appelait autrefois le « front polaire » et qu'on préfère aujourd'hui désigner par « pseudo-front » ou encore « zone de gradient thermique » afin de faire la distinction avec les véritables fronts. Cette zone est source de déséquilibre (et donc de « perturbation », au sens général du terme) pour l'atmosphère. Les dépressions naissent essentiellement sur cette zone de variation de la température.



Les isobares sont en traits pleins avec rappel du sens de rotation du vent et les isothermes en tiretés. La flèche jaune symbolise le mouvement de l'air chaud sous l'action du vent et les flèches bleues celui de l'air froid. L'axe " X-Y " se rapporte aux figures 1.1.6.4.B et 1.1.6.4.C.

1.1.6.3. — Action du vent sur la température autour d'une dépression.

19 Lorsqu'une dépression apparaît et se creuse, la répartition de la température est modifiée par le vent lié à ce creusement, comme le montre la figure 1.1.6.3 : le vent tournant autour du centre de la dépression accentue l'ondulation des isothermes. À l'avant de la dépression, le vent dans l'air chaud (flèche jaune) amène de plus en plus d'air chaud au Nord, vers le point « C ». Au Nord de C, l'air froid antérieur est entraîné vers l'Ouest par la dépression ou vers l'Est par l'anticyclone (flèches bleu clair). La configuration du vent accentue le contraste de température en C et autour : c'est la création du front chaud. Dans le Sud-Ouest de la dépression, l'air froid est accéléré par le vent de Nord-Ouest vers le courant chaud de Sud-Ouest. Cette figure montre bien la circulation de l'air froid (flèche bleue) perpendiculaire à celle de l'air chaud (flèche jaune). Cette configuration ne peut que renforcer le contraste thermique autour du point « B » : c'est la création du front froid.

01 **1.1.6.4. Formation et évolution d'une perturbation.**

07 Perturbation est un terme générique désignant toute rupture d'un état d'équilibre de l'atmosphère : une petite dépression est une perturbation du champ de pression, un pseudo-front est une perturbation du champ de température, un front est une perturbation du champ de température et du champ de vent.

13 Dans ce qui suit, « perturbation » désigne l'ensemble front froid, front chaud et éventuellement occlusion qui accompagne les dépressions des latitudes tempérées. En zone tropicale, le terme « perturbation tropicale » se rapporte au champ de pression. Les perturbations tropicales sont traitées dans le sous-chapitre *Météorologie tropicale*.

19 Les symboles représentant sur les cartes météorologiques les perturbations tropicales, les centres d'action, les fronts, pseudo-fronts, fronts dédoublés, etc. sont regroupés dans la figure 5.2.1.1.

01 **1.1.6.4.1. Front chaud.**

07 Le front chaud (fig. 1.1.6.4.A) est matérialisé par l'arrivée d'une masse d'air relativement chaud, humide, accompagnée d'une variation du vent.

13 La pente du front chaud est faible, de l'ordre de 1/100. Tout en avançant, l'air chaud s'élève au-dessus de l'air froid. Il subit alors un refroidissement par détente provoquant condensation et formation de masses nuageuses s'étageant du cirrus au nimbostratus. Ainsi apparaissent, à 600 km en avant du front, une première ligne de cirrus à 6 000 m d'altitude, puis des cirrostratus, altostratus, stratocumulus et nimbostratus. Ces derniers déclenchent de fortes précipitations.

01 **1.1.6.4.2. Front froid.**

07 Le front froid (fig. 1.1.6.4.A) correspond à l'arrivée d'une masse d'air relativement froid, donc plus dense, sous une masse d'air plus chaud qu'elle repousse devant elle en la soulevant.

13 Zone de convergence de vents provoquant une augmentation du contraste de température, un front froid présente les caractéristiques atmosphériques suivantes, schématisées par les figures 1.1.6.4.B et 1.1.6.4.C :

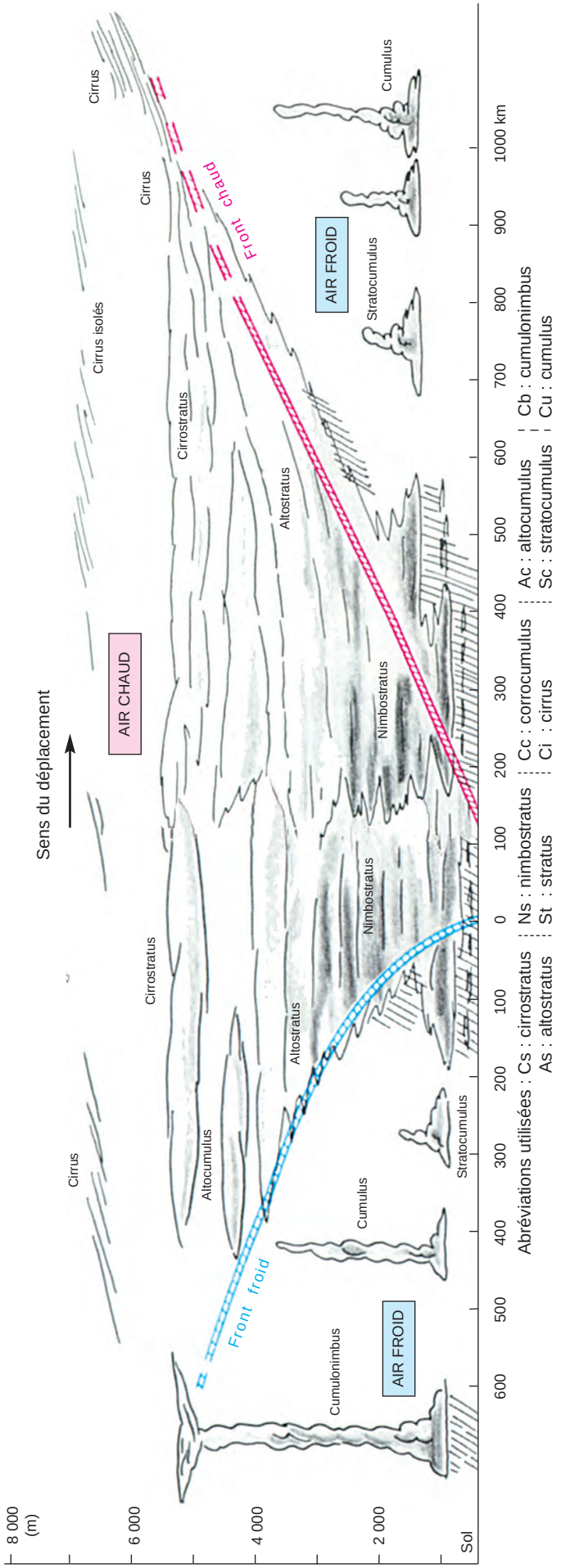
19 — un courant d'air chaud ascendant vers l'arrière du front. Cette ascendance se produit au voisinage et au-dessus du front de surface (flèches rouges sur les figures) ;

25 — un net mouvement descendant de l'air froid juste à l'arrière du front (flèches bleues) ;

31 — une convergence du vent en basses couches et surtout sur la trace au sol du front entre le courant chaud et l'air froid fortement descendant s'écoulant rapidement vers le front ;

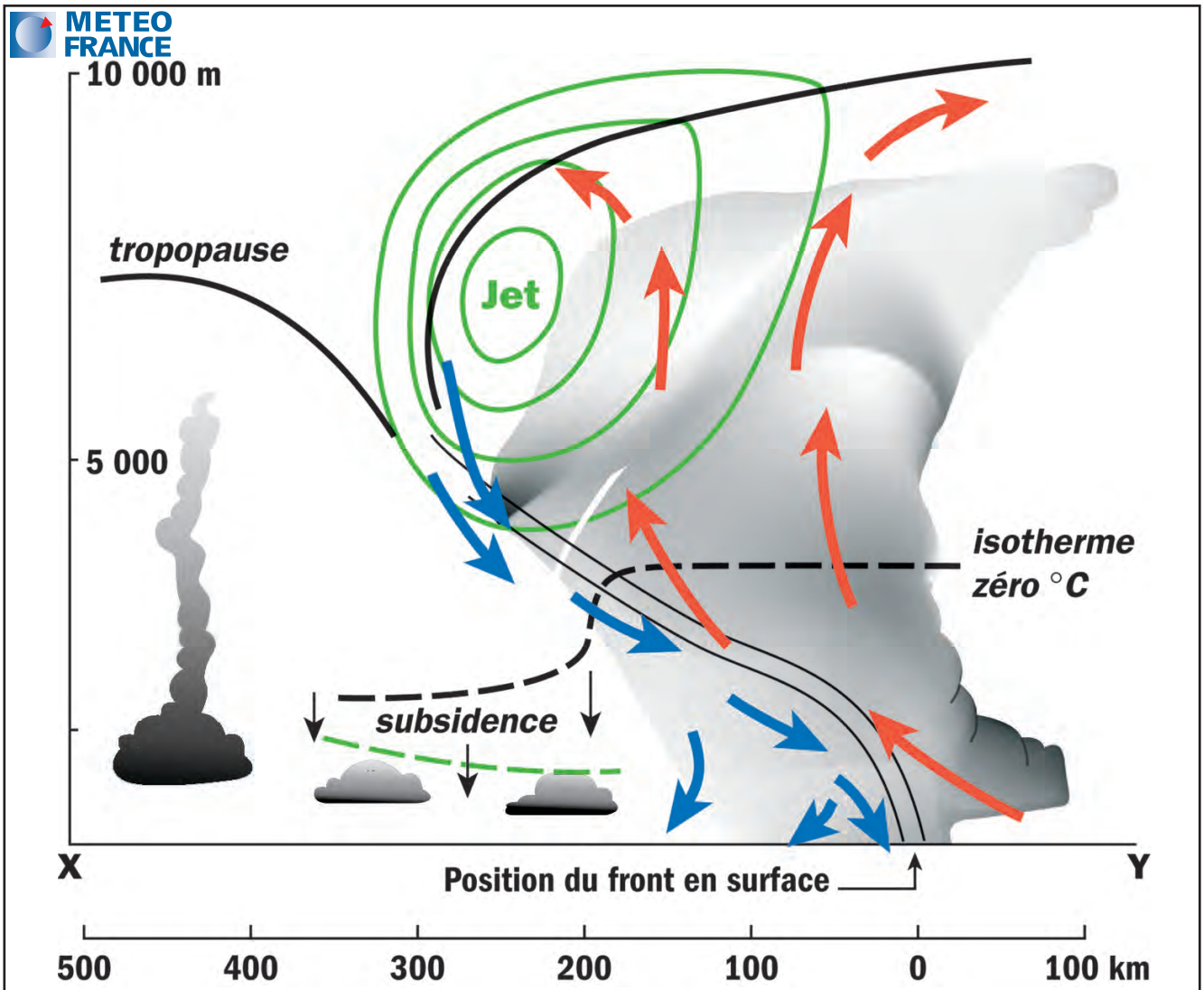
37 — un renforcement du vent près du sol, juste à l'avant du front, donnant lieu à un « jet de basses couches » ; ce renforcement marque l'accélération de l'air chaud parallèlement au front sous l'effet de la poussée du courant froid.

***Paragraphe 1.1.6.4.3 (Front froid dédoublé) :* voir page 44**



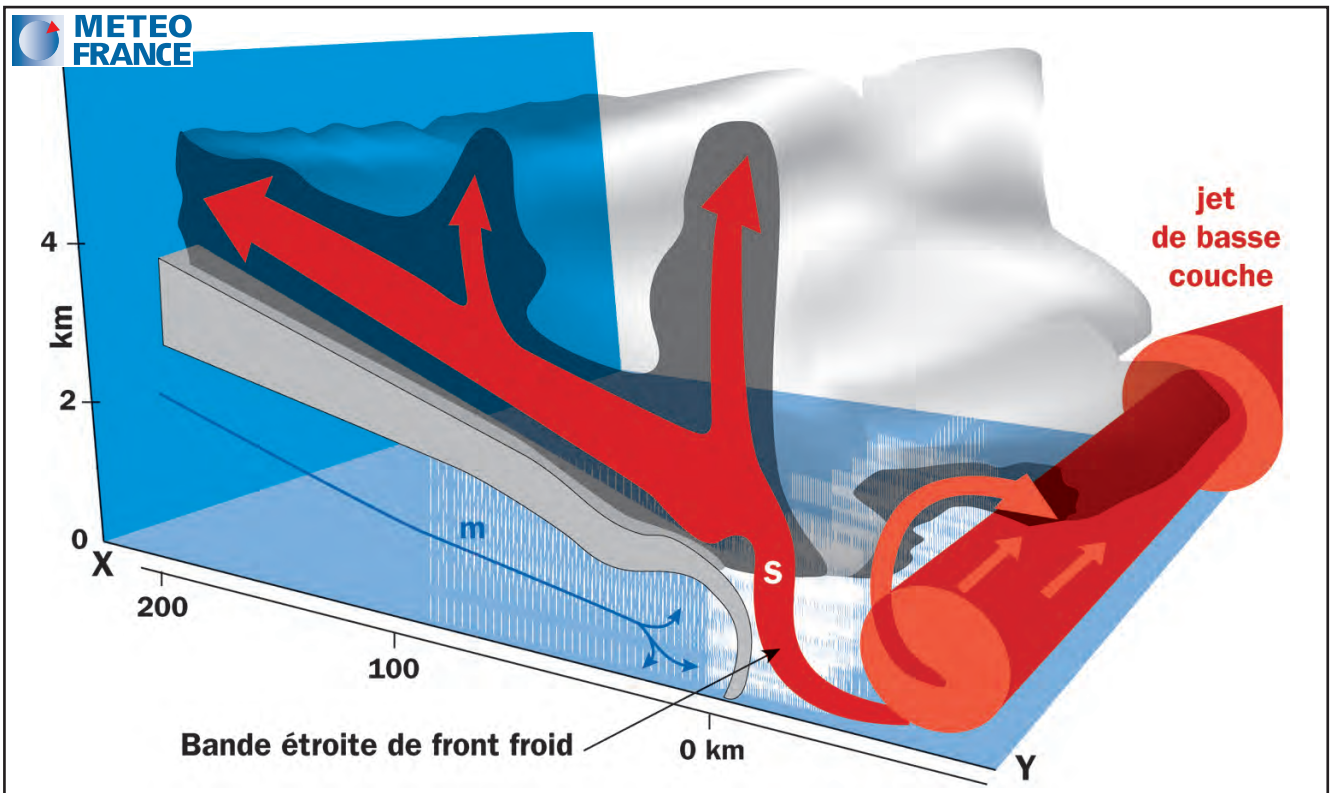
1.1.6.4.A. — Front chaud et front froid.

(Source Météo-France, *Météorologie générale* de Triplet et Roche).



Cette vue générale d'un front froid montre les nuages, les précipitations et les flux par rapport au front :
— les nuages formés par le courant chaud ascendant se développent essentiellement au-dessus du front de surface et vers l'arrière ;
— la convergence entre l'air froid descendant et l'air chaud ascendant est maximale dans les basses couches ;
— à l'arrière des nuages et des pluies liés au front, le mouvement descendant empêche ou limite le développement de la traîne (les tiretés verts schématisent la limite de l'inversion de température consécutive au mouvement descendant limitant la convection) ; les averses ne peuvent vraiment se développer que plus en arrière.

1.1.6.4.B. — Coupe verticale perpendiculaire à un front froid (coupe selon l'axe X-Y de la figure 1.1.6.3).

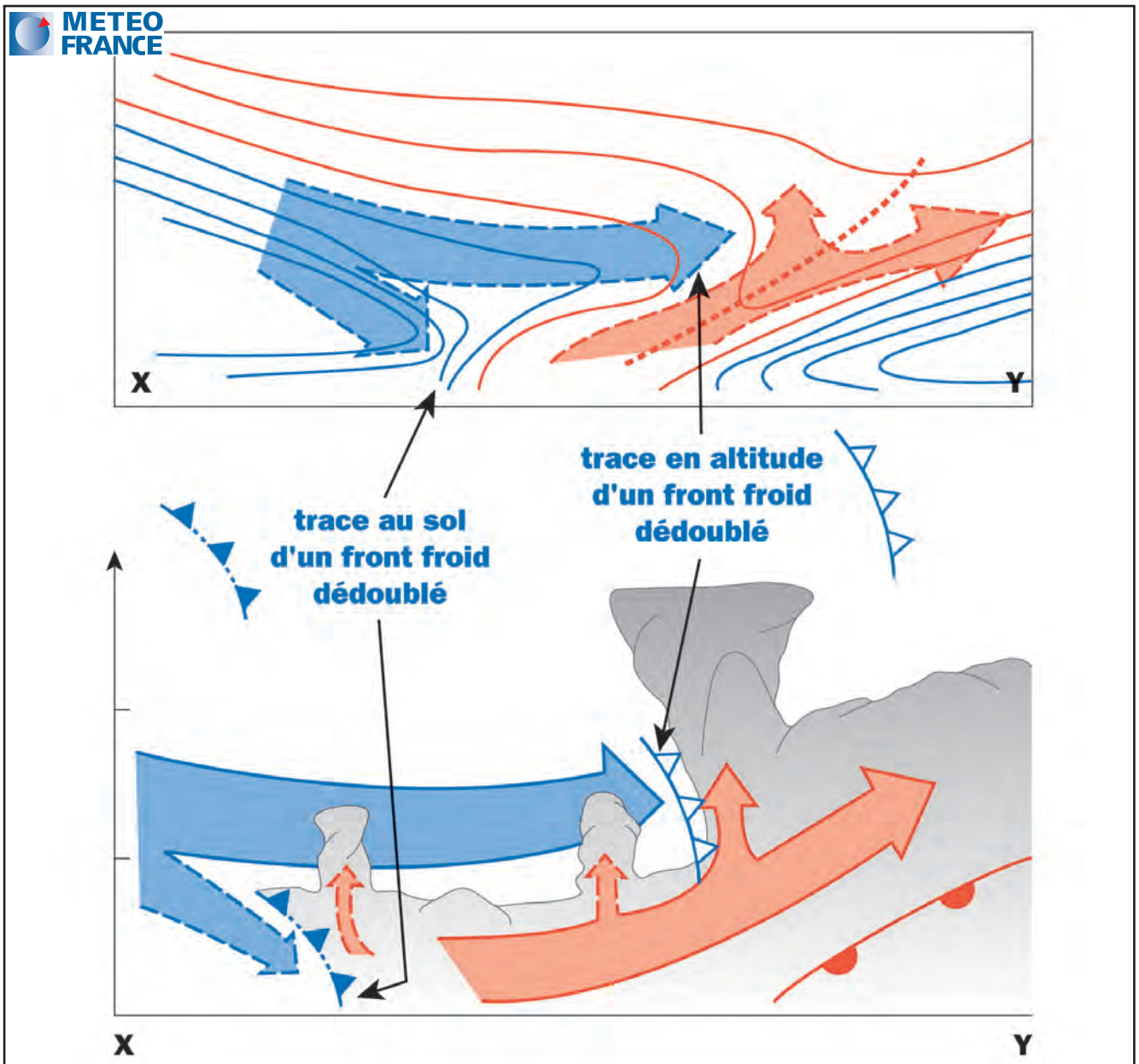


La forte convergence du vent au sol, accentuée par la rencontre entre l'air froid descendant et plaqué au sol (flèches bleues) et le flux chaud (flèches rouges), provoque d'une part une brusque montée de celui-ci au-dessus de l'air froid de surface (point " S ") et, d'autre part, une accélération du flux chaud le long du bord d'attaque du flux froid. Cette étroite région d'ascendances produit une ligne d'intenses précipitations, souvent à caractère de grains (parfois orageux) : c'est " la bande étroite de front froid ", reconnue comme le marqueur de la trace au sol du front.
L'accélération du flux chaud parallèlement au front se traduit par une zone étroite de vents forts, appelée " jet de basses couches ", précédant le front de surface et donc la bande étroite de front froid. Plus en arrière du front (point " m "), les ascendances deviennent moins fortes, produisant des zones de précipitations modérées à faibles.

1.1.6.4.C. — Vue détaillée en perspective d'un front froid et coupe verticale selon l'axe X-Y de la figure 1.1.6.3.

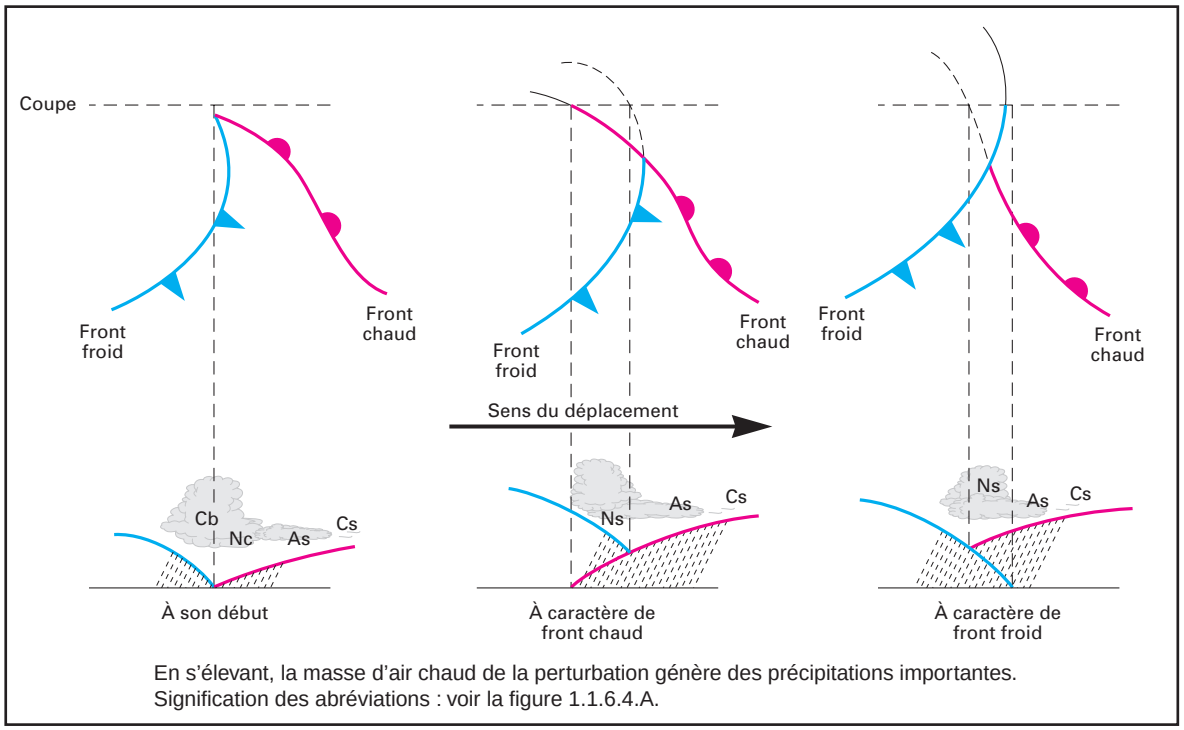
01 **1.1.6.4.3. Front froid dédoublé.**

07 Lorsque les vents en altitude sont forts et qu'ils prennent une direction perpendiculaire au front froid, la surface frontale progresse plus vite en altitude que dans les basses couches. Elle se casse ou se dédouble, présentant une trace en altitude (en général à une altitude comprise entre 3 000 et 5 000 m) qui précède nettement la trace en surface (voir figure 1.1.6.4.D). Cette dernière n'est alors plus associée à un mouvement ascendant de l'air chaud au-dessus de l'air froid ; elle ne s'accompagne plus de nuages épais, ni de précipitations marquées : la trace en surface cesse d'être active, devient alors comparable à un pseudo-front froid et doit donc être symbolisée comme tel. Les nuages et les précipitations sont présents là où il y a ascendance de l'air chaud et humide, c'est-à-dire en liaison avec la trace d'altitude ; d'où l'intérêt de représenter celle-ci sur les cartes sous la forme d'un front froid d'altitude.



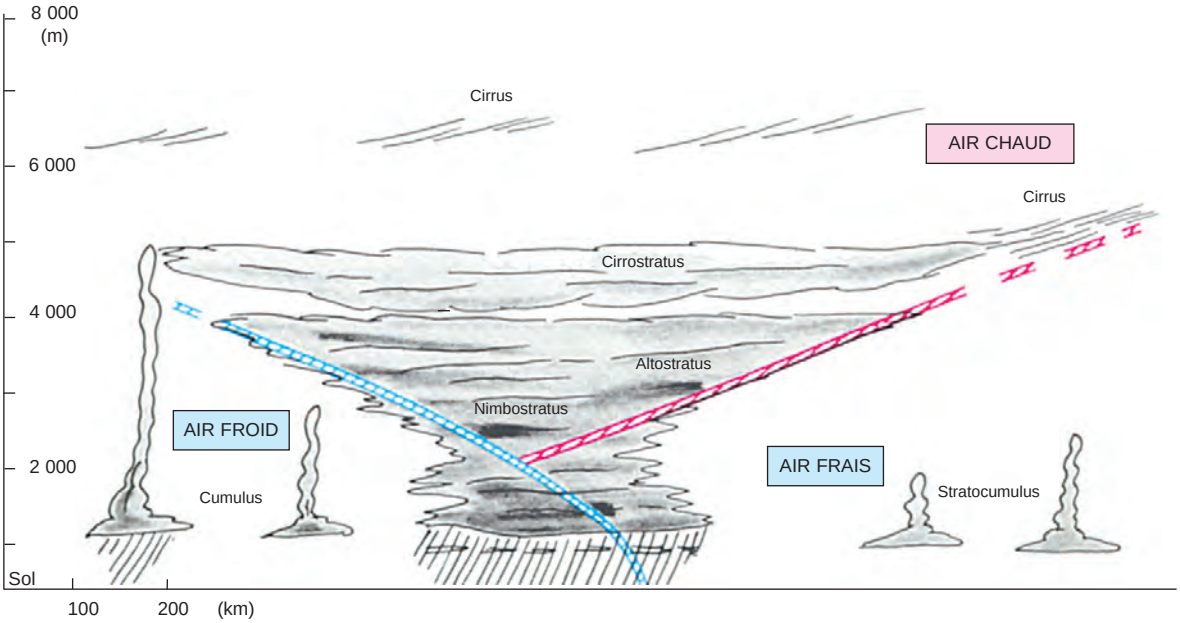
En haut : lignes et flèches rouges indiquent la position et le mouvement de l'air chaud ; lignes et flèches bleues, la position et le mouvement de l'air froid.
En bas : représentation du front chaud, du front froid d'altitude et de la trace au sol du front froid dédoublé (pseudo-front). Nuages et zones de précipitations sont représentés en grisé. Noter, entre trace au sol et trace en altitude, la possibilité de développements nuageux donnant des averses. En effet, dans cette région, l'air froid d'altitude surmontant l'air chaud humide de basses couches conduit à une atmosphère instable favorable au déclenchement de nuages convectifs.

1.1.6.4.D. — Schéma d'un front froid dédoublé. Coupe verticale perpendiculaire au système.



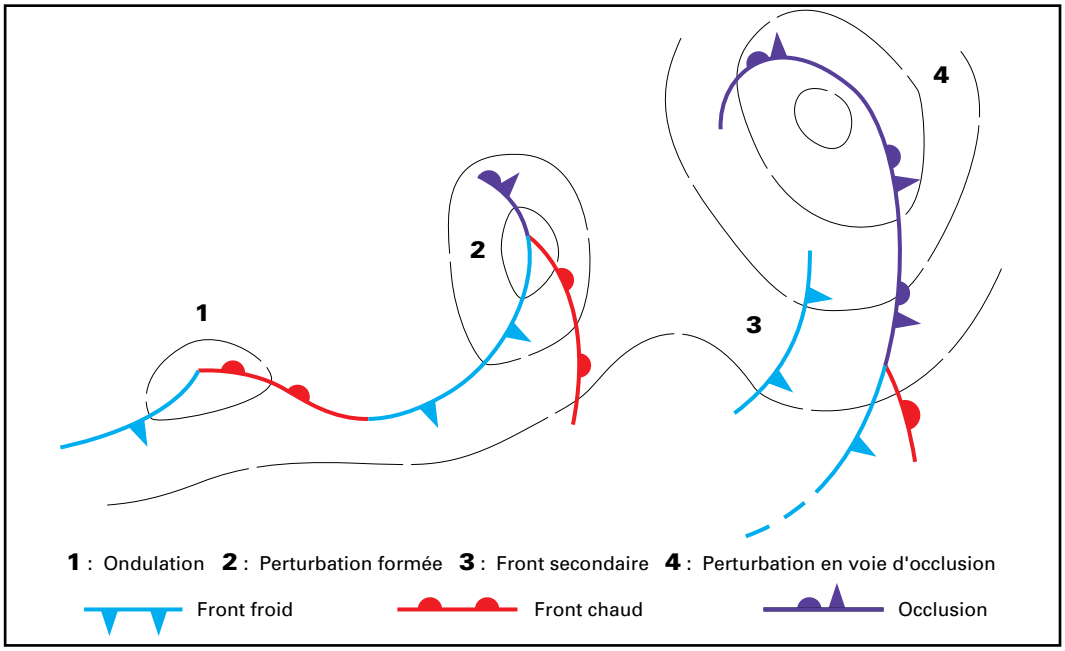
1.1.6.4.E. — Coupe d'une occlusion.

Lorsque un front froid rattrape un front chaud, l'air chaud entre ces deux fronts est rejeté en altitude et forme une occlusion. Au sol, le passage d'une occlusion se traduit par des précipitations importantes.
Voir le sous paragraphe 1.1.6.4.4.



1.1.6.4.F. — Occlusion à caractère de front froid.

(Source Météo-France, *Météorologie générale* de Triplet et Roche).



1.1.6.4.G. — Formation et évolution de perturbations aux latitudes tempérées.

01 **1.1.6.4.4. Occlusion.**

07 Lorsque un front froid rattrape un front chaud, l'air chaud entre ces deux fronts est rejeté en altitude et forme ce qu'on appelle une occlusion. Au sol, le passage d'une occlusion ne se traduit pas par un changement de masse d'air marqué mais par des précipitations importantes. Voir les figures 1.1.6.4.E et F.

13 La figure 1.1.6.4.G représente les différents états d'une perturbation, tels qu'on les rencontre sur les cartes météorologiques :

19 — en 1, une petite dépression s'est formée. La circulation des vents entraîne une déformation du champ de température et l'apparition d'une perturbation (ensemble front chaud et front froid) ;

25 — en 2, perturbation à maturité ;

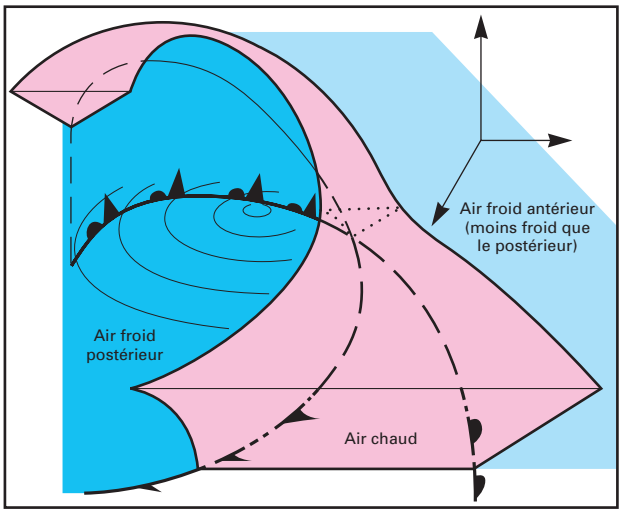
31 — en 3, front froid secondaire. À l'arrière du front froid, il arrive souvent que les cumulonimbus générateurs d'averses se renforcent et s'organisent en ligne. Cette configuration caractéristique est généralement représentée sur les cartes météorologiques par le symbole front froid ;

37 — en 4, perturbation en fin de vie. L'air chaud est de plus en plus rejeté en altitude, le secteur chaud se réduit, l'occlusion s'allonge. Parallèlement, l'ensemble s'éloigne du centre de la dépression.

43 La figure 1.1.6.4.H représente, en perspective, la masse d'air chaud du système perturbé à maturité. La masse d'air chaud quitte le sol au niveau du « point triple » (jonction front froid, front chaud et occlusion). Pris dans le mouvement tourbillonnaire du vent qui tourne autour de la dépression, la masse d'air chaud s'enroule en spirale autour du centre de la dépression.

49 Dans son mouvement ascendant, la masse d'air chaud va voir sa pression diminuer rapidement, ce qui va provoquer son refroidissement en masse. En se refroidissant, la vapeur d'eau se condense et il y a formation de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace. Ce sont les nuages.

55 À l'avant de la perturbation, on rencontre la tête, formée de nuages élevés ; viennent ensuite le corps généralement pluvieux, situé près de la trace au sol des fronts chaud et froid, puis la traîne qui suit le front froid, et dans laquelle alternent les averses et les éclaircies.



1.1.6.4.H. — Perspective d'un système perturbé complet.

61 Les premiers nuages à arriver avec le front chaud sont aussi les plus élevés. Ce sont les cirrus et cirrocumulus (bien entendu, quand nous parlons d'air chaud ou d'air froid, tout ceci est relatif. Par exemple, à l'altitude des cirrus, 6 000 m, l'air chaud est à – 40 °C). Puis les nuages forment un voile continu (cirrostratus), qui s'épaissit et dont la base s'abaisse (altostratus). À partir de là, les précipitations sont possibles. Ce peut être de la bruine ou de la pluie, ou encore de la neige si la température des basses couches est négative. Dans tous les cas, la précipitation a un caractère régulier. Elle ne se produit pas sous forme d'averse. Si le nuage s'épaissit encore, ce sera du nimbostratus.

67 Dans la partie Sud du secteur chaud, les précipitations sont moins fortes et la couche nuageuse moins épaisse. En général à l'avant du front chaud, les vents sont de secteur Sud et la pression est en baisse. Dans le secteur chaud, les vents sont de Sud à SW et la pression varie peu.

73 À l'arrivée du front froid, la pression baisse, les précipitations se renforcent. Puis, quand il est passé, la couche de nuages, précédemment uniforme (altostratus, nimbostratus) se morcelle, les nuages deviennent cumuliformes (cumulus, cumulonimbus), des éclaircies apparaissent. Les précipitations éventuelles tombent sous forme d'averses (pluie, neige ou grêle). Le vent subit une rotation rapide et marquée vers la droite (du SW à l'Ouest, ou de l'Ouest au NW). Il devient irrégulier et souffle en rafales. C'est le temps à grains.

79 Au bout d'un certain temps, le front froid rejoint le front chaud formant ainsi l'occlusion. Peu à peu, l'air chaud étant complètement rejeté en altitude, l'équilibre se rétablit dans les basses couches.

01 **1.1.6.4.5. Vitesse de déplacement d'une perturbation.**

07 Une perturbation se déplace à peu près dans la direction des isobares du secteur chaud. Sa vitesse est très variable. Elle peut être stationnaire ou quasi-stationnaire (vitesse de déplacement inférieure à 5 nœuds) ou très rapide (50 à 60 nœuds) lorsqu'elle est associée à une violente tempête. Une perturbation et la dépression associée peuvent alors traverser l'Atlantique, de Terre-Neuve à Brest, en moins de 2 jours. Mais en général, la vitesse des perturbations est comprise entre 10 et 30 nœuds. En l'absence d'information supplémentaire, on peut estimer que la vitesse de la perturbation est voisine de la vitesse du vent dans le secteur chaud.

01 **1.1.6.5. Dépressions et tempêtes.**

07 Si de nombreuses dépressions se forment aux latitudes tempérées et évoluent comme décrit ci-dessus, toutes ne dégénèrent pas en tempête. La plupart d'entre elles engendreront des vents de force 7 maximum, tout au plus force 8 dans la partie Nord du front chaud et au passage du front froid.

13 Pour que le vent atteigne la tempête (force 10 Beaufort), il faut des conditions favorables sur toute la hauteur de la troposphère, notamment la présence d'un courant-jet virulent.

19 Parmi ces phénomènes, les plus à craindre sont évidemment les tempêtes qui se creusent soudainement à proximité de la côte et font des ravages avant même que les services météorologiques aient pu signaler le danger. Ce genre de tempête est heureusement rare, mais non exceptionnel. Parmi celles qui ont marqué les mémoires, ces trente dernières années, il faut citer celle du 6 juillet 1969 qui, pour avoir soufflé en plein été, fut la plus meurtrière parmi la plaisance française (treize morts) ; celle d'août 1979 qui dévasta la flotte des concurrents du Fastnet. Celle du 7 juin 1987, où le creusement soudain d'une petite dépression au Sud-Ouest de la Bretagne entraîna une violente ligne de grains sur la côte landaise. Celle de la nuit du 15 au 16 octobre 1987, où une petite dépression très creuse (950 hPa), circulant à 60 nœuds dans un flux perturbé très actif, passa sur le Cap Finisterre (Espagne) puis sur la Bretagne, causant de très importants dégâts. Enfin parmi les tempêtes d'hiver, celles du 3 février 1990 et surtout celles des 26 et 27 décembre 1999 ont marqué les esprits car, formées près de nos côtes, elles ont traversé la France en causant des dégâts considérables loin à l'intérieur des terres.

25 La rapidité avec laquelle se manifestent de telles tempêtes rend évidemment leur prévision difficile. Elles se déplacent trop vite pour que la houle puisse les précéder. L'état du ciel fait certes imaginer que du mauvais temps arrive, mais il ne permet pas d'en soupçonner l'intensité. Seules, en définitive, les indications du baromètre peuvent annoncer leur approche, au moins quelques heures à l'avance.

31 On peut en effet penser qu'il va se passer quelque chose de grave lorsqu'on fait une ou plusieurs des constatations suivantes :

37 — le baromètre descend rapidement, la tendance étant supérieure à 5 hPa en trois heures ;

43 — la pression qu'il indique se rapproche (ou devient inférieure) beaucoup plus tôt que prévu de la valeur du centre de la dépression annoncée par le dernier bulletin. Cela signifie, ou bien que la dépression a accéléré, ou bien qu'elle s'est creusée, ou les deux à la fois ;

49 — la pression baisse alors que le vent demeure obstinément orienté au SE (en hémisphère Nord), ce qui signifie que le centre de la dépression est encore loin et que la pression y est très basse.

55 On voit ici combien il est important d'avoir un baromètre étalonné, car c'est essentiellement par la comparaison entre la pression annoncée et celle que l'on constate que l'on peut être alerté. On voit aussi qu'il est nécessaire d'avoir noté la position du centre de la dépression, ainsi que sa direction et sa vitesse prévue.

61 Il importe de ne pas se laisser abuser par l'accalmie qui survient en général lorsqu'on se trouve près du centre de la dépression. Au cours de la tempête du 6 juillet 1969, sur la trajectoire de ce centre, on a constaté que le vent passait en quelques instants du calme à la force 12. De même, lors de la tempête d'octobre 1987, vers 18h, le vent était nul sur Brest. À 19h, il a commencé à se lever pour atteindre 150 à 200 km/h en rafale vers 1 h du matin, dans la nuit du 15 au 16. On notera que, de façon générale, c'est dans la moitié Sud de la dépression que le vent est le plus violent et le plus destructeur et que le front froid d'une perturbation est plus redoutable que son front chaud.

01 **1.1.7. PHÉNOMÈNES PARTICULIERS.**

07 Le présent paragraphe présente à la fois des phénomènes atmosphériques violents, intéressant la navigation, tous liés à la présence d'un cumulonimbus (grain, orage, trombe) et une sélection de phénomènes optiques couramment observés en mer.

01 **1.1.7.1. Grains et lignes de grains.**

07 Les grains sont caractérisés par une augmentation brusque et de courte durée de la vitesse du vent, généralement accompagnée d'une saute de direction. Au passage d'un grain, le baromètre accuse un mouvement de baisse, puis de hausse (*crochet de grain*), la température baisse et l'humidité relative augmente.

13 Le grain est dû au passage d'un nuage de type cumulonimbus. Ils se produisent dans les masses d'air instables, typiquement dans l'air froid, après le passage d'un front froid.

19 On observe fréquemment, s'étendant en longueur à l'avant du grain, un nuage caractéristique en forme de rouleau correspondant au tourbillon à axe horizontal mentionné plus loin au sujet des orages (nuage de type « arcus »).

25 On appelle « grain blanc » un coup de vent sans aucun nuage ni précipitation, avec seulement quelques nuées blanches se déplaçant rapidement. Il se produit souvent près des côtes de l'Afrique du Nord, lorsque l'air est très sec.

31 Souvent, les grains ont tendance à s'organiser en ligne, appelée ligne de grains, bien visible sur les images satellite. La ligne de grain s'apparente à un front froid secondaire. Elle s'étend sur une longueur pouvant atteindre 800 à 1 000 km. ; elle suit (plus rarement elle précède) le front froid principal. Dans les régions tempérées, les lignes de grains étant généralement liées à des fronts froids actifs, elles se déplacent rapidement, de 20 à 50 nœuds (voir § 1.1.6.4.5). Dans les régions tropicales, leur vitesse de déplacement est généralement inférieure à 20 nœuds ; elles peuvent être stationnaires.

37 Toujours dans l'air froid après le passage d'une perturbation synoptique, les grains peuvent s'organiser en forme de virgule (*comma cloud*). Lorsque la dynamique d'altitude est suffisamment forte et persistante, ces amas nuageux en virgule, bien reconnaissables sur les images satellite, peuvent donner naissance à une dépression

01 **1.1.7.2. Orages.**

07 Dans les masses d'air très instables, humides dans les basses couches et présentant une certaine répartition verticale des vents, les grains sont orageux (présence d'éclairs et de tonnerre). Généralement, l'instabilité n'est pas suffisante pour que les cumulonimbus se forment spontanément à tout moment et en tout lieu. Il faut une impulsion initiale supplémentaire pour que l'air s'élève et forme un nuage. Plusieurs causes possibles sont à l'origine de cette impulsion initiale.

13 — L'**ensoleillement**. L'air au contact du sol s'échauffe, devient plus léger et s'élève. Les orages déclenchés par l'ensoleillement sont parfois appelés « orages de chaleur » ; ils se forment en fin d'après-midi et le soir. Sur mer, bien que la température de surface varie peu en cours de journée, ce type d'orage existe aussi. Il se forme en fin de nuit ou aux premières heures de la matinée car les couches élevées de l'atmosphère se refroidissent beaucoup plus rapidement pendant la nuit que la surface des océans.

19 — Le **relief**. Sous l'effet du vent, l'air s'élève le long des pentes, ce qui donne l'impulsion initiale. Les orages formés sur le relief ont une vie propre de quelques heures. Sous l'effet des vents d'altitude, les orages peuvent alors déborder en mer. Ce type d'orage est fréquent sur la côte méditerranéenne bordée de reliefs.

25 — Les **fronts**. Les fronts provoquent une convergence des vents dans les basses couches qui va donner l'impulsion nécessaire à la formation des cumulonimbus. Ces derniers sont alors alignés à l'avant du front et progressent avec lui. Les orages dits « frontaux » peuvent se former n'importe où, sur terre comme loin au large.

31 Globalement, les orages sont plus fréquents à proximité du relief et en fin d'après-midi. Ils sont plus rares en mer que sur terre, notamment au printemps où l'eau est encore froide.

01 **1.1.7.2.1. Formation et dissipation d'un orage.**

07 Dans le cas le plus simple — mais pas le plus fréquent car il est nécessaire que le vent soit à peu près constant sur toute la hauteur —, le cumulonimbus est formé d'une seule cellule convective (cellule convective : ensemble formé d'un courant ascendant et d'un courant descendant).

13 La durée de vie d'une cellule convective orageuse isolée est de l'ordre de 20 à 30 minutes. Le cycle peut être schématisé en cinq phases A à E. On trouvera la signification des termes tels que cumulus congestus ou cumulonimbus calvus dans les codes C_L, C_M et C_H du message SHIP (tableaux du § 4.1.3.1.9).

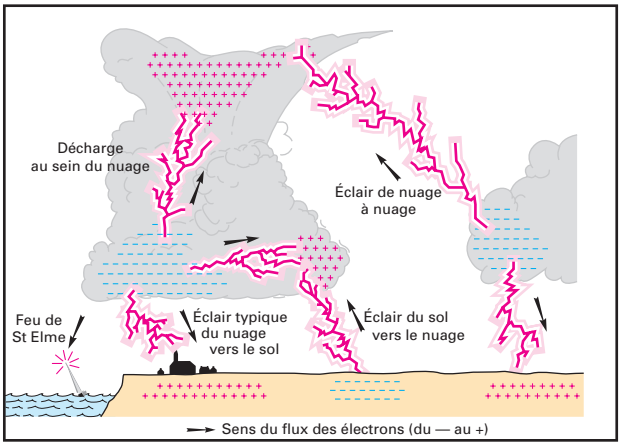
19 **A. Phase de déclenchement**. Tout débute par un courant ascendant. Celui-ci naît de l'effet du relief sur le vent, d'une bulle d'air plus chaude que son environnement due à un échauffement différent selon la nature du sol ou, tout simplement, (seule cause possible en mer) de la turbulence dans la masse d'air.

25 L'ascendance provoque le refroidissement de l'air et, à partir d'une certaine altitude fonction de la température et de l'humidité, la vapeur d'eau se condense. C'est la base du nuage.

31 Le dégagement de chaleur dû à la condensation augmente la flottabilité au sein du courant ascendant et renforce celui-ci dans le nuage en formation. Suite aux processus microphysiques internes, des précipitations commencent à se former dans le nuage. Une séparation des charges électriques s'effectue en créant un dipôle constitué d'une charge négative à la base du nuage et d'une charge positive sous le sommet (5 à 7 km). Au sol des charges positives s'accumulent. Le champ électrique augmente, notamment à proximité des pointes. À l'issue de cette phase, le nuage est au stade de cumulus congestus.

37 **B. Phase d'intensification**. Les courants ascendants s'intensifient. Les précipitations au sein du nuage deviennent significatives. C'est le début de la phase active de l'orage avec l'apparition du premier éclair intra-nuage. Le sommet du nuage a atteint une altitude où la température est inférieure à – 20 °C. Les gouttelettes d'eau deviennent particules de glace. Le sommet du nuage présente des contours moins nets. De cumulus congestus, il passe au stade de cumulonimbus calvus.

43 **C. Phase de maturité**. L'activité électrique intra-nuage est maximale (fig. 1.1.7.2.1). Des éclairs nuage-sol commencent à se déclencher, induisant de très fortes variations du champ électrique au sol.



1.1.7.2.1. — Phénomènes électriques accompagnant les orages.

49 La condensation a donné naissance à des gouttes de pluie, grêlons ou flocons de neige, suffisamment gros pour que leur vitesse de chute soit supérieure à celle du courant ascendant qui peut dépasser 15 m/s. Des précipitations atteignent le sol sous forme d'averse de pluie, de neige ou de grêle.

55 Le nuage est au stade de cumulonimbus calvus ou de cumulonimbus capillatus (les cirrus formant la tête du nuage s'étalent sous la tropopause, donnant au nuage, vu de loin, l'aspect caractéristique d'une enclume. Cet étalement de la tête vient de ce que la structure thermique de l'atmosphère, à cette altitude, bloque tout mouvement vertical, comme un couvercle).

61 **D. Phase d'effondrement**. L'activité électrique intra-nuage faiblit, mais l'activité nuage-sol (coups de foudre) est maximale. Des coups de foudre peuvent avoir lieu sous le nuage, mais aussi à l'avant de celui-ci, entre la tête du nuage et le sol. Il a été rapporté un cas de foudroiement d'un navire alors que celui-ci se trouvait à 3 milles nautiques du corps du cumulonimbus, distance mesurée à l'aide du radar de bord.

67 Au cours de leur chute, lorsqu'elles sortent du nuage, les précipitations se trouvent en atmosphère non saturée en humidité. Une partie des gouttes d'eau, grêlons et flocons, s'évapore, refroidissant l'air environnant. De même que la condensation dans le nuage a favorisé le mouvement ascendant, l'évaporation hors du nuage favorise le mouvement descendant. Ce dernier vient contrarier le mouvement ascendant qui perd de son intensité. Le courant descendant s'étale au sol générant parfois un front d'orage avec rafales et variation brutale de la pression, de la température et de l'humidité. À l'image d'un front froid de grande échelle, un front d'orage (photo 1.1.7.2.2.A) soulève l'air plus chaud devant lui. Ce soulèvement provoque parfois la formation d'un rouleau nuageux horizontal, sombre et menaçant, attaché ou non au cumulonimbus, appelé *arcus*.

Ce rouleau nuageux, que l'on voit parfois tourner sur lui-même, marque l'arrivée du front de rafale. Son passage s'accompagne de violentes rafales en provenance du cumulonimbus. Photo Météo-France/Frédéric Pluviaud.

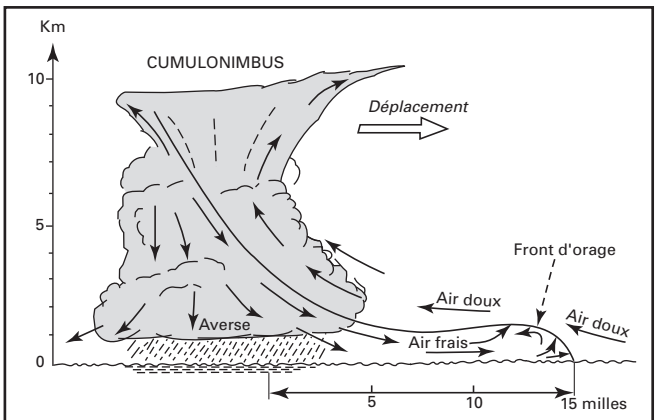
1.1.7.2.2.A. — Cumulonimbus précédé d'un rouleau de type arcus.

73 **E. Phase de dissipation**. L'activité électrique intra-nuage et nuage-sol faiblit. Le courant ascendant a disparu. Le courant descendant s'est étendu à l'ensemble du nuage en perdant de son intensité. Les précipitations deviennent modérées à faibles. Puis le nuage se désagrège. La tête donne naissance à des bancs de cirrus épais (cirrus spissatus cumulonimbogenitus) et la partie principale donne naissance à des bancs d'altocumulus et de stratocumulus.

79 Les cumulonimbus sont formés le plus souvent de plusieurs cellules convectives à différents stades de maturité. L'une se forme à l'avant alors qu'une autre disparaît à l'arrière. Le cumulonimbus progresse ainsi sans suivre obligatoirement la direction du vent moyen sur la hauteur. La durée de vie d'un cumulonimbus atteint alors plusieurs heures.

01 **1.1.7.2.2. Super-cellule convective.**

07 Quand le vent augmente sensiblement avec l'altitude, le cumulonimbus s'étire dans le sens du vent et prend la forme d'une demi-enclume (plus exactement une « bigorne »). Courants ascendants et descendants sont alors nettement séparés et peuvent cohabiter durablement. Les cellules convectives ainsi formées sont particulièrement violentes, stables et leur durée de vie peut dépasser une heure. Voir la figure 1.1.7.2.2.B et la photographie 1.1.7.2.2.A.



Courant ascendant et courant descendant sont nettement dissociés. Le courant descendant en s'étalant au sol génère de fortes rafales. Le front d'orage, en soulevant l'air chaud, peut créer un nuage de type arcus, voire même une nouvelle cellule orageuse.

1.1.7.2.2.B. — Cumulonimbus de type super-cellule et front d'orage.

01 **1.1.7.3. Trombes marines.**

07 Les trombes marines se produisent aussi bien sous les latitudes tropicales que sous les latitudes tempérées. La trombe consiste en un tourbillon de vent, souvent intense, dont la présence se manifeste par une colonne nuageuse ou un cône nuageux pointe en bas sortant de la base d'un cumulonimbus et par un « buisson » constitué par les gouttelettes d'eau soulevées de la mer (fig. 1.1.7.3.A) ou par des poussières et débris sur terre.

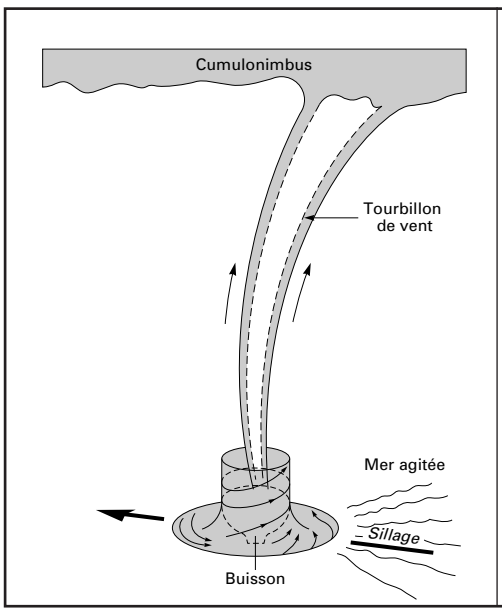
13 La figure 1.1.7.3.B représente l'évolution d'une trombe marine :

19 — en A : formation du buisson par effet de succion ;

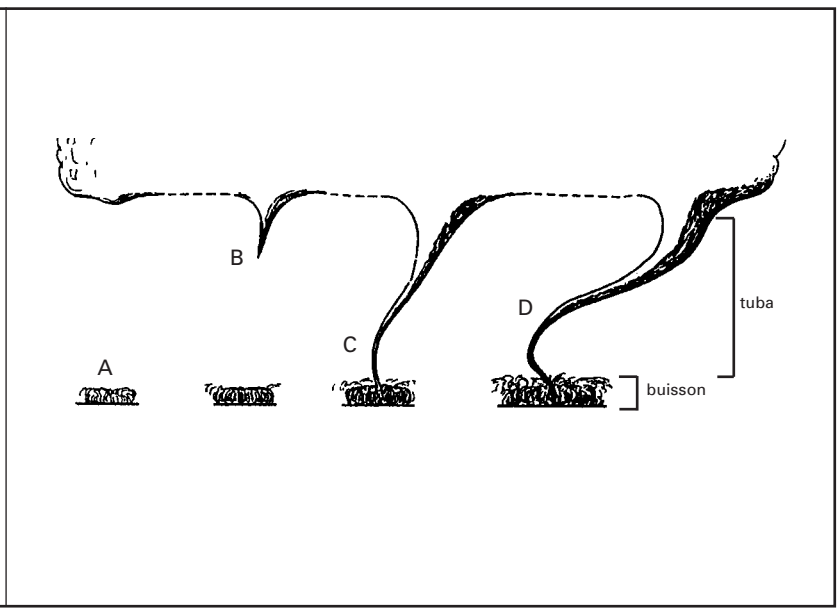
25 — en B : apparition du « tuba » à la base du cumulonimbus ;

31 — en C : le tuba rejoint le buisson. La colonne nuageuse peut être verticale, inclinée ou parfois sinueuse. Elle se déforme au cours de son trajet.

37 Dans le tourbillon, l'air est animé d'un rapide mouvement de giration, le plus souvent cyclonique, parfois anticyclonique. Le diamètre de la colonne nuageuse est généralement d'une dizaine de mètres ; il peut atteindre une centaine de mètres.



1.1.7.3.A — Trombe marine.



1.1.7.3.B. — Évolution d'une trombe marine.

43 La photographie de la figure 1.1.7.3.C montre une trombe marine devant le Cap Corse.

1.1.7.3.C. — Trombe marine au Cap Corse le 17 Octobre 1999. (Photo Manuela Guillot)

49 La durée de vie d'une trombe est de l'ordre de 5 à 10 minutes. Elle se déplace en suivant le nuage qui lui a donné naissance à une vitesse de 20 à 40 km/h, laissant derrière elle, sur mer, un « sillage ».

55 La trombe disparaît, en général, brusquement après rupture du tourbillon.

61 Leur violence est très variable, et elles ne sont dangereuses que pour les petits bâtiments.

67 Sur terre, le phénomène peut être beaucoup plus violent. Il prend alors le nom de tornade.

01 **1.1.7.4. Les phénomènes optiques de l'atmosphère.**

01 **1.1.7.4.1. — Le bleu du ciel.** Si l'atmosphère n'existait pas, les astres brilleraient dans un ciel complètement noir. Mais la lumière solaire est diffusée par les molécules atmosphériques. Cette diffusion est d'autant plus active que la longueur d'onde des radiations lumineuses est plus courte : les rayons bleus sont donc plus fortement diffusés que les rouges. C'est pourquoi le ciel apparaît bleu. C'est particulièrement vrai en altitude où l'atmosphère est raréfiée et où les particules en suspension sont peu nombreuses. En revanche, en plaine et sur mer, l'air contient des particules (poussières, vapeur d'eau, noyaux salins, etc.) qui sont notablement plus grosses que les molécules atmosphériques ; ces particules diffusent les rayons lumineux de plus grande longueur d'onde. Plus elles sont nombreuses, par exemple quand la vapeur d'eau est abondante, plus la coloration du ciel est blanche.

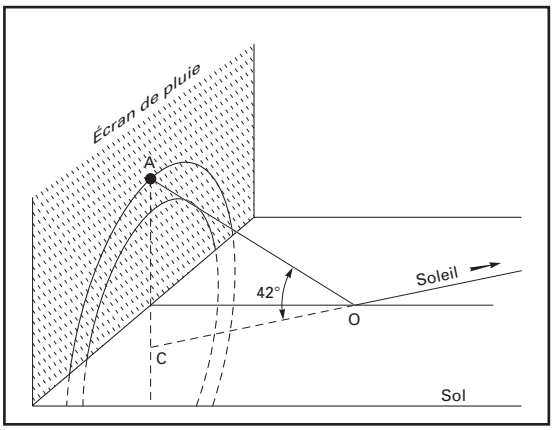
07 Quand le soleil se lève ou se couche, ses rayons traversent une couche épaisse d'atmosphère. Seul le rayonnement rouge parvient à l'observateur, le bleu étant entièrement diffusé.

01 **1.1.7.4.2. — Le rayon vert.** Par temps clair, il arrive qu'au moment du coucher du soleil, aussitôt après la disparition de l'astre, un mince segment de coloration verte, quelquefois intense, persiste pendant une ou deux secondes sur l'horizon.

07 L'explication de ce phénomène est la suivante. On sait que les radiations solaires sont diversement réfractées en traversant l'atmosphère, les rayons violets subissant la déviation maximum. Lorsque le soleil s'est abaissé au point qu'aucun rayon rouge ne parvient plus à l'observateur, les autres rayons peuvent encore atteindre celui-ci. Mais en fait, les rayons bleus et violets étant entièrement diffusés, seul le rayon vert atteint l'observateur.

13 Pour l'observer, il faut donc guetter le moment où le soleil disparaît derrière l'horizon, en évitant de se laisser éblouir. Il peut aussi s'observer juste avant le lever du soleil, à condition de savoir exactement dans quelle direction observer. L'utilisation de jumelles peut aider pour l'apercevoir.

01 **1.1.7.4.3. — L'arc-en-ciel**, qui apparaît sur un « rideau » pluvieux éclairé par le soleil (fig. 1.1.7.4.3), est dû aux réfractions et réflexions des rayons solaires dans les gouttes de pluie. Ces réfractions et réflexions sont en outre accompagnées de dispersion, c'est-à-dire que la lumière reçue par l'observateur est décomposée selon les couleurs du spectre (le rouge à l'extérieur de l'arc, le violet à l'intérieur).



1.1.7.4.3. — L'arc-en-ciel.

07 Le centre C de l'arc-en-ciel se trouve sur la ligne SO qui joint le soleil à l'observateur (celui-ci ne peut donc le voir que dans la partie du ciel opposée à l'astre). Son ouverture *(angle AOC)* est uniformément de 42° ; on ne peut donc l'observer que si la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon est inférieure à 42°.

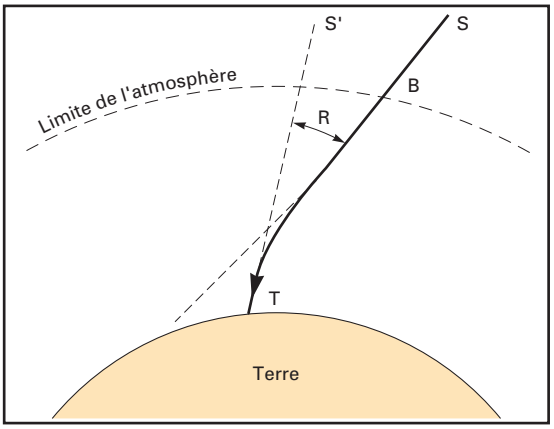
01 **1.1.7.4.4. — Les halos.** On appelle halos des cercles lumineux qui, dans certaines conditions atmosphériques, entourent le soleil ou la lune. Ils sont dus à la réfraction de la lumière solaire à travers les prismes optiques constitués par les cristaux de glace des cirrus et des cirrostratus.

07 Le plus commun est le halo de 22° d'ouverture correspondant à des cristaux de glace dont les faces font entre elles des angles de 60°. Ses couleurs sont celles de l'arc-en-ciel, mais disposées en sens inverse ; lorsqu'il est de faible intensité, sa coloration est blanche.

01 **1.1.7.4.5. — Le mirage.** D'une manière générale, la densité de l'air augmente progressivement des hautes vers les basses couches de l'atmosphère. Un rayon lumineux qui traverse celle-ci est donc peu à peu dévié vers le sol, de sorte qu'un astre S sera vu, de la terre, dans une direction TS', l'angle R définissant la **réfraction astronomique** (fig. 1.1.7.4.5.A).

07 Il en résulte que les astres apparaissent au-dessus de l'horizon avant leur lever réel, et restent visibles après leur coucher vrai. La réfraction explique aussi la déformation du soleil à l'horizon.

13 Cependant, la densité des couches d'air successives est, dans certains cas, très variable, leurs indices de réfraction changeant parfois rapidement et de façon désordonnée. Les rayons lumineux qui les traversent subissent alors des réfractions nombreuses et irrégulières, s'écartant parfois sensiblement des valeurs moyennes. D'où les faux horizons, qui peuvent causer de sérieuses erreurs dans les observations. Les cas de visibilité exceptionnelle permettent, par exemple, de distinguer le mât d'un navire à l'horizon, le scintillement des étoiles, etc.



1.1.7.4.5.A. — Réfraction astronomique.

19 Ces réfractions irrégulières, résultant en particulier de différences de température très marquées, sont également à l'origine du miroitement que l'on observe au-dessus d'un sol surchauffé, et des zones de mauvaise visibilité qui se produisent parfois dans certaines régions côtières en l'absence de toute humidité de l'air.

25 Les phénomènes de mirage proviennent également des réfractions qui se produisent à travers des couches d'air de densités différentes. Il arrive par exemple, en mer, qu'un feu encore situé au-delà de l'horizon devienne visible, ou que la coque d'un navire placé en deçà apparaisse déformée (étirée en hauteur). De telles observations ne sont pas rares aux hautes latitudes, lorsque l'air est nettement plus dense au voisinage de la surface.

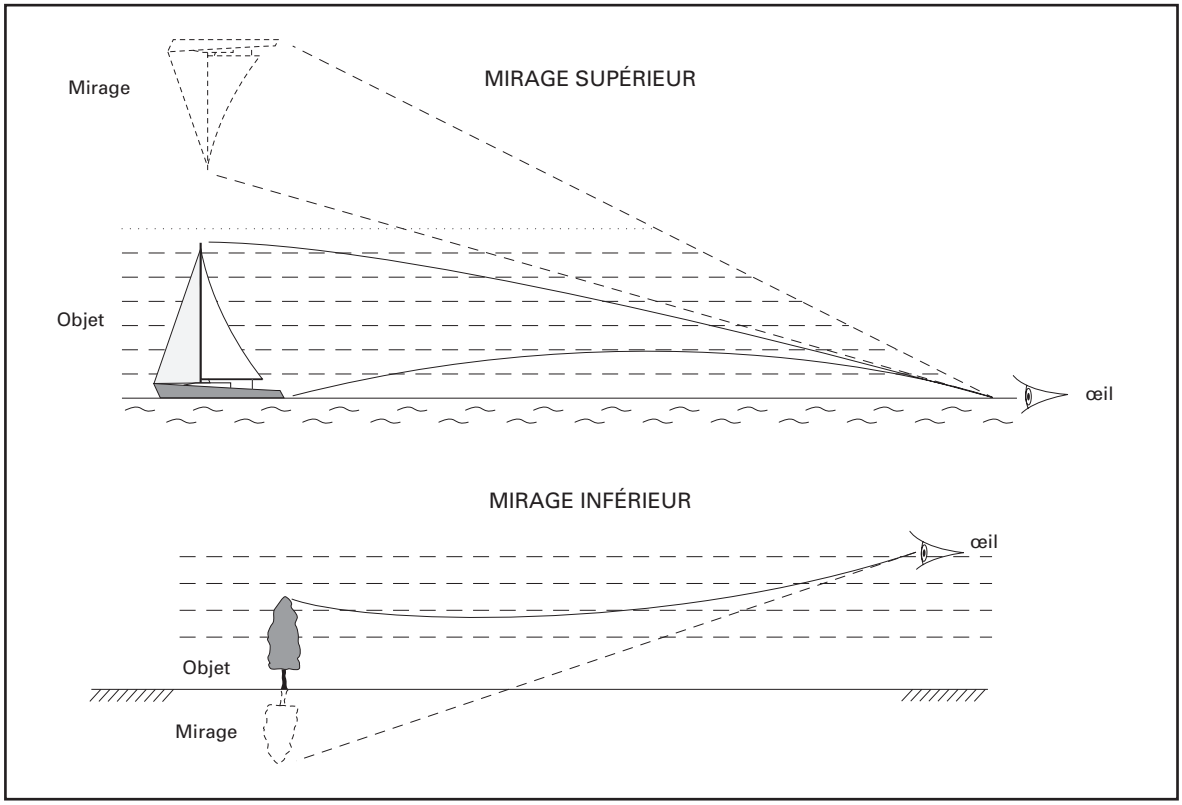
31 Le *mirage supérieur* se produit dans des conditions analogues, particulièrement en cas d'inversion de température prononcée au-dessus d'une région relativement froide. L'image renversée d'un navire peut, dans ces conditions, apparaître au-dessus de celui-ci (fig. 1.1.7.4.5.B) ; il arrive même parfois qu'une deuxième image (droite, cette fois) soit visible au-dessus de la première.

37 Le *mirage inférieur*, très rare en mer, est au contraire fréquent au-dessus des régions terrestres surchauffées, des zones désertiques en particulier. En ce cas, les rayons lumineux traversant, au voisinage immédiat du sol une couche d'air raréfié, sont réfractés en sens inverse, et l'on peut apercevoir l'image renversée d'un objet éloigné, quelquefois hors de vue (fig. 1.1.7.4.5.B) ; c'est ainsi que l'image renversée du ciel peut donner, dans le désert, l'illusion d'une nappe d'eau.

43 On appelle **fata morgana** une forme compliquée du mirage, combinant toutes les précédentes, et provenant de l'existence de plusieurs couches d'air ayant des indices de réfraction différents. Les images, déformées en tous sens et se transformant incessamment, ont alors une apparence fantastique. Ce phénomène a quelquefois été observé dans le Détroit de Messine ; il est plus fréquent aux hautes latitudes, sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique.

49 Notons que la variation de densité des basses couches de l'atmosphère influe de même sur la propagation des ondes radio. Ondes longues et ondes moyennes voient ainsi leur portée augmentée la nuit, le refroidissement en surface provoquant une courbure de l'onde qui épouse celle de la terre.

55 On observe également des cas de propagation exceptionnelle des ondes métriques (VHF) lors des inversions de température dans les basses couches de l'atmosphère, généralement par temps anticyclonique.

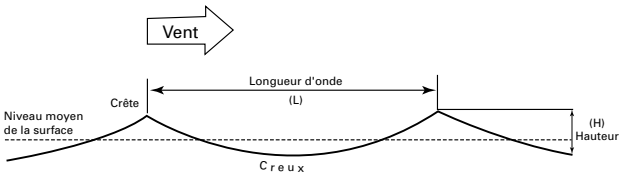


1.1.7.4.5.B. — Mirages (supérieur et inférieur).

01 **1.1.8. EFFETS DU VENT ET DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA MER.**

01 **1.1.8.1. Vagues, mer du vent et houle.**

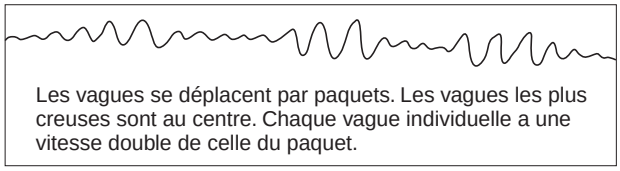
01 **1.1.8.1.1. Les vagues.** — En soufflant sur la mer, le vent crée des ondes de forme plus ou moins sinusoïdale : les vagues. Les vagues sont caractérisées par différents paramètres :
06 — la hauteur H = distance verticale entre un creux et une crête successifs ;
11 — la longueur d'onde L = distance horizontale entre deux creux (ou crêtes) successifs (fig. 1.1.8.1.1.A) ;



1.1.8.1.1.A. — Système de vagues.

16 — la période T = intervalle de temps entre le passage de deux creux (ou crêtes) successifs au même endroit ;
21 — la célérité C (ou vitesse de phase) = distance parcourue par une vague par unité de temps. Comme pour tous les phénomènes ondulatoires, on a la relation : L = C.T.
26 On définit également la cambrure. C'est le rapport H/L.

31 VITESSE DE GROUPE ET VITESSE DE PHASE. — La vitesse de propagation (ou célérité) d'une vague isolée est appelée **vitesse de phase** et peut être calculée par la formule suivante :
36 C = 1.5 T avec
41 C : vitesse d'une vague isolée en m/s
46 T : période de la vague en secondes.
51 Nota : C = 3 T si C en nœuds.

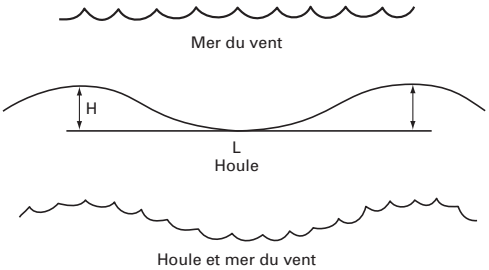


1.1.8.1.1.B. — Déplacement des vagues par paquets.

56 La vague observée n'est pas isolée. Elle appartient à un ensemble de vagues (paquet) de période voisine (fig. 1.1.8.1.1.B). On démontre que l'ensemble se propage à la vitesse V appelée **vitesse de groupe**. On a les relations suivantes :
61 V = C/2 soit V= 0,75.T
66 V : vitesse de groupe en m/s et T : période en secondes.
71 La crête d'une vague se déplace donc deux fois plus vite que le groupe (ou le paquet) auquel elle appartient. En fait les vagues se forment à l'arrière du paquet, s'amplifient en remontant le paquet, passent par une hauteur maximale puis disparaissent en atteignant la limite avant du paquet. Les vagues les plus creuses sont au centre du paquet.
76 Pour calculer l'heure d'arrivée d'une houle à la côte, on utilise toujours la vitesse de groupe des vagues. Le tableau 1.1.8.1.1.C donne quelques valeurs de la longueur d'onde, de la célérité, et de la vitesse de groupe en fonction de la période.
81 On parle de vagues courtes lorsque L est compris entre 0 et 100 m, de vagues moyennes pour L compris entre 100 et 200 m et de vagues longues lorsque L est supérieur à 200 m.

86 INFLUENCE DE LA PROFONDEUR. — Les formules C = 1,5 T et V = 0,75 T sont valables en eau profonde, lorsque le fond n'a aucune influence sur la vague. Par contre lorsqu'un système de vagues passe sur des fonds de profondeur inférieure à la moitié de leur longueur d'onde au large, la vitesse de phase diminue, la longueur d'onde diminue, la cambrure augmente. Seule la période reste constante. Outre l'augmentation de la cambrure, qui peut conduire au déferlement, le système subit des modifications en direction (réfraction, diffraction ou réflexion).

01 **1.1.8.1.2. Mer du vent et houle**. — La mer du vent désigne le ou les systèmes de vagues qui se forment sur place, sous l'action du vent actuel. Par opposition, la houle désigne des trains de vagues formées ailleurs et qui se sont propagées hors de l'aire génératrice. Voir la figure 1.1.8.1.2.A.

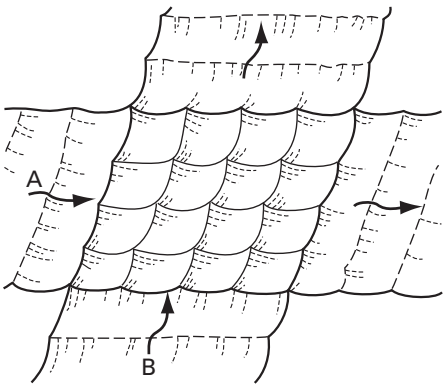


1.1.8.1.2.A. — Houle et mer du vent.

07 Le vent n'a pas, en un point donné, une direction et une force rigoureusement constantes. Il y a des fluctuations plus ou moins importantes. En conséquence, la mer du vent qu'il forme présente aussi un aspect turbulent. Il y aura des trains de vagues de période et de hauteur différentes. C'est l'aspect classique de la mer du vent « hachée et turbulente » correspondant à l'énergie cédée à la mer par le vent local.
13 La houle, elle, a un aspect plus ordonné, plus régulier. Du fait que les vagues se propagent à des vitesses différentes selon leur période, les vagues qui quittent l'aire génératrice vont s'ordonner : en tête les vagues les plus rapides, soit les vagues les plus longues. En outre, les vagues les plus courtes possèdent moins d'énergie ; hors de l'aire génératrice, elles s'amortissent très vite et disparaissent. Seules les houles les plus longues, formées, par exemple lors d'une tempête au large des côtes du Labrador (15 à 20 s de période, 400 à 600 m de longueur d'onde) sont capables de traverser l'Atlantique Nord à 20 ou 30 nœuds et venir déferler 3 à 5 jours plus tard sur les côtes du Maroc.
19 Mer du vent locale et houles d'origines lointaines peuvent se superposer. Lorsque des trains de vagues se croisent sous des angles variés, il se forme des vagues pyramidales, très instables, conférant à la mer un aspect chaotique et présentant un danger certain pour la navigation (fig. 1.1.8.1.2.B).

Période (T en s)	Longueur d'onde (L en m)	Vitesse de phase (C en m/s)	Vitesse de groupe (V en m/s)
2	6	3	1,5
6	54	9	4,5
10	150	15	7,5
20	600	30	15

1.1.8.1.1.C. — Valeurs de L, C et V en fonction de la période des vagues.



1.1.8.1.2.B. — Croisement de deux houles.

01 **1.1.8.1.3. Hauteur des vagues**.

07 L'examen d'un enregistrement de houle montre clairement qu'en quelques minutes se succèdent des périodes agitées et des périodes plus calmes, des séries de vagues très creuses et d'autres beaucoup moins. Si à partir d'un enregistrement d'une durée de 20 minutes, qui comprendra de 100 à 300 vagues selon leur période, on classe les vagues de la plus haute à la plus petite, on peut définir la hauteur maximale de l'échantillon (Hmax), la hauteur moyenne du dixième des vagues les plus hautes (H_1), la hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes (H_{13})...

13 La hauteur retenue pour caractériser l'état de la mer est H1/3. C'est la **hauteur significative**.

19 Statistiquement, les différentes hauteurs sont reliées par des coefficients :
H (hauteur la plus fréquente) = $0{,}5.H_{1/3}$
H_1 (hauteur moyenne) = $0{,}63.H_{1/3}$
$H_{1/3}$ (hauteur significative)
$H_{1/10} = 1{,}25.H_{1/3}$
$H_{1/1000} = 1{,}9.H_{1/3}$

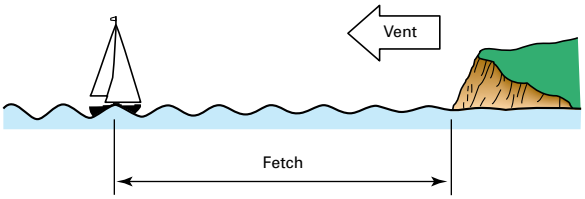
25 On trouvera au paragraphe 5.1.2.1 les planisphères d'état de la mer ($H_{1/3}$) pour les mois de février et d'août.

31 La hauteur des vagues dépend de trois facteurs :

37 — la force du vent ;

43 — la durée de son action ;

49 — le fetch, c'est-à-dire la distance sur laquelle le vent exerce son action sans rencontrer d'obstacle ou sans changer lui-même de direction (fig. 1.1.8.1.3).



1.1.8.1.3. — Fetch.

55 Ainsi, même par vent fort, la mer peut ne pas être formée si le vent vient de se lever ou si le navire se trouve à l'abri des côtes (fetch réduit). En revanche, lorsque ni la durée d'action du vent, ni le fetch, ne limitent le développement des vagues, l'état de la mer atteint un état stationnaire fonction uniquement de la vitesse du vent, appelé « mer pleinement levée ».

61 À noter que dans le quadrant arrière droit d'une dépression de l'hémisphère Nord (quadrant arrière gauche dans l'hémisphère Sud), le vent a sensiblement la même direction que les vagues qu'il génère. Il accompagne donc celles-ci qui prennent alors toute leur ampleur (à la différence des autres secteurs de la dépression où les vagues « sortent » rapidement de la dépression). De plus, lorsque la dépression se déplace à la même vitesse que les vagues qu'elle génère, les vagues atteignent leur hauteur maximale.

67 On trouvera au paragraphe 1.4.2 une documentation relative à la mer et à la houle : termes descriptifs, graphiques de prévision de l'état de la mer (abaques indiquant la hauteur et la longueur des vagues en fonction de la vitesse du vent, de sa durée d'action et du fetch),, photographies des différents états de la mer.

73 **Vagues anormales.** Des vagues d'une hauteur totalement inattendue par rapport aux conditions de mer de l'instant se produisent parfois au large, en dehors de tout haut-fond. Ces vagues de hauteur anormale sont dénommées « vagues scélérates », « lames sourdes », « lames de fond » ou « montagnes d'eau » en français, *rogue waves* ou *freak waves* en anglais. Il n'a pour l'instant pas été possible de déterminer si ces vagues scélérates sont simplement les extrêmes normaux de l'ensemble des vagues « communes » ($H_{1/1000}$), ou des représentants d'une « race » de vagues différente.

79 Il semble bien que de telles vagues puissent être observées à peu près partout avec toutefois une prédilection pour les zones où la houle s'oppose à un courant dominant (courant des Aiguilles à l'Est de l'Afrique du Sud, Gulf Stream à l'approche des bancs de Terre-Neuve…) et les zones où les fonds remontent rapidement (Cap Horn, Golfe de Gascogne…). Ces vagues sont à l'origine de graves événements de mer : par exemple, en 1973, le « Natal Mercury » a été cassé en deux par une *freak wave* au large de l'Afrique du Sud.

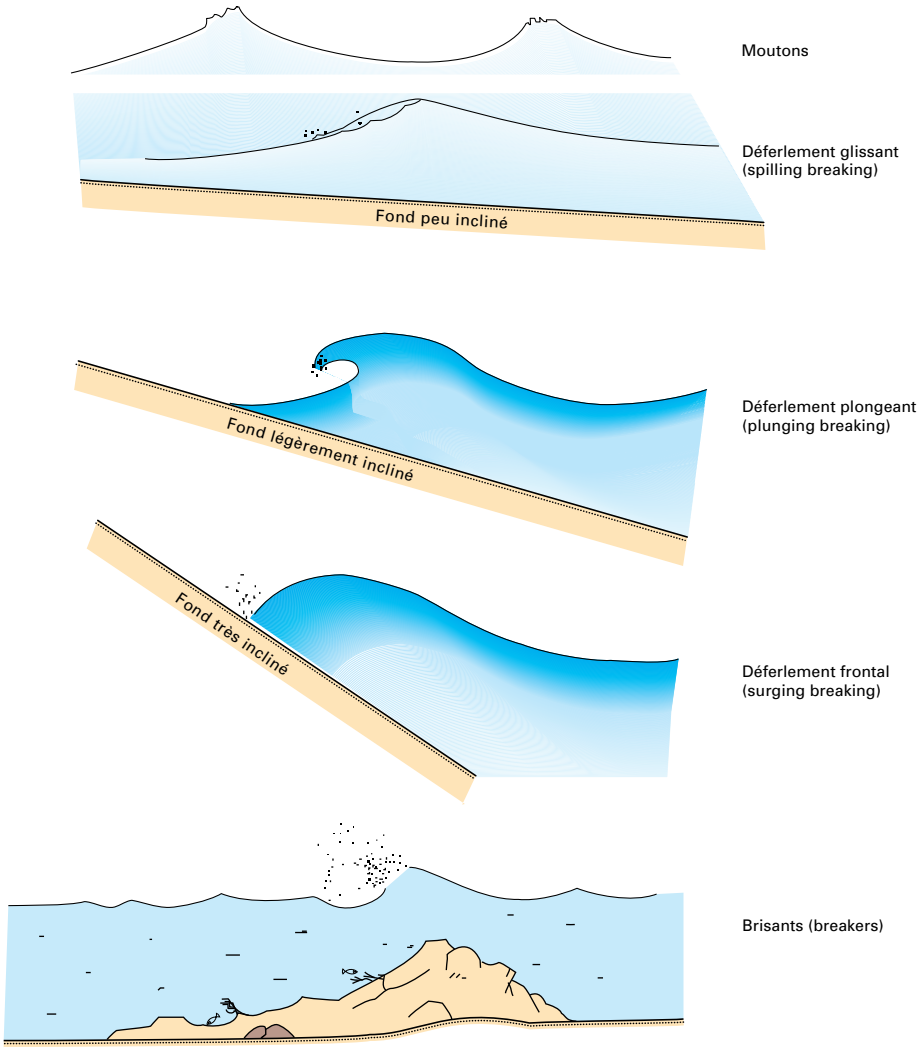
01 **1.1.8.1.4. Influence des courants sur l'état de la mer.** — Lorsque la direction des vagues s'oppose à celle du courant (« mer contre courant ») la longueur et la célérité des vagues diminuent mais leur hauteur augmente. Il en résulte une mer plus hachée et plus dure. Inversement lorsque les trains de vagues vont dans le même sens que le courant, les lames voient leur longueur et leur célérité augmenter mais elles perdent de la hauteur.

01 **1.1.8.1.5. Déferlement des vagues** (fig. 1.1.8.1.5).

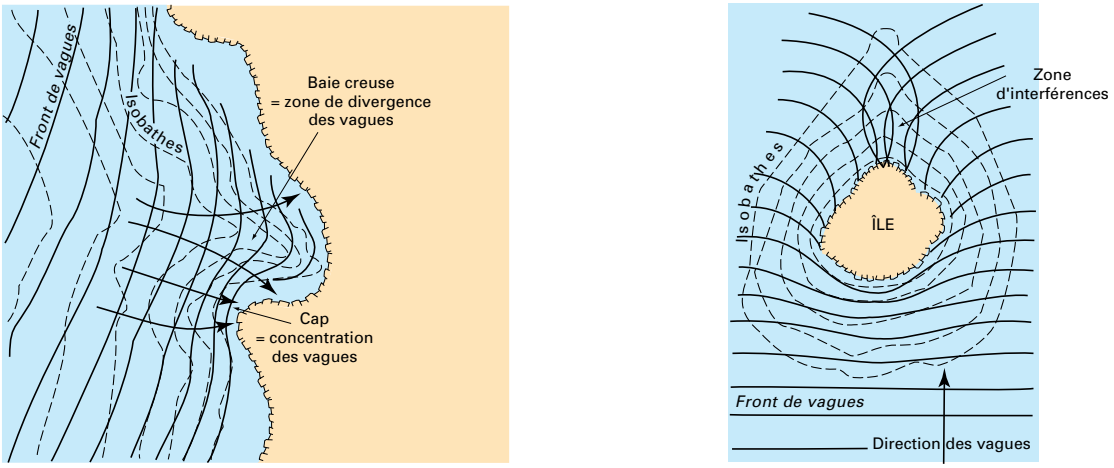
07 En eau profonde, lorsque le vent est compris entre 5 et 8 m/s (force 4 Beaufort), la hauteur des vagues augmente plus rapidement que leur longueur d'onde. La cambrure augmente et peut atteindre la valeur limite de 0,14 (soit 1/7) au delà de laquelle il y a déferlement : des moutons apparaissent particulièrement aux ventres des paquets de vagues. Lorsque le vent dépasse 8 m/s (force 5 Beaufort et plus), la longueur d'onde des vagues augmente plus vite que la hauteur. Il se forme des rouleaux qui s'allongent, se superposant à des vagues plus courtes déferlantes.

13 Des moutons peuvent aussi se produire lors d'une opposition « mer contre courant » (§ 1.1.8.1.4). Dans les eaux côtières peu profondes ou sur les bancs au large, lorsque les vagues sont freinées par le fond, leur hauteur augmente et elles se brisent ou déferlent. Sur un fond de faible pente, la vague s'écroule en glissant sur sa face avant : c'est le déferlement glissant (*spilling*). Si le fond est plus incliné, la crête des vagues bascule en formant des rouleaux ; ce déferlement plongeant (*plunging*) est souvent appelés **barre**. Enfin sur un fond très incliné, l'écume apparaît à mi-hauteur de chaque vague qui bientôt bouillonne : c'est le déferlement frontal ou déferlement à gonflement (*surging*).

19 Sur des hauts-fonds isolés, les vagues déferlent en formant des **brisants**.



1.1.8.1.5. — Vagues déferlantes.



(a) Réfraction des vagues sur un cap et une baie.

(b) Réfraction des vagues autour d'une île.

1.1.8.1.6.A. — Exemples de réfraction.

01 **1.1.8.1.6. Réfraction, diffraction et réflexion.**

07 **Réfraction** (fig. 1.1.8.1.6.A). Lorsqu'une houle régulière aborde une remontée des fonds, le front de vague ralentit différemment selon la profondeur, ce qui conduit à une rotation du front de vague. C'est la réfraction. Elle a des conséquences diverses :

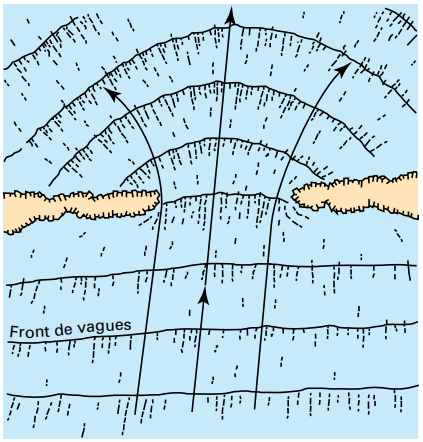
13 — Lorsqu'une houle aborde obliquement une côte basse, elle tend à devenir parallèle à la plage.

19 — Le ralentissement à l'approche d'un cap ou d'une crête sous-marine conduit d'une part à une augmentation de la cambrure des vagues et d'autre part à une convergence des fronts de vagues vers les petits fonds. Inversement, dans une baie ou au-dessus d'une vallée sous-marine, les vagues se dispersent et leur cambrure diminue.

25 — La rotation du front de vague autour des fonds les plus faibles peut conduire les vagues à contourner une jetée

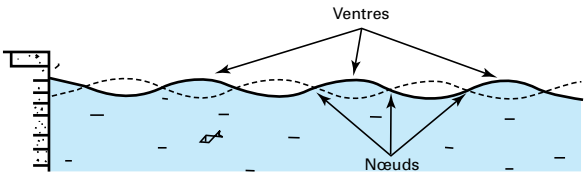
31 — À l'arrière d'une île, les fronts de vagues déviés par réfraction peuvent créer une zone d'interférences avec vagues croisées.

37 **Diffraction** (fig. 1.1.8.1.6.B). La diffraction se produit lorsque les vagues se propagent à travers un obstacle, par exemple à travers une ouverture dans une digue. Au-delà de la passe, les vagues diminuent progressivement.



1.1.8.1.6.B. — Diffraction dans une passe.

43 **Réflexion ou ressac** (fig. 1.1.8.1.6.C). Sur une paroi verticale ou presque verticale, les vagues se réfléchissent et on voit alors se former un réseau d'ondes stationnaires avec un ressac pouvant être très dur.



1.1.8.1.6.C. — Réflexion sur une jetée.

01 **1.1.8.1.7. Effets des vagues sur un navire.**

07 L'agitation réelle de la mer a des effets très différents sur les navires suivant la taille du bâtiment, la longueur des vagues, leur hauteur, l'angle entre la route du navire et la direction de propagation des vagues. Une embarcation souffrira surtout de la mer du vent, alors qu'un grand bâtiment réagira plus à une houle longue, même de hauteur modeste.

13 Le **roulis** est maximal pour une mer ou une houle de travers.

19 L'**instabilité de route** est maximale pour une mer ou une houle de l'arrière. Le **cavalement** se produit par forte mer de l'arrière, lorsque la vague soulève l'arrière, donnant une assiette négative au navire qui est ainsi accéléré. La vague dépasse le bateau et, arrivant à l'avant, freine considérablement le navire. Dans certains cas extrêmes il peut même se produire que le bateau « engage », c'est-à-dire que son étrave pique dans le creux de la lame alors que son arrière est soulevé par la lame suivante : le bateau peut alors tomber en travers et chavirer.

25 Le **tangage** est maximal pour une houle ou une mer de l'avant. Il est amplifié si le rapport de la longueur d'onde de la houle à la longueur du navire est voisin de 0,7. Par contre si ce rapport est compris entre 1 et 1,5 peut se produire par mer de l'avant le **pilonnement :** le navire entrant en résonance, l'étrave plonge, remonte, et ainsi de suite rapidement.

31 Chaque navire réagira donc à sa façon suivant les états de la mer, d'où des conséquences sur sa vitesse.

37 Voir au paragraphe 5.1.2.1 les planisphères d'état de la mer ($H_{1/3}$) pour les mois de février et d'août.

01 **1.1.8.2. Autres effets du vent et de la pression atmosphérique sur la mer.**

07 Courants de dérive, décotes, surcotes, marées de tempête et seiches sont également des effets du vent et de la pression atmosphérique.

01 **1.1.8.2.1. Courants marins.**

06 Au large, un vent régulier finit par entraîner l'eau de surface, sur une épaisseur d'une centaine de mètres. Ce sont les courants de dérive. Il s'établit donc une circulation océanique moyenne calquée sur la circulation atmosphérique moyenne avec des « gyres » anticycloniques autour des anticyclones subtropicaux (anticyclone des Açores, de Sainte-Hélène…) et des « gyres » dépressionnaires à plus haute latitude.

11 Mais, comme pour les mouvements atmosphériques, la force de Coriolis dévie le déplacement des masses d'eau vers la droite dans l'hémisphère Nord. Il s'ensuit que le centre d'une gyre anticyclonique présente une surélévation du niveau de la mer et inversement pour une circulation dépressionnaire. Ces variations du niveau de la mer sont bien mesurées par les altimètres des satellites tels que ERS, Topex-Poseidon et Jason. Par exemple, la surélévation de l'océan au sein de l'anticyclone des Açores est de l'ordre de 1 mètre. Ces bosses et ces creux génèrent au sein de la masse d'eau des différences de pression et donc des courants « de pente » qui vont dans le même sens que le courant de dérive en surface.

16 Plus en profondeur, on rencontre des courants de densité dus aux différences de température et de salinité des masses d'eau. À ces différents types de courant, il faut encore ajouter les courants de marée qui se font sentir en eau peu profonde.

21 Ainsi, à un instant donné, courants de dérive, de pente, de densité et de marée se combinent et confèrent à la surface océanique un aspect désordonné. À l'image des vents dans l'atmosphère, la surface marine est parcourue de courants en tous sens (voir figure 1.1.8.2.1.A). Même les courants océaniques les plus forts, comme le Gulf Stream, sont instables. Leurs méandres donnent naissance à des tourbillons (anticycloniques sur la face Nord du Gulf Stream, cyclonique sur la face Sud) qui se détachent et persistent plusieurs mois, progressant vers l'Est ou le Nord-Est tout en tournant sur eux-mêmes.

26 Ce n'est qu'en moyennant les courants instantanés sur une longue période (mois ou année) que se dessine une circulation océanique générale.

31 **A) Circulation océanique générale**. — La circulation océanique générale (fig. 1.1.8.2.1.B), ensemble des courants moyens de surface à l'échelle des océans, présente une similitude remarquable avec la circulation générale de l'atmosphère (fig. 1.1.8.2.1.C et fig 1.1.6.1.A).

36 Au Nord et au Sud de l'équateur, les courants forment une grande boucle constituée d'un courant équatorial vers l'Ouest poussé par les alizés, et d'une dérive vers l'Est poussée par les vents dominants d'Ouest vers 50° de latitude. Près des continents, les courants suivent les côtes pour compléter la boucle, les courants sur les bords occidentaux des bassins (Gulf Stream ou Kuroshio par exemple) étant plus rapides que ceux des bords orientaux en raison de la force de Coriolis.

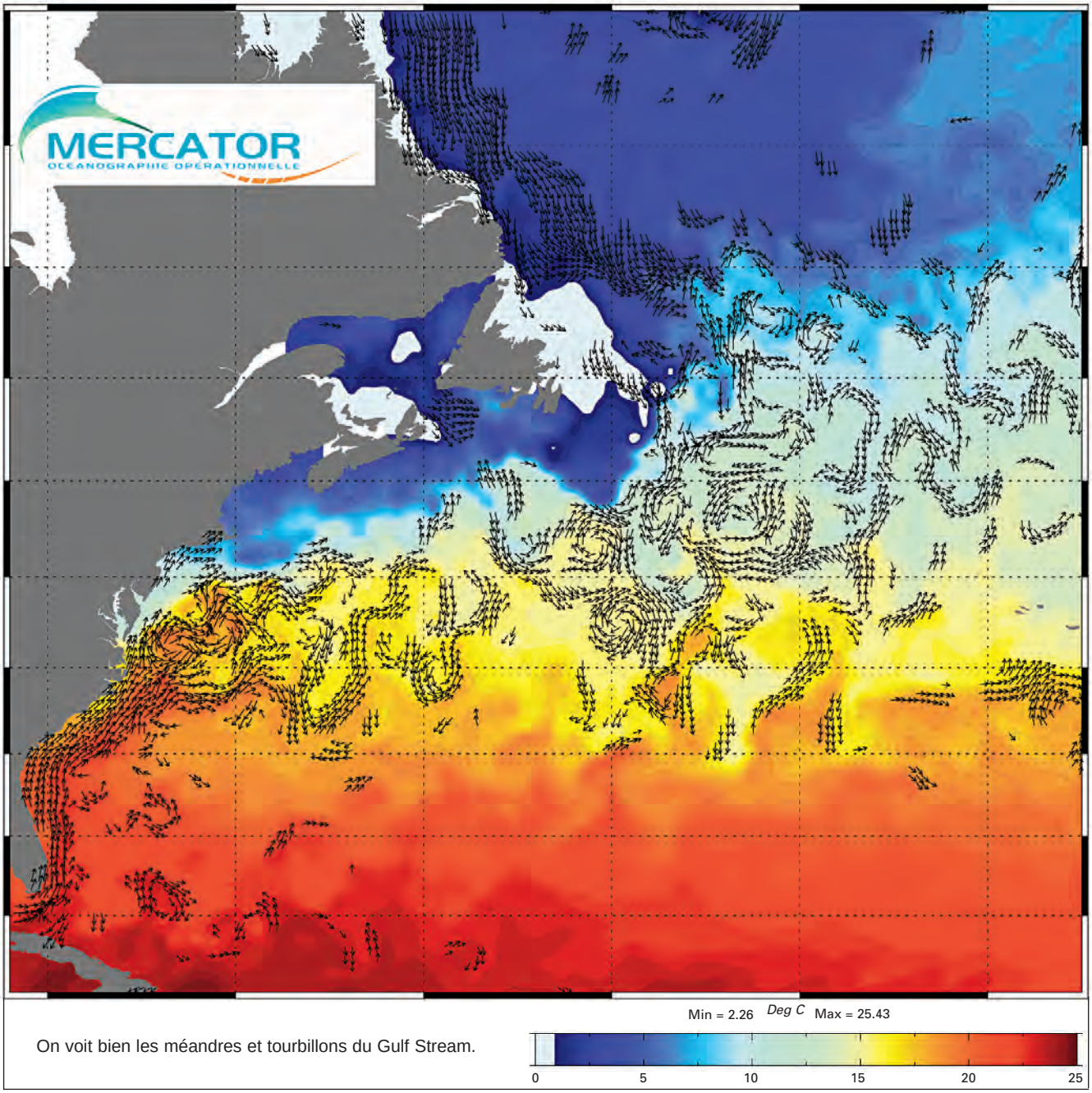
41 Dans les régions polaires de l'Atlantique Nord et du Pacifique Nord existe une boucle de retour de la dérive Nord Atlantique ou Nord Pacifique, qui longe le Nord du bassin océanique et revient vers l'Ouest puis le Sud (courants du Labrador et du Kamtchatka).

46 Le régime alterné de mousson dans l'océan Indien Nord y impose un régime alterné de courants qui vont dans le même sens que les vents.

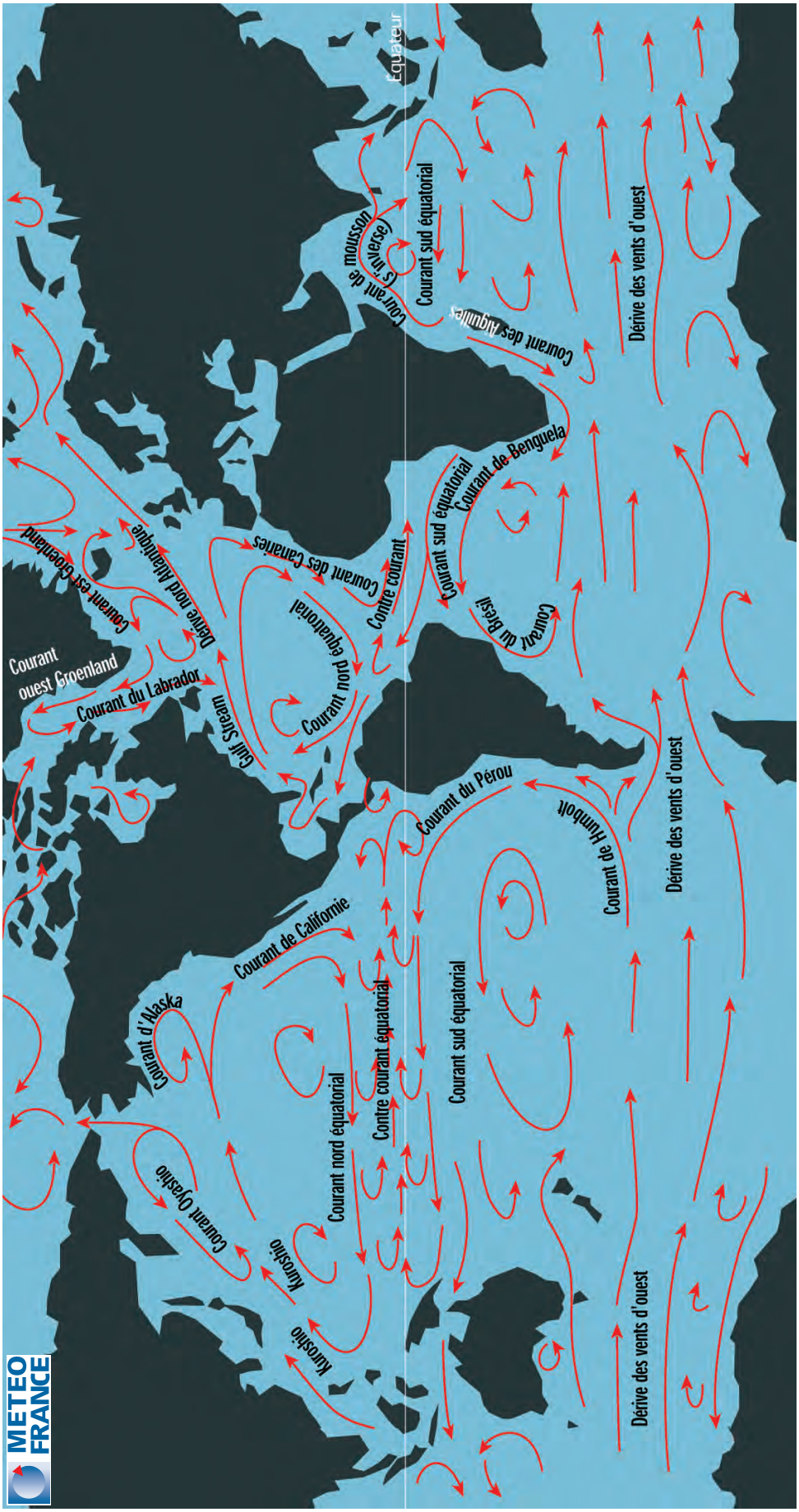
51 Enfin entre les deux courants équatoriaux Nord et Sud vient s'intercaler dans la région des calmes équatoriaux un contre-courant portant à l'Est.

56 Les courants généraux sont décrits dans les *Instructions Nautiques* et les *Pilot Charts*.

61 La **vitesse des courants océaniques** est normalement assez faible, de l'ordre du demi-nœud ; elle est généralement variable au long de l'année ainsi que d'une année à l'autre. Il n'est pas rare de rencontrer des courants océaniques de 2 à 4 nœuds, voire 5 nœuds dans certains secteurs comme le Gulf Stream à l'Ouest du méridien 60° W, le Kuroshio (Kouro Shivo), ou le courant de Somalie par mousson du Sud-Ouest (on a enregistré des courants de 7 à 8 nœuds devant Socotra).

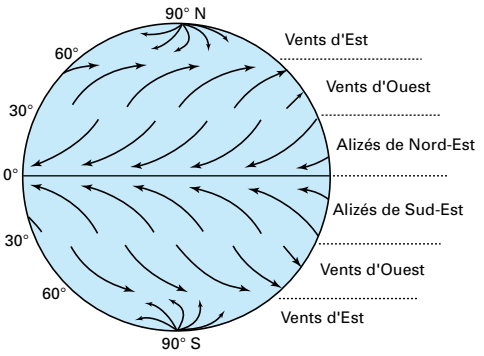


1.1.8.2.1.A. — Température et courants à la surface de la mer pour un jour donné.



En océan Indien, les courants tracés sont ceux de la mousson d'été. Ils s'inversent en hiver.

1.1.8.2.1.B. — Carte des grands courants océaniques.



1.1.8.2.1.C. — Circulation générale de l'atmosphère.

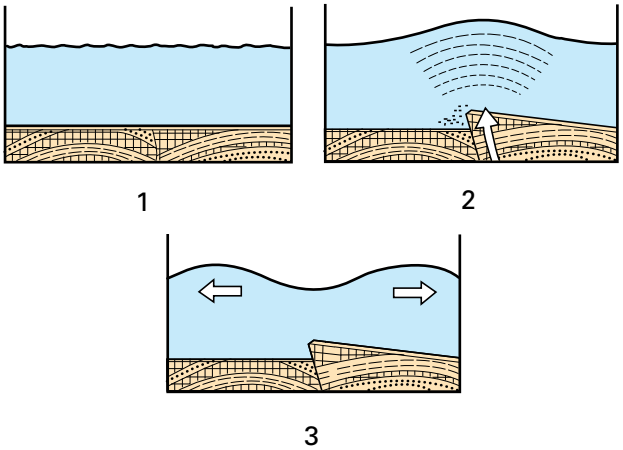
66 **B) Courants de dérive**. — Par frottement, un vent régulier finit par entraîner l'eau de surface et crée ainsi un courant de dérive.
71 La vitesse maximale atteinte par le courant de dérive est d'environ 3 % de la vitesse du vent. Cette valeur maximale n'est atteinte qu'après une période d'environ 60 heures de vent faible ou moyen, ou d'environ 48 heures de vent fort.
76 Par grands fonds (profondeur supérieure à 100 m en pratique), la direction de déplacement de l'eau en surface est déviée de 45° maximum sur la droite de la direction du vent dans l'hémisphère Nord, sur la gauche dans l'hémisphère Sud. On retrouve là les effets de la force de Coriolis. Par petits fonds, la dérive due au vent est dirigée dans le sens du vent.
81 Le courant de dérive se poursuit même après disparition du vent local qui l'a généré : on parle alors de courant d'inertie.
86 **Conséquences** :
91 — en Atlantique Nord, vers 15° de latitude, l'alizé souffle régulièrement vers l'Ouest à 15 nœuds et entraîne l'eau de surface vers le NW à une vitesse voisine de 0,5 nœud ;
96 — le long de la côte portugaise, en été, le vent souffle régulièrement du Nord et entraîne l'eau de surface vers le SW. Celle-ci est remplacée par une remontée des eaux profondes beaucoup plus froides. C'est le phénomène d'*upwelling*. On retrouve aussi des phénomènes d'upwelling sur la côte du Languedoc lorsque soufflent mistral et tramontane.

01 **1.1.8.2.2. Décotes, surcotes, marées de tempête et seiches.**
05 Des variations occasionnelles (surélévations ou abaissements) du niveau de la mer se produisent fréquemment et modifient la hauteur d'eau résultant des calculs de prédiction de la marée. Cette hauteur prédite peut ainsi différer sensiblement d'avec la hauteur d'eau réellement observée.
09 Le navigateur est surtout concerné par les abaissements ou **décotes** puisque la hauteur d'eau disponible est alors inférieure à celle attendue. Par petits fonds, les décotes constituent une menace importante pour les navires à grand tirant d'eau.
13 Les surélévations ou **surcotes** intéressent surtout la sécurité du littoral. Mais un navire qui serait conduit sur des fonds normalement inaccessibles risque fort de s'échouer lors du retour à la situation normale.

17 **A) Surcotes et décotes.**
21 **Surcote ou décote due à la pression atmosphérique.** Le niveau marin réagit en « baromètre inversé », c'est-à-dire qu'une augmentation de pression de 1 hectopascal (par rapport à la situation standard de 1 013 hectopascals) entraîne une diminution de niveau d'à peu près 1 cm, et inversement.
25 **Surcote ou décote due à l'influence du vent.** Un vent établi poussant les eaux de surface vers le large provoque une baisse du niveau de la mer près des côtes : c'est un vent de reflux. Inversement un vent d'afflux, qui pousse les eaux de surface vers la côte, provoque une montée du niveau de l'eau près de celle-ci.
29 Dans les mers à marée, une surcote peut passer tout à fait inaperçue si elle survient à marée basse ou à mi-marée. Seules les surcotes en phase avec la marée haute (a fortiori s'il s'agit d'une marée de vive-eau) auront des effets observables. Par contre, dans les mers sans marée, mer Méditerranée ou golfe du Mexique, une surcote ne passe jamais inaperçue.

33 **B) Marée ou onde de tempête.** — On appelle ainsi une surcote exceptionnelle pouvant atteindre plusieurs mètres due aux effets conjugués de violents vents d'afflux et d'une profonde dépression atmosphérique (§ 1.1.8.2.2.D).
37 Une telle **marée de tempête** ou onde de tempête (*storm tide* ou *storm surge*) peut se propager à des distances considérables et, en atteignant une côte devant laquelle le fond remonte brusquement, y provoquer une agitation soudaine et violente appelée **raz de marée** sans rapport avec le vent local.

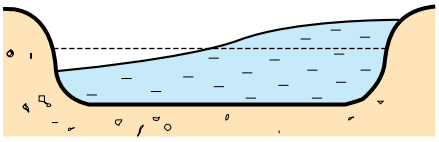
41 Un **tsunami** (fig. 1.1.8.2.2.A) n'a pas pour origine le vent ou la pression atmosphérique. C'est une onde très longue provoquée par un séisme sous-marin, qui peut se propager sur des distances considérables. Cette onde, appelée aussi raz de marée, peut provoquer, en abordant une côte, une surcote exceptionnelle qui peut atteindre 20 m. C'est donc un phénomène extrêmement dangereux pour les navires à quai dans un port ou au mouillage en rade foraine. La vague est parfois précédée par un brusque et important retrait des eaux ; ce signe précurseur peut intervenir avec un préavis d'une vingtaine de minutes.



1.1.8.2.2.A. — Formation d'un tsunami.

45 Au large, un tsunami ne peut être observé par un navire : la hauteur crête à creux des vagues est de l'ordre de quelques dizaines de centimètres pour une longueur d'onde de plusieurs centaines de kilomètres. Par 5 000 m de fond, la célérité des vagues est de 800 km/h, alors que par 10 m de fond elle n'est plus que de 30 km/h.
49 Assez fréquents dans le Pacifique (en moyenne, il s'y produit 2 tsunamis importants par an), les tsunamis le sont beaucoup moins en Atlantique.

53 **C) Seiche.** — C'est une oscillation du niveau de l'eau due à une résonance du bassin sous l'effet d'une cause extérieure, séismique ou atmosphérique (fig. 1.1.8.2.2.B). À la façon d'un pendule, la seiche peut continuer même lorsque la cause qui l'a fait naître a disparu. Une seiche peut ainsi durer de quelques minutes à plusieurs jours et avoir une amplitude dépassant 50 cm.
57 Dans les ports connus pour être soumis à ce phénomène, l'amarrage des navires doit être spécialement renforcé et surveillé.



1.1.8.2.2.B. — Seiche.

61 **D) Vitesse et amplitude de ces phénomènes.**

65 Onde de tempête et tsunami sont des ondes longues (la profondeur de l'océan est toujours faible comparée à la longueur d'onde), de période supérieure à l'heure. Leur vitesse de propagation V ne dépend que de la profondeur h du bassin océanique et de l'accélération de gravité g : $V = \sqrt{gh}$ (g = 9,81 m/s et h en m)

69 C'est ainsi qu'une onde de tempête acquiert une vitesse de 430 nœuds dans un océan profond de 5 000 m et seulement 43 nœuds par 50 m de fond.

73 Or, les vitesses de propagation des tempêtes des régions tempérées et des cyclones tropicaux ne dépassent pas une trentaine de nœuds. Donc, si une tempête passe au large, l'onde va s'éloigner très vite de sa zone de génération en s'amortissant petit à petit ; elle ne causera pas de variation importante du niveau moyen, sauf, lors d'une éventuelle focalisation par la bathymétrie de l'onde sur une zone côtière donnée (généralement de dimension réduite). Au contraire, par petit fond, la vitesse de l'onde est voisine de celle de la tempête qui peut alors l'accompagner et l'amplifier fortement si les trajectoires relatives de la tempête et de l'onde y concourent.

77 Si de plus, l'onde de tempête se propage dans une mer fermée, elle se réfléchit partiellement sur les côtes et peut donner lieu à une amplification résonnante dans le bassin.

81 Ces marées de tempête ne se produisent donc que dans certaines régions propices à ce phénomène, en particulier dans les mers fermées formant cul-de-sac.

85 La Mer du Nord en est un exemple ; les marées de tempête y sont communes, mais heureusement elles ne prennent pas toutes les proportions catastrophiques de celles des années 1953, 1962 ou 1980, car les conjonctions citées plus haut demeurent rares. Néanmoins les pays riverains ont pris des dispositions (digues, écluses) et se préoccupent activement de la prévision de ces « marées » exceptionnelles.

89 En Adriatique, dans la région de Trieste, les ondes de tempête sont à l'origine des submersions de Venise. En Manche, le phénomène existe également mais est atténué du fait de la géométrie de cette mer et de la circulation de ses eaux ; on observe des surélévations anormales en Baie de Somme mais ce sont surtout des décotes, même faibles, qui sont préoccupantes, en particulier en Baie de Seine, à la basse mer. Toutefois, on a relevé 1,9 m de surcote au Havre le 22 janvier 1988.

93 Les effets d'une tempête en Méditerranée sont illustrés par la figure 1.1.8.2.2.C.

97 Il est évident que les marées de tempête les plus dangereuses sont celles liées aux cyclones tropicaux ; elles interviennent pour beaucoup dans les ravages causés par ceux-ci. Le paroxysme est atteint dans le Golfe du Bengale où ces marées de tempête générées par les typhons entraînent la submersion de surfaces considérables dans des pays tel que le Bangladesh et sont meurtrières : 300 000 morts au Bangladesh en novembre 1970 et 138 000 en mai 1991, à la suite d'ondes de tempête estimées respectivement à plus de 9 m de haut et à 6 m ; 10 000 morts et un million de sans-abri en Inde en octobre 1999, à la suite d'une onde de tempête de 7 m qui pénétra jusqu'à 20 km à l'intérieur des terres.

01 **1.1.8.2.3. Avertissements de navigation et avis météorologiques.** — Les prévisions de baisse anormale du niveau de la mer, de marées de tempête ou de tsunamis sont diffusées sous forme d'avertissements de navigation ou d'avis météorologiques.

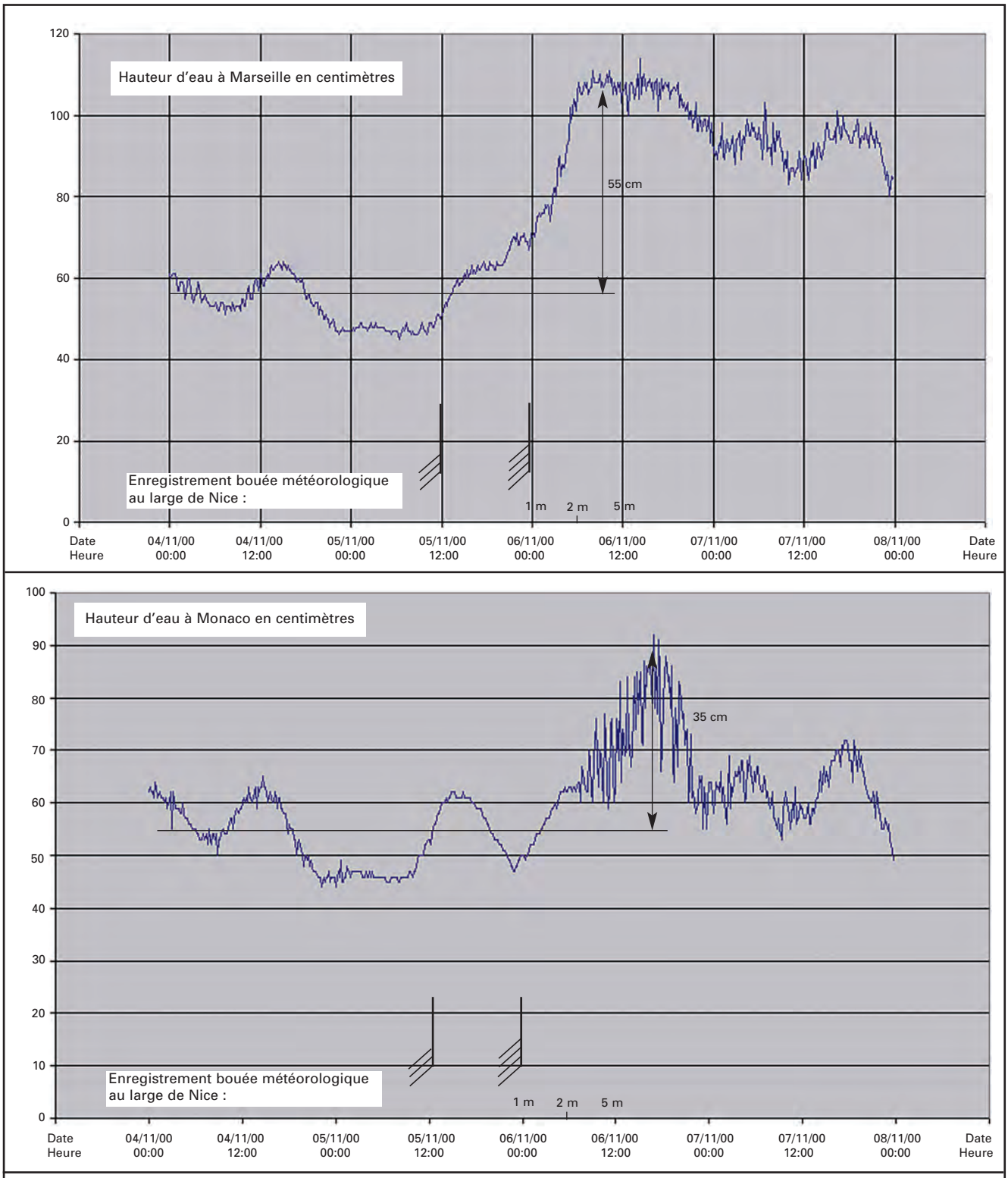
07 Les stations radio côtières de Grande-Bretagne et d'Allemagne, et les stations NAVTEX diffusent pour le Pas de Calais, la Mer du Nord et la Baie Allemande (*Deutsche Bucht*) des avertissements de prévisions de baisse anormale du niveau de la mer, susceptible d'atteindre ou de dépasser 1 m. Ces avertissements sont appelés respectivement :

13 — *Warning of negative tidal surges* ou *negative surge ;*

19 — *Sturmflutwarnung* ou *Schwere Sturmflutwarnung*, selon l'ampleur de la décote.

25 Les *negative surges* pour la partie Sud de la mer du Nord et le Pas de Calais sont également émis par le CNIS (Channel Navigation Information Service), organisation conjointe franco-britannique regroupant Gris-Nez Trafic et Dover Coastguard. Dans la partie Sud de la Mer du Nord, les surcotes et décotes peuvent respectivement atteindre 3 m et 2 m ; des décotes de plus de 0,60 m s'y produisent environ 15 fois par an et 3 ou 4 d'entre elles peuvent dépasser 1 m. Les décotes sont environ 2 fois plus fréquentes dans l'estuaire de la Tamise.

31 Un organisme international basé à Hawaï est chargé de la diffusion des alertes de tsunami dans le Pacifique.



Le 5 novembre 2000, le vent de Sud souffle entre 25 et 35 nœuds, entre les Baléares et la Sardaigne et jusqu'à la côte française. Dans la nuit, il se renforce à 35/40 nœuds. Ce vent de Sud, soufflant régulièrement sur un fetch important, génère une forte houle. La bouée météorologique située au large de Nice (43°22'N, 7°51'E) mesure 1 m de hauteur H1/3 le 6 à 00 h UTC, 2 m à 6 h, et 5 m le 6 à 12 h (période 9 secondes). Parallèlement, on constate sur ces enregistrements une surélévation du niveau de la mer qui atteint 55 cm à Marseille et 35 cm à Monaco par rapport au niveau moyen des jours précédents.
Les hauteurs observées sont rapportées au zéro hydro de chacun des sites. Le système horaire est UT+1h.
Les observations de marée sont filtrées des effets de houle et de seiche. Données SHOM.

1.1.8.2.2.C. — Effets d'une tempête en Méditerranée.

01 # 1.2. MÉTÉOROLOGIE TROPICALE

07 Du point de vue météorologique, la zone tropicale, région comprise entre les parallèles 30° Nord et 30° Sud, présente quelques particularités :

13 — Plus on s'approche de l'équateur et plus la composante horizontale de la force de Coriolis est faible. Le vent tend à aller directement des hautes vers les basses pressions. Au voisinage de l'équateur (entre 5° Nord et 5° Sud), il n'y a plus de circulation cyclonique autour des centres de basses pressions.

19 — Présence d'une variation semi-diurne de la pression, la "marée barométrique", qui masque les variations de pression dues à l'évolution des conditions météorologiques.

25 — Les zones de mauvais temps ne prennent plus la forme de larges bandes nuageuses, en forme de virgule ou de lambda, s'enroulant autour d'un centre dépressionnaire, comme les perturbations des latitudes tempérées. Ce sont des cumulonimbus qui s'alignent soit le long de la "Zone de convergence intertropicale" (ZCIT), soit le long des "ondes d'Est", ou qui s'organisent pour donner naissance aux dépressions tropicales, tempêtes tropicales et ouragans.

31 — Certaines régions sont soumises à des vents réguliers, l'alizé, ou à des vents calmes entrecoupés d'orage, le pot au noir, ou encore à des vents saisonniers, la mousson.

37 Du fait de ces quelques particularités, de son vocabulaire parfois spécifique et de la violence des phénomènes que l'on y rencontre (ouragans), les régions tropicales justifient que le présent ouvrage leur consacre un sous-chapitre à part.

01 ## 1.2.1. PARTICULARITÉS DE LA MÉTÉOROLOGIE TROPICALE.

01 ### 1.2.1.1. Le réseau d'observations.

07 En zone tropicale, le **réseau** d'observations météorologiques est peu dense. En effet, dans la répartition continents-océans, la terre y est très défavorisée. De plus, ces continents sont souvent désertiques. Enfin, les routes maritimes fréquentées couvrent assez mal le domaine tropical (fig. 3.2.1.1). Elles ne font que le traverser du Nord au Sud alors que l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord sont assez bien couverts par les liaisons Europe, Amérique du Nord, Asie. Les radiosondages y sont donc rares, ce qui est pénalisant pour les modèles de prévision du temps.

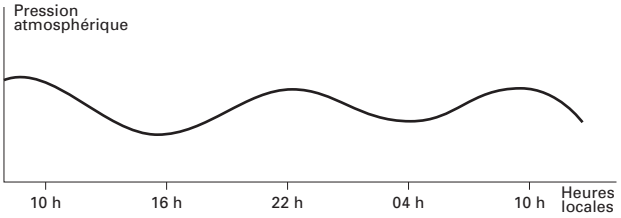
13 Pour combler ces lacunes, et pour suivre au mieux des phénomènes importants tels qu'El Niño, services météorologiques et océanographiques ont été amenés à implanter des réseaux de bouées ancrées dans la partie tropicale de l'Atlantique (réseau Pirata : 12 bouées) et du Pacifique (réseau TAO : 70 bouées).

19 En revanche, les régions tropicales sont plutôt favorisées quant à l'observation satellite. Pour des raisons de mécanique spatiale, les satellites géostationnaires sont forcément à la verticale de l'équateur. Les régions tropicales ne connaissent donc pas les phénomènes de déformation d'image satellite. Cinq satellites géostationnaires suffisent pour transmettre toutes les demi-heures une image complète de la bande intertropicale. Ce réseau de satellites géostationnaires est extrêmement important pour assurer la détection et le suivi des phénomènes cycloniques. Voir figures 1.2.2.3.A et B.

01 ### 1.2.1.2. Pression et marée barométrique.

07 En zone tropicale et hors tout phénomène cyclonique, les isobares sont à peu près parallèles à l'équateur et présentent un faible gradient. C'est pourquoi les météorologistes ont pris l'habitude de les tracer de 2 en 2 hPa au lieu de 5 en 5 hPa.

13 En un point, la variation de la pression au niveau de la mer se réduit la plupart du temps à une oscillation assez régulière appelée barométrique. C'est, en première approximation, une onde sinusoïdale (fig. 1.2.1.2.A) de période 12 heures (onde semi-diurne) et dont l'un des maximums se produit environ deux heures avant le passage du soleil au méridien du lieu (à 10 h, heure solaire). L'amplitude de l'onde (la moitié de l'écart entre pression maxi et pression mini) est de 1,3 hPa. Il est à noter que cette amplitude diminue avec la latitude ; à 45°N, elle est de 0,5 hPa (mais le phénomène est souvent masqué par le passage des perturbations qui provoque des variations de pression nettement supérieures) et dans les régions polaires, elle est inférieure à 0,1 hPa.



Dans les alizés, hors de toute perturbation du temps, la pression varie régulièrement en cours de journée.

1.2.1.2.A. — Marée barométrique.

19 Pour interpréter le baromètre, il faut tenir compte de cette oscillation. En effet, constater à 04h00 une baisse de pression de 3 hectopascals sur les six dernières heures n'a rien d'inquiétant, alors que la même évolution à 10h00 l'est beaucoup plus. Le tableau 1.2.1.2.B permet de corriger la valeur lue sur le baromètre de l'influence de la marée atmosphérique, et donc de comparer deux mesures faites à des heures différentes. Une fois la pression corrigée, on pourra éventuellement détecter une petite baisse de pression due par exemple à l'arrivée d'une queue de front froid circulant beaucoup plus haut en latitude, aux latitudes tempérées. S'il s'agit d'une onde d'Est ou, pire, d'une perturbation cyclonique, la baisse de pression sera plus marquée et viendra probablement effacer totalement l'oscillation semi-diurne.

Heure locale	A	B	C
1	- 0,1	- 0,1	0
4	+0,8	+0,8	+0,6
7	- 0,4	- 0,3	- 0,8
10	- 1,4	- 1,2	- 1,1
13	+0,1	+0,1	+0,5
16	+1,5	+1,3	+1,2
19	+0,5	+0,3	0
22	- 0,9	- 0,8	- 0,8

A : entre 0° et 10° de latitude, Nord ou Sud. – Valeurs théoriques.
B : entre 10° et 20° de latitude, Nord ou Sud. – Valeurs théoriques.
C : à Tahiti (Faaa, 17,5° S). – Statistiques 1961-1990.
Tenir compte du signe.

1.2.1.2.B. – Corrections à apporter aux mesures barométriques. (hPa)

01 **1.2.1.3. Relations entre le vent et la pression.**

07 Près de l'équateur, les cartes isobariques ne permettent plus de déduire le vent. La composante horizontale de la force de Coriolis étant nulle, la loi de Buys Ballot n'est plus respectée. La direction du vent fait un angle avec les isobares d'autant plus grand que la latitude est faible ; la force du vent ne peut plus être déduite directement de l'écartement des isobares. C'est pourquoi certains services météorologiques tracent des cartes de flux sur lesquelles les lignes sont parallèles en chaque point à la direction du vent. Chaque ligne représente la trajectoire instantanée d'une particule d'air. Ces cartes mettent bien en évidence les zones de convergence du vent, zones favorables à la formation des grains.

01 **1.2.1.4. Masse d'air. —** L'**air équatorial maritime**, le plus fréquent en zone tropicale, est chaud et humide dans les basses couches. Il lui suffit d'une faible impulsion verticale pour déclencher la formation de nuages cumuliformes avec averses et orages. D'où l'intérêt des cartes de flux citées ci-dessus qui mettent en évidence les zones de convergence.

01 **1.2.1.5. Perturbations tropicales.**

07 À la différence des latitudes tempérées, les régions tropicales présentent rarement des masses d'air bien différenciées. On ne retrouve donc pas la notion de front froid et de front chaud. Les zones de mauvais temps ne sont plus de vastes zones nuageuses s'enroulant autour d'une dépression, génératrices de pluies à caractère continu, mais des ensembles de cumulonimbus générant averses et orages, plus ou moins organisés en lignes (perturbation frontale) [§ 1.2.3] ou amassés au sein d'une zone dépressionnaire (perturbation cyclonique) [§ 1.2.4]. Ces zones de mauvais temps sont essentiellement provoquées par la convergence des vents, qui déclenche des mouvements verticaux dans l'air équatorial conditionnellement instable.

01 **1.2.2. PHÉNOMÈNES À CARACTÈRE PERMANENT OU SAISONNIER.**

01 **1.2.2.1. La circulation générale.** — Dans les régions tropicales, la circulation générale est caractérisée par (voir paragraphe 1.1.6.1 et figures 1.1.3.3. A et B) :

07 — des cellules de hautes pressions vers 30° N et 30° S (anticyclones subtropicaux) correspondant à des zones de calme ;

13 — une ceinture de basses pressions courant plus ou moins le long de l'équateur ;

19 — entre les deux, des vents de secteur Est, les alizés.

01 **1.2.2.2. Les alizés.** — Les alizés (du vieux français *alis* signifiant : régulier) sont des vents qui vont des hautes pressions subtropicales vers les basses pressions équatoriales, et qui, du fait de la rotation de la terre, sont déviés vers l'Ouest. Sur les océans, les alizés soufflent toute l'année avec une grande régularité ; leur vitesse est en moyenne de 13 nœuds, un peu plus sur la bordure Est des anticyclones subtropicaux.

07 En temps normal, l'alizé est un vent relativement frais et humide soufflant sur une mer chaude. Ce sont là des conditions de masses d'air instable. En conséquence, dans les régions d'alizés, on rencontrera une bonne visibilité et des cumulus. Mais ces conditions d'instabilité cessent vers 1 000-2 000 m d'altitude. À cette altitude, la dépression équatoriale disparaît et laisse la place à des hautes pressions ; les vents de secteur Est s'inversent, c'est le contre-alizé de secteur Ouest ; les sommets des cumulus ne dépassent pas 2 500 m d'altitude.

01 **1.2.2.3. La Zone de convergence intertropicale (ZCIT).**

07 La ligne vers laquelle convergent les alizés des deux hémisphères prend le nom de **Zone de convergence intertropicale (ZCIT, ITCZ en anglais)** ou parfois **équateur météorologique**. Cette convergence des vents dans les basses couches vient renforcer l'instabilité. La ZCIT est donc le siège de cumulonimbus bien développés générateurs d'orages et de rafales, entrecoupés de calmes. Marins et aviateurs lui ont donné le nom de **pot au noir**. Ces cumulonimbus sont bien visibles sur les images satellite, ce qui permet de repérer aisément les parties les plus actives de la ZCIT. Bien que les statistiques fassent défaut, il semblerait qu'au large, à la différence des régions terrestres, les orages soient plus fréquents en fin de nuit que le jour (la nuit, les couches supérieures de l'atmosphère se refroidissent plus que les basses couches au contact de l'océan, ce qui a pour conséquence de renforcer l'instabilité).

13 La ZCIT est de largeur variable, de 20 à 400 milles marins. Elle peut aussi se dédoubler, une zone de calme séparant les deux zones orageuses. Parfois, la ZCIT sépare des vents venant d'un continent (air sec et chaud) de ceux venant de la mer (air humide, plus frais). La ZCIT sépare alors deux masses d'air aux caractéristiques très différentes et prend parfois le nom de front : front intertropical (FIT) en Afrique de l'Ouest (voir figure 1.2.3.5), front de mousson en Asie.

19 Au cours de l'année, la ZCIT suit le mouvement apparent du Soleil, vers le Nord en été, vers le Sud en hiver, avec quatre à six semaines de retard. La ZCIT atteint sa position la plus Sud fin janvier et sa position la plus Nord fin juillet. C'est ce que l'on constate sur les cartes moyennes mensuelles de vent (moyenne vectorielle du vent). Sur ce type de carte, la ZCIT apparaît sous la forme d'une ligne séparant alizés de l'hémisphère Nord et alizés de l'hémisphère Sud.

25 **En janvier** (voir figures 1.1.6.1.B et 1.2.2.3.A), la ZCIT atteint sa position la plus Sud. En Atlantique, elle apparaît un peu au Sud de l'équateur géographique, côté Amazonie, puis remonte vers 5° N à l'approche de l'Afrique. Sur les continents, elle est plus difficile à mettre en évidence car le vent n'y a pas la même régularité que sur mer. Le relief de l'Afrique centrale et orientale, la végétation équatoriale, les Grands lacs ont une influence sur sa position. Dans le canal du Mozambique, on retrouve la ZCIT beaucoup plus au Sud, vers 15-20° de latitude Sud, puis vers 5-15° S en Océan Indien. Là, elle délimite en fait l'extension maximale de la mousson indienne d'hiver qui traverse tout l'Océan Indien Nord et franchit l'équateur. Puis la ZCIT remonte vers l'Indonésie, s'enfonce un peu sur le continent australien, attirée par la dépression thermique, et pénètre dans le Pacifique où elle se dédouble. Une branche plonge vers le Sud-Est, c'est la ZCPS (Zone de convergence du Pacifique Sud), une composante essentielle de la météorologie polynésienne. L'autre branche se maintient un peu au Nord de l'équateur géographique, jusqu'en Amazonie, bouclant ainsi son tour du monde.

31 **En juillet** (voir figures 1.1.6.1.C et 1.2.2.3.B), la ZCIT atteint sa latitude la plus Nord. En Atlantique, elle est vers 5-10° N du côté Amazonie et atteint 15° N sur la côte du Sénégal. En Afrique, où on lui donne souvent le nom de FIT (front intertropical), elle apporte des pluies sur les régions sahéliennes. Sur l'Afrique de l'Est et l'Arabie saoudite, elle est peu active. Sur l'Inde, elle est repoussée jusqu'aux contreforts de l'Himalaya, délimitant l'extension maximale dans les terres de la mousson d'été (mousson de Sud-Ouest). Elle ressort par 20° N dans le Pacifique, descend jusque vers 5° N puis remonte vers 15° N et rejoint la partie atlantique en passant le long de la côte vénézuélienne.

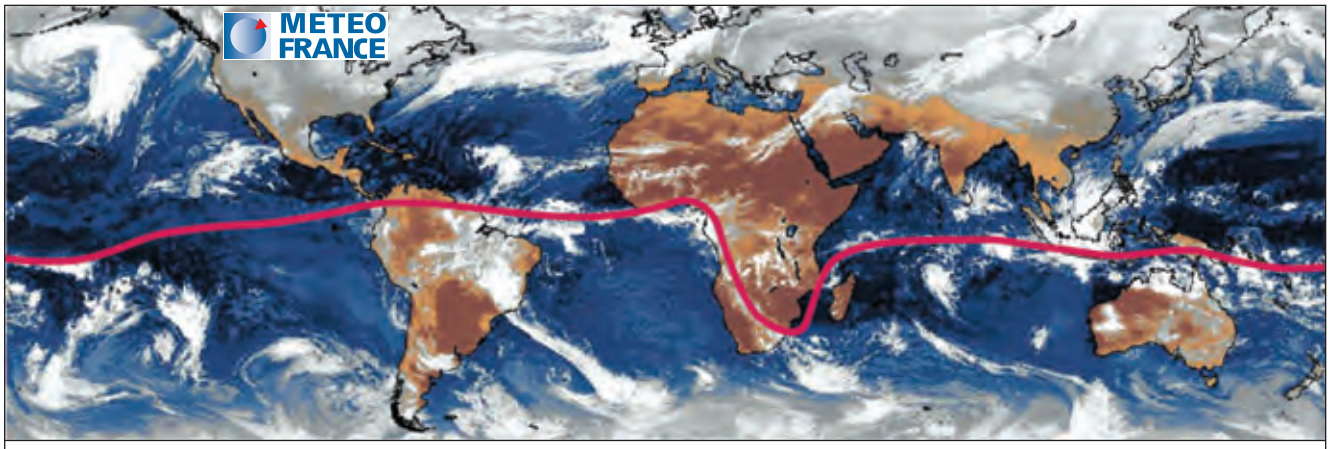


Image « cinq satellites » du 24 décembre à 00h00 UTC. Le trait rouge matérialise la ZCIT. Les parties les plus actives de ce front donnent naissance à de puissants cumulonimbus (taches blanches).

1.2.2.3.A. — Matérialisation de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) en fin décembre.

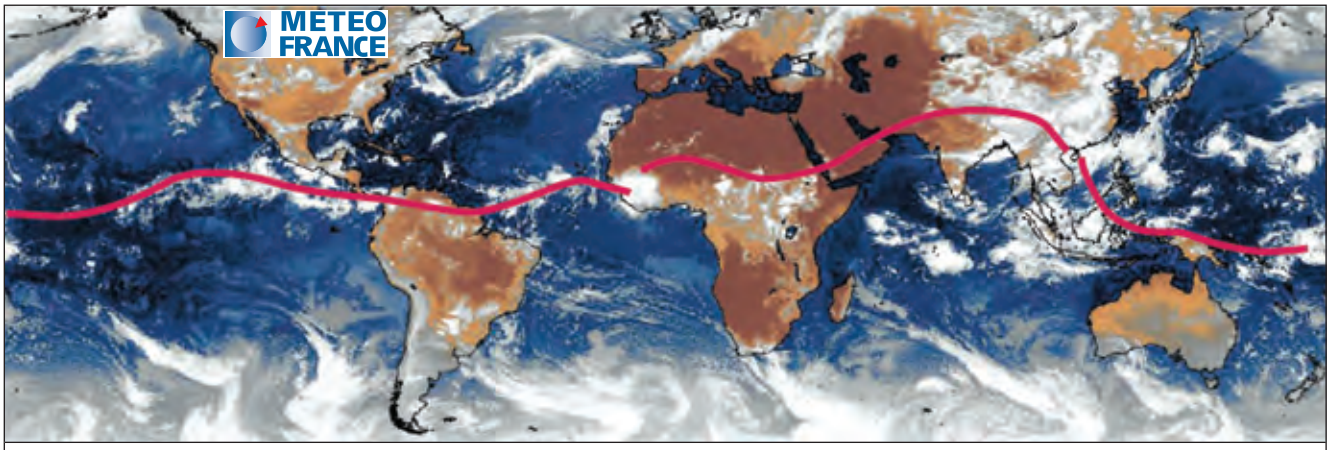


Image « cinq satellites » du 2 août 2000 à 00h00 UTC.

1.2.2.3.B. — Matérialisation de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) en début août.

01 **1.2.2.4. Les moussons.**

07 En zone subtropicale, pendant la saison chaude, les continents sont le siège d'une dépression formée par réchauffement des basses couches atmosphériques. Cette dépression thermique vient interrompre la ceinture des hautes pressions subtropicales. Pendant la saison froide, la situation s'inverse. Il se forme un anticyclone thermique sur les continents par refroidissement des basses couches atmosphériques. En conséquence, il se produit, entre le continent et la mer, des vents saisonniers d'origine thermique. Ce sont les **moussons**, terme dévié du mot arabe *mausin*, saison.

13 La mousson d'hiver souffle de la terre vers la mer. Elle est donc sèche et froide. La mousson d'été souffle de la mer vers la terre ; elle est chaude et humide ; elle souffle en général avec plus de vigueur que la mousson d'hiver.

19 En altitude, la mousson d'été peut se faire sentir jusqu'à 5 000 m et des cumulus à grand développement pourront parfois y être observés. La mousson d'hiver ne dépasse guère 2 000 m.

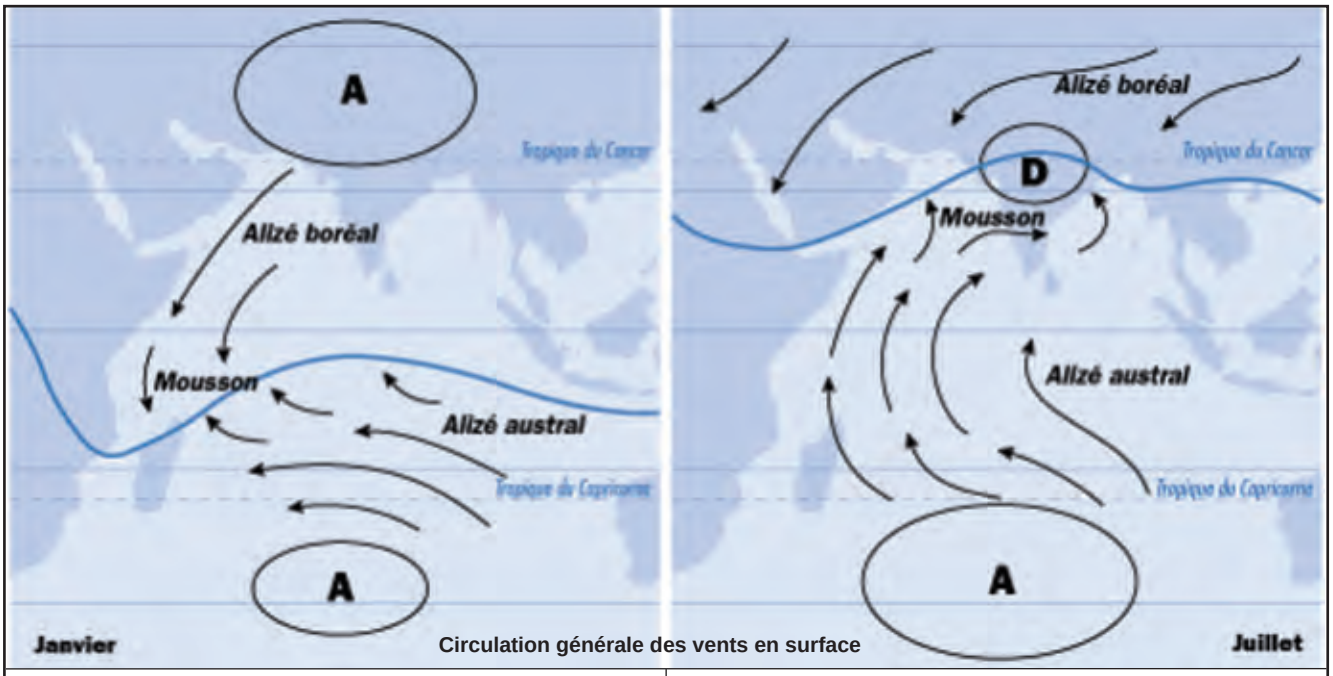
25 On rencontre des moussons plus ou moins accentuées en Australie (en janvier et juillet), dans le Golfe de Guinée (de mai à septembre), et sur les côtes Sud-Ouest de l'Amérique centrale (décembre et juillet) et le Sud de l'Amazonie. Leur régularité et leur intensité sont surtout remarquables en Asie méridionale et orientale, c'est-à-dire dans l'Océan Indien, le Golfe du Bengale et en Mer de Chine.

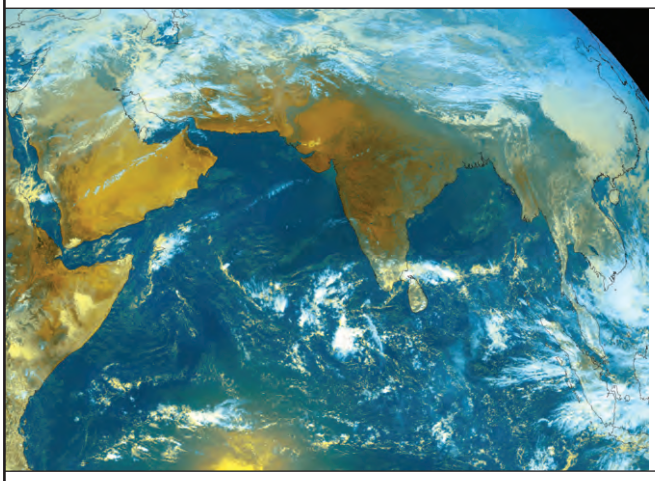
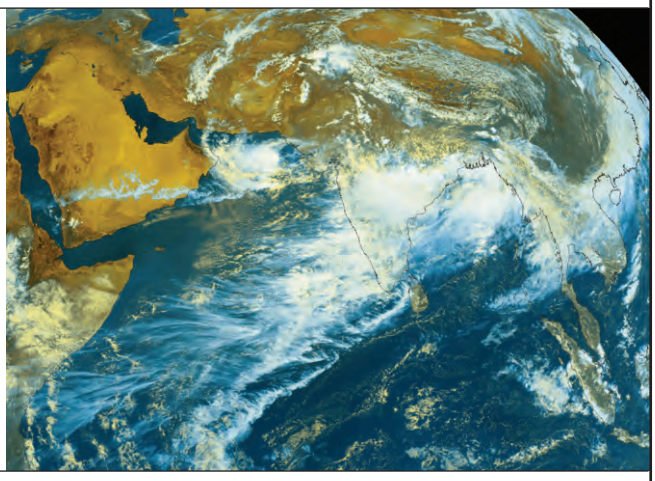
31 En fait, il se produit un phénomène de mousson partout où le mouvement saisonnier de la ZCIT est suffisamment ample, la direction du vent s'inversant à son passage.

37 LA MOUSSON D'ASIE (fig. 1.2.2.4). — La grande mousson d'Asie représente un phénomène type d'échanges méridiens interhémisphériques à grande échelle. On distingue deux régimes distincts :

43 La mousson d'hiver boréal caractérisée par un flux atmosphérique de NE sur l'Océan Indien et un temps perturbé essentiellement au Sud de l'équateur. En effet, avec le "déplacement" du soleil vers le Sud, la masse terrestre de l'Asie se refroidit d'une manière considérable et, sur les étendues glacées de la Sibérie du Sud, s'établit un puissant anticyclone thermique, qui déclenche sur une grande partie du continent et des mers adjacentes, la mousson de secteur Nord ou mousson sèche (novembre à mars) dont le flux va jusqu'à pénétrer profondément dans l'hémisphère Sud. Ce flux dévié vers la gauche par la rotation terrestre après son passage à l'équateur vient au contact du flux d'alizés de secteur Est de l'hémisphère Sud.

49 La mousson d'été boréal est, à vrai dire, la seule qui ait des conséquences importantes pour la vie et la subsistance des populations qui vivent dans le Nord de l'Océan Indien. Avec le "déplacement" du soleil vers le Nord, la masse terrestre de l'Asie se réchauffe et, par effet thermique et dynamique, une dépression se forme, venant se placer dans le Nord de l'Inde, à proximité des versants Sud de l'Himalaya. Cela entraîne un flux de secteur Sud généralisé sur tout l'Océan Indien entre juin et septembre.



Mousson d'hiver	Mousson d'été
	
Mousson d'hiver sur l'Océan Indien Nord. Image du satellite MÉTÉOSAT 5 du 5 décembre 2001 à 16 h UTC. Le continent Indien et l'Océan Indien Nord sont libres de nuages.	Mousson d'été sur l'Océan Indien Nord. Image du satellite MÉTÉOSAT 5 du 13 juin 2001 à 16 h UTC. Sur l'Ouest de la mer d'Oman, les cirrus (en bleu) s'alignent dans le flux de la mousson de Sud-Ouest. Sur l'Est de la mer d'Oman, l'Inde et le golfe du Bengale, des cumulonimbus (masses blanches) engendrent averses et orages.

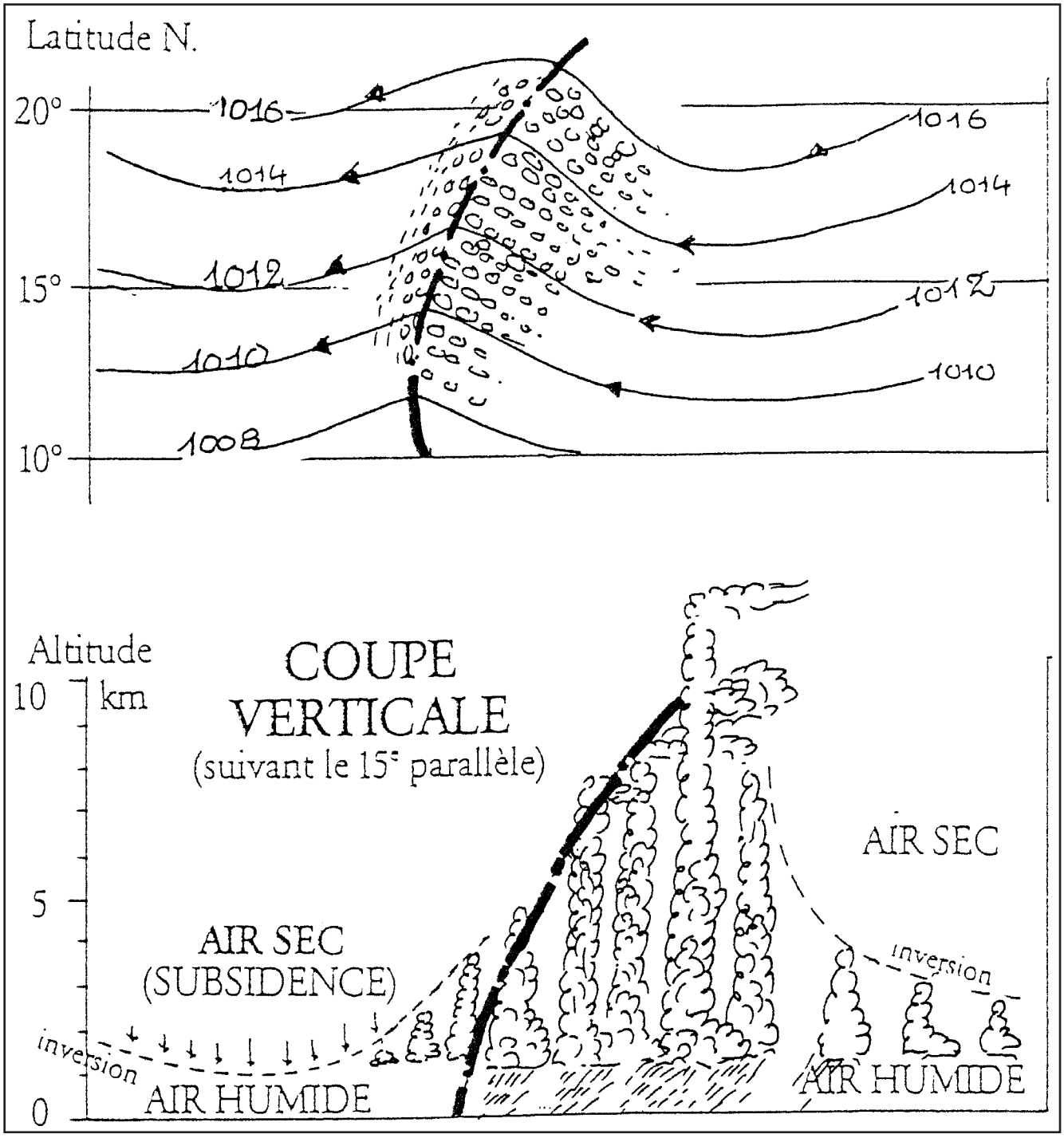
1.2.2.4. — Moussons d'hiver et d'été sur l'Océan Indien Nord. Circulation générale des vents en surface et images satellitaires.
(*Source Météo-France*)

01 **1.2.3. LES PERTURBATIONS FRONTALES.**

01 **1.2.3.0.** — Dans les régions tropicales, le temps peut être perturbé soit par des amas de cumulonimbus issus de la ZCIT, pouvant évoluer ultérieurement en perturbation cyclonique (dépression, tempête tropicale ou ouragan), soit par perturbations frontales telles que lignes de grains, onde d'Est, extrémité d'une perturbation des latitudes tempérées (onde d'Ouest)…

01 **1.2.3.1. Les ondes d'Est.**

07 Les ondes d'Est (fig. 1.2.3.1), encore appelées ondes de pression des alizés, sont matérialisées par une ondulation des isobares, mettant en évidence un couple talweg/dorsale. L'axe du talweg est le siège de cumulonimbus. Elles intéressent les régions comprises entre 5 et 18 degrés de latitude, s'étendent sur 600 à 800 km du Nord au Sud et progressent vers l'Ouest entre 10 et 20 nœuds. Elles ont une durée de vie de 4 à 5 jours. En un point, le mauvais temps associé à une onde d'Est dure 1 à 2 jours.



1.2.3.1. — Onde d'Est (d'après *G. Dhonneur*).

13 **Signes précurseurs et variation du temps.**

19 — **Pression** : la baisse de pression de 2 à 4 hPa au cours des 24 heures précédant l'arrivée de l'onde constitue le meilleur signe précurseur. Le mauvais temps suit immédiatement la hausse de pression.

25 — **Vents** : à l'Ouest du talweg, avant le passage de l'onde, les vents sont de secteur Nord. À l'Est du talweg, ils sont de secteur Sud ;

31 — **Nuages** : des cumulus peu développés, avec des sommets compris entre 1 200 et 1 500 m se situent à l'avant de l'onde. À l'approche du phénomène, les cumulus tendent à disparaître et de belles éclaircies se développent. Sur l'axe du talweg apparaissent des cumulonimbus très développés accompagnés d'averses et parfois d'orages. La température de l'air baisse.

37 En Atlantique, les ondes d'Est commencent à apparaître au mois de mai, au Sud du 10° N. Plus tard en saison, suite au réchauffement des eaux de surface, elles se forment de plus en plus au Nord. La force de Coriolis n'étant plus négligeable, elles peuvent alors donner naissance à des phénomènes tourbillonnaires et évoluer en tempête ou ouragan.

01 **1.2.3.2. Les lignes de grains. —** Une ligne de grains est un alignement plus ou moins homogène de cumulonimbus. Les lignes de grains sont fréquentes en Afrique de l'Ouest où elles sont parfois appelées tornades. La longueur de la ligne de grains ne dépasse pas 600 km ; elle se déplace généralement vers l'Ouest à une vitesse très variable et sur une distance comprise entre 150 et 3 000 km. En un point, le passage d'une ligne de grains ne dure guère plus de deux heures.

07 Les conditions météorologiques avant, pendant et après le passage d'une ligne de grains sont résumées dans le tableau 1.2.3.2.

01 **1.2.3.3. Les ondes d'Ouest** (fig. 1.2.3.3).

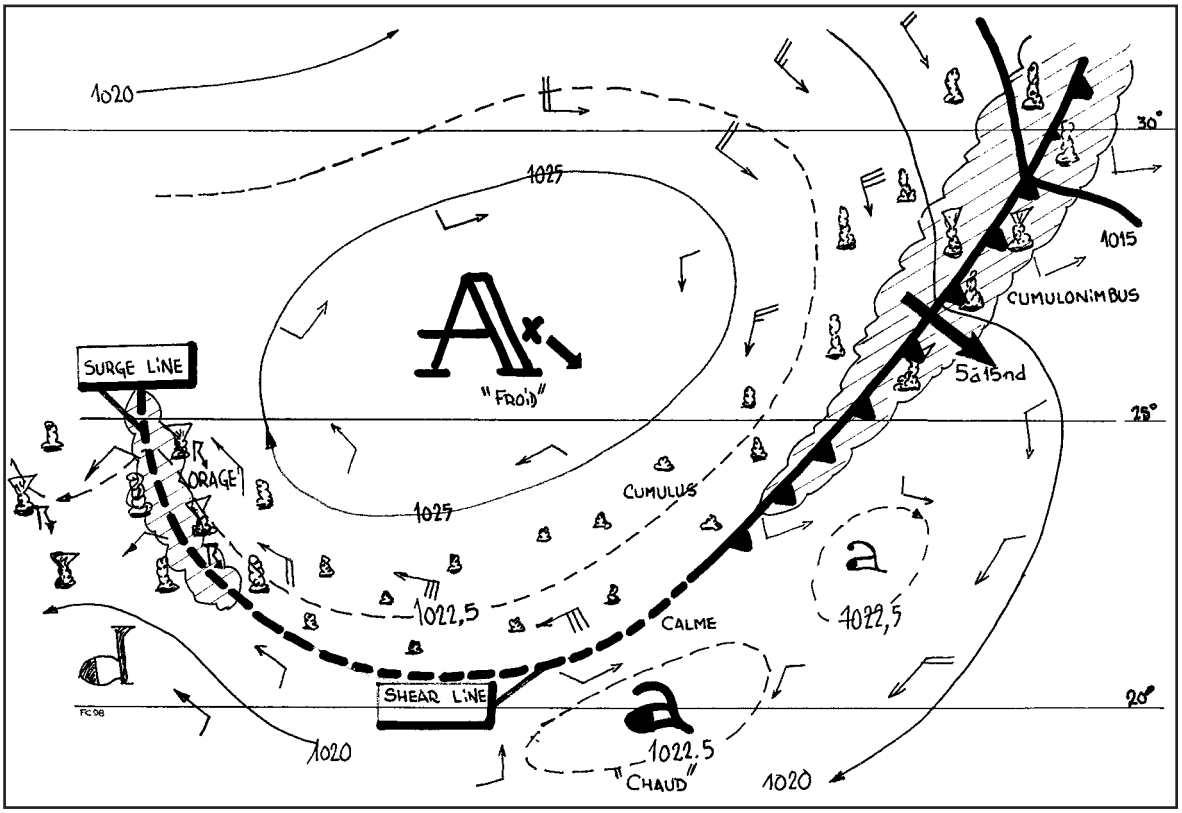
07 En saison froide, lorsque la ZCIT se rapproche de l'équateur, le lit des perturbations des régions tempérées se rapproche des basses latitudes. Les fronts froids conservent leur activité jusque vers le 20e parallèle, parfois jusqu'au 15e et exceptionnellement jusque vers le 10e dans le cas de fortes descentes froides.

13 Les répercussions au niveau de la mer présentent certaines similitudes avec les ondes d'Est. Mais ce phénomène se déplace (entre 5 et 15 nœuds) à contre-courant des vents de secteur Est qui soufflent au niveau de la mer.

19 Lorsque ces fronts froids deviennent parallèles aux isobares, les nuages disparaissent, mais les vents, eux aussi parallèles au front, restent forts du côté polaire alors qu'ils sont faibles ou nuls du côté tropical. Cette discontinuité de vitesse du vent ou ligne de cisaillement (tout ce qui reste du front froid) est appelée "shear line" par les anglo-saxons. La partie occidentale d'une ligne de cisaillement remonte vers les latitudes plus hautes en contournant la cellule anticyclonique. Des nuages cumuliformes apparaissent dans le thalweg ainsi constitué et des orages sont possibles. Le thalweg devient alors une "onde d'Est", se propageant vers l'Ouest.

	Avant	0	5 min	45 min	90 min	150 min
Temps	RAS	Grains Grêle Orage très fort	Orage fort	Orage	Pluie	RAS
Vent au sol	SO / 5 nd	E / 35 – 40 nd	E / 20 nd	E / 10 nd	faible	SO / 5 nd
Pression	RAS	hausse brutale (plusieurs hPa en 5 min)		baisse	baisse faible	retour à la normale
Température	RAS	baisse brutale (22°C possible)			hausse légère	retour à la normale
Visibilité	10-20 km	0 à 500 m	1 à 5 km	5 à 10 km	10 à 20 km	40 à 80 km
Plafond	RAS	100 à 500 m	500 à 1 000 m	1 000 à 1 500 m	2 000 à 3 000 m	4 000 m
Précipitations	néant	très violente	violente	modérée	faible	néant

1.2.3.2. – Variations des conditions météorologiques avant, pendant et après le passage d'une ligne de grains.



1.2.3.3. — Formation d'une ligne de discontinuité de vent.
(Source *Météorologie générale et maritime,* Le Vourch et alii).

25 Nota : L'hiver, à l'arrière des intrusions d'air d'origine polaire sur le golfe du Mexique, s'installent brutalement les "northers", vents de secteur Nord, froids et forts avec de violentes rafales, pouvant souffler plusieurs jours de suite. Les "friasems" (pampero) de secteur Sud ou Sud-Ouest de l'Amérique du Sud, les "bursters" de secteurs Sud de l'Australie sont des phénomènes de même type.

01 **1.2.3.4. Fronts de brise et grains.**

07 Des îles allongées ou des péninsules comme la Floride ou la Malaisie favorisent la formation, au cours de la journée, de cumulonimbus, alignés le long de la ligne de convergence des vents de brise de mer. De même, sur le littoral des continents, quand le courant général est faible et de direction opposée à la brise de mer, un front de brise se développe et peut donner naissance au cours de l'après-midi, sur terre, à des nuages orageux si la masse d'air est suffisamment instable.

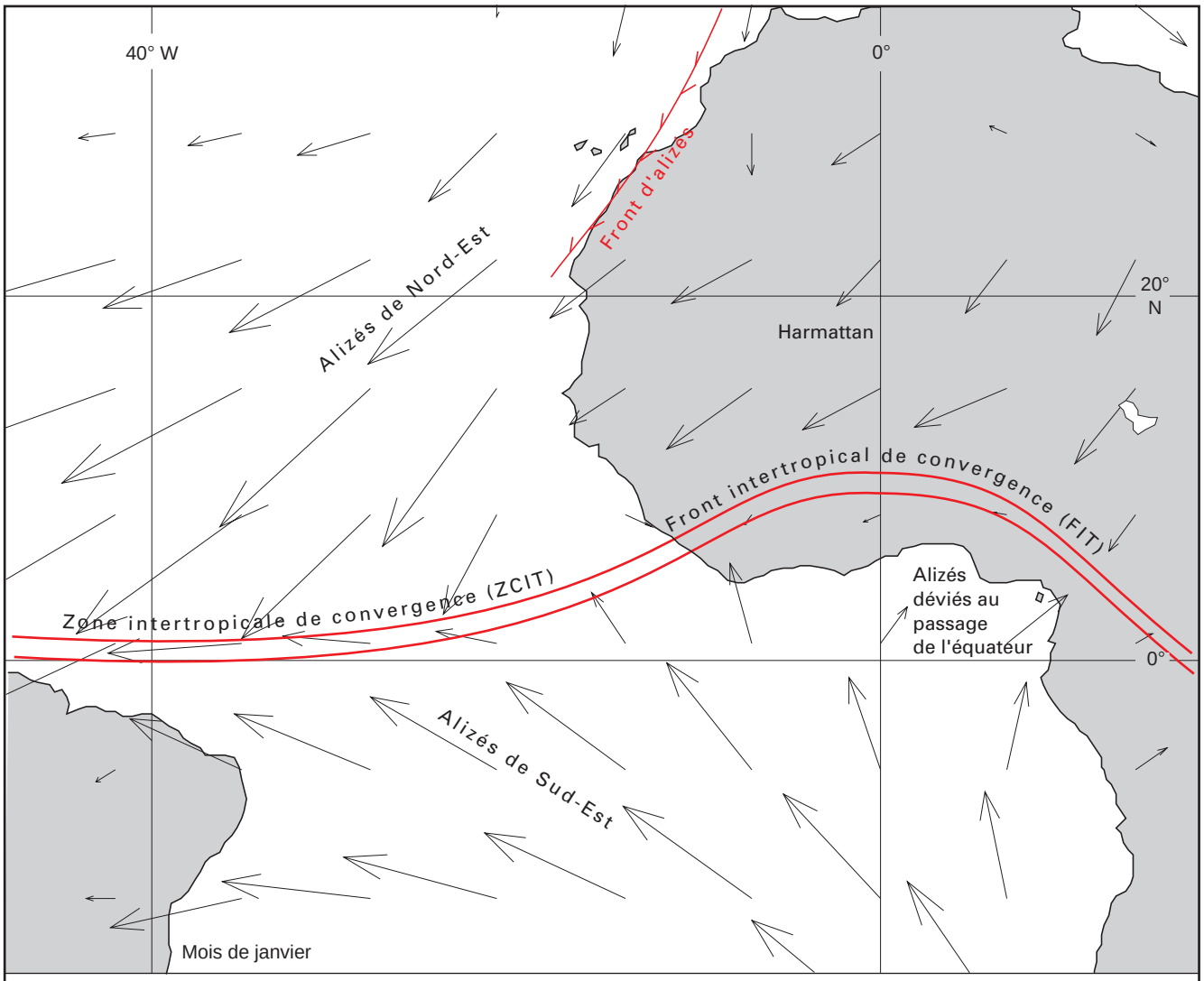
13 La nuit c'est la convergence des brises de terre qui peut provoquer ces alignements de cumulonimbus.

19 Presque chaque nuit, à l'époque de la mousson de Sud-Ouest (de mai à septembre), une ligne de grains appelée "Sumatra" se développe au-dessus de la partie méridionale du détroit de Malacca dont la largeur est seulement d'une cinquantaine de kilomètres. La convergence entre les brises de terre de Sumatra et de Malaisie favorise le développement d'une puissante ligne de grains qui arrive au petit matin sur la côte de Malaisie, principalement entre Singapour et Port Swettenham. La durée des précipitations d'une "Sumatra" est d'une heure ou deux ; elles peuvent atteindre 80 mm et être accompagnées de grêle ; les rafales peuvent atteindre 30 à 40 nœuds.

01 **1.2.3.5. Fronts d'alizés.**

07 Dans les zones subtropicales, il peut arriver que les masses d'air amenées du Nord par les alizés se heurtent aux masses d'air plus chaudes se trouvant plus près de l'équateur. Il se forme alors des fronts tropicaux, ou **fronts d'alizés**.

13 Cette situation se produit, par exemple en hiver, au large des côtes de Mauritanie, lorsque les alizés de NE se heurtent à l'harmattan d'Est (fig. 1.2.3.5). Le passage de ce front d'alizés est surtout marqué par un changement de la direction du vent et des formations nuageuses à l'étage moyen ou supérieur.



En pénétrant sur le continent africain, la ZCIT sépare une masse d'air maritime humide et fraîche d'une masse d'air sèche et chaude. Elle a les caractéristiques d'un front et prend le nom de front intertropical (FIT). De même, la convergence des alizés de Nord et de l'harmattan d'Est ou de Nord-Est est le siège d'une forte turbulence parfois appelée « front d'alizés ».

1.2.3.5. — Formation d'un front d'alizés.

01 **1.2.4. PERTURBATIONS CYCLONIQUES.**

07 Dans ce qui suit, l'expression "perturbation cyclonique" est un terme générique désignant toute perturbation d'échelle synoptique, quelle que soit son intensité, non accompagnée d'un système frontal, prenant naissance au-dessus des eaux tropicales ou subtropicales et présentant une activité convective organisée et une circulation cyclonique, plus intense en surface qu'en altitude.
13 Les perturbations cycloniques, et plus particulièrement leurs formes les plus évoluées, la tempête tropicale et l'ouragan, causent chaque année des pertes en vies humaines et des dommages considérables dans de nombreux pays de la ceinture tropicale. Elles représentent les seuls phénomènes réellement dangereux pour la navigation maritime dans les régions tropicales.

01 **1.2.4.1. Classification et dénomination des perturbations cycloniques.**

05 L'intensité d'une perturbation cyclonique est déterminée par la force du vent maximum qu'elle engendre. C'est en effet un paramètre qui caractérise bien les destructions potentielles. De plus, il est assez bien corrélé à la structure nuageuse observable par satellite.
09 On distingue d'une façon générale quatre types de perturbations cycloniques :
13 — **perturbation tropicale** : zone de mauvais temps (pluie, orage, rafales…), au-dessus des eaux tropicales (30° Nord — 30° Sud), engendrée par une zone dépressionnaire (thalweg, onde d'Est,…) ne présentant pas de circulation fermée ;
17 — **dépression tropicale** : zone de mauvais temps présentant une circulation fermée dans laquelle le vent n'atteint pas 34 nœuds (vent inférieur à force 8 Beaufort) ;
21 — **tempête tropicale** : dépression tropicale dans laquelle la vitesse maximale du vent atteint ou dépasse 34 nœuds (force 8 Beaufort) ;
25 — **cyclone tropical, typhon, ouragan** : dépression tropicale dans laquelle la vitesse maximale du vent atteint ou dépasse 64 nœuds (force 12 Beaufort).

29 Le tableau 1.2.4.1.A présente les termes utilisés selon les régions, en fonction de la force Beaufort du vent.

33 Nota :
37 — L'expression générique "perturbation cyclonique", désignant l'ensemble des phénomènes tropicaux, quelle que soit leur intensité, est parfois remplacée par "perturbation tropicale" ou "cyclone tropical".
41 — Les anglo-saxons désignent par *tropical cyclone* tout phénomène tropical à circulation fermée, quelle que soit son intensité (dépression, tempête ou ouragan). Le service météorologique des Antilles a repris cette acception et désigne les phénomènes les plus violents par ouragan (en anglais *hurricane*).

	Vitesse maximale du vent en nœuds	
	Force 7 et moins (vent < 34)	Force 8 et 9 (34 ≤ vent < 48)
Atlantique Nord et Pacifique Nord-Est	Dépression tropicale	Tempête tropicale
Pacifique Nord-Ouest	Dépression tropicale	Tempête tropicale
Océan Indien Nord	Dépression tropicale	Tempête tropicale
Océan Indien Sud et Pacifique Sud	Dépression tropicale faible	Dépression tropicale modérée
	Force 10 et 11 (48 ≤ vent < 64)	Force 12 (64 ≤ vent)
Atlantique Nord et Pacifique Nord-Est	Tempête tropicale	Ouragan
Pacifique Nord-Ouest	Violente tempête tropicale	Typhon
Océan Indien Nord	Violente tempête tropicale	Cyclone
Océan Indien Sud et Pacifique Sud	Dépression tropicale forte	Cyclone

1.2.4.1.A. – Appellation des perturbations cycloniques selon les régions.

45 — Localement, les phénomènes les plus violents reçoivent parfois d'autres noms : cordonazo en Amérique centrale qui désigne à la fois le vent violent de Sud-Est et l'ouragan au large des côtes qui en est la cause ; baguio aux Philippines, du nom d'une ville qui fut détruite au début du siècle par un typhon ; willy-willy en Australie qui désigne plus particulièrement les tornades, les trombes et même les tourbillons de poussière. Ces termes étant mal codifiés, il vaut mieux ne pas les employer.
49 — Malgré les efforts d'harmonisation de l'OMM, il reste une ambiguïté sur la vitesse du vent. De nombreux pays font référence à des vitesses de vents moyennées sur dix minutes, d'autres en Atlantique Nord, ainsi que le Joint Typhoon Warning Center (JTWC), se réfèrent à une moyenne sur une minute.

53 L'échelle de Dvorak (de 0 à 8) [tab. 1.2.4.1.B] permet de déterminer l'intensité d'un phénomène (vitesse du vent et pression au centre) à partir de l'examen des images satellites.

Niveau	Vent maximal en m/s	Vent maximal en km/h	Vent maximal en nœuds	Pression centrale (hPa) (Atlantique)	Pression centrale (hPa) (Pacifique NO)
0	< 12	< 43	< 23		
1	12	43	23		
2	15	54	29	1009	1000
3	22	79	43	1000	991
4	32	115	62	987	976
5	45	162	87	970	954
6	57	205	111	948	927
7	70	252	136	921	898
8	85	306	165	890	858

1.2.4.1.B. – Échelle de Dvorak de classification des perturbations cycloniques en fonction des caractéristiques de l'image satellite.

Classification	Pression au centre en hPa	Force du vent en m/s	km/h	nœuds	Marée de tempête	Dégâts
classe 1	plus de 980	34 - 42	118 - 153	64 - 82	1 - 1,7 m	minimes
classe 2	965 - 980	43 - 51	154 - 177	83 - 96	1,8 - 2,6 m	modérés
classe 3	945 - 964	52 - 60	178 - 209	97 - 113	2,7 - 3,8 m	intenses
classe 4	920 - 944	61- 69	210 - 249	114 - 135	3,9 - 5,6 m	extrêmes
classe 5	moins de 920	plus de 70	plus de 249	plus de 136	5,7 m et plus	catastrophiques

1.2.4.1.C. – Échelle Saffir-Simpson de classification des ouragans.

57 L'échelle de dommages potentiels Saffir-Simpson (tab. 1.2.4.1.C), qui comporte 5 niveaux, donne une estimation des inondations et des dommages matériels potentiels causés par un ouragan . Elle est déterminée en fonction de la pression minimale au centre de l'œil et de la vitesse maximale du vent moyen en surface. Ces paramètres sont soit mesurés par reconnaissances aériennes, soit estimés d'après l'image satellite. Voir également la figure 1.2.4.6.B présentant les dangers d'un cyclone.

61 Depuis les années cinquante, l'habitude a été prise de nommer les phénomènes les plus violents (tempêtes tropicales et ouragans, c'est-à-dire à partir de 34 nœuds de vent). Les noms (des prénoms alternativement masculins et féminins) sont donnés à partir de listes alphabétiques préétablies desquelles ont été retirés les noms de cyclones particulièrement dévastateurs.

65 Les cyclones du Nord de l'Océan Indien n'ont qu'un numéro d'identification suivi d'une lettre A ou B selon que le phénomène se forme en mer d'Arabie ou dans le golfe du Bengale.

69 **Système mondial de prévision et de prévention des cyclones.** Afin de prévenir le risque cyclonique, l'OMM a mis en place un système mondial d'avis de cyclones tropicaux, indispensable pour la prévision et la prévention. Pour chacun des bassins océaniques concernés, un Centre météorologique régional spécialisé (CMRS) a été désigné :

73 — Miami (États-Unis) pour l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord-Est ;

77 — Tokyo (Japon) pour le Pacifique Nord-Ouest.

81 — New-Delhi (Inde) pour le Golfe du Bengale et la Mer d'Oman ;

85 — Nandi (Fidji) pour le Pacifique Sud-Ouest ;

89 — Saint-Denis-de-la-Réunion (France) pour le Sud-Ouest de l'Océan Indien.

93 Les CMRS sont chargés de détecter tout phénomène en formation, de déterminer son intensité, de lui affecter ou non un prénom, de suivre et de prévoir si possible sa trajectoire. Ils rédigent et diffusent les avis cycloniques. En fin de saison, ils publient un bilan des perturbations de l'année. Les centres nationaux restent responsables de la prévision locale, de l'élaboration des avis d'alerte ainsi que de leur diffusion auprès du public, des administrations locales, des organismes de la protection civile et des médias.

97 D'autres organismes disposant d'importants moyens de réception et d'interprétation des images satellites diffusent eux aussi une information de qualité. C'est par exemple le cas du *Joint Typhoon Warning Center* (www.npmoc.navy.mil/), organisme de l'US Navy basé à Hawaï qui diffuse régulièrement des informations pour chaque perturbation tropicale du Pacifique Nord-Ouest et du Pacifique Sud-Ouest.

01 **1.2.4.2. Formation.**

07 Les conditions nécessaires (mais non suffisantes) à la formation d'une perturbation cyclonique sont :

13 — Une température de la mer supérieure à 26° C sur une profondeur d'au moins 60 mètres. La chaleur de l'océan permet les transferts d'humidité (évaporation intense) et de chaleur sensible vers l'atmosphère ; c'est le "moteur" de la dépression. Cette condition sur la température de la mer explique que la période la plus favorable est la fin de l'été de l'hémisphère concerné (septembre en hémisphère Nord et février en hémisphère Sud).

19 — Une masse d'air instable et humide. Les conditions d'instabilité sont presque toujours satisfaites en été dans les régions tropicales. L'humidité entre les niveaux d'altitude 700 hPa (3 000 m) et 500 hPa (5 500 m) doit être supérieure à 70 % pour assurer la formation des cumulonimbus.

25 — Une latitude supérieure à 5° pour que la composante horizontale de la force de Coriolis, qui permet la rotation du vent autour du centre dépressionnaire, soit suffisante. Il n'y a pas de phénomène tourbillonnaire atmosphérique entre 5° Nord et 5° Sud.

31 — Une convergence du vent dans les basses couches, favorisant l'instabilité. Cette condition de convergence est réalisée dans le cas d'un front, d'une zone même faiblement dépressionnaire, d'une invasion d'air froid vers les basses latitudes.

37 — Un faible cisaillement vertical du vent (c'est-à-dire absence de variations rapides de la direction ou de la vitesse du vent avec l'altitude). Un fort cisaillement vertical empêche la formation des cumulonimbus et déstructure la perturbation cyclonique.

43 — Une divergence du vent dans les couches élevées de la troposphère. Cette condition est réalisée par la présence de hautes pressions au sommet de la troposphère. Convergence à la base, absence de cisaillement et divergence au sommet permettent un bon "tirage" du cyclone, à l'image d'une cheminée.

49 On notera que ces conditions sont remplies au voisinage de la ZCIT lorsque celle-ci s'écarte de l'équateur et qu'il se produit une invasion d'air plus frais venu des latitudes tempérées. Les perturbations cycloniques se forment également à partir d'une onde d'Est, d'une ligne de grains ou d'un amas nuageux convectif quasi circulaire.

01 **1.2.4.3. Lieux de formation** (figures 1.2.4.3.A à G).

07 Il se forme en moyenne chaque année, à la surface du globe, 83,6 dépressions tropicales atteignant le stade de tempête tropicale (vent supérieur à 34 nœuds). Ce nombre est assez constant d'une année sur l'autre, l'écart type ne dépassant pas 7,8. La répartition entre les deux hémisphères est très inégale : 70 % dans l'hémisphère Nord et 30 % dans l'hémisphère Sud.

13 En se restreignant aux seuls cyclones et ouragans (vent supérieur à 64 nœuds), le nombre annuel est de 44,9 avec un écart type de 6,4.

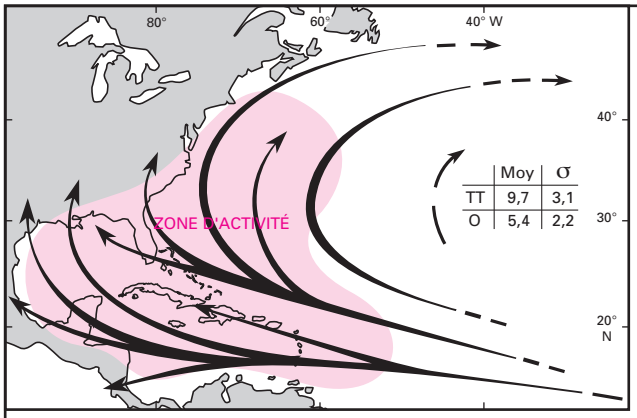
19 **Répartition des phénomènes selon la latitude** :

25 — moins de 5° de latitude : négligeable

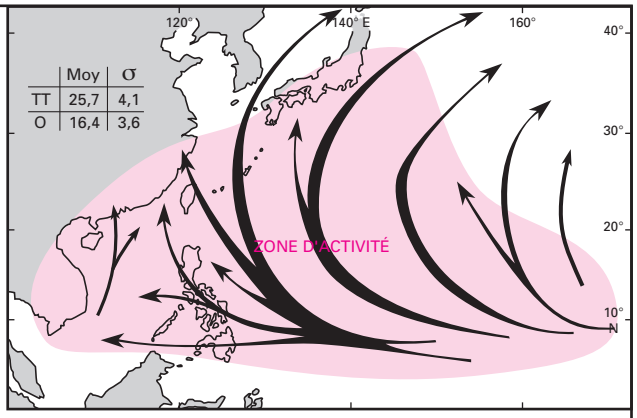
31 — entre 5 et 10° : 22 %

37 — entre 10 et 20° : 65 %

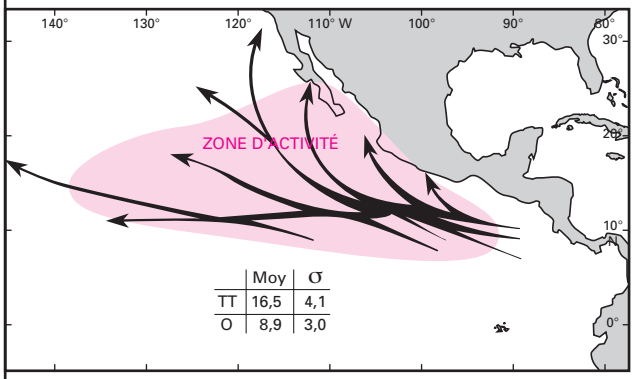
43 — plus de 20° : 13 %



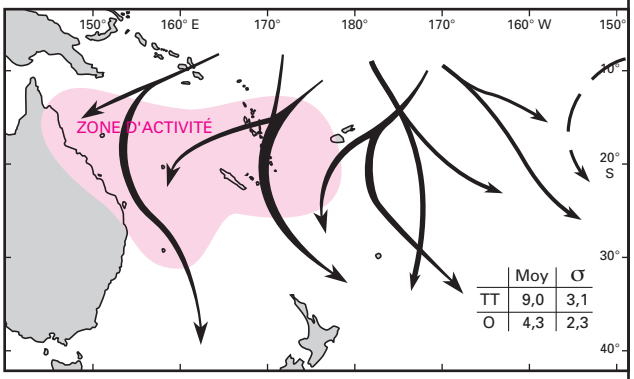
1.2.4.3.A. — En Atlantique Nord.



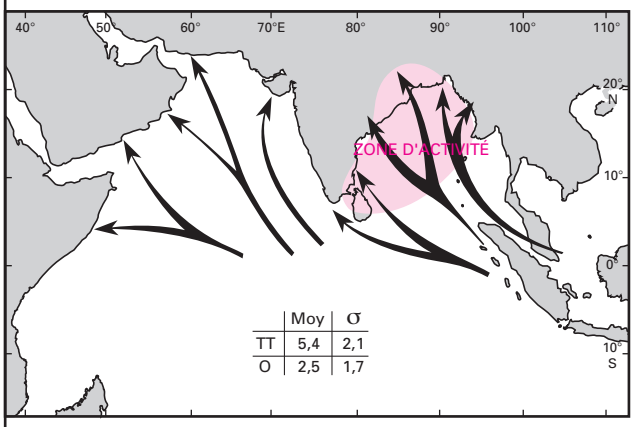
1.2.4.3.B. — Dans le Pacifique NW.



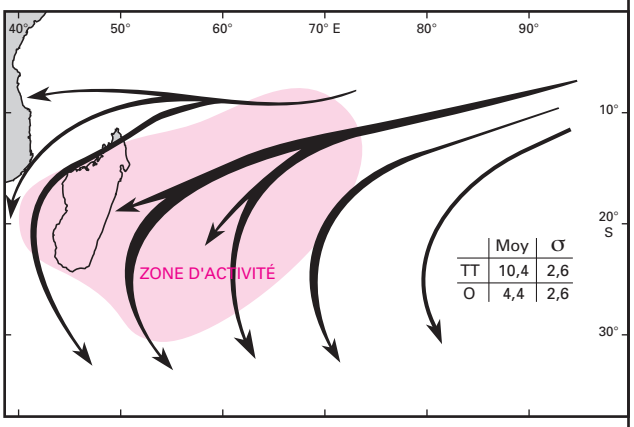
1.2.4.3.C. — Dans le Pacifique NE.



1.2.4.3.D. — Dans le Pacifique Sud.



1.2.4.3.E. — Dans l'Océan Indien Nord.

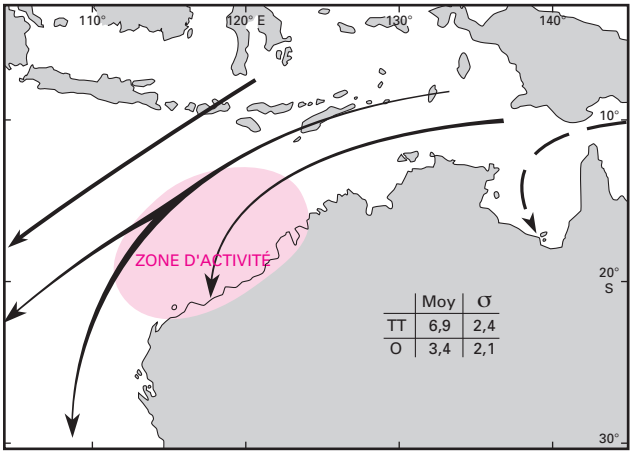


1.2.4.3.F. — Dans l'Océan Indien Sud-Ouest.

TT : tempête tropicale
O : ouragan
Moy : nombre moyen annuel
σ : écart type

zone d'activité

Chiffres calculés sur la période 1968-1989/1990, source OMM



1.2.4.3.G. — Dans le Sud-Est de l'Océan Indien.

1.2.4.3.A, B, C, D, E, F et G. — Lieux de formation et trajets moyens des cyclones tropicaux.

49 **Atlantique.** Les ouragans de l'Atlantique Nord se forment au voisinage des îles du Cap Vert, et sur la ZCIT entre 40° et 55° Ouest. Il n'y a pas de cyclones dans l'Atlantique Sud où la mer n'atteint pas les conditions de température nécessaires.

55 **Pacifique Nord-Ouest**. Les typhons du Pacifique NW se forment dans la zone s'étendant de 170° Est aux Philippines et entre les parallèles 5° et 20° Nord. Dans cette zone, les parages des Îles Carolines sont particulièrement prolifiques. C'est dans le Pacifique Nord-Ouest que les cyclones sont les plus nombreux (il peut s'en produire toute l'année) et les plus violents.

61 **Pacifique Nord-Est**. Les ouragans du Pacifique NE se forment dans la zone comprise entre 6° et 12° Nord, 95° et 105° Ouest.

67 **Pacifique Sud**. Les cyclones du Pacifique Sud se forment entre 10° et 15° Sud et entre 160° Est et 150° Ouest ; certaines années, la zone affectée se déplace vers l'Est (jusqu'à 120° Ouest), suite au déplacement vers l'Est des eaux les plus chaudes (phénomène ENSO, *El Niño/Southern Oscillation*, § 1.2.5).

73 **Océan Indien Nord.** Les cyclones de l'Océan Indien Nord se forment dans une zone au voisinage des Îles Maldives et au Nord de Sumatra.

79 **Océan Indien Sud.** Les cyclones tropicaux dans l'Océan Indien Sud, et en particulier, ceux de Madagascar, se forment dans une zone comprise entre les Îles Seychelles et les Îles Chagos.

85 **Nord-Ouest de l'Australie.** Les cyclones tropicaux affectant les côtes NW de l'Australie naissent dans les parages de l'Île de Timor.

91 Les figures 1.2.4.3.A à G représentent les zones de formation et les trajets moyens des divers cyclones tropicaux. En outre, elles indiquent pour chaque bassin, le nombre moyen et l'écart type des dépressions tropicales ayant atteint le stade de tempête et celles ayant atteint le stade d'ouragan (statistiques sur la période 1968-1989/1990, source OMM).

01 **1.2.4.4. Fréquence et période de formation.**

07 La fréquence des cyclones tropicaux est généralement la plus élevée lorsque la ZCIT occupe la position la plus éloignée de l'équateur, c'est-à-dire à la fin de la saison chaude de juillet à octobre, dans l'hémisphère Nord, de janvier à mars dans l'hémisphère Sud. C'est aussi à cette période que la mer est la plus chaude.

13 Dans le Golfe du Bengale et dans la Mer d'Oman, les cyclones tropicaux se manifestent surtout aux époques de transition entre les moussons. En effet, d'une part les vents de la mousson drainent des masses d'air ne remplissant pas les conditions requises ; d'autre part la constance des vents forts empêche le réchauffement des couches superficielles de l'océan.

19 La fréquence, en nombre moyen de cyclones par mois et sur l'ensemble de l'année, est donnée par le tableau 1.2.4.4 pour chacune des régions considérées. Les petites variations sur le total annuel du nombre de cyclones entre ce tableau et les figures 1.2.4.3.A à G s'expliquent par la différence des périodes de référence.

01 **1.2.4.5. Trajectoire et vitesse de translation.**

07 Les cyclones naissent sur le flanc équatorial d'un anticyclone subtropical à partir d'une onde d'Est, d'une ligne de grains ou d'un amas nuageux convectif quasi circulaire. Lors de leur formation, ils progressent vers l'Ouest à une vitesse de translation faible, 10 ou 12 nœuds. Puis le phénomène remonte vers les latitudes tempérées en contournant l'anticyclone subtropical par l'Ouest. À une latitude voisine de 23° en moyenne, il est repris dans la circulation d'Ouest où il accélère jusqu'à atteindre 20 à 30 nœuds aux latitudes tempérées. Cette trajectoire prend parfois des allures de paraboles pour les plus réguliers (notamment en Atlantique Nord et dans le Pacifique Nord). Dans l'Atlantique Nord, 45 % des cyclones sont repris dans la circulation d'Ouest.

13 Le cyclone se déplace selon le flux moyen de la troposphère, qui se trouve être assez homogène sur toute la hauteur puisque l'absence de cisaillement du vent est une condition nécessaire à sa formation. Mais, en fait, la dépression tropicale interagit constamment avec son environnement. Il s'ensuit que la trajectoire d'un cyclone peut être beaucoup plus complexe, avec des variations de vitesse, des boucles, des points de rebroussements…

19 Une fois le cyclone repris dans la circulation d'Ouest, son intensité décroît tandis que sa zone d'action s'élargit. Lorsque les circonstances sont favorables à sa propagation, il peut atteindre les latitudes élevées, se fondre dans une dépression des latitudes tempérées et donner naissance à une tempête ; c'est ainsi que les ouragans des Antilles parviennent parfois jusqu'en Europe, et les typhons de la Mer de Chine jusqu'aux côtes de la Colombie Britannique.

25 Les cyclones tropicaux se comblent en général lorsqu'ils atterrissent, ou lorsqu'ils rencontrent des eaux froides, mais ils peuvent se creuser de nouveau s'ils regagnent une mer chaude. Ainsi, certains ouragans des Caraïbes traversent l'Amérique centrale et se régénèrent en arrivant sur le Pacifique Nord-Est.

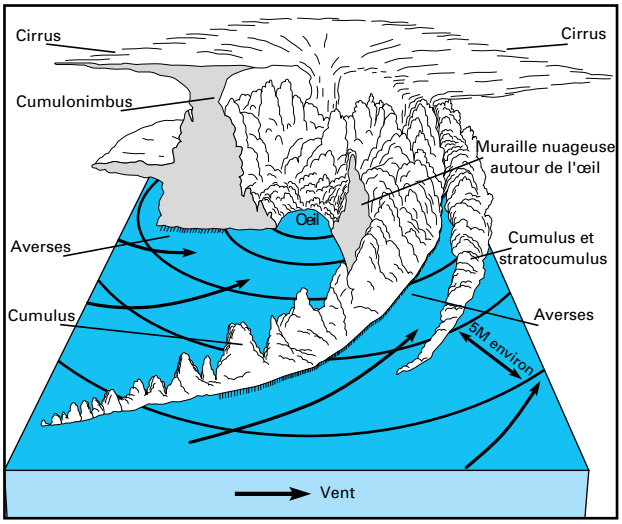
Régions	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Atlantique Nord						0,3	0,4	1,5	2,7	1,3	0,3		5,2
Pacifique NE					0,3	0,6	0,9	2	1,8	1			5,8
Pacifique NW	0,3	0,2	0,2	0,7	0,9	1,2	2,7	4	4,1	3,3	2,1	0,7	17,8
Océan Indien Nord				0,1	0,5	0,2	0,1		0,1	0,4	0,6	0,2	2,2
Océan Indien SW	1,3	1,1	0,8	0,4								0,5	3,8
Pacifique SW et Australie	0,7	1,1	1,3	0,3			0,1	0,1			0,3	0,5	3,8

Nota :
1) Les cases vides correspondent à une valeur moyenne inférieure à 0,05.
2) Les cyclones à cheval sur deux mois sont comptés une fois pour chaque mois : la valeur annuelle n'est donc pas la somme des valeurs mensuelles.

1.2.4.4. – Nombres moyens mensuels de cyclones tropicaux (vent maximal supérieur à 63 nœuds). [D'après *Crutcher et Quayle, 1974*].

01 **1.2.4.6. Structure et dangers.**

07 La structure et les dangers des cyclones tropicaux de l'hémisphère Nord sont respectivement représentés par les figures 1.2.4.6.A et 1.2.4.6.B.



1.2.4.6.A. — Structure d'un cyclone tropical.

13 NÉBULOSITÉ. – Un cyclone tropical est caractérisé par une masse nuageuse, bien visible sur les images satellite, dont le rayon peut atteindre 250 à 500 M. Cette masse nuageuse est organisée en bandes spiralées convergeant en un anneau central compact : le mur de l'œil. Au cœur de cet anneau, la masse nuageuse présente un trou aux bords nets, c'est l'œil du cyclone.

19 Bandes spiralées et mur de l'œil sont constitués de cumulonimbus, prolongés par des formations stratiformes étendues. Dans la partie supérieure du cyclone, la masse d'air s'étale en courants divergents porteurs de fins cirrus, qui peuvent se développer jusqu'à 500 M du centre. L'œil est la région la plus chaude, dégagée et sèche en moyenne et haute troposphère, mais avec souvent des nuages dans les basses couches où l'air est saturé. Le diamètre de l'œil peut varier de 4 à 5 M (pour un cyclone en formation) jusqu'à 40 et 80 M.

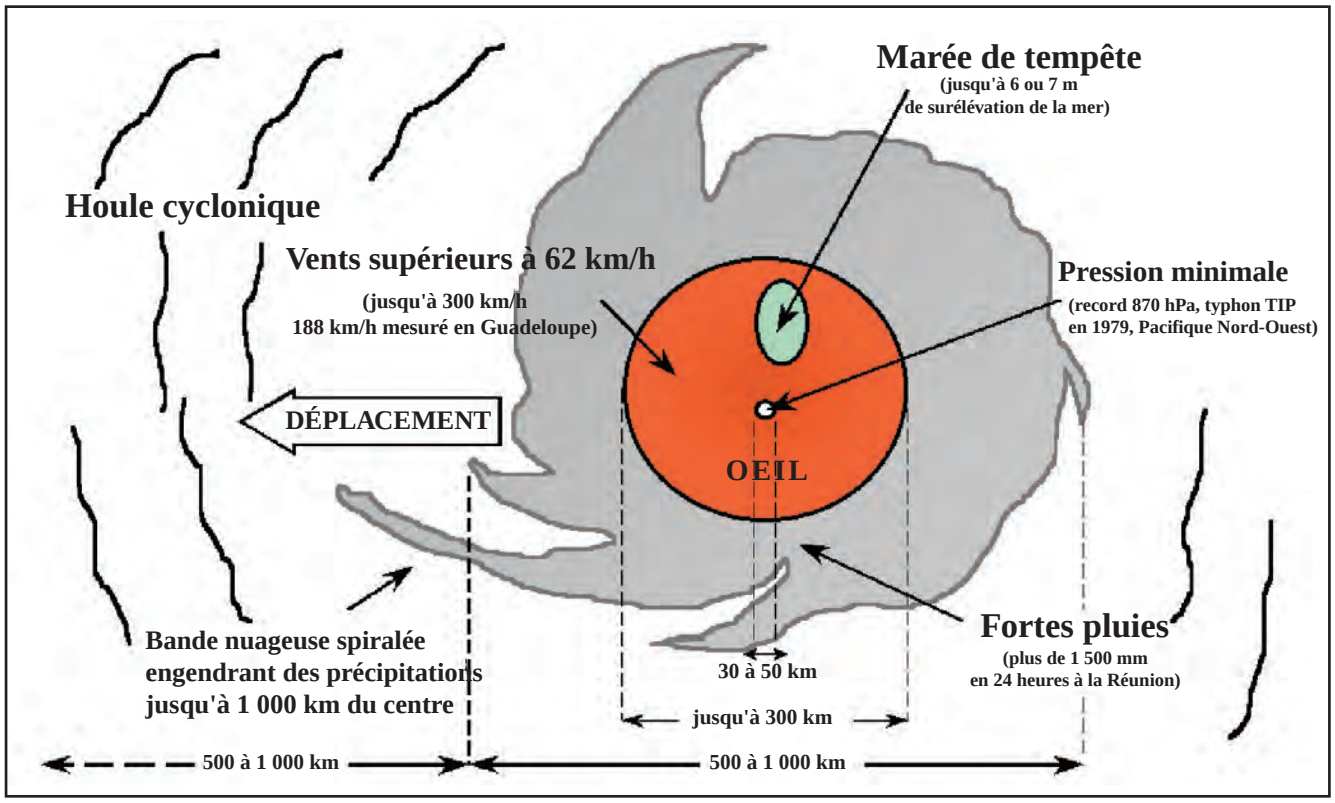
25 PRESSION. — La pression est minimale dans l'œil du cyclone Autour, le champ de pression affecte une forme circulaire à peu près régulière ; toutefois, les isobares sont souvent plus serrées au voisinage de l'anticyclone que longe la dépression (demi-cercle droit, dans l'hémisphère Nord, demi-cercle gauche dans l'hémisphère Sud) où sont les vents les plus forts.

31 VENT. — Au centre des cyclones tropicaux, dans l'œil, le vent est calme. Au champ de pression circulaire de gradient élevé qui l'entoure, correspondent des vents violents dont le mouvement tourbillonnaire est orienté, dans l'hémisphère Nord, en sens inverse des aiguilles d'une montre (dans le sens des aiguilles d'une montre au Sud de l'équateur).

37 Leur direction au niveau de la mer fait, avec les isobares, un angle de 20 à 30° à la périphérie, qui diminue progressivement avec la distance au centre : au voisinage de l'œil, la direction du vent est à peu près parallèle aux isobares.

43 **Un observateur faisant face au vent et situé à la périphérie d'un cyclone, soit à environ 200 M du centre, en relève donc le centre à 110-120° sur sa droite dans l'hémisphère Nord, sur sa gauche dans l'hémisphère Sud.**

49 Les vents sont extrêmement violents au voisinage immédiat de la zone centrale de calme, où leur vitesse peut atteindre 125 nœuds et davantage. Dans les conditions moyennes d'un typhon, on peut admettre comme chiffres approximatifs une force 12 Beaufort à 35 M du centre, force 11 à 50 M, décroissant jusqu'à force 7 ou force 6 entre 200 et 250 M.



1.2.4.6.B. — Les dangers d'un cyclone (dans l'hémisphère Nord).

55 PRÉCIPITATIONS. — La pluie, qui commence à tomber à 100 ou 150 M du centre, devient torrentielle au niveau du mur de l'œil. À la surface de la mer, mêlée aux embruns emportés par l'ouragan, les précipitations forment un véritable écran d'eau qui réduit généralement la visibilité à quelques mètres. Des orages violents accompagnent souvent ces précipitations. Voir figure 1.2.4.6.C.

61 MER ET HOULE (figure 1.2.4.6.C). — Les vents qui accompagnent un cyclone soulèvent une mer très grosse. À la périphérie du cyclone, si le vent "entre" dans la dépression en faisant un angle α avec les isobares, alors la houle "sort" de la dépression en faisant le même angle avec les isobares. L'angle α variant de 0 près du centre à 30° à la périphérie, houle et vent font un angle variant de 0 (près du centre) à 60° (périphérie). La houle est d'autant plus forte que le vent a pu accompagner les vagues qu'il a engendrées le plus longtemps possible. C'est donc le vent soufflant parallèlement à la direction de déplacement du cyclone (vent soufflant dans le quadrant arrière droit pour l'hémisphère Nord) qui engendre les vagues les plus hautes. Ces vagues se propagent au devant du météore, du côté du demi-cercle dangereux (côté droit du cyclone pour l'hémisphère Nord).

67 Dans la zone centrale (œil de la tempête) des houles énormes, venant de toutes les directions, soulèvent une mer complètement démontée : les lames heurtées et désordonnées, y dépassent souvent 15 m de hauteur.

73 La longueur et le creux de la houle, ainsi que sa vitesse de propagation, dépendent de l'intensité et de la vitesse du cyclone ainsi que de l'étendue de mer libre qui lui est ouverte. Vitesse de groupe V et période des vagues T étant liées par la relation V = 1,5 T, V en nœuds et T en secondes , on peut en déduire la période des vagues les mieux formées : vagues de 6-7 secondes de période dans le cas d'un cyclone se déplaçant à 10 nœuds, houle de 12-13 secondes dans le cas d'un déplacement à 20 nœuds.

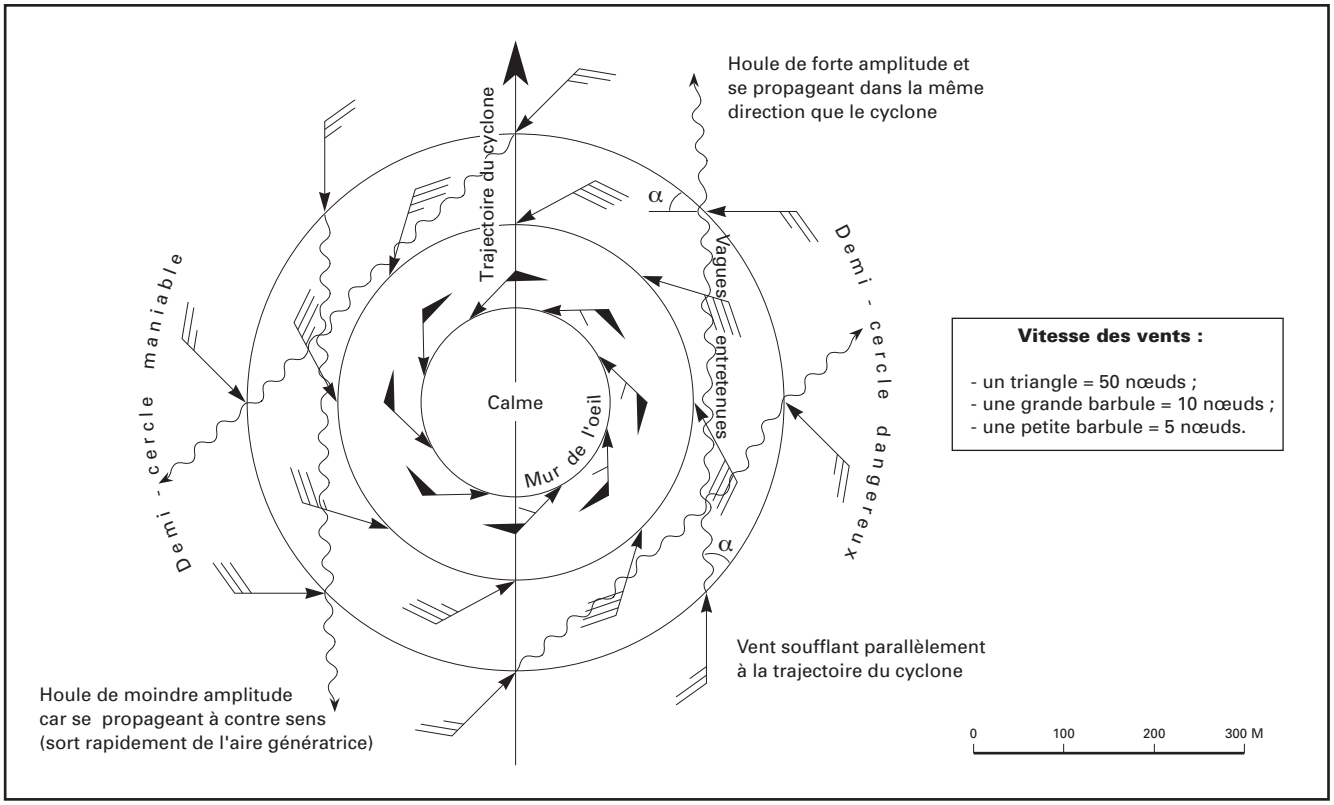
79 SURCOTE ET MARÉE DE TEMPÊTE. – En eau profonde, la dépression provoque un soulèvement de la surface de la mer, au centre de la dépression, d'une valeur de 1 cm pour 1 hPa au-dessous de la valeur moyenne. À l'approche d'une côte, les vents d'afflux viennent ajouter leur effet à celui de la pression. Ces deux phénomènes provoquent une accumulation d'eau le long du littoral. Cette surélévation du niveau de la mer est en en fait une onde (onde de tempête). Sa période est de quelques heures et sa longueur d'onde est fonction de l'étendue des vents forts, typiquement 4 fois le rayon du vent maximal du cyclone mentionné dans les bulletins (les vents forts générés par le cyclone forment une couronne autour du centre du phénomène ; leur étendue est mentionnée dans les bulletins météorologiques sous la forme : vent maximal supérieur à xx nœuds jusqu'à yy milles du centre ; c'est cette valeur yy qui est utilisée pour estimer la longueur d'onde de l'onde de tempête). Dans l'hémisphère Nord, la surcote se produit un peu à droite du centre dépressionnaire (à gauche dans l'hémisphère Sud). De l'autre côté du centre, il se produit une décote mais de moindre amplitude.

85 Surcote et marée astronomique se conjuguent pour former la marée de tempête (*stormtides*), l'eau commençant à monter sur la côte, en avant de la perturbation, un ou deux jours avant son passage. Dans la région des Antilles, le niveau de la marée, au voisinage du centre, dépasse parfois de 3 à 5 m la hauteur prévue.

01 **1.2.4.7. Différences entre cyclones tropicaux et tempêtes des latitudes tempérées.**

07 Les tempêtes des latitudes tempérées, même les plus violentes comme celles qui ont ravagé la France en décembre 1999, sont différentes des cyclones tropicaux. Tempêtes des latitudes tempérées et cyclones tropicaux se distinguent par :

13 — la morphologie de la masse nuageuse : on peut dire, pour simplifier, que la masse nuageuse d'un cyclone tropical est plutôt symétrique autour de son œil ; une dépression des latitudes tempérées est, en revanche, profondément asymétrique, c'est même la base de sa structure ;



1.2.4.6.C. — Vents et houle dans un cyclone tropical de l'hémisphère Nord.

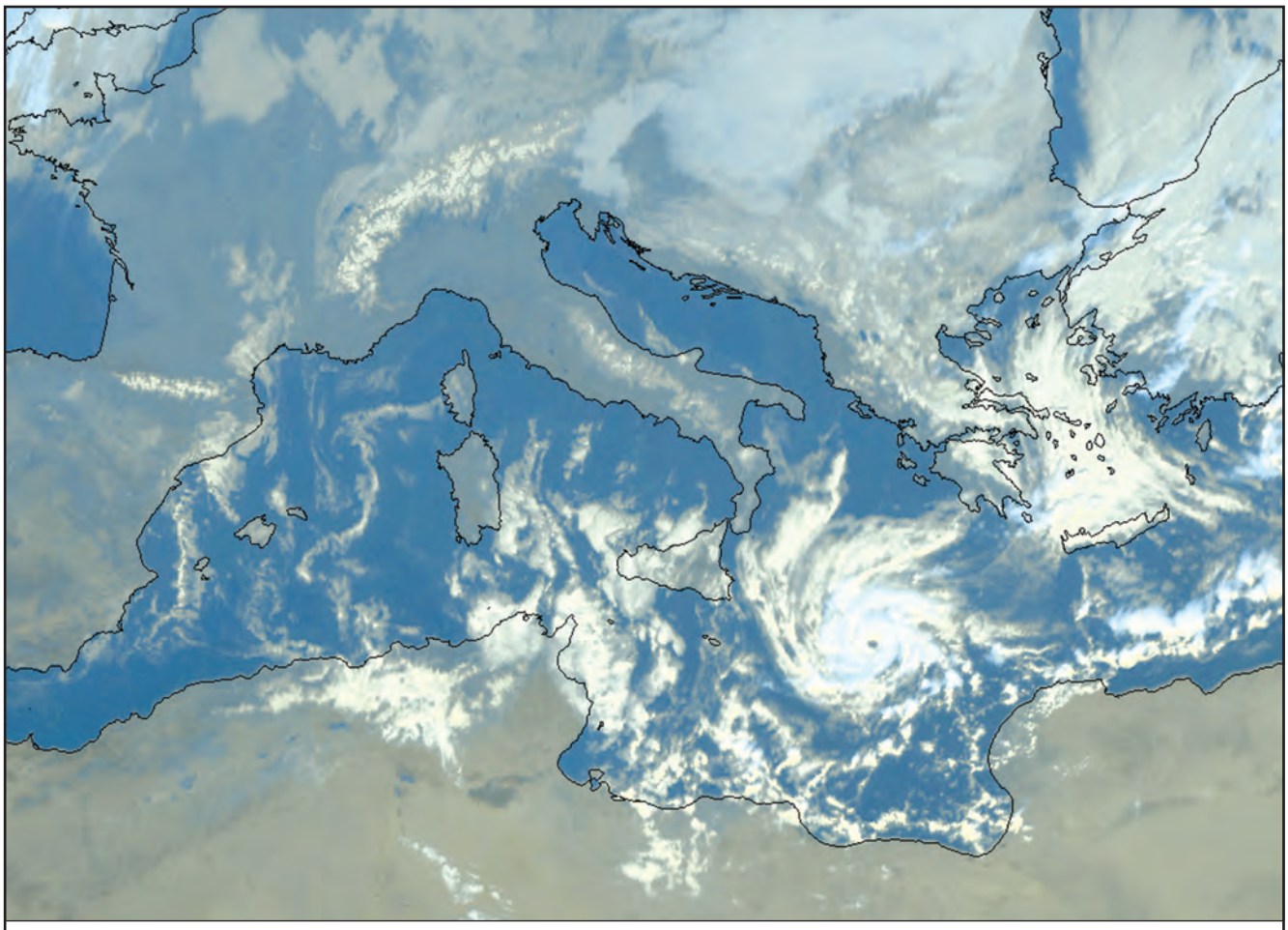


Image Meteosat du 16 janvier 1995 à 12 h UTC. La dépression au Sud-Est de la Sicile avec ses bandes spiralées nuageuses convergeant vers un œil bien visible ressemble beaucoup à un cyclone tropical. Un navire au Nord immédiat du centre mesure un vent d'Est 50 nœuds et une pression de 1015 hPa. Ce type de dépression de petite taille, appelée " polar low " ou " dépression de méso-échelle ", se forme souvent aux latitudes tempérées à l'automne et au début de l'hiver, quand des masses d'air froid et humide venues du Nord surmontent une mer encore chaude.

1.2.4.7. — Dépression de méso-échelle en Méditerranée.

19 — la répartition horizontale des vents forts : il résulte des symétries que, dans un cyclone tropical, les vents les plus forts forment une sorte de couronne autour de l'œil (où les vents sont calmes) ; dans une tempête des latitudes tempérées, les vents les plus forts en surface s'organisent en tubes, près des fronts ;

25 — la répartition verticale des vents : dans un cyclone tropical, les vents les plus forts sont dans les basses couches de l'atmosphère ; ils diminuent avec l'altitude pour disparaître au sommet de la troposphère où les conditions sont anticycloniques ; en revanche, une tempête des latitudes tempérées est toujours associée à un puissant courant jet vers 8 000-10 000 m d'altitude où se concentrent les vents les plus forts.

31 — leur source d'énergie fondamentalement différente : les cyclones tropicaux tirent leur énergie de l'évaporation de l'eau de mer et dans une moindre mesure, de la différence de température avec cette eau ; de ce fait, les cyclones ne peuvent se développer que sur mer. Les dépressions des latitudes tempérées fonctionnent à partir des contrastes thermiques horizontaux de l'air. Plus ceux-ci occupent une grande épaisseur, plus les possibilités de renforcement d'une dépression sont grandes. Il est donc possible à une dépression de se renforcer ailleurs que sur mer, bien que la terre ferme induise une perte d'énergie par frottement qu'il faut compenser par une plus grande efficacité du "moteur" atmosphérique.

37 Les cyclones tropicaux, à la fin de leur vie, remontent vers des latitudes plus élevées. Il arrive alors qu'ils jouent le rôle de précurseurs de dépressions en approchant du courant-jet. Dans ce cas, leur structure change rapidement pour devenir celle d'une tempête.

43 Toutefois, il existe des cousins des cyclones tropicaux aux latitudes élevées : en Méditerranée (fig. 1.2.4.7) ou dans les mers arctiques. Ce sont des systèmes puissants que l'imagerie des satellites permet de reconnaître. Ils peuvent même avoir un œil. Ils fonctionnent sur le même principe, utilisant plutôt la différence de température avec la mer (plus chaude que l'air, parfois beaucoup en Arctique) que la différence d'humidité. Ils restent de petite taille comparés aux cyclones tropicaux et leur durée de vie est plus courte.

01 **1.2.4.8. Prévision des cyclones tropicaux.**

07 AVIS DE CYCLONES TROPICAUX. — Dans les régions sujettes aux cyclones tropicaux, les Centres météorologiques régionaux spécialisés (CMRS, voir *Système mondial de prévision et de prévention* in fine du sous-paragraphe 1.2.4.1) diffusent des *Avis de cyclones* indiquant la zone menacée, la position du centre, l'orientation de la trajectoire et la vitesse du cyclone.

13 **Étant en possession d'éléments d'information sur un cyclone tropical (ou une tempête tropicale), un navire doit, en application de la Convention SOLAS, transmettre un avertissement à la station la plus proche.** En principe, tout capitaine observant des vents atteignant ou dépassant 50 nœuds (force 10 Beaufort) est tenu de transmettre un tel avertissement et de le renouveler au moins toutes les 3 heures, si le vent se maintient au-delà de cette force (voir sous-chapitre 3.1).

19 Le navigateur a tout intérêt à suivre avec attention les avis de cyclones diffusés au moins 4 fois par jour. Cependant, malgré les progrès accomplis par la modélisation de l'atmosphère, la prévision de la trajectoire des cyclones reste imprécise. Par exemple, sur l'Atlantique, à 24 heures d'échéance, la comparaison des positions observées et des positions prévues montre une erreur moyenne de 180 kilomètres (environ 100 nautiques). À 48 heures, l'erreur moyenne de prévision de la position est de 280 kilomètres (environ 140 nautiques). À 72 heures, elle atteint 550 km (environ 300 nautiques). En conséquence, de nos jours encore, le navigateur ne doit pas négliger l'observation attentive des nuages, de la houle, des vents et du baromètre.

25 RENSEIGNEMENTS DONNÉS PAR L'OBSERVATION. — Il existe de nombreux signes précurseurs, mais aucun, considéré individuellement, n'est suffisant pour prévoir l'approche et l'évolution d'un cyclone tropical.

31 *Nuages*. À grande distance du centre, environ 400 M, apparaissent des cirrus en forme de crochets ou de filaments. Ces cirrus ne disparaissent pas au coucher du soleil, et sont suivis par un voile de cirrostratus. Plus près du centre, on observe avec des averses de pluie la masse sombre des cumulonimbus, ou panne d'ouragan, desquels se détachent les stratus-fractus dérivant en files à travers le ciel.

37 *Houle*. À grande distance du centre, environ 400 M sur l'avant du phénomène, on observe une houle anormalement longue (jusqu'à 18 secondes de période). Plus le phénomène approche, plus la période diminue et plus l'aspect de la houle est confus. À la périphérie, un observateur tournant le dos au vent voit la houle se propager sur sa droite. Pour un navire se trouvant dans le quadrant avant-droit du cyclone tropical, l'angle de la houle et du vent est d'environ 60°.

43 Un changement important de la direction dominante de la houle indique que le cyclone se déplace assez rapidement et a certainement commencé à s'éloigner. Mais cela peut dénoter aussi la présence d'un autre cyclone.

49 *Baromètre*. La baisse du baromètre représente le signe le plus caractéristique. Une baisse lente de 1 à 3 hPa par jour signifie la présence d'un cyclone à moins de 1 000 milles. Si le baromètre, corrigé de la marée barométrique, indique 5 hPa en dessous de la pression moyenne mensuelle du lieu d'observation, on peut estimer se trouver à 200 M du centre. Mais cette baisse ne se fait nettement sentir (1 à 2 hPa par heure) qu'à moins de 50 M environ du centre, et il est alors bien tard pour manœuvrer.

55 *Vent*. Un changement appréciable de la direction du vent et une augmentation rapide de sa force sont des indices qu'il ne faut pas négliger en zone tropicale pendant la saison des cyclones. La figure 1.2.4.6.C donne la direction et la force du vent dans un cyclone classique de l'hémisphère Nord. Le **demi-cercle dangereux** est celui où les vents soufflent dans le sens du déplacement du phénomène. C'est aussi le demi-cercle où la houle se propage dans le même sens que le cyclone. Elle est donc entretenue par les vents.

61 **À la périphérie du cyclone (à 200 ou 300 M du centre), un observateur face au vent relève le centre à 110-120°, sur sa droite dans l'hémisphère Nord, sur sa gauche dans l'hémisphère Sud.**

67 Les observations concernant les changements de direction du vent sont précieuses. Dans l'hémisphère Nord, si le vent "vire" (la direction d'où vient le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre ou encore la nouvelle direction est "à droite" de la précédente), le navire doit se trouver dans le **demi-cercle dangereux** ; si le vent "recule" (la direction d'où vient le vent tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ou encore la nouvelle direction est "à gauche" de la précédente), le navire doit se trouver dans le **demi-cercle maniable**. Dans l'hémisphère Sud ces règles sont inversées.

73 Dans les deux hémisphères, si le vent ne change pas de direction, le navire doit se trouver à peu près sur la trajectoire. Ces règles ne sont valables qu'à la **condition expresse** que le navire ait une vitesse négligeable par rapport à celle du phénomène, donc qu'il soit stoppé ou mis à la cape pendant 2 à 3 heures. Pour un navire faisant route, la rotation du vent ne peut donner d'indication qu'à la condition de connaître exactement la position, la route et la vitesse du cyclone tropical.

79 *Radar*. Outre ces observations, le navigateur disposant d'un radar peut détecter sur son écran les grosses pluies se produisant à 100 ou 150 M du centre, et obtenir ainsi une distance approximative du centre. Avec un radar 3 cm on ne peut guère espérer avoir cette image à plus de 30 M environ, mais avec un radar 10 cm on peut avoir une plus grande portée.

01 **1.2.4.9. Conduite à tenir à l'approche d'un cyclone tropical.**

04 MESURES PRÉPARATOIRES. — Bien souvent les navigateurs auront eu connaissance des *Avis de cyclone*. Ils pourront alors, tant qu'ils ne seront pas entrés effectivement dans la zone d'action (200 à 300 M du centre), utiliser la règle suivante.

07 On admet comme **zone dangereuse pour les 24 heures** à venir un secteur circulaire ayant pour origine la position actuelle du centre, s'étendant de 40° de part et d'autre de la route prévue, et dont le rayon est égal au trajet probable du cyclone en 24 heures à la vitesse signalée (fig. 1.2.4.9.C). On choisit alors la route qui permet d'éviter cette zone dangereuse.

10 Lorsque, d'après les *Avis de cyclone* reçus et l'observation des signes précurseurs, un capitaine est conduit à penser que son navire est à proximité d'un cyclone tropical, il doit préparer la manœuvre pour l'éviter.

13 Il doit déterminer la position du centre. Un relèvement approché lui est donné par celui des cirrus, la direction de la houle et le secteur d'où souffle le vent. L'estimation de la distance est plus difficile, car le baromètre et le radar donnent des indications tardives. On peut admettre que, lorsque le vent force brusquement en atteignant la force 6 ou 7 Beaufort, on est probablement à 200 M du centre.

16 Afin de déterminer le demi-cercle, dangereux ou maniable (§ 1.2.4.8), dans lequel se trouve le navire, il doit observer le sens de rotation du vent. L'exactitude de cette observation est facilitée si le navire, quand cela est possible, est stoppé ou mis à la cape pendant 2 à 3 heures, de préférence cape tribord dans l'hémisphère Nord et cape bâbord dans l'hémisphère Sud, en prévision de la manœuvre future. Mais il peut arriver qu'un capitaine, pour des raisons particulières, estime qu'il ne peut stopper son navire. Dans ce cas, il doit savoir que, pour interpréter correctement la rotation du vent, il doit résoudre un problème de route relative, et que ce problème ne peut être résolu qu'avec la connaissance précise de la route et la vitesse du cyclone tropical.

19 Dans le **demi-cercle dangereux** (demi-cercle à droite de la trajectoire du cyclone dans l'hémisphère Nord, à gauche de la trajectoire dans l'hémisphère Sud), le cyclone se déplace dans la même direction que les vagues qui ont ainsi le temps de s'amplifier et d'atteindre une hauteur considérable ; de plus, dans ce demi-cercle dangereux le vent tend à entraîner le navire sur l'avant de la trajectoire du cyclone.

22 Inversement, dans le **demi-cercle maniable** (demi-cercle à gauche de la trajectoire du cyclone dans l'hémisphère Nord, à droite de la trajectoire dans l'hémisphère Sud), les vagues se propagent à contre-sens du cyclone et sortent rapidement de l'aire génératrice, leur hauteur est donc inférieure à celle des vagues du demi-cercle dangereux ; dans ce demi-cercle maniable le vent tend à écarter le navire de la trajectoire du cyclone.

25 À noter également que dans le demi-cercle dangereux les vents sont plus forts, la température de la mer baisse sensiblement, les cumulonimbus sont particulièrement développés, le niveau marin est localement élevé.

28 MANŒUVRES CONSEILLÉES. — Il faut s'efforcer de passer à plus de 200 M du centre, parce qu'à cette distance le vent ne dépasse pas généralement la force 7 Beaufort et que, dans cette zone, le navire peut s'éloigner du phénomène en faisant route à bonne vitesse. Se souvenir qu'un cyclone tropical décrit normalement une parabole dont la concavité est tournée vers l'Est, mais qu'il peut effectuer des brusques changements de direction et de vitesse. En conséquence, il est recommandé de pointer sur la carte la position et la route du cyclone, la position et la route du navire et de vérifier qu'à aucun moment, le navire ne se situe dans la zone dangereuse.

31 Les manœuvres conseillées à l'approche d'un cyclone sont les suivantes :

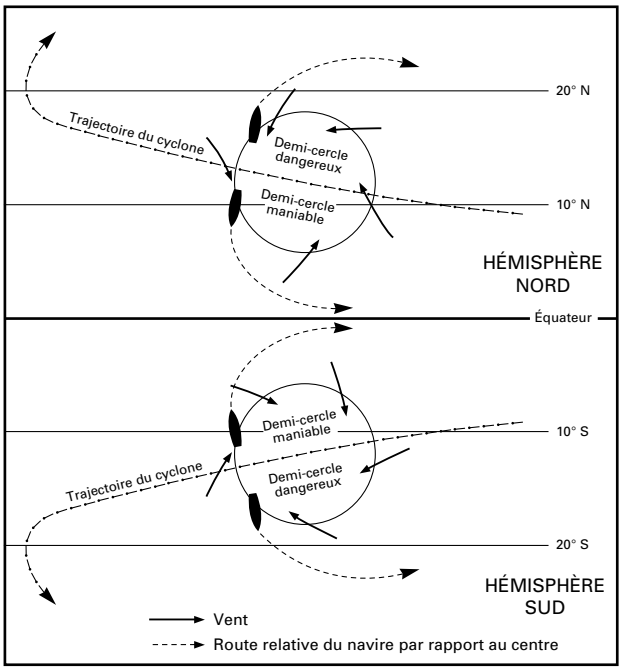
34 **1er cas — Dans l'hémisphère Nord.**

37 Faisant face au vent, l'observateur a le centre du cyclone à environ 110°-120° (dix quarts) sur sa droite.

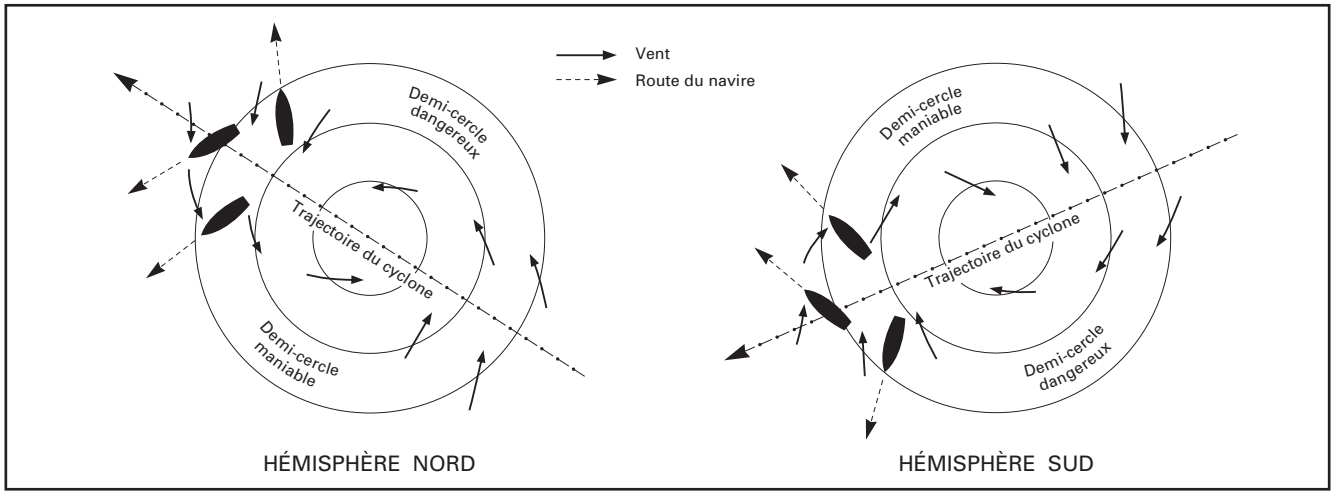
40 *a) Pour un navire stoppé ou à la cape tribord, la direction du vent change vers la droite (le vent "vire")* : on est donc dans le demi-cercle dangereux (fig. 1.2.4.9.A). Pour un navire à propulsion mécanique, prendre le vent par tribord avant 25 à 45° (2 à 4 quarts), en avançant le plus possible, sauf nécessité de prendre la cape ; pour un voilier, prendre la cape tribord amures.

43 *b) La direction du vent change vers la gauche (le vent " recule ")* : on est donc dans le demi-cercle maniable (fig. 1.2.4.9.A). Pour un navire à propulsion mécanique, prendre le vent par tribord arrière et faire route le plus vite possible ; pour un voilier fuir mer de l'arrière ou prendre la cape tribord amures.

46 *c) La direction du vent ne change pas d'une façon sensible :* on se trouve donc sur la trajectoire du cyclone. Que le navire soit à propulsion mécanique ou à la voile, prendre le vent à 25° sur l'arrière du travers tribord (fig. 1.2.4.9.B). Si le navire souffre trop, fuir mer de l'arrière.



1.2.4.9.A. — Règles de manœuvre au voisinage d'un cyclone.



1.2.4.9.B. — Règles de manœuvre d'un navire surpris par un cyclone.

49 **2e cas.— Dans l'hémisphère Sud.**

52 Faisant face au vent, l'observateur a le centre du cyclone à environ 110°-120° (dix quarts) sur sa gauche.

55 *a) Pour un navire stoppé ou à la cape bâbord, la direction du vent change vers la gauche* : on est donc dans le demi-cercle dangereux (fig. 1.2.4.9.A). Pour un navire à propulsion mécanique, prendre le vent par bâbord avant 25 à 45° (2 à 4 quarts), en avançant le plus possible, sauf nécessité de prendre la cape ; pour un voilier, prendre la cape bâbord amures.

58 *b) La direction du vent change vers la droite* : on est donc dans le demi-cercle maniable (fig. 1.2.4.9.A). Pour un navire à propulsion mécanique, prendre le vent par bâbord arrière et faire route le plus vite possible ; pour un voilier fuir mer de l'arrière ou prendre la cape bâbord amures.

61 *c) La direction du vent ne change pas d'une façon sensible :* on se trouve donc sur la trajectoire du cyclone. Que le navire soit à propulsion mécanique ou à la voile, prendre le vent à 25° sur l'arrière du travers bâbord (fig. 1.2.4.9.B). Si le navire souffre trop, "fuir" mer de l'arrière.

·64 BÂTIMENT AU MOUILLAGE. — La situation d'un bâtiment au mouillage est toujours dangereuse lorsqu'un cyclone tropical doit passer à proximité de ce mouillage. Lors des violentes rafales de vent, le bâtiment chasse sur ses ancres, et la visibilité, très réduite dans les averses torrentielles, ne permet pas de prendre les repères nécessaires. Si le bâtiment est à quai, la "marée d'ouragan" rend l'amarrage très précaire.

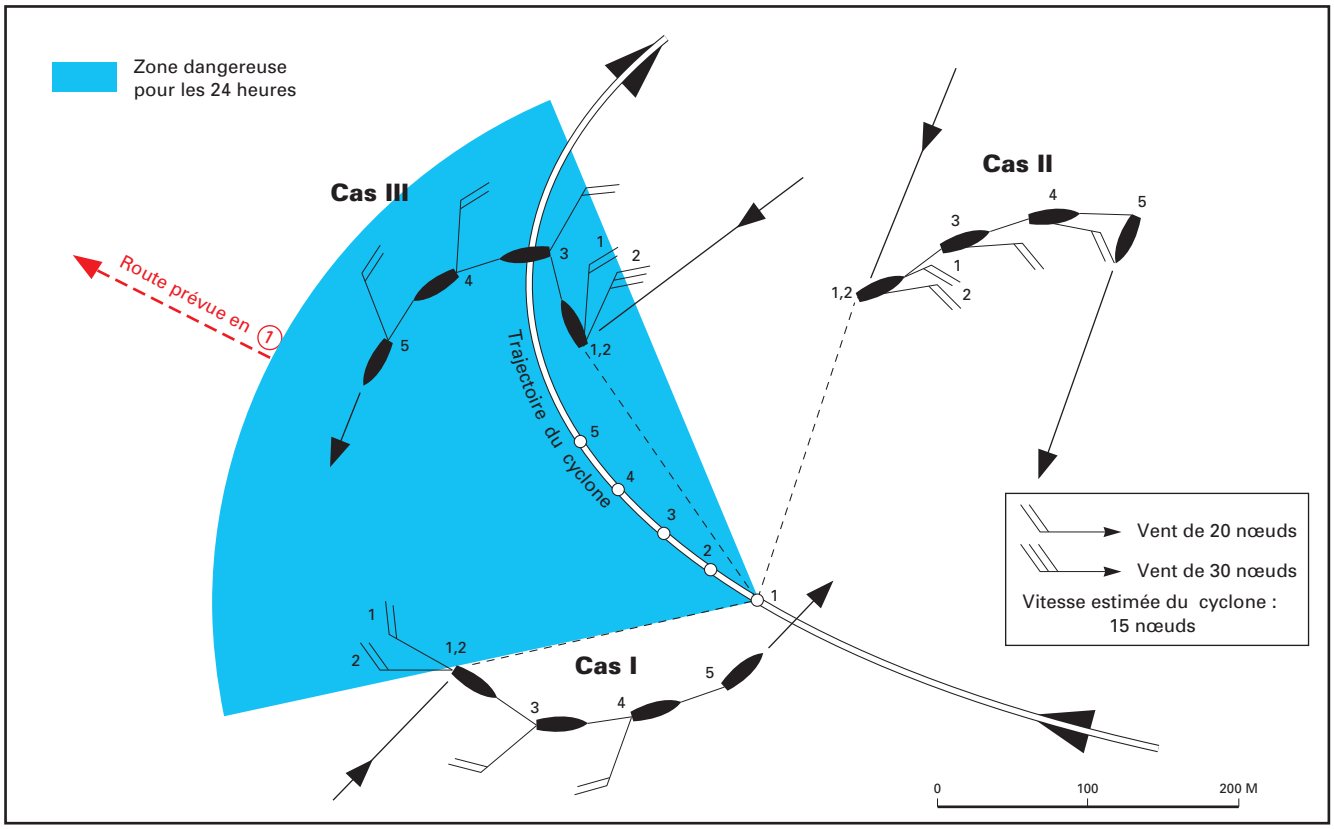
67 Si le navire peut appareiller, il est le plus souvent préférable de gagner le large. Si le navire est hors d'état d'appareiller, on prendra toutes mesures de sécurité pour affronter la tempête.

70 EXEMPLES DE MANŒUVRE À LA MER. Fig. 1.2.4.9.C — À titre d'exemple, est étudiée dans trois cas particuliers, la manœuvre d'un navire se trouvant à 200 M du centre d'un cyclone tropical de l'hémisphère Nord. Les positions du cyclone et du navire sont portées toutes les trois heures. Le secteur de 80° (40° de part et d'autre de la route prévue) tracé sur la figure 1.2.4.9.C représente la zone dangereuse du cyclone (zone de probabilité de son centre) sur 24 heures, la vitesse de déplacement du cyclone étant estimée à 15 nœuds.

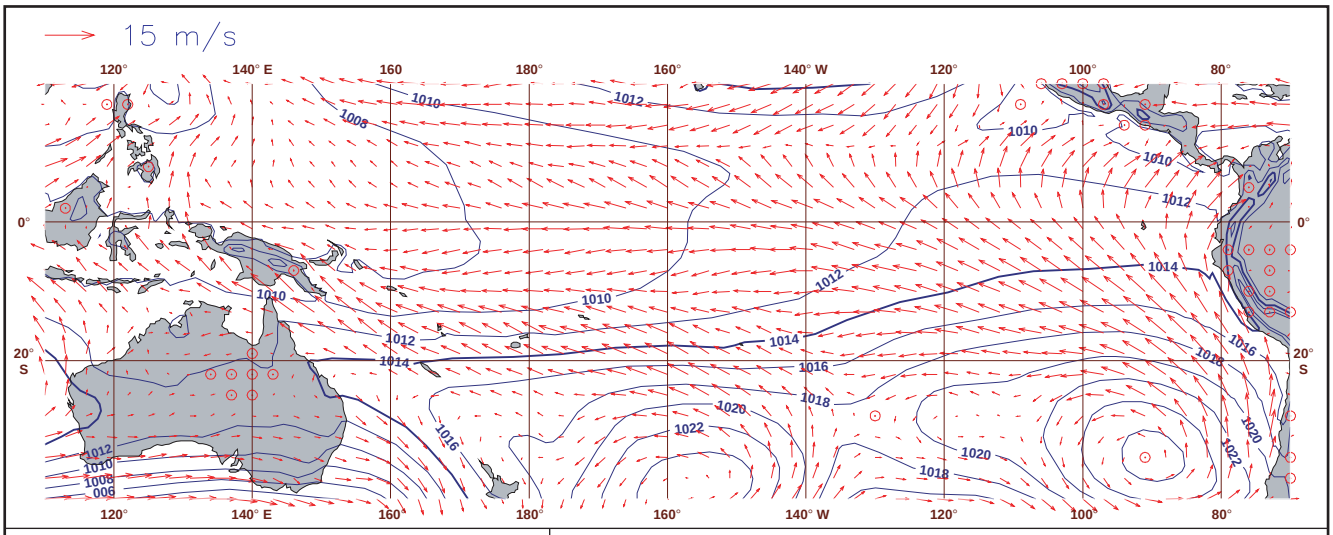
73 Dans le **cas I**, le navire se met à la cape à la position 1, 2 et observe le vent qui "recule". Il est dans le demi-cercle maniable et prend le vent par tribord arrière. Le vent continue à "reculer", et le navire modifie sa route en conséquence. À la position 5, il estime qu'il peut reprendre sa route vers sa destination .

76 Dans le **cas II**, le navire se met à la cape à la position 1, 2 observe le vent qui "vire". Il est dans le demi-cercle dangereux et prend le vent à trois quarts par tribord. Le vent continue à "virer" en diminuant de force et le navire modifie sa route en conséquence. En pointant la position du cyclone il s'aperçoit que cette route le fait défiler à contre-bord dans le demi-cercle dangereux. En 5, il fait route pour passer dans le demi-cercle maniable et reprend sa route vers sa destination dès qu'il le juge possible.

79 Dans le **cas III**, le navire se met à la cape en 1, 2 et observe le vent qui "vire". Il est dans le demi-cercle dangereux et prend le vent à trois quarts par tribord. Le vent demeure stable en direction et a une tendance à forcer. Il estime qu'il est près de la trajectoire du cyclone, et en 3 il prend le vent par tribord arrière. Il constate que le vent "recule" et qu'il est dans le secteur maniable. À la position 5 il peut reprendre sa route vers sa destination. Ce cas représente une situation délicate. En effet, le navire se trouve à proximité d'un cyclone au moment où il amorce un changement de direction, et ce moment est difficile à prévoir par un météorologiste et, a fortiori, par un navire. Si, à la position 3, il avait maintenu sa route, il serait resté dans le demi-cercle dangereux. Il aurait été obligé de diminuer de vitesse et aurait été rattrapé par le cyclone.

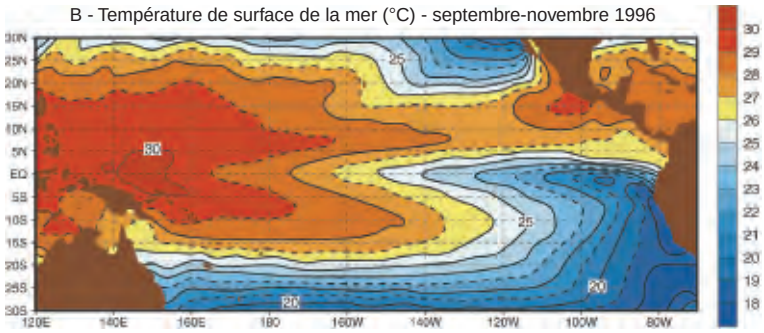


1.2.4.9.C. — Exemples de manœuvre près d'un cyclone tropical de l'hémisphère Nord.



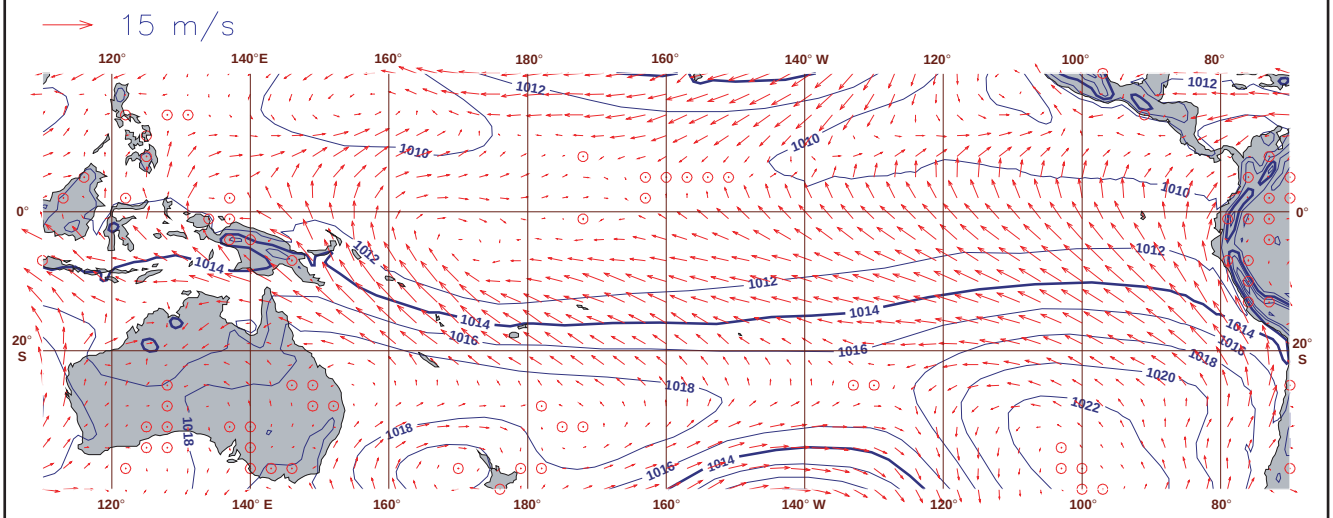
A. - Pression moyenne niveau mer et vent moyen en septembre 1996.
Document Météo-France

B - Température de surface de la mer (°C) - septembre-novembre 1996



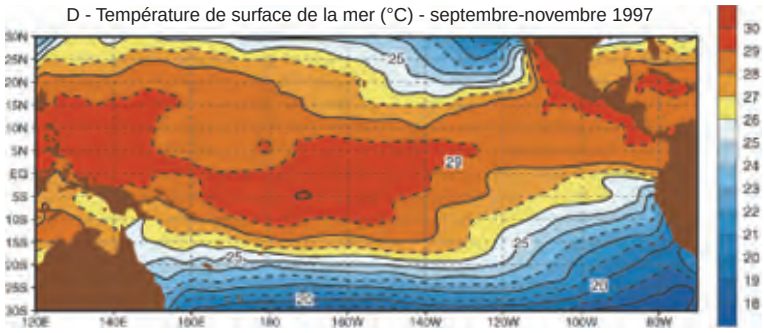
Température moyennée sur la période indiquée. Document Climate Prediction Center/NCEP

1.2.5.A et B — Situation normale



C. - Pression moyenne niveau mer et vent moyen en septembre 1997.
Document Météo-France

D - Température de surface de la mer (°C) - septembre-novembre 1997



Température moyennée sur la période indiquée. Document Climate Prediction Center/NCEP

1.2.5.C et D — Situation El Niño

1.2.5. — Situation normale (1.2.5. A et B) et situation El Niño (1.2.5.C et D).

01 **1.2.5. ENSO, PERTURBATION CLIMATIQUE DU PACIFIQUE.**

07 L'acronyme ENSO (*El Niño/Southern Oscillation)*, désigne une vaste perturbation du climat du Pacifique Sud comportant des téléconnexions dans toutes les régions tropicales.

13 ***El Niño.*** Nom donné par les pêcheurs péruviens à un réchauffement des eaux près des côtes intervenant au cours de l'été austral. Le phénomène débutant peu après Noël, il a été nommé ainsi en référence à l'Enfant Jésus. Certaines années, le phénomène, au lieu de disparaître au bout de quelques semaines, se renforce et dure jusqu'à la fin de l'été austral de l'année suivante. C'est alors une catastrophe pour le Pérou à la fois économique (disparition du poisson) et météorologique (les eaux chaudes s'accompagnent de fortes précipitations, inhabituelles sur cette côte désertique, entraînant des inondations). Ces événements de fort El Niño interviennent de façon irrégulière, tous les 3 à 7 ans.

19 La Southern Oscillation (Oscillation australe) est un mouvement de bascule de la pression, aux basses latitudes, à grande échelle, entre le Pacifique Est et l'Indonésie. Cette oscillation de la pression a été mise en évidence en 1924 par Sir Gilbert Walker, scientifique britannique alors responsable du service météorologique indien. Mais ce n'est qu'au cours des années soixante que l'on a établi son lien étroit avec El Niño, d'où l'acronyme ENSO. Le phénomène est caractérisé par un index calculé à partir de la différence de pression entre Tahiti et Darwin (Nord de l'Australie).

25 Le mécanisme ENSO peut être décrit schématiquement ainsi :

31 **Période normale**.

37 En période normale, l'index d'oscillation australe (SOI) est positif. Cela signifie que la pression est en moyenne plus élevée à Tahiti qu'à Darwin. L'anticyclone du Pacifique Sud-Est est bien installé. Il engendre sur sa face Nord des alizés qui entraînent les eaux de surface vers l'Ouest et qui provoquent à l'Est, sur les côtes du Pérou, une remontée des eaux profondes, froides (upwelling). Sur les eaux froides, qui s'étendent assez loin au large, le temps est brumeux et ne connaît aucune précipitation. À l'inverse, les eaux chaudes (à l'Ouest) sont le siège d'averses et de grains, qui parfois s'organisent en perturbation cyclonique.

43 L'exemple du mois de septembre 1996 (fig. 1.2.5.A et B) illustre cette situation.

49 Les hautes pressions subtropicales du Pacifique Sud sont composées de deux cellules : l'anticyclone de l'île de Pâques à l'Est atteignant 1 026 hPa et l'anticyclone de Kermadec à l'Ouest atteignant 1 024 hPa. La différence de pression entre Tahiti (1 012 hPa) et Darwin (1 010 hPa) est d'environ 2 hPa. Les alizés de Sud-Est sont bien établis de l'Amérique du Sud à l'Australie. Sur l'équateur, la pression diminue de l'Est (1 012 hPa) vers l'Ouest (1 008 hPa sur l'Indonésie). En l'absence de force de Coriolis sur l'équateur, les vents sont d'Est allant directement des hautes vers les basses pressions. La présence des vents de secteur Est entraîne les eaux chaudes de surface vers l'Ouest. Sur l'Est du bassin, les eaux de surface sont remplacées par une remontée d'eau profonde froide. Ce qui apparaît nettement sur la carte des températures (fig. 1.2.5.B).

55 **Période El Niño**.

61 En période El Niño, l'index SOI est nul ou négatif. Cela signifie que l'anticyclone subtropical s'est affaibli. Les alizés du Pacifique Sud sont moins bien établis. Ils peuvent même disparaître et être remplacés par des vents d'Ouest. Les eaux chaudes de surface n'étant plus entraînées vers l'Ouest refluent vers l'Est, jusqu'à atteindre les côtes du Pérou. Les précipitations suivent les eaux chaudes. La zone affectée par les perturbations cycloniques s'étend elle aussi vers l'Est. La Polynésie, habituellement épargnée, connaît ces années-là tempêtes et cyclones. Inversement, en Indonésie et en Australie règne la sécheresse. Le phénomène El Niño a également des répercussions sur la mousson indienne et sur l'activité de la saison cyclonique en Atlantique Nord.

67 L'exemple du mois de septembre 1997 (figures 1.2.5.C et D) illustre cette situation.

73 L'anticyclone de l'île de Pâque s'est affaibli (1 022 hPa) et l'anticyclone de Kermadec a disparu. La différence de pression entre Tahiti (1 014 hPa) et Darwin (1 014 hPa) est à peu près nulle. Les alizés de Sud-Est sont toujours là mais plus faibles. Sur l'équateur, les modifications sont plus nettes. La zone dépressionnaire habituellement sur l'Indonésie s'est décalée vers l'Est. Entre 160° E et 160° W, les vents d'Est ont complètement disparu et sont remplacés par des vents d'Ouest. Cette modification persistante du champ de vent est suffisante pour permettre le reflux des eaux chaudes vers l'Est, jusqu'aux côtes du Pérou. C'est ce qui apparaît sur la carte des températures de surface de la mer où la langue d'eau froide le long de l'équateur a disparu.

01 # 1.3. LES GLACES

07 On trouvera la définition des termes relatifs aux glaces dans la *Nomenclature descriptive des glaces* (§ 1.4.4.1 : terminologie par sujet et § 1.4.4.2 : terminologie par ordre alphabétique).

01 ## 1.3.0. GÉNÉRALITÉS.

01 **1.3.0.1.** — Trois types de glace sont susceptibles de constituer une gêne sérieuse pour la navigation maritime ; ce sont :

07 — **les icebergs** , énormes blocs de glace d'eau douce qui, détachés des grands glaciers du Groenland et de l'Antarctique, suivent des trajectoires régies par les courants océaniques de surface et peuvent dans l'Atlantique Nord descendre jusqu'à la latitude 30° Nord et dans l'Atlantique Sud remonter jusqu'à celle de 25° Sud ;

13 — **la glace d'eau de mer** qui, recouvrant en permanence l'Océan Arctique et le pourtour du continent Antarctique, peut subir une extension considérable lors de la saison froide ;

19 — **le givrage** qui peut être particulièrement important à bord même des navires lorsque ceux-ci, aux superstructures à température négative, embarquent des paquets de mer.

25 Aux trois aspects majeurs mentionnés ci-dessus, il faut ajouter la glace de rivière que l'on rencontre parfois dans les ports et les estuaires au moment de la débâcle (au printemps) mais qui ne constitue alors, en raison de son délabrement, qu'une gêne tout à fait mineure.

01 **1.3.0.2. Régimes des glaces de l'Arctique et de l'Antarctique.** — Étant donné leurs différences physiques et climatiques, ces deux régions connaissent des régimes des glaces très distincts ; l'Arctique est constitué d'un bassin profond d'environ 3 000 m couvert d'une carapace de glace épaisse de 4 m environ, tandis que l'Antarctique est un continent couvert d'une calotte glaciaire qui atteint plus de 3 000 m d'épaisseur.

07 Au pôle Nord, la température moyenne annuelle est estimée à – 20 °C, avec un minimum absolu enregistré voisin de – 50 °C dans l'Arctique ; au pôle Sud, la température moyenne annuelle est de – 49 °C, la plus basse enregistrée en Antarctique étant de – 88,3 °C.

13 La calotte glaciaire de l'Antarctique représente plus de 85 % de la glace permanente du globe. Cette glace est en perpétuel mouvement vers le large ; il en résulte la formation de plusieurs milliers d'icebergs qui se détachent des glaciers et des plateaux de glace soudés au continent. Ce continent est ainsi entouré d'une large ceinture dans laquelle la densité d'icebergs est très élevée.

19 Au contraire, les icebergs de l'hémisphère Nord proviennent presque exclusivement des côtes orientale et occidentale du Groenland et des côtes orientales du Canada.

25 L'Océan Arctique reste presque complètement couvert toute l'année par la banquise, tandis que dans l'Antarctique ne subsiste guère, en été, que la banquise côtière qui est alors très étroite (fig. 1.3.2.5.A et 1.3.2.5.B). Dans l'Arctique, il s'agit de glaces ayant plusieurs années d'existence et dont l'épaisseur est fortement augmentée par le mécanisme de compression ; dans l'Antarctique, la glace flottante est essentiellement une glace de première année à l'épaisseur relativement faible sauf à proximité immédiate des côtes et dans la partie occidentale de la Mer de Weddell.

31 On note aussi des différences locales beaucoup plus marquées en Arctique qu'en Antarctique. Ainsi, la circulation générale et le régime des vents concentrent les glaces au Nord du Canada et les contraignent à s'échapper entre le Spitsberg et le Groenland, ce qui explique que la navigation aux abords de la Sibérie soit plus facile que dans le Nord du Canada.

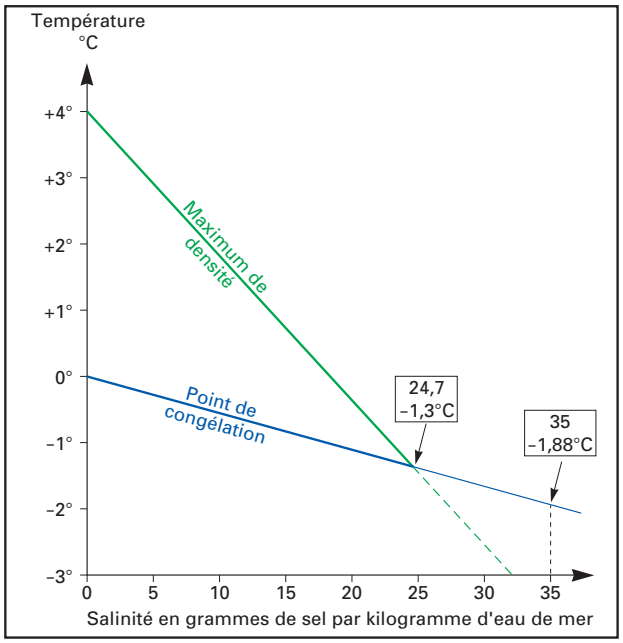
01 **1.3.0.3. Congélation de l'eau de mer.** — En raison de sa salinité, l'eau de mer ne gèle pas dans les mêmes conditions que l'eau douce. La valeur la plus usuelle de cette salinité est d'environ 35 (grammes de sel par kilogramme d'eau de mer), mais dans des mers abondamment alimentées par des cours d'eau elle peut être inférieure à 10, cas de la Baltique notamment.

07 La salinité abaisse le point de congélation par un double effet : d'une part un abaissement direct sous l'influence chimique des produits dissous, d'autre part un abaissement indirect en raison de l'augmentation de la densité. En se refroidissant l'eau de surface devient plus dense et coule pour être remplacée par de l'eau plus chaude remontant de la couche sous-jacente ; cette convection se poursuit jusqu'à ce que la densité de la masse d'eau devienne uniforme. Lorsque cette stabilité est réalisée et que la température de l'air continue à décroître, la congélation peut se produire.

13 En présence d'un apport abondant en profondeur d'eau relativement plus chaude qu'en surface, la convection peut empêcher la congélation pendant tout l'hiver malgré de très basses températures de l'air ; c'est ce qu'on observe dans le SW du Spitsberg.

19 La figure 1.3.0.3 montre les variations du point de congélation de l'eau de mer et du maximum de densité en fonction de la salinité et de la température. Lorsque sa température décroît, l'eau douce atteint sa densité maximum à 4 °C ; ainsi, la convection cesse au sein d'une masse d'eau douce dont la température est uniformément descendue au-dessous de 4 °C, dès lors si la température de l'air descend au-dessous de 0 °C la glace se forme en surface.

25 Pour une salinité inférieure à 24,7 le maximum de densité est atteint avant que la température ne soit descendue au point de congélation ; inversement pour une salinité supérieure, la congélation se produit avant que la densité n'atteigne son maximum théorique (fig. 1.3.0.3).



1.3.0.3. — Variations du point de congélation et du maximum de densité de l'eau de mer.

31 Toutes choses étant égales par ailleurs, la surface d'une masse d'eau de mer, dont la densité est quasiment uniforme jusqu'au fond, gèle à une température plus basse.

37 À des températures entre environ 3 °C et le point de congélation, la densité varie davantage en fonction de la salinité que de la température. La salinité peut ainsi être plus faible dans une couche que dans celle immédiatement au-dessous ; l'accroissement de densité dû au refroidissement de la couche supérieure étant insuffisant pour engendrer la convection au-delà de la profondeur maximale de cette couche. Une telle situation se produit en bordure de l'Océan Arctique où la couche de surface surmonte une sous-couche plus salée de l'Océan Atlantique, de sorte que la convection ne s'établit que dans les cinquante premiers mètres sous la surface.

43 En pratique, pour que la mer gèle, il faut que la température de l'air soit nettement inférieure à – 2 °C, et qu'elle se maintienne à ces valeurs basses pendant une assez longue période.

01 **1.3.0.4. Terminologie relative aux glaces.** — Les termes particuliers utilisés dans les paragraphes suivants, pour la description des glaces, sont ceux de la nomenclature officielle élaborée par l'OMM. Cette nomenclature fait l'objet du paragraphe 1.4.4.

01 1.3.1. LES ICEBERGS.

01 **1.3.1.0. Généralités.** — Les icebergs sont d'énormes masses de glace d'eau douce détachées des langues flottantes des glaciers ou des plateaux de glace débordant le front de ces glaciers.

07 Cette production d'icebergs, par les terres glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctique, entre dans le bilan de masse qui résulte de l'équilibre entre d'une part la glaciation des précipitations et d'autre part les pertes par **ablation** (érosion, fonte, évaporation) et par **vêlage** (détachement d'icebergs). Ainsi, par exemple, le bilan glaciologique du Groenland se chiffrerait en gros par un apport de l'ordre de 500 km^3/an compensant à la fois une ablation de 275 km^3/an et une production d'icebergs de 225 km^3/an.

13 Le rapport "hauteur émergée / hauteur immergée" d'un iceberg dépend de sa densité et de sa forme.

19 La densité varie légèrement avec le degré de compacité de la glace, fonction de la quantité d'air enclose dans la glace. Avant vêlage, l'air peut entrer pour 50 % dans la composition des couches superficielles de la glace mais, au cours du mouvement du glacier vers la mer, les fortes pressions qui s'y exercent réduisent cette proportion à une valeur située entre 7 % et 15 %. La densité de l'iceberg à sa naissance avoisine 0,886 (valeur à comparer à celle de 0,916 pour une glace d'eau douce compacte). L'iceberg flottant dans une eau de densité moyenne de 1,028 a environ 87 % de sa masse au-dessous de sa ligne de flottaison ; la partie émergée ne représente donc que 1/8 environ de la masse totale.

25 Le rapport "hauteur émergée / hauteur immergée", calculé à partir de nombreuses observations, a pour valeurs approximatives :

31 — iceberg tabulaire : 1/7 ;

37 — iceberg hémisphérique : 1/3,5 ;

43 — iceberg pyramidal ou en "forme de cale sèche" : entre 1/3 et 1/2.

49 La taille des icebergs diminue de trois façons différentes : par vêlage (détachement d'un ou de plusieurs morceaux), par fonte et par érosion. Le vêlage provoque un déséquilibre qui fait basculer, voire chavirer, l'iceberg ; les morceaux détachés peuvent s'enfoncer pour ressurgir en surface, avec force et assez loin de leur lieu d'immersion.

55 **Pour cette raison, les navires et embarcations doivent donner du tour aux icebergs qui présentent des signes de prochaines désintégrations** (crevasses verticales larges et profondes, entailles horizontales au niveau de la flottaison) [photo 1.4.4.4.U]. Les grands icebergs sont en général accompagnés d'une traîne de glaces flottantes de toutes tailles, provenant de leurs vêlages, dont les **fragments d'icebergs** (*bergy bits*) qui émergent de 1 à 5 m et présentent une superficie de 100 à 300 m^2 et les **bourguignons** (*growlers*), plus petits, verdâtres ou presque noirs, émergeant de moins d'un mètre et d'une surface de 20 m^2 environ.

61 Dans les eaux chaudes, un iceberg fond principalement depuis sa partie inférieure ; les vagues qui le sapent à la flottaison et la poussée d'Archimède qui s'exerce par dessous, favorisent alors le vêlage.

67 L'érosion des icebergs est causée par le vent et la pluie.

73 AUTRES MESURES DE PRÉCAUTION. — Outre la nécessité de donner du tour à des icebergs présentant des signes de prochaine désintégration, il existe d'autres raisons de s'éloigner des icebergs.

79 Un iceberg peut présenter en immersion des structures tranchantes débordant assez loin de son contour de flottaison, d'où une raison supplémentaire pour donner du tour aux icebergs.

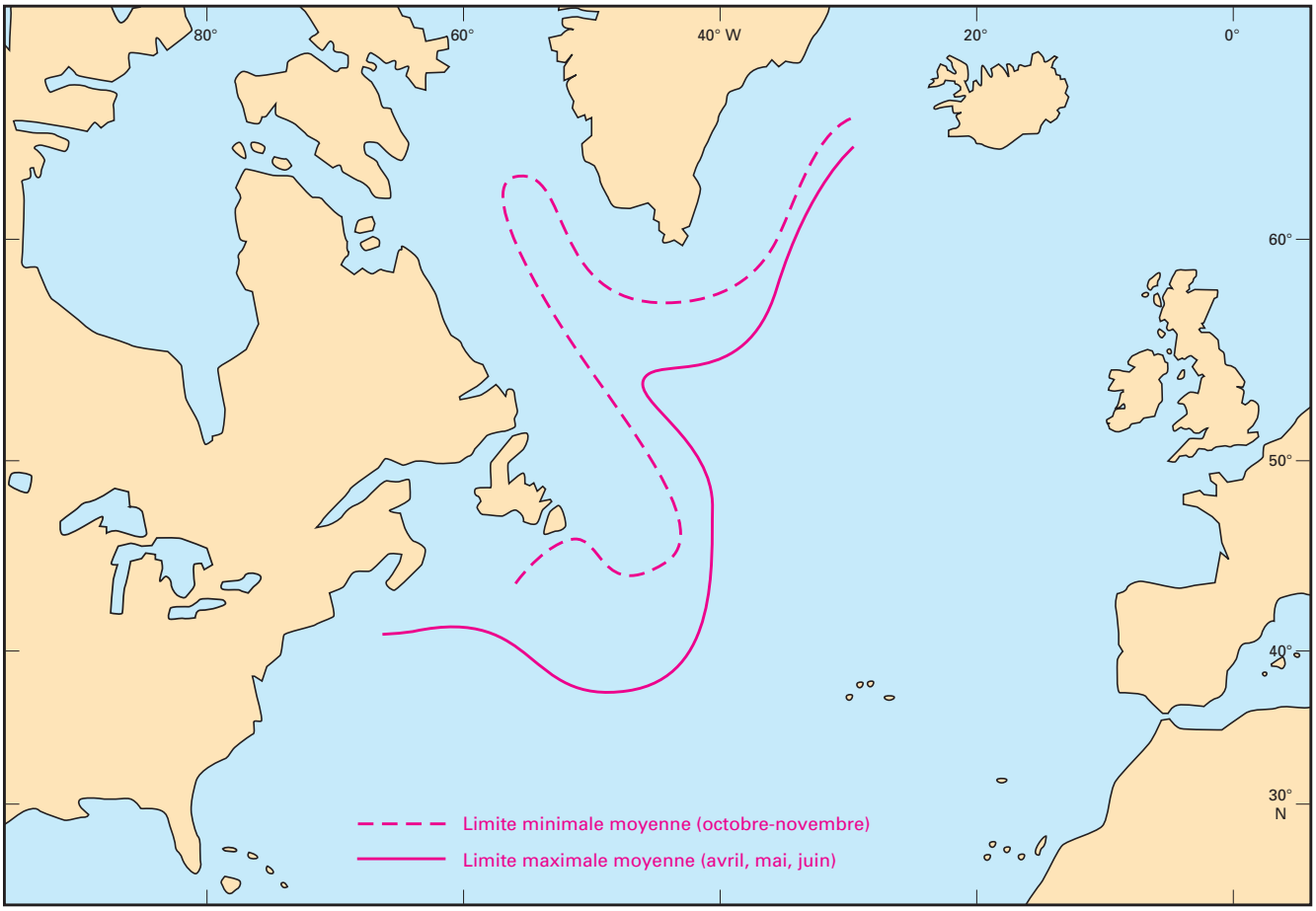
85 Un iceberg, entraîné par le vent et le courant, peut s'échouer sur les aiguilles rocheuses d'un fond irrégulier, aussi convient-il de ne pas considérer qu'un iceberg est a priori entouré d'eaux saines.

01 **1.3.1.1. Les icebergs de l'Arctique.** — Ils proviennent principalement des glaciers du Groenland qui supporte environ 90 % de la glace terrestre de l'hémisphère Nord.

07 ORIGINES ET DÉPLACEMENTS. — De nombreux icebergs sont produits par les glaciers de la côte Est du Groenland, particulièrement dans la région de Scoresbysund (latitude approximative de Jan Mayen). Ces icebergs, charriés en direction du Sud par le courant oriental du Groenland, franchissent le Détroit de Danemark et, pour la plupart, après avoir doublé Cap Farewell, remontent dans le Détroit de Davis où ils fondent ; mais un certain nombre d'entre eux poursuivent leur mouvement vers le Sud ou le SE jusqu'à plus de 400 M de Cap Farewell (limite extrême observée en avril).

13 Sur la côte occidentale du Groenland, une vingtaine de langues glaciaires relient l'inlandsis à la mer où elles éclatent en une centaine de glaciers, dont les plus productifs d'icebergs se trouvent entre Disko Bugt et Melville Bugt. On estime que ces glaciers de la côte occidentale du Groenland produisent annuellement quelque 10 000 icebergs de glacier. Un grand nombre de ceux-ci s'échouent et se désintègrent à proximité de leur lieu de naissance ; d'autres sont transportés au large dans la Baie de Baffin où ils disparaissent progressivement ; une proportion significative est charriée par le courant prédominant (tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) vers le Nord de la Baie de Baffin ; enfin, le reste dérive lentement vers le Sud sous l'influence du courant Canadien et du courant du Labrador. Un certain nombre des icebergs sortant de la Baie de Baffin en direction du Sud disparaissent par échouage, les autres fondent au large en été.

19 Le nombre d'icebergs franchissant le 48e parallèle au voisinage des Bancs de Terre-Neuve varie considérablement d'une année à l'autre (de 1 à 900), la moyenne étant de 200. C'est d'avril à juin qu'on en observe le plus ; on n'en observe aucun de septembre à janvier ; voir les limites approximatives représentées sur la figure 1.3.1.1.



1.3.1.1. — Limites de la dérive des icebergs en Atlantique Nord.

25 La production d'icebergs à partir du continent eurasien est moins connue. À l'exception de ceux qui se détachent des petits glaciers de l'Île De Long (longitude approximative de 127° Est), il est vraisemblable qu'aucun iceberg n'est produit le long de la Sibérie à l'Est de la longitude 105° Est.

31 La Terre du Nord (Severnaya Zemlya) produit plus d'icebergs que Svalbard ou la Terre François-Joseph (Zemlya Frantsa Iosifa) ; les icebergs issus de sa côte orientale descendent en direction du Détroit de Boris Vilkitsky et de la côte Est de la Presqu'île de Taymyrsky (environ 110° Est). Les petits icebergs (moins de 15 m de haut) de la Terre François-Joseph et de Svalbard ne sont guère déplacés par les faibles courants de la région, encore que certains d'entre eux puissent gagner le courant oriental du Groenland. Ceux de Svalbard, et plus particulièrement de la Terre du Nord-Est, transitent vers le SW à travers le Spitsberg et vers l'Île aux Ours ; on en observe un petit nombre, de mai à octobre, au voisinage de Bjønoya (environ 75° N — 20° E).

37 Enfin, la moitié Nord de la Nouvelle-Zemble (Novaya Zemlya) produit quelques icebergs, principalement de petites dimensions.

43 CARACTÉRISTIQUES. — Dans l'Arctique la forme d'iceberg la plus répandue est celle, irrégulière, de l'**iceberg de glacier** (*glacier berg*) dont la hauteur est extrêmement variable (fréquemment 70 m, parfois plus de 160 m, au moment du détachement). Au Sud de Terre-Neuve, les plus gros icebergs observés ne dépassent pas 80 m de haut et 500 m de long, tandis qu'au Nord on en a vu ayant 1 km de long.

49 Une forme tout à fait différente est celle de l'iceberg massif, au sommet plat et aux bords abrupts, qui constitue la forme la plus proche de l'**iceberg tabulaire** de l'Antarctique et qu'on désigne ainsi, en français, par assimilation (en anglais, on le désigne plutôt par blocky iceberg). Ce type d'iceberg provient d'une très large langue de glace ou d'un plateau glacier ; il peut atteindre 40 m de haut et dans des cas exceptionnels une superficie de plusieurs milliers de km^2 ; au Sud de Terre-Neuve son rapport "hauteur émergée / hauteur immergée" est de 1/5.

55 La couleur des icebergs de l'Arctique est d'un blanc opaque et terne avec des nuances douces de vert et de bleu. Beaucoup présentent des veines de sol ou de débris, d'autres des taches jaunâtres ou brunes dues à des diatomées. Beaucoup d'air se trouve emprisonné dans ces masses de glace, sous la forme de bulles réparties dans l'ensemble de leur structure. La couleur blanche est due à l'érosion de la surface externe et à l'effet des rayons solaires qui libèrent de nombreuses bulles d'air dans les premiers centimètres de la couche superficielle.

61 Les **îles de glace** (*ice islands*), propres à l'Océan Arctique, sont une forme rare d'icebergs tabulaires. Épaisses de 30 m ou plus et couvrant jusqu'à 400 km^2, ces îles de glace ont des durées de vie de plusieurs années. Très certainement dues à des débâcles exceptionnelles, elles ont pour origine le Nord de l'Île Ellesmere et l'extrême Nord du Groenland. Ces îles se caractérisent par une surface régulière légèrement ondulée présentant, vue d'avion, une texture côtelée.

67 Ces îles de glace ont servi de bases aux scientifiques et militaires soviétiques entre les deux guerres ainsi qu'aux Américains après 1945. Difficiles à distinguer des glaces de mer qui les entourent, elles dérivent comme celles-ci au gré des courants et des vents, c'est-à-dire à des vitesses de 1 à 3 M par jour.

73 Des petites îles de glace ont été observées dans les eaux bordant les îles de l'Arctique Canadien et au large du Groenland ; en outre, des icebergs tabulaires assimilables à de petites îles de glace ont été signalés au voisinage de Svalbard ainsi que dans le Nord des côtes sibériennes.

01 **1.3.1.2. Les icebergs de l'Antarctique.**

07 ORIGINES ET FORMES. — Le détachement d'icebergs du continent de l'Antarctique atteint des proportions considérables par rapport à ce qui se passe dans l'Arctique, de sorte qu'un nombre particulièrement important d'icebergs se trouvent dans les eaux adjacentes à ce continent.

13 Les icebergs sont formés par le vêlage des plateaux et langues du front d'un glacier ou des accumulations de glace qu'alimentent sur terre et près des côtes deux ou plusieurs glaciers.

19 L'**iceberg tabulaire** est la forme la plus commune et la plus typique de l'Antarctique. Ce type provient le plus souvent d'un plateau de glace et montre une stratification horizontale caractéristique. Il présente une surface supérieure plane et une forme rectangulaire ; d'une teneur en air relativement élevée, sa couleur est d'un blanc brillant comme celle du plâtre de moulage.

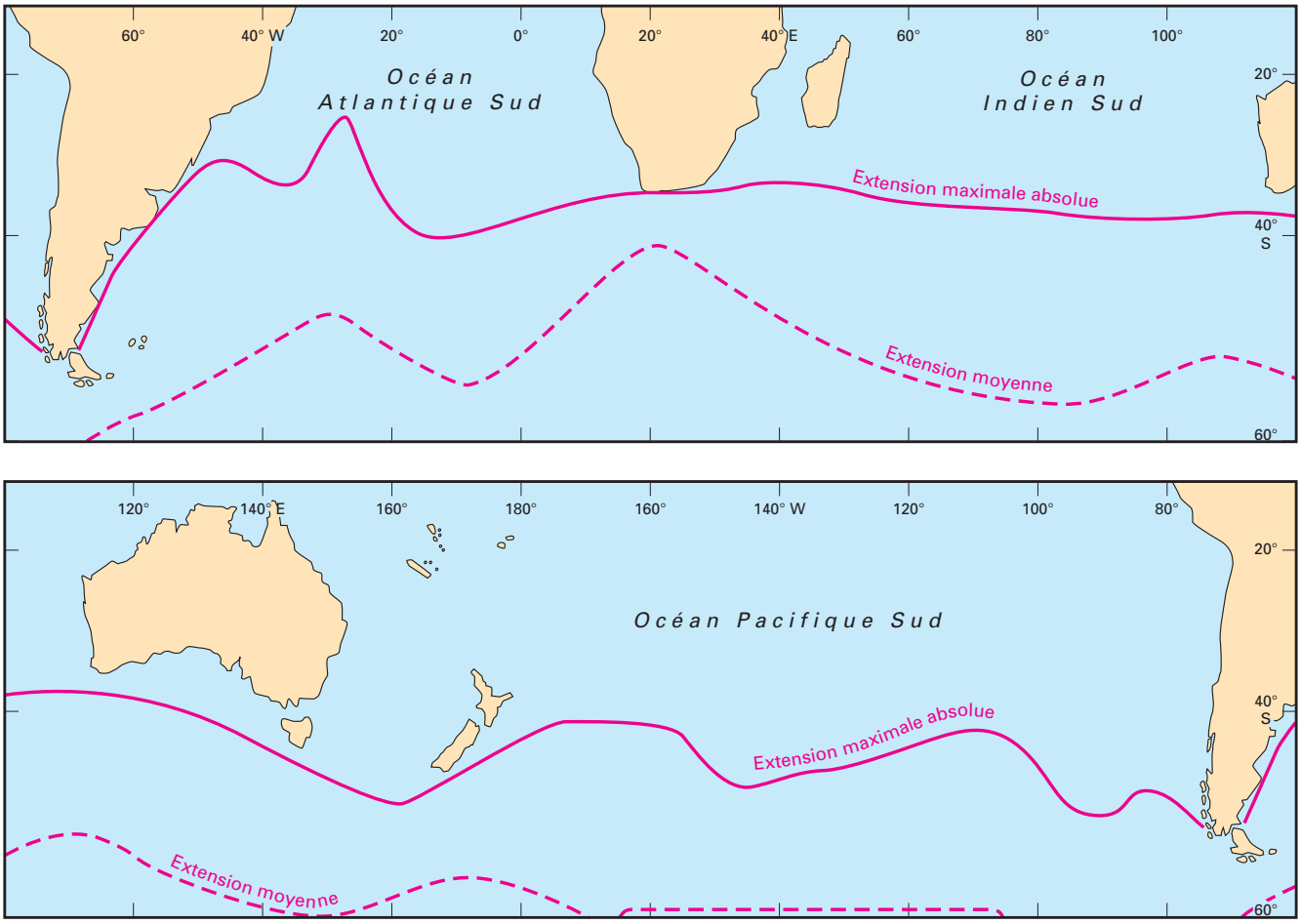
25 Les icebergs tabulaires peuvent être de très grande taille ; des centaines dépassent 1 M de long, beaucoup 20 à 30 M et on en a rencontré de plus de 60 M dont un de 90 M au NE de l'Île Clarence, celui-ci avait 35 m de haut mais on en a vu ayant plus de 40 m de haut.

31 Le nombre d'icebergs produits varie d'une année à l'autre, ou plutôt d'une période pluriannuelle à l'autre. Il apparaît qu'à une période particulièrement féconde correspondent des icebergs tabulaires de très grandes dimensions.

37 Comme dans l'Arctique, on observe aussi des **icebergs de glacier**, aux formes irrégulières. D'une couleur blanche opaque avec de douces nuances de bleu ou de vert, ils peuvent être éblouissants sous un certain éclairage. Ils présentent une surface moins régulière que les icebergs tabulaires et sont souvent crevassés entre des crêtes tranchantes (séracs) ; ils montrent fréquemment des bandes de limon ou de vase. Ayant une densité plus élevée que les icebergs tabulaires, ils résistent davantage à l'érosion que ces derniers.

43 On désigne par **iceberg érodé** (*weathered iceberg*) tout iceberg à l'état avancé de désintégration ; il y en a de différentes formes mais le relief est toujours très accidenté et creusé de grottes, la ligne de flottaison est bordée de fragments en cours de détachement. La vitesse de désintégration est fonction de celle du transit vers les basses latitudes ; un iceberg échoué peut survivre trois ans ou plus mais normalement il reprend de l'erre au printemps suivant son échouage, dès que la glace de mer l'a libéré et qu'il s'est suffisamment désintégré pour ne plus être tenu au fond.

49 En s'échouant, un iceberg profondément crevassé et fissuré peut aussi se disloquer complètement sous l'effet des contraintes que le fond fait subir à sa structure affaiblie ; même si la démolition n'est que partielle, elle accélère le processus d'érosion.



1.3.1.2. — Extension des icebergs de l'Antarctique.

55 Une forme particulière d'icebergs a été observée au Nord et à l'Est de la Mer de Weddell ; ce type d'iceberg, de couleur sombre, est appelé **iceberg noir et blanc** (*black and white iceberg*). On en observe de deux sortes, difficiles à distinguer de loin ; certains de ces icebergs, chargés de boue et de pierres, sont d'origine morainique et leur partie sombre est d'un noir opaque ; pour les autres, qui ne semblent pas contenir de dépôts, la partie sombre est d'un vert bouteille translucide. Dans les deux cas, la séparation des deux teintes se présente selon un plan très net et la partie sombre est arrondie par l'action de l'eau. Il arrive qu'on prenne de tels icebergs pour des rochers.

61 Si en Antarctique il n'existe pas d'îles de glace à proprement parler, comme celles de l'Arctique, il faut cependant mentionner que de très vastes étendues de glace se détachent des plateaux glacières. Ainsi au début d'octobre 1987 s'est détachée du plateau glaciaire de Ross une très vaste étendue de glace de 208 km sur 53 km et d'une épaisseur de 250 m, qui a constitué la plus importante masse de glace flottante observée jusqu'à la mi-mars 2000, date à laquelle s'est détaché dans la même zone un iceberg de 292 km sur 37 km.

67 EXTENSION MAXIMALE. — Les plus grandes concentrations d'icebergs s'observent près de leurs sources et, en raison de leur important tirant d'eau, beaucoup de ces icebergs s'échouent par les fonds de moins de 300 m. Au delà de cette profondeur, la concentration décroît rapidement. Sur la figure 1.3.1.2 est représentée la limite moyenne d'extension maximale pour une concentration moyenne d'un iceberg tous les 45 M ; c'est au voisinage de cette limite que la fonte des icebergs est la plus radicale.

73 On note que c'est dans l'Océan Pacifique et dans le Passage Drake que les icebergs s'étendent le moins en direction du Nord, en ne franchissant guère la latitude de 57° Sud, tandis que dans l'Océan Atlantique et dans l'Océan Indien, la limite se situe respectivement entre les latitudes 46° — 53° Sud et 46° — 59° Sud.

79 Pendant l'été austral, on peut cependant rencontrer dans l'Océan Indien des icebergs isolés assez loin au Nord de cette limite, sur les routes maritimes du Sud de l'océan, notamment sur celle qui mène de l'Afrique du Sud aux Îles Kerguelen.

85 Cette limite moyenne d'extension maximale n'est sujette à aucune variation saisonnière bien marquée et peut être considérée comme valable pour l'ensemble de l'année ; elle peut néanmoins varier, dans une faible mesure, d'une année sur l'autre.

91 Le maximum absolu de l'extension des icebergs diffère passablement de la limite moyenne décrite ci-dessus ; il est également représenté également sur la figure 1.3.1.2 qui montre, en particulier, que dans l'Océan Atlantique on a rencontré des icebergs à des latitudes de 25° Sud environ. Cette limite absolue, à l'inverse de celle de l'Atlantique Nord, n'est affectée d'aucune variation saisonnière.

01 **1.3.1.3. Signalisation des icebergs.** — À l'échelon national et international, les glaces et les icebergs font l'objet d'une signalisation et d'avertissements dans des formes appropriées (voir chapitre 2).

07 SIGNALISATION PAR LES NAVIRES. — La Convention SOLAS fait obligation au capitaine de tout navire de signaler immédiatement, par moyen radio, les icebergs qu'il voit ou détecte au radar (sous-chapitre 3.1).

01 **1.3.2. LA GLACE D'EAU DE MER.**

01 **1.3.2.1. Formation de la glace de mer.**

06 NOUVELLE GLACE. — À sa naissance la glace d'eau de mer apparaît sous la forme de frasil : fines aiguilles ou plaquettes de glace (dimension maximale 2,5 cm) en suspension dans les premiers centimètres d'eau. Ce frasil se développe en grande quantité et s'agglomère en une couche épaisse comme de la soupe qui, appelée sorbet, donne à la mer un aspect huileux et mat. Le début de la congélation peut également être provoqué par une forte chute de neige saturée et mélangée d'eau ; cette chute de neige forme une masse visqueuse flottant sur l'eau et appelée gadoue. Frasil, sorbet et gadoue se disloquent sous l'effet du vent et des vagues pour constituer une accumulation, appelée shuga, de morceaux de glace blanche et spongieuse ayant quelques centimètres de longueur.

11 Le terme général de **nouvelle glace** s'applique aux caractéristiques, décrites ci-dessus, de la glace formée récemment.

16 NILAS. — Lorsque la température continue à décroître, la nouvelle glace évolue vers une couche mince et élastique, appelée **nilas**, ondulant facilement sous l'effet des vagues, de la houle ou de la pression pour former des avancées en forme de doigts entrecroisés (chevauchement et imbrication). Cette couche, de couleur mate, peut atteindre 10 cm d'épaisseur. On distingue deux types :

21 — le nilas sombre (épaisseur inférieure à 5 cm) ;

26 — le nilas clair (épaisseur supérieure à 5 cm).

31 La nouvelle glace peut également évoluer vers la glace vitrée : croûte brillante et cassante formée sur la surface calme d'une eau habituellement peu saline, par congélation directe ou à partir d'un sorbet. Son épaisseur peut atteindre environ 5 cm. Elle se casse facilement sous l'action du vent ou de la houle, le plus souvent en morceaux rectangulaires.

36 GLACE EN CRÊPES. — À partir de sorbet, de gadoue ou de shuga ou du fait de la fragmentation de glace vitrée ou de nilas, se forment, par houle faible, des morceaux de glace de forme circulaire (de 30 cm à 3 m de diamètre et jusqu'à 10 cm d'épaisseur) aux bords relevés du fait du frottement les uns contre les autres. Cette **glace en crêpes** (*pancake ice*) peut également provenir d'une jeune glace de 10 à 15 cm d'épaisseur (glace grise) disloquée sous l'effet d'une forte houle ou de grosses vagues. Elle peut également prendre naissance en profondeur, à l'interface entre deux masses d'eau aux caractéristiques différentes, d'où elle remonte en surface. La glace en crêpes peut rapidement couvrir de grandes étendues.

41 JEUNE GLACE. — On désigne par **jeune glace** le stade de transition entre le nilas et la glace de première année (glace n'ayant qu'un seul hiver de croissance). Cette jeune glace, d'une épaisseur de 10 à 30 cm, peut être :

46 — une glace grise (10 à 15 cm d'épaisseur), moins souple que le nilas et se brisant sous l'effet de la houle (voir glace en crêpes ci-dessus). En général, les fragments se chevauchent et s'entassent sous l'effet de la pression ;

51 — une glace blanchâtre (15 à 30 cm d'épaisseur) qui, sous l'effet de la pression, aura plus tendance à faire des crêtes qu'à s'entasser.

56 GLACE DE PREMIÈRE ANNÉE. —La jeune glace qui subsiste après son premier hiver devient **glace de première année** ; son épaisseur varie de 30 cm à 2 m. On distingue :

61 — la glace mince de 1re année / glace blanche (30 à 70 cm d'épaisseur) qui peut elle-même être divisée en :

66 * *glace mince de 1re année, 1er stade* (30 à 50 cm d'épaisseur) ;

71 * *glace mince de 1re année, 2e stade* (50 à 70 cm d'épaisseur).

76 — la glace moyenne de 1re année (70 à 120 cm d'épaisseur) ;

81 — la glace épaisse de 1re année (plus de 120 cm d'épaisseur).

86 VIEILLE GLACE. — On désigne par **vieille glace** la glace de mer ayant survécu à au moins une fonte d'été ; son épaisseur peut atteindre 3 m et plus. La plupart des accidents topographiques sont plus arrondis que sur la glace de 1re année. On distingue la glace de 2e année et la glace de plusieurs années (voir nomenclature des glaces, § 1.4.4.1).

91 La glace de plusieurs années atteint son maximum d'épaisseur (environ 3,5 m) lorsque l'apport de glace, en hiver, équilibre la fonte, en été.

01 **1.3.2.2. Évolution de la glace flottante** (*drift ice*).

07 ÉPAISSEUR. — On peut estimer l'épaisseur totale d'une glace flottante en considérant qu'elle n'émerge que d'environ 1/7 de cette épaisseur. Cette épaisseur s'accroît naturellement sous l'effet d'un refroidissement intense et prolongé mais son taux de croissance diminue avec son augmentation, en raison de l'isolation de plus en plus grande que crée la glace elle-même vis-à-vis de sa partie immergée ; cette isolation est renforcée lorsque de la neige recouvre la glace.

13 En Antarctique, deux phénomènes particuliers influent sur la croissance et la nature de la glace flottante.

19 Le premier est dû à la couverture neigeuse, très épaisse en raison des précipitations abondantes ; la glace s'enfonce sous le poids de cette neige qui, en venant au contact de la surface, se gorge d'eau et se transforme en glace au cours de l'hiver suivant.

25 Le second phénomène est créé par la circulation turbulente en profondeur de l'eau surgelée (en raison de la pression) sous les plateaux de glace accrochés au continent. Lorsque cette eau s'échappe vers la surface, assez loin du plateau qui la surmontait, elle se transforme en frasil dans la sous-couche de surface. Le même processus provoque l'accumulation d'une glace poreuse sous la couche de glace originale ; il arrive ainsi, en bordure de la banquise côtière, qu'une glace épaisse de 4 m environ ne comporte que 30 à 40 cm de glace compacte en surface.

31 SALINITÉ ET SOLIDITÉ. — À son apparition la glace de mer ne contient pas de sel mais son développement en immersion génère une sous-couche constituée de cristaux de glace et de petites poches d'eau de mer (saumure). Avec le refroidissement, la taille de ces poches diminue, leur concentration en sel augmente fortement et elles s'enfoncent. En raison du gradient positif, du moins en hiver, de la température vers le fond, la température au sommet de ces poches de saumure est inférieure à celle de leur base et la glace se forme au sommet tandis qu'en bas se concentre la saumure. On observe ainsi une migration des inclusions de sel vers les profondeurs.

37 Si la température continue de décroître, il arrive un moment où le sel précipite (– 23 °C) et la glace devient plus dure.

43 Le processus inverse se produit en été : le sel déposé redevient saumure et les poches contenant celle-ci augmentent de volume au fur et à mesure que la glace environnante commence à fondre. Ces poches s'agglomèrent entre elles et remontent au travers de la surface inférieure de la glace.

49 La glace de 2e année est appauvrie en sel et après quelques années la glace est quasiment dépourvue de sel (0,5‰ pour un âge compris entre 5 et 8 ans). Cette vieille glace est extrêmement solide, au point qu'elle résiste à de puissants brise-glace.

55 L'âge des **floes** (fragments de glace de mer relativement plats dont l'extension horizontale peut dépasser 10 km) peut être estimé aux strates colorées apparaissant sur leurs tranches. À une bande jaune brun correspond un été, pendant lequel les diatomées se sont collées à la face inférieure du floe, tandis que de part et d'autre, les deux bandes de glace dépourvue de ces algues correspondent à des hivers.

01 **1.3.2.3. Banquise côtière** (*fast ice*) et **glace flottante** (*drift ice*). — La banquise côtière, immobile, se présente sous la forme d'une extension, plutôt plate, de la côte à laquelle elle est soudée. Sa largeur vers le large dépend de la pente des fonds côtiers. Son bord extérieur est souvent voisin de l'isobathe de 25 m, profondeur à laquelle la glace échoue (**hummocks échoués** qui constituent des points d'ancrage à partir desquels, à la saison des glaces suivante, la banquise côtière se développe).

1.3.2.3. — L'Astrolabe posé sur la banquise côtière.

(*Photo IFRTP*)

07 Au-delà de la banquise côtière s'étend la glace flottante, formée dans une certaine mesure par des morceaux de glace détachés de la banquise côtière. Ces morceaux, en s'étendant au large, contribuent, avec les vieux floes, à la formation de la nouvelle, puis plus tard de la jeune glace, en haute mer. Cette glace flottante, en même temps qu'elle s'épaissit, est constamment disloquée par les vents et les vagues, de sorte qu'elle présente de multiples aspects qui vont du **floe** géant (extension horizontale supérieure à 10 km) de plusieurs années, aux nombreuses formes de nouvelle glace âgée de quelques heures seulement.

13 Dans une mer à faible concentration de glace, les floes se déplacent librement sous l'effet du vent. Dans une mer à forte concentration de glace, cette tendance est contrecarrée par le fait que les floes, se heurtant continuellement, ont des mouvements assez complexes ; il en résulte généralement un déplacement circulaire, surtout par vent fort et avec une glace hummockée, **qui n'est pas sans danger pour les navires**.

19 DÉFORMATIONS DE LA GLACE FLOTTANTE. — Sous les actions combinées du vent et du courant, la glace flottante est en perpétuel mouvement et sa surface se déforme sous l'effet de fortes pressions internes. Dans la nouvelle et la jeune glaces, ces actions peuvent provoquer des chevauchements et des imbrications (voir nilas) ; dans une glace plus épaisse, des crêtes et des hummocks.

25 Dans le processus de génération des **crêtes** et des **hummocks** sous l'effet de pressions internes, de gros morceaux de glace s'empilent au-dessus du niveau général de la mer tandis que sous leur poids d'autres s'enfoncent sous ce niveau. L'extension vers le bas sous une crête est appelée **quille de glace** (*ice keel*) ; elle peut atteindre la profondeur de 50 m. L'extension sous un hummock est appelé **bummock**. La hauteur totale de ces accidents du relief de la glace flottante peut atteindre 60 m, soit environ 12 m au-dessus du niveau de la mer et 48 m d'immersion. Dans les eaux peu profondes, des floes peuvent s'empiler à la côte, jusqu'à 15 m au-dessus du niveau de la mer.

31 Des **fissures, chenaux** et **polynies** (clairières)**,** peuvent se former lorsque la pression se relâche. Lorsque de telles ouvertures se produisent en hiver, elles sont rapidement le siège de nouvelle et jeune glaces, voire de glace de 1re année si le refroidissement est prolongé, ressoudant ainsi les vieux floes entre eux. À noter cependant que la jeune glace est plutôt sujette à la pression quand les glaces plus vieilles environnantes se déplacent.

37 Les vents de terre poussent la glace flottante vers le large et ouvrent ainsi des **chenaux côtiers** au sein de celle-ci ; dans certaines régions où ces vents persistent pendant toute la saison des glaces, de tels chenaux permettent de maintenir le cabotage local. Les vents de terre peuvent aussi créer un **chenal de séparation** entre la banquise côtière et la glace flottante. Dans les deux types de chenaux, côtier et de séparation, la formation de nouvelle glace est considérablement diminuée, voire supprimée, si les vents de terre sont forts.

43 Dans les régions où les vents du large dominent, le chenal de séparation et la côte sont marqués par un relief tourmenté des glaces.

49 DISPARITION DE LA GLACE. — Une zone peut être libérée de la glace de deux façons : le retrait de la glace flottante sous l'impulsion du vent et du courant ; la fonte sur place, qui nécessite un certain temps.

55 À noter que le rôle du vent est accru lorsque la glace flottante est peu concentrée ; les vagues qu'il peut alors y générer accélèrent la fonte même si la température n'est que légèrement supérieure au point de congélation.

61 La fonte est fonction de la quantité de radiations solaires atteignant la surface de la glace. En hiver, lorsque la glace est en permanence recouverte de 30 à 60 cm de neige, 90 % des radiations sont renvoyées dans l'atmosphère. Au début du printemps, lorsque la température s'élève au-dessus de 0 °C, la neige se met à fondre et des mares d'eau apparaissent à la surface de la glace. Ces mares, en absorbant 60 % des radiations, s'échauffent rapidement, s'étendent et font fondre la neige environnante ; ensuite, l'eau douce ainsi produite s'écoule des floes ou entre ceux-ci, elle peut également se glisser sous leur surface inférieure où elle regèle et freine le processus de la fonte du floe. Dans le même temps, la température à l'intérieur de la glace augmente et celle-ci se crible de poches de saumure qui migrent vers le haut ; à ce stade la glace est considérablement affaiblie et oppose peu de résistance à la dislocation par le vent et les vagues. La banquise côtière peut alors détacher de la glace flottante et cette dernière se disloquer en floes puis en **sarrasins** (fragments qui n'ont pas plus de 2 m d'extension horizontale), dernier stade avant la fonte complète.

67 Le vent, les vagues et l'élévation de température contribuent à libérer les zones de la glace de 1re année. Dans d'autres zones, principalement dans l'Océan Arctique, la fonte d'été se traduit par la réduction d'un mètre environ de l'épaisseur des floes. La dislocation par plaques de la banquise côtière n'est observée que dans l'Arctique ; en Antarctique, cette banquise ne cède que sous la houle des tempêtes, particulièrement après que la glace flottante ait été poussée vers le large par les vents de terre, vents dominants sur les côtes du continent. En outre, les diatomées, qui se développent dans les couches inférieures de la banquise côtière, absorbent les radiations solaires et conduisent à une réduction de la fonte à partir de la base.

01 **1.3.2.4. Mouvement des glaces.** — La glace flottante se déplace sous l'action des courants de surface et du vent ; la banquise côtière ne bouge pas.

07 ACTION DU COURANT. — Elle est prépondérante étant donné que la majeure partie de la glace est immergée. La glace se déplace ainsi principalement dans le sens du courant, sauf dans les passages étroits que les floes peuvent plus ou moins obstruer en s'entrechoquant.

13 ACTION DU VENT. — La glace flottante se déplace sous le vent mais la force de Coriolis la fait dévier sur la droite de la direction du vent dans l'hémisphère Nord (sur la gauche dans l'hémisphère Sud), de sorte que le mouvement dû au vent est sensiblement parallèle aux isobares.

19 La vitesse de ce mouvement est fonction de la force du vent, de la concentration de la glace et de son relief émergé qui peut présenter une prise plus ou moins grande au vent. On caractérise ce relief par la fraction, de la surface totale, qui n'est pas plane c'est-à-dire qui est hérissée de crêtes ; la vitesse de déplacement due au vent s'obtient en multipliant celle du vent géostrophique par le facteur donné par le tableau 1.3.2.4.

25 Un vent soufflant du large sur la glace flottante située au-delà d'une banquise côtière augmente la concentration de cette glace flottante dont le bord extérieur est ainsi beaucoup plus net qu'avec des vents soufflant de terre.

Fraction de la surface non plane	Concentration de la glace		
	2/10	5/10	8/10
0	1/240	1/350	1/480
3/10	1/55	1/80	1/140
6/10	1/30	1/41	1/70
> 6/10	1/27	1/39	1/63

1.3.2.4.— Facteur de multiplication du vent géostrophique (D'après *The Mariner's Handbook*).

31 ACTION COMBINÉE DU COURANT ET DU VENT. — Lorsque le vent et le courant portent dans la même direction, la vitesse de déplacement des glaces peut-être considérable, c'est le cas notamment en Mer du Groenland et dans une moindre mesure en Mer de Barentsz et au large du Labrador.

37 Dans l'Océan Arctique la migration de la glace s'effectue principalement de la Mer de Sibérie Orientale à la Mer du Groenland en passant par le pôle. Sur le flanc eurasien de ce système transpolaire, les glaces, sous l'influence des courants de cette région, suivent un mouvement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ; au Nord du continent américain leur mouvement est symétrique du précédent et conforme au courant de la Mer de Beaufort.

43 La majeure partie de la glace sort du bassin polaire par le courant qui longe la côte Est du Groenland en direction du Détroit de Danemark puis du Cap Farewell ; une certaine quantité pénètre en Baie de Baffin par le Nord. Il faut de 3 à 5 ans à la glace formée au large de la Sibérie pour parvenir au large des côtes du Groenland. Cette glace âgée est fortement hummockée et comprimée ; en outre, la chaleur des étés arctiques a pour effet d'aplanir les floes de grande épaisseur, d'où le nom de glace de calotte polaire qu'on donne à ces derniers.

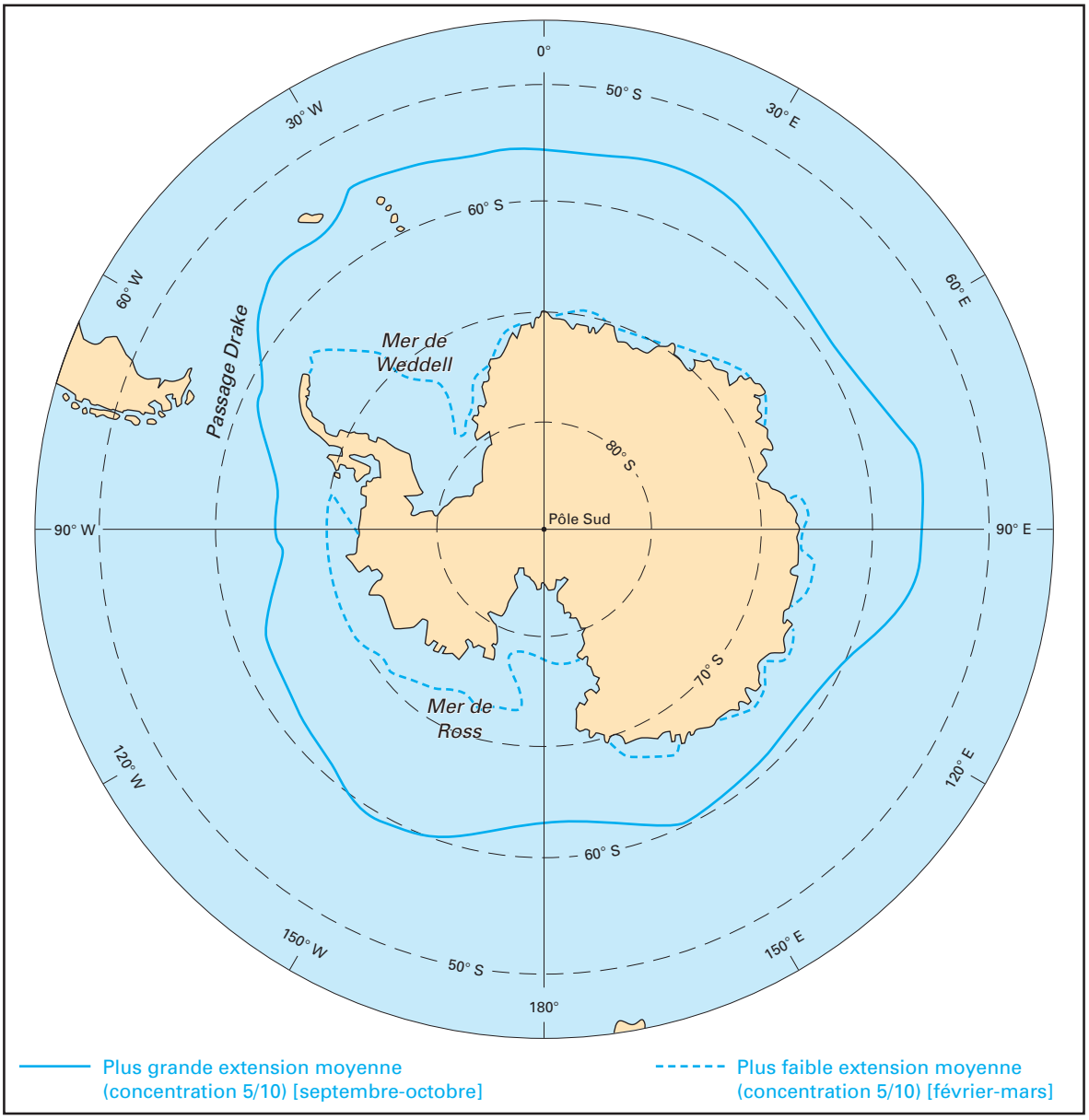
49 Dans l'Antarctique la glace a tendance à se déplacer vers le Nord ; il en résulte qu'elle transite vers l'Ouest et le NW dans la zone des vents d'Est régnant près du continent et qu'elle décrit un mouvement dans le sens des aiguilles d'une montre en Mer de Weddell, avant de constituer une ceinture aux environs du 60e parallèle, où convergent les vents de NW et de SE.

55 Aux plus faibles latitudes, la glace tombe sous l'influence des vents d'Ouest et du courant de l'Océan Austral. Dans l'Antarctique la glace de mer n'est généralement pas âgée de plus d'un ou deux ans, sauf parfois pour la glace flottante sortant de la Mer de Weddell. D'une façon générale la glace de mer en Antarctique est plus molle que dans l'Arctique.

01 **1.3.2.5. Limites de la glace flottante** (figures 1.2.3.5.A et B). — Dans l'Arctique, c'est généralement en mars ou en avril que la glace est la plus étendue, et en août ou septembre qu'elle l'est le moins.

07 Dans l'Antarctique la plus grande extension s'observe en septembre ou octobre ; la moindre, en février ou mars.

13 Dans l'Antarctique, la période de débacle estivale dure de décembre à mars. Pendant cette période, les navires peuvent s'approcher des côtes.



1.3.2.5.A. — Limites moyennes des glaces de l'Antarctique.

1.3.2.5.B. — Limites moyennes des glaces de l'Arctique.

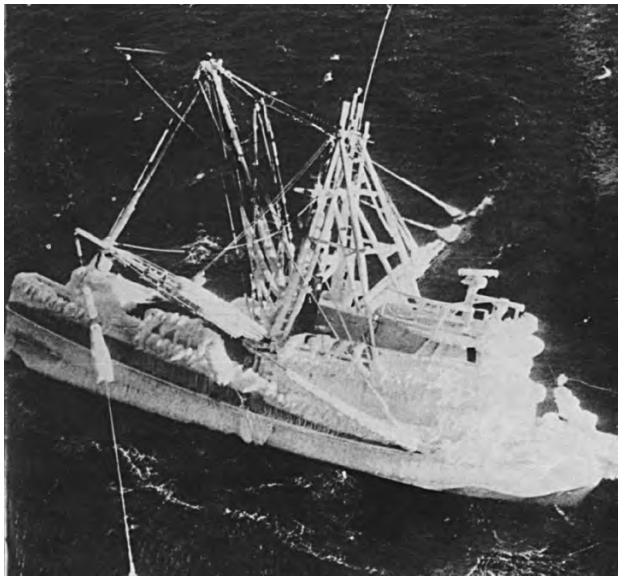
19 En raison des changements temporaires qui peuvent affecter aussi bien les courants et les vents dominants que les conditions climatiques, les extensions maximale et minimale de la glace de mer peuvent varier considérablement d'une année sur l'autre. Les figures 1.3.2.5. A et B n'indiquent que les limites moyennes de ces extensions.

01 1.3.3. LE GIVRAGE À BORD DES NAVIRES.

01 **1.3.3.1. Formation et types de givrage.** — L'accumulation de glace sur un navire peut provenir d'un givrage atmosphérique, qui dépose de la glace d'eau douce sur les superstructures, ou de la congélation de l'eau de mer embarquée sous forme d'embruns ou sous l'effet de la puissance des vagues.

07 Le givrage atmosphérique est dû à :
13 — des chutes de neige, de pluie ou de bruine, surfondues en raison d'une inversion du gradient de température dans l'atmosphère et dont les gouttelettes se congèlent en arrivant au niveau de la mer où la température est inférieure à 0 °C ;
19 — un brouillard, également en surfusion, généré par de l'air humide refroidi lors de son passage sur une terre ou une mer recouvertes de glace ;
25 — une brume d'évaporation générée au sein d'une masse d'air beaucoup plus froide que la mer avec laquelle elle entre en contact et dont la température est inférieure à 0 °C.

31 Le givrage dû à des embruns et des paquets de mer (fig. 1.3.3.1.A et B) se produit lorsque la température de l'air est inférieure au point de congélation de l'eau de mer (environ – 2 °C). L'intensité de ce givrage est fonction des températures de l'air et de la mer, de la force du vent, de l'état de la mer, ainsi bien sûr que de la route du navire par rapport à la direction des vagues et de sa vitesse.
37 Le givrage dû aux embruns est beaucoup plus dangereux que le givrage atmosphérique, surtout pour les navires de petit tonnage, et est à l'origine du naufrage de nombreux bateaux de pêche.



1.3.3.1.A. — Navire entièrement givré par gros temps et abandonné par son équipage.

(Photo *US Coast-Guard*)

1.3.3.1.B. — Givrage dû aux embruns.

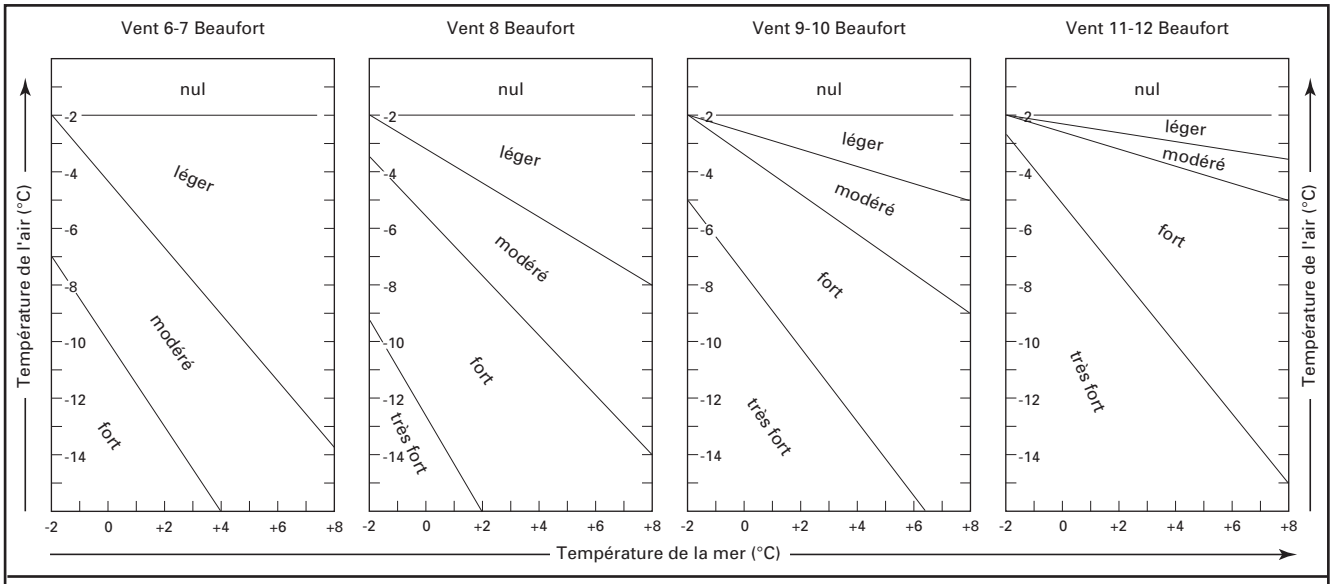
(Photo Marine Nationale)

01 **1.3.3.2. Dangers présentés par le givrage.**

07 GIVRAGE ATMOSPHÉRIQUE. — Au contact du gréement et des superstructures, les gouttelettes surfondues se solidifient instantanément et s'accumulent en une couche de glace compacte plus ou moins épaisse. Des apparaux ainsi alourdis peuvent tomber sur le pont et y causer des accidents de personnel et des dégâts matériels importants.
13 L'un des premiers effets de ce givrage est la mise hors d'usage des antennes radioélectriques, suite à leur isolement par la pellicule de glace qui les enrobe très rapidement.
19 La menace que fait peser le givrage atmosphérique sur la stabilité du navire n'est pas comparable au même risque présenté par le givrage des embruns et surtout des paquets de mer ; elle ne doit pas, cependant, être sous estimée par les bateaux de plaisance et les petits navires de pêche.

25 GIVRAGE DES EMBRUNS. — Par mer forte et une température en dessous du point de congélation de l'eau de mer, des quantités d'eau considérables se transforment en glace sur les superstructures ainsi que sur la partie de la coque insuffisamment balayée par les vagues pour échapper à ce givrage. Pour une vitesse donnée du navire, une route faisant un angle de 15° à 45° avec la direction de provenance des vagues expose au maximum d'embruns ; ce maximum augmentant avec la vitesse.
31 Les embruns, dus uniquement au vent balayant la crête des vagues, n'apparaissent qu'avec un vent supérieur à une vingtaine de nœuds et ne sont générateurs d'un givrage du pont et des superstructures qu'avec un vent de plus de 35 nœuds environ.
37 La quantité de glace formée par des paquets de mer et des embruns augmente rapidement avec la chute des températures de l'air et de la mer ; elle peut ainsi affecter la stabilité du navire et, dans des cas extrêmes, le faire chavirer, en particulier si elle s'accumule d'un seul bord.

43 **En conclusion**, un vent fort et une température de l'air égale ou inférieure à – 2 °C sont des conditions favorisant le givrage par congélation d'eau de mer ; ce danger pouvant, en outre, être aggravé par un givrage atmosphérique. Les diagrammes de la figure 1.3.3.2 représentent l'intensité du givrage, c'est-à-dire la vitesse d'accumulation de la glace, en fonction de la force du vent et des températures de l'air et de la mer.



Intensité du givrage : aux qualificatifs du givrage indiqués sur les graphiques ci-dessus correspondent les épaisseurs suivantes de glace accumulée **en 24 heures** :

— Léger : 1 à 3 cm ; — Modéré : 4 à 6 cm ; — Fort : 7 à 14 cm ; — Très fort : 15 cm et plus.

1.3.3.2. — Intensité du givrage en fonction de la force du vent et des températures de l'air et de la mer.

49 Ces diagrammes ont été élaborés en 1967 par le météorologiste allemand Mertins, à partir de 400 rapports de chalutiers ayant subi du givrage en Atlantique Nord ; pour leur utilisation, on devra considérer d'une part la taille des navires auxquels ils sont le mieux adaptés et d'autre part la faible vitesse, 2 à 5 nœuds, que les chalutiers devaient avoir au moment de leurs observations. Par exemple, par vent de 9 à 10 Beaufort, avec une température de l'air de – 8° C et celle de la mer de + 4° C, un fort givrage est à prévoir et l'on peut s'attendre à une accumulation de glace de 7 à 14 cm en 24 heures sur les bossoirs et les superstructures.

01 **1.3.3.3. Prévision, prévention et signalisation du givrage.** — En raison de sa dépendance de plusieurs facteurs, le givrage est assez difficile à prévoir avec précision. On sait que de nombreux cas de givrage sont observés, surtout à bord de navires de pêche, dans les eaux environnant l'Islande, le Groenland, le Labrador ainsi qu'en Mer de Barentsz et dans le Nord de l'Océan Pacifique. Les services météorologiques des États de ces régions s'efforcent de faire diffuser des avertissements de givrage ; cependant, les zones de givrage se déplaçant assez rapidement, un navire risque toujours de se faire surprendre.

07 Le navigateur doit être particulièrement vigilant à l'annonce d'un coup de vent par des températures atmosphériques inférieures à – 2 °C. Ces conditions s'observent le plus souvent par vent soufflant des régions polaires mais aussi par vent de toute autre direction amenant de l'air suffisamment froid.

13 Lorsqu'il s'attend à rencontrer des conditions de givrage, le navire doit gagner un abri ou une zone dans laquelle la température est plus élevée. S'il ne peut échapper à ce risque, il doit chercher à réduire les embruns au minimum, en faisant route à la plus faible vitesse possible soit face au vent (ou à la mer) soit vent arrière.

19 À noter que certains navires sont maintenant équipés de systèmes mécaniques, thermiques ou chimiques de dégivrage.

25 SIGNALISATION PAR LES NAVIRES. — La Convention SOLAS fait obligation au capitaine de tout navire de signaler immédiatement, par moyen radio, les conditions de givrage qu'il observe (sous-chapitre 3.1).

31 Étant donné le danger potentiel que représente le givrage, il est indispensable que l'accumulation de glace à bord soit soigneusement observée et que les données correspondantes soient transmises aux services chargés de la prévision.

01 # 1.4. DOCUMENTATION ET NOMENCLATURES DIVERSES

01 **1.4.0. OBJET.** — Le présent sous-chapitre regroupe la documentation et les nomenclatures descriptives fondamentales relatives :

07 — au vent (vent géostrophique, échelle Beaufort) ;

13 — à la mer et à la houle (termes descriptifs, graphiques de prévision de l'état de la mer, photographies des différents états de la mer) ;

19 — aux nuages (classification, photographies) ;

25 — aux glaces (nomenclature de l'OMM, photographies) ;

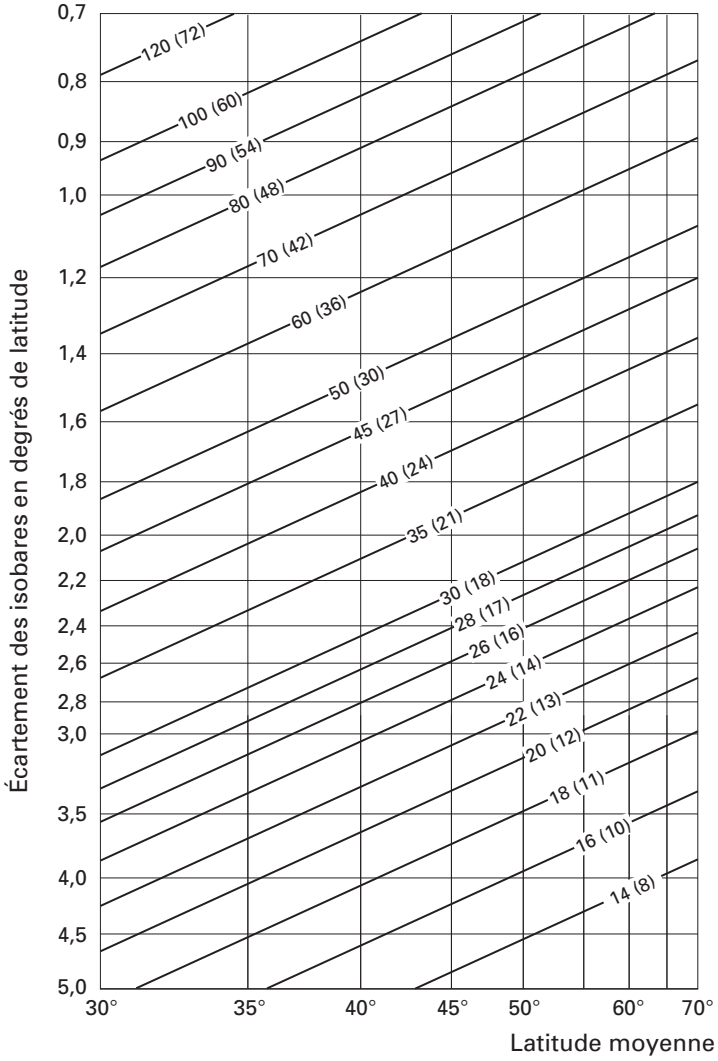
01 **1.4.1. DOCUMENTATION RELATIVE AU VENT.**

01 **1.4.1.1. Vent géostrophique.** — Le vent géostrophique souffle parallèlement aux isobares en laissant les basses pressions à sa gauche dans l'hémisphère Nord, à sa droite dans l'hémisphère Sud ; sa vitesse est déterminée par l'abaque de la figure 1.4.1.1.

07 **Rappel :** La vitesse du vent réel s'obtient en multipliant par 0,7 (sur mer) ou par 0,5 (sur terre) la vitesse du vent géostrophique (§ 1.1.4.2).

01 **1.4.1.2. Échelle anémométrique Beaufort.** — La vitesse du vent moyen sur 10 minutes, mesuré à 10 m au-dessus de la mer sert de référence à cette échelle graduée de 0 à 12 (tab. 1.4.1.2).

07 Note : sous le tableau 1.4.1.2 de l'échelle Beaufort, le nota signalé par un astérisque (*) concerne uniquement la dernière colonne de ce tableau.



Utilisation de l'abaque :

Le vent géostrophique, exprimé en nœuds, se lit sur la droite oblique passant par le point de coordonnées "Latitude moyenne" et "Écartement des isobares en degrés de latitude". Les deux valeurs indiquées sur cette droite correspondent respectivement à des isobares, tracées de 5 en 5 hPa et, pour celle entre parenthèse, à des isobares tracées de 3 en 3 hPa.
Exemples : Pour une latitude moyenne de 55° et un gradient barométrique de 5 hPa/2° de latitude, le vent géostrophique est de 30 nœuds ; à la même latitude moyenne, avec un gradient barométrique de 3 hPa/2° de latitude, il faut lire sur la même ligne : 18 nœuds.

1.4.1.1. — Détermination de la vitesse du vent géostrophique.

Chiffre Beaufort	Terme descriptif	Équivalent de vitesse à une hauteur standard de 10 m au-dessus du niveau de la mer ou d'un terrain plat et découvert		Spécifications			Hauteurs(*) probables des vagues en mètres
		Vitesse moyenne en nœuds	m/s	Sur terre	Au large	Près des côtes	
0	Calme	< 1	0-0,2	Calme ; la fumée s'élève verticalement.	La mer est comme un miroir.	Calme.	—
1	Très légère brise	1-3	0,3-1,5	La direction du vent est révélée par l'entraînement de la fumée, mais non par les girouettes.	Il se forme des rides ressemblant à des écailles de poisson, mais sans aucune écume.	Les barques de pêche ont juste un peu d'erre.	0,1 (0,1)
2	Légère brise	4-6	1,6-3,3	Le vent est perçu au visage ; les feuilles frémissent ; une girouette ordinaire est mise en mouvement.	Vaguelettes, courtes encore, mais plus accusées ; leurs crêtes ont une apparence vitreuse, mais elles ne déferlent plus.	Le vent gonfle la voilure des barques qui filent environ 1 ou 2 nœuds.	0,2 (0,3)
3	Petite brise	7-10	3,5-5,4	Feuilles et petites branches constamment agitées ; le vent déploie les drapeaux légers.	Très petites vagues ; les crêtes commencent à déferler ; écume d'aspect vitreux, parfois quelques moutons épars.	Les barques commencent à gîter et filent 3 ou 4 nœuds.	0,6 (1)
4	Jolie brise	11-16	5,5-7,9	Le vent soulève la poussière et les feuilles de papier ; les petites branches sont agitées.	Petites vagues devenant plus longues ; moutons assez nombreux.	Jolie brise efficace ; les barques portent toutes leur toile et prennent une bonne gîte.	1 (1,5)
5	Bonne brise	17-21	8,0-10,7	Les arbustes en feuilles commencent à se balancer ; de petites vagues avec crêtes se forment sur les eaux intérieures.	Vagues modérées prenant une forme nettement plus allongée ; de nombreux moutons (éventuellement quelques embruns).	Les barques diminuent leur toile.	2 (2,5)
6	Vent frais	22-27	10,8-13,8	Les grandes branches sont agitées ; les fils télégraphiques font entendre un sifflement ; l'usage des parapluies est rendu difficile.	Des lames commencent à se former ; les crêtes d'écume blanche sont partout plus étendues (habituellement quelques embruns).	Les barques prennent deux ris à la grand-voile ; la pêche exige des précautions.	3 (4)
7	Grand frais	28-33	13,9-17,1	Les arbres sont agités en entier ; la marche contre le vent est pénible.	La mer grossit ; l'écume blanche provenant des lames déferlantes commence à être soufflée en traînées qui s'orientent dans le lit du vent.	Les barques restent au port ; celles qui sont en mer gagnent un mouillage.	4 (5,5)
8	Coup de vent	34-40	17,2-20,7	Le vent casse des branches ; la marche contre le vent est en général impossible.	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.	Toutes les barques rallient le port s'il est proche.	5,5 (7,5)

(*) Cette colonne est conçue pour servir uniquement de guide indiquant grosso modo ce qu'il faut s'attendre à rencontrer en haute mer, loin des côtes. Elle ne doit jamais être utilisée en sens inverse pour déterminer ou transmettre l'état de la mer (voir également le code S, tableau 1.4.2.1). 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. Les chiffres entre parenthèses indiquent la hauteur maximale probable des vagues.

Chiffre Beaufort	Terme descriptif	Équivalent de vitesse à une hauteur standard de 10 m au-dessus du niveau de la mer ou d'un terrain plat et découvert		Spécifications			Hauteurs(*) probables des vagues en mètres
		Vitesse moyenne en nœuds	m/s	Sur terre	Au large	Près des côtes	
9	Fort coup de vent	41-47	20,8-24,4	Le vent occasionne de légers dommages aux habitations (arrachement de tuyaux, de cheminées et d'ardoises).	Grosses lames ; épaisses traînées d'écume dans le lit du vent, les crêtes des lames commencent à vaciller, s'écrouler et déferler en rouleaux ; les embruns peuvent réduire la visibilité.		7 (10)
10	Tempête	48-55	24,5-28,4	Rare à l'intérieur des terres ; arbres déracinés ; importants dommages aux habitations.	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 (12,5)
11	Violente tempête	56-63	28,5-32,6	Très rarement observé ; s'accompagne de ravages étendus.	Lames exceptionnellement hautes (les navires de petit et de 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)
12	Ouragan	64 ou plus	32,7 ou plus		L'air est plein d'écume et d'embruns ; la mer est entièrement blanche du fait des bancs d'écume dérivants ; la visibilité est très fortement réduite.		14 (—)

(*) Cette colonne est conçue pour servir uniquement de guide indiquant grosso modo ce qu'il faut s'attendre à rencontrer en haute mer, loin des côtes. Elle ne doit jamais être utilisée en sens inverse pour déterminer ou transmettre l'état de la mer (voir également le code S, tableau 1.4.2.1). 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. Les chiffres entre parenthèses indiquent la hauteur maximale probable des vagues.

1.4.1.2. — Échelle anémométrique BEAUFORT.

01 **1.4.2. DOCUMENTATION RELATIVE À LA MER ET À LA HOULE.**

01 **1.4.2.1. État de la mer (code S). —** L'état de la mer se signale dans les observations et les prévisions par une **force** chiffrée selon le code S présenté au tableau 1.4.2.1.

07 NOTA : Une hauteur limite doit être signalée par le chiffre du code S le moins élevé, par exemple une hauteur de 4 mètres est transmise à l'aide du chiffre code 5.

01 **1.4.2.2. Description de la houle.** — La houle se caractérise par sa longueur et sa hauteur (fig. 1.1.8.1.1.A) ; on utilise les termes descriptifs indiqués dans le tableau 1.4.2.1.

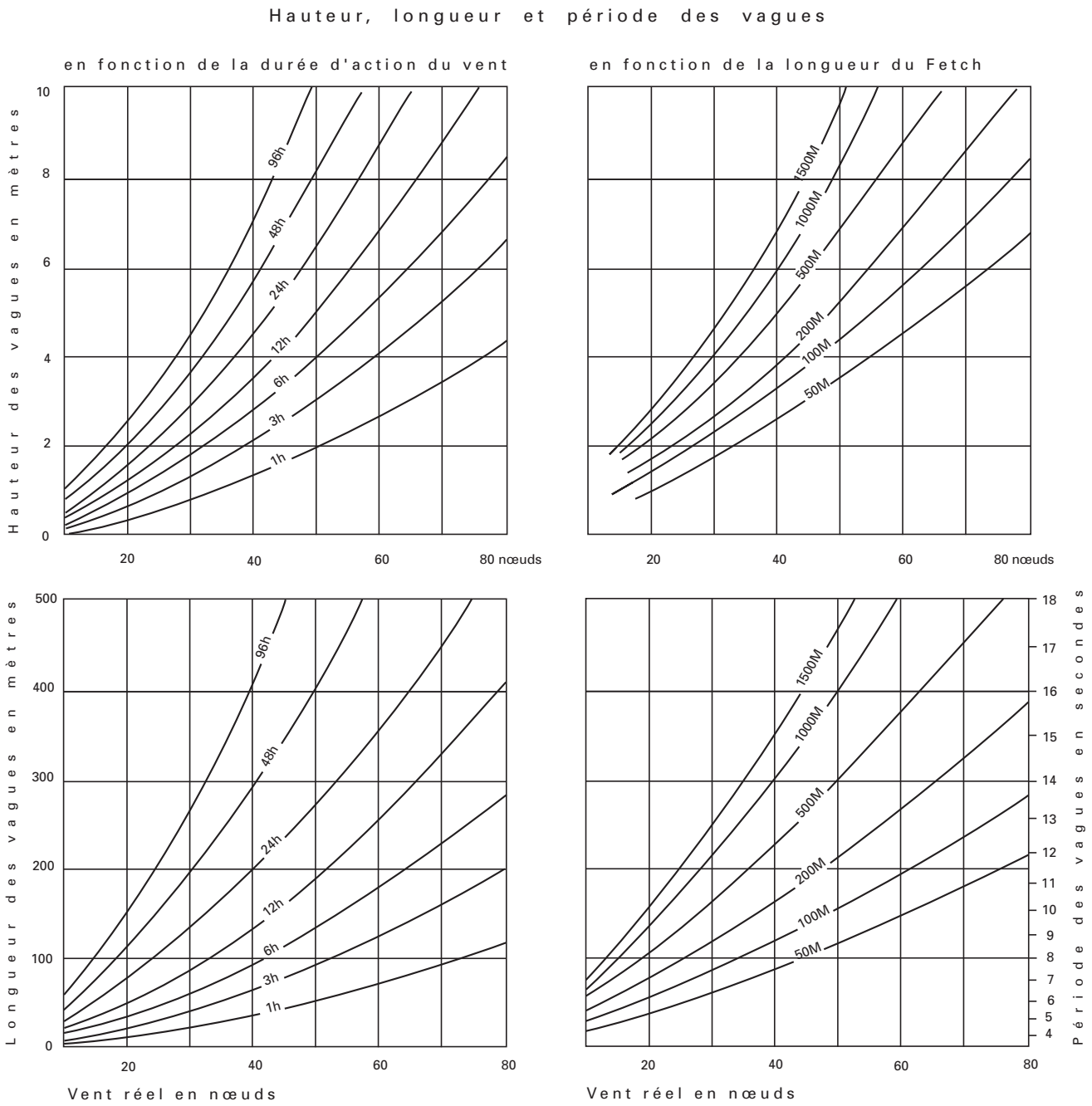
01 **1.4.2.3. Prévision de l'état de la mer.** — Les diagrammes de la figure 1.4.2.3 permettent, de façon pratique mais non rigoureuse, de prévoir l'état de la mer en fonction du vent (vitesse, durée d'action) et de la distance (*fetch*) sur laquelle il s'est manifesté sans rencontrer d'obstacle ni changer de direction (fig. 1.1.8.1.3)

07 On notera que ces diagrammes donnent la hauteur moyenne des vagues. Pour obtenir la hauteur significative (H1/3), généralement utilisée pour caractériser l'état de la mer, il faut multiplier la hauteur moyenne par 1,6 (§ 1.1.8.1).

01 **1.4.2.4. Photographies d'état de la mer.** — Des photographies des différents états de la mer sont présentées ci-après dans le présent sous-paragraphe.

État de la mer			Houle
Chiffre du code S	Terme descriptif	Hauteurs en mètres (1)	
0	Calme, sans rides *(calm, glassy)*	0	— Longueur des vagues de la houle *(lengh)*:
1	Calme, ridée *(calm, rippled)*	0 à 0,1	Courte *(short)* ..... 0-100 mètres
2	Belle (vaguelettes) *[smooth, wavelets]*	0,1 à 0,5	Moyenne *(average)* ..... 100 à 200 mètres
3	Peu agitée *(slight)*	0,5 à 1,25	Longue *(long)* ..... plus de 200 mètres
4	Agitée *(moderate)*	1,25 à 2,5	— Hauteur des vagues de la houle *(height)* :
5	Forte *(rough)*	2,5 à 4	Petite *(low)* ..... 0-2 mètres
6	Très forte *(very rough)*	4 à 6	Modérée *(moderate)* ..... 2-4 mètres
7	Grosse *(high)*	6 à 9	Grande *(heavy)* ..... plus de 4 mètres
8	Très grosse *(very high)*	9 à 14	— Lorsqu'il n'y a pas de houle : nulle
9	Énorme *(phenomenal)*	> 14	— Lorsqu'on ne peut déterminer la longueur, la hauteur et la direction : confuse
(1) Hauteur moyenne de la vague obtenue à partir des vagues bien formées, les plus grosses dans le système observé.			

1.4.2.1. — Termes descriptifs de l'état de la mer et de la houle.



Utilisation des graphiques. Les diagrammes supérieurs permettent de déterminer la **hauteur moyenne**, les diagrammes inférieurs la longueur et la période des vagues, connaissant la vitesse du vent réel, la durée d'action du vent et le fetch, c'est-à-dire la distance (M : mille marin) sur laquelle le vent a soufflé sans obstacle et sans changement de direction. Choisir ceux des résultats fournis par les graphiques qui donnent pour la hauteur et la longueur des vagues les valeurs les plus faibles.

Exemple : vent réel de 50 nœuds (vent géostrophique de 70 nœuds), durée d'action de 24 heures, fetch de 200 M :

— hauteur moyenne des vagues : 5,3 m
— longueur moyenne des vagues : 220 m
— Période moyenne des vagues : 12 s

utilisation des graphiques de droite qui donnent les valeurs les plus faibles

1.4.2.3. — Graphiques de prévision de l'état de la mer.

A. — État de la mer 1 à 2 ; vent force 1 Beaufort.
(Photo *Météo-France*).

B. — État de la mer 3 ; vent force 3 Beaufort.
(Photo aérienne *Marine Nationale*).

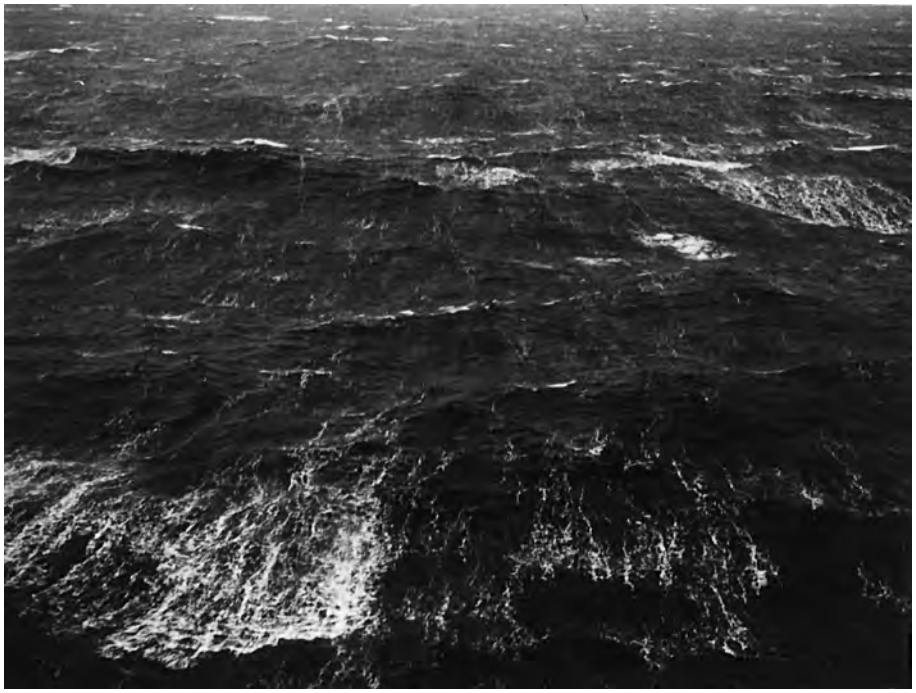
C. — État de la mer 4 ; vent force 5 Beaufort. (Photo *Météo-France*).

F. — État de la mer 5 ; vent force 6 Beaufort. (Photo aérienne *Marine Nationale*).

D. — État de la mer 4 ; vent force 6 Beaufort.

E. — État de la mer 5 ; vent force 9 Beaufort.

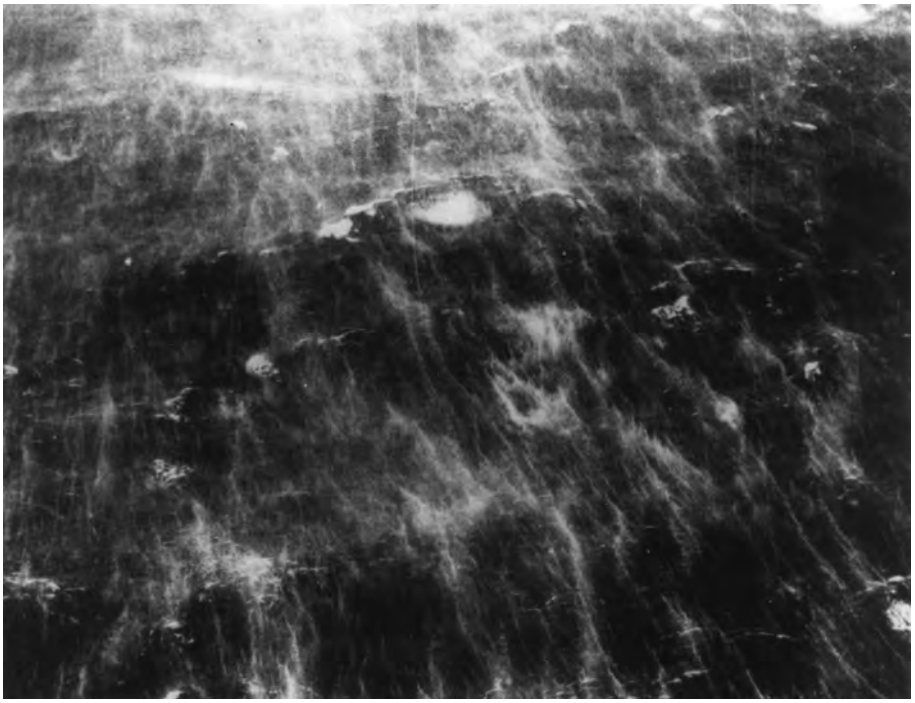
(Photos *Météo-France* - Michel Hontarrède)



G. — État de la mer 6 ; vent force 9 Beaufort.
(Photo *Météo-France*).

H. — État de la mer 6 ; vent force 8 Beaufort.
(Photo *Météo-France*).

I. — État de la mer 7 ; vent force 10 Beaufort.
(Photo *Météo-France*).



J. — État de la mer 7 à 8 ; vent force 12 Beaufort.
(Photo aérienne *Marine Nationale*).

01 **1.4.3. CLASSIFICATION DES NUAGES.**

01 **1.4.3.1.** — Les nuages sont nommés selon leur altitude et leur aspect :

07 — **Cirrus** (boucle de cheveux en latin) : nuage d'un niveau supérieur à 5 km (en zone tempérée) ;

13 — **Alto** —, préfixe qualifiant un nuage de niveau moyen (entre 2 et 5 km) ;

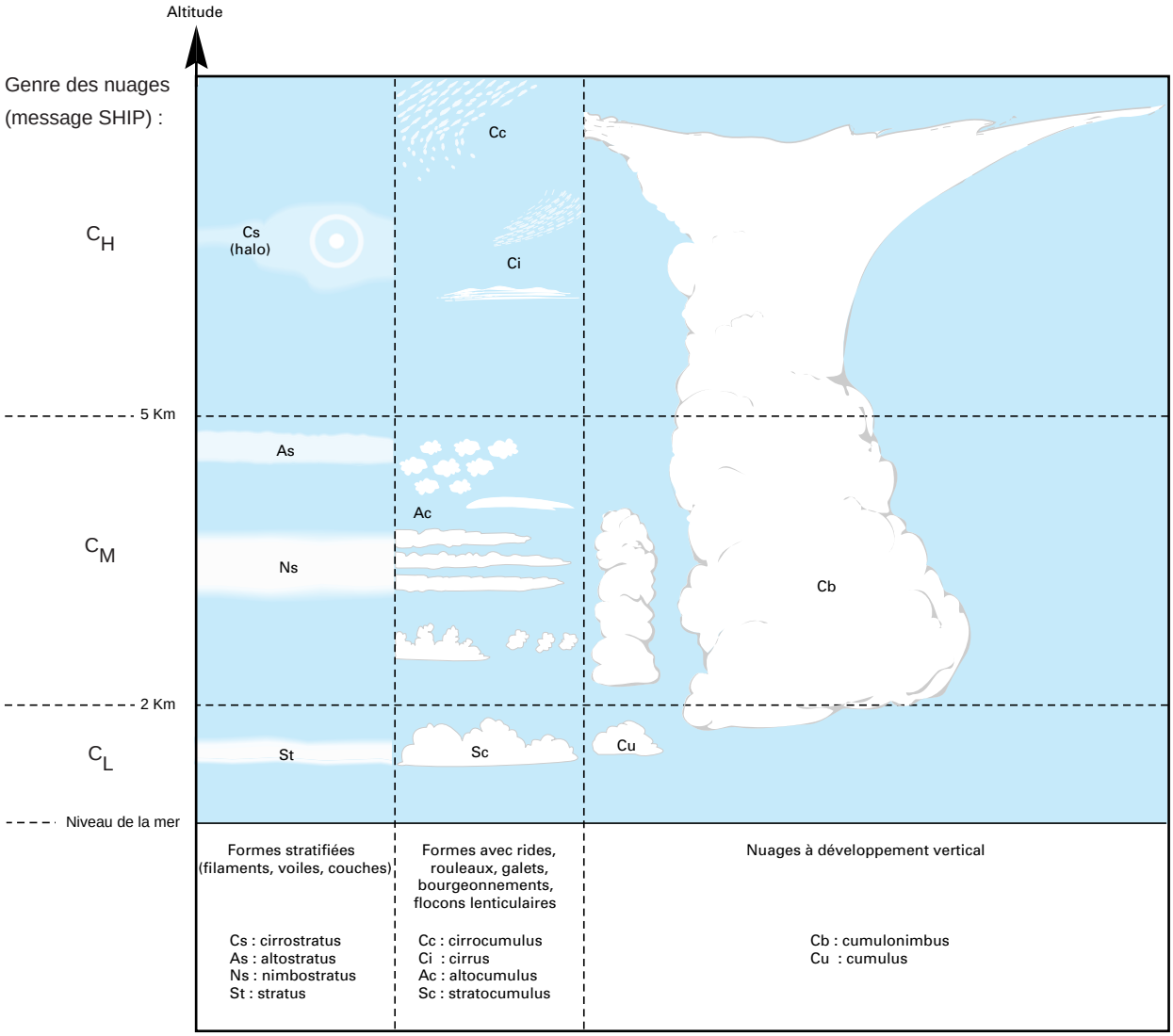
19 — **Stratus** : nuage en couche horizontale plus ou moins continue ;

25 — **Cumulus** (amoncellement en latin) : nuage à développement vertical ;

31 — **Nimbo** — (pluie en latin), préfixe qualifiant un nuage de pluie.

01 **1.4.3.2. Photographies de nuages.** — Les photographies figurant aux pages suivantes doivent faciliter l'identification des différents genres de nuages ; sous chacune d'elles est indiqué le genre des nuages avec le code correspondant, plus précis, utilisé dans les messages météorologiques.

07 Les spécifications techniques et usuelles des nébulosités de type $\mathbf{C_H}$ (cirrus, cirrocumulus et cirrostratus), $\mathbf{C_L}$ (stratocumulus, stratus, cumulus et cumulonimbus) et $\mathbf{C_M}$ (altocumulus, altostratus et nimbostratus) sont précisées avec la description du code météorologique SHIP (§ 4.1.3.1.9).



1.4.3.1. — Classification des nuages.

1. — Cirrus denses ($C_H = 3$)

2. — Voile de cirrostratus ($C_H = 7$)

3. — Cirrus ($C_H = 1$)

4. — Cirrus ($C_H = 2$)

5. — Cirrus ($C_H = 4$)

6. — Cirrus ($C_H = 4$)

7. — Cirrus ($C_H = 5$)

8. — Cirrus ($C_H = 6$)

9. — Cirrostratus ($C_H = 8$)

10. — Cirrocumulus ($C_H = 9$)

11. — Altostratus ($C_M = 1$) h > 2500 m

12. — Altostratus ($C_M = 2$)

13. — Altostratus ($C_M = 2$)

14. — Altocumulus ($C_M = 3$)

15. — Altocumulus ($C_M = 3$) h > 2500 m

16. — Altocumulus ($C_M = 4$)

17. — Altocumulus ($C_M = 5$)

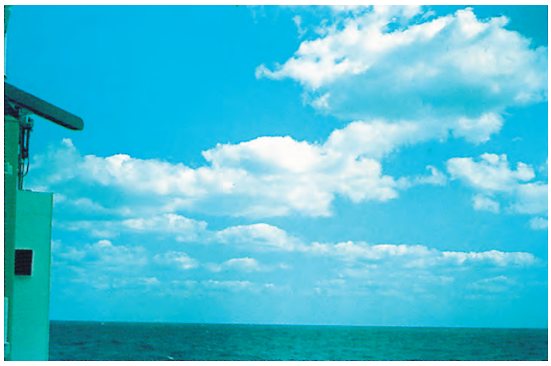
18. — Altocumulus ($C_M = 6$)

19. — Altocumulus ($C_M = 7$)

20. — Altocumulus ($C_M = 8$) h = 2000-2500 m

21. — Altocumulus ($C_M = 8$)

22. — Altocumulus ($C_M = 9$)

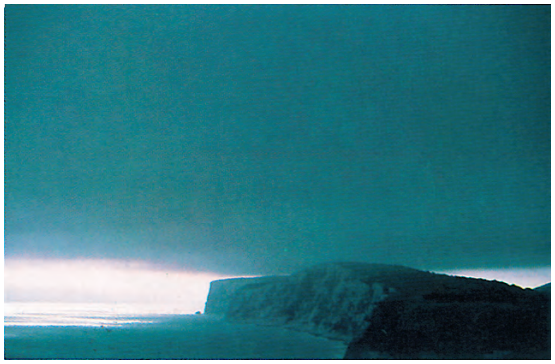


23. — Cumulus ($C_L = 1$)

24. — Cumulonimbus ($C_L = 3$)

25. — Stratocumulus ($C_L = 4$)

26. — Stratocumulus ($C_L = 4$) h = 1000-1500 m



27. — Stratus ($C_L = 6$)

28. — Stratus fractus ($C_L = 6$) h = 50-100 m

29. — Cumulus, Stratocumulus ($C_L = 8$) h = 300-600 m

30. — Cumulus, stratocumulus ($C_L = 8$)

31. — Cumulus ($C_L = 2$)

32. — Cumulus ($C_L = 3$)

33. — Stratocumulus ($C_L = 5$)

34. — Stratocumulus ($C_L = 5$)

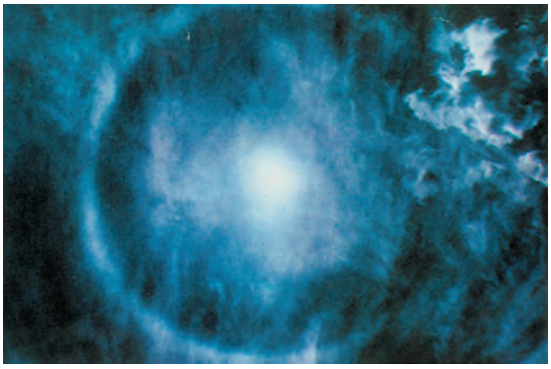
35. — Stratus et cumulus fractus ($C_L = 7$)

36. — Stratus fractus ($C_L = 7$)

37. — Cumulonimbus ($C_L = 9$)

38. — Cumulonimbus ($C_L = 9$)

39. — Cirrus au lever du soleil ($C_H = 2$)



40. — Cirrostratus avec halo ($C_H = 8$)

41. — Cirrocumulus ($C_H = 9$)

42. — Altocumulus mamma ($C_M = 9$)

43. — Altocumulus lenticulaire ($C_M = 4$)

44. — Altocumulus floccus ($C_M = 8$)

45. — Cumulonimbus ($C_L = 3$)

46. — Cumulonimbus ($C_L = 9$)

1.4.4. NOMENCLATURE DESCRIPTIVE DES GLACES.

01 **1.4.4.0.** — La nomenclature des glaces publiée par l'OMM en 1970, sous le n° 259. TP. 145, est présentée ci-après sous les trois formes suivantes :

07 — une terminologie *par sujets* (§ 1.4.4.1), en français avec indication de la traduction en anglais ;

13 — une terminologie en français *par ordre alphabétique* (§ 1.4.4.2) ;

19 — un *glossaire des termes anglais* (§ 1.4.4.3), avec leur traduction en français et le renvoi à la terminologie française par sujets.

25 Dans la première terminologie, chaque sujet est précédé d'un numéro auquel les deux autres listes font référence ; ce numéro d'ordre est celui qui figure dans la publication de l'OMM.

31 La nomenclature de l'OMM contient également des photographies de glaces. Au paragraphe 1.4.4.4, on trouvera quelques unes d'entre elles ainsi que des photographies fournies par l'Institut Français pour la Recherche et la Technologie Polaires (IFRTP).

01 **1.4.4.1. Terminologie française par sujets** (chaque terme est précédé d'un numéro d'ordre et suivi, entre parenthèses, de sa traduction en anglais).

1. GLACE FLOTTANTE (floating ice) : Toute glace flottant dans l'eau. Les principales sortes de glace flottante sont la *glace de lac*, la *glace de rivière*, la *glace de mer* qui se forme par congélation de l'eau de mer en surface, et la *glace de glacier* (*glace d'origine terrestre*) formée sur la terre ferme ou provenant d'un *plateau de glace*. Ce concept comprend aussi la glace jetée en côte ou échouée.

1.1 **Glace de mer** (sea ice) : Toute forme de glace trouvée en mer qui résulte du gel de l'eau de mer.

1.2 **Glace d'origine terrestre** (ice of land origin) : Glace formée sur la terre ferme ou sur un *plateau de glace*, et flottant dans l'eau. Ce concept inclut aussi la glace qui est jetée en côte ou échouée.

1.3 **Glace de lac** (lake ice) : Glace formée sur un lac, quel que soit l'endroit où on l'observe.

1.4 **Glace de rivière** (river ice) : Glace formée sur un cours d'eau, quel que soit l'endroit où on l'observe.

2. FORMATION DE LA GLACE (development).

2.1 **Nouvelle glace** (new ice) : Terme général s'appliquant à toute glace formée récemment. Ce terme recouvre ceux de *frasil*, *sorbet*, *gadoue* et *shuga* qui correspondent à différents aspects de la glace formée par des cristaux qui sont encore faiblement soudés entre eux par le gel (s'ils le sont) et n'ont un aspect défini que lorsqu'ils flottent en surface.

2.1.1 FRASIL (frazil ice) : Fines aiguilles ou plaquettes de glace en suspension dans l'eau.

2.1.2 SORBET (grease ice) : Stade de la congélation postérieur au *frasil* ; les cristaux commencent à s'agglutiner pour former en surface une couche épaisse comme de la soupe. À ce stade, la mer réfléchit peu la lumière et prend une apparence mate.

2.1.3 GADOUE (slush) : Neige saturée et mélangée d'eau reposant sur la terre ou la glace, ou masse visqueuse flottant sur l'eau après une forte chute de neige.

2.1.4 SHUGA (shuga) : Accumulation de morceaux de glace blanche et spongieuse ayant quelques centimètres de longueur ; ils sont formés à partir de *sorbet* ou de *gadoue* et, quelquefois, de *glace de fond* remontant à la surface.

2.2 **Nilas** (nilas) : Couche de glace mince et élastique, ondulant facilement sous les vagues et la houle ou sous la pression, et formant sous la pression des avancées en forme de "doigts" entrecroisés (*chevauchement avec imbrication*). Cette couche a une surface mate et peut atteindre 10 cm d'épaisseur. On peut distinguer le *nilas sombre* et le *nilas clair*.

2.2.1 NILAS SOMBRE (dark nilas) : *Nilas* ayant moins de 5 cm d'épaisseur et une couleur très sombre.

2.2.2 NILAS CLAIR (light nilas) : *Nilas* ayant plus de 5 cm d'épaisseur et qui est plus clair de couleur que le *nilas sombre*.

2.2.3 GLACE VITRÉE (ice rind) : Croûte de glace brillante et cassante formée sur la surface calme d'une eau habituellement peu saline, par congélation directe ou à partir de *sorbet*. Son épaisseur peut atteindre environ 5 cm. Elle se casse facilement sous l'action du vent ou de la houle, le plus souvent en morceaux rectangulaires.

2.3 **Glace en crêpes** (pancake ice) : voir 4.3.1.

2.4 **Jeune glace** (young ice) : Glace au stade de transition entre le *nilas* et la *glace de première année*, d'une épaisseur de 10 à 30 cm. Peut être divisée en *glace grise* et en *glace blanchâtre*.

2.4.1 GLACE GRISE (grey ice) : *Jeune glace* de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple que le *nilas* et se brisant sous l'effet de la houle. En général, les fragments se chevauchent et s'entassent sous l'effet de la pression.

2.4.2 GLACE BLANCHÂTRE (grey white ice) : *Jeune glace* de 15 à 30 cm d'épaisseur. Sous l'effet de la pression, aura plus tendance à faire des crêtes qu'à s'entasser.

2.5 **Glace de première année** (first-year ice) : *Glace de mer* n'ayant qu'un seul hiver de croissance et provenant de *jeune glace* ; son épaisseur varie entre 30 cm et 2 m. Peut être subdivisée en *glace mince de première année*/*glace blanche*, *glace moyenne de première année* et *glace épaisse de première année*.

2.5.1 GLACE MINCE DE PREMIÈRE ANNÉE/GLACE BLANCHE (thin first-year ice/white ice) : *Glace de première année* de 30 à 70 cm d'épaisseur. Peut être divisée : *a)* en glace mince de première année, premier stade, de 30 à 50 cm d'épaisseur ; et *b)* en glace mince de première année, deuxième stade, de 50 à 70 cm d'épaisseur.

2.5.2 GLACE MOYENNE DE PREMIÈRE ANNÉE (medium first-year ice) : *Glace de première année* de 70 à 120 cm d'épaisseur.

2.5.3 GLACE ÉPAISSE DE PREMIÈRE ANNÉE (thick first-year ice) : *Glace de première année* de plus de 120 cm d'épaisseur.

2.6 **Vieille glace** (old ice) : *Glace de mer* ayant survécu à au moins une fonte d'été et dont l'épaisseur caractéristique peut atteindre 3 m et plus. La plupart des accidents topographiques sont plus arrondis que sur la *glace de première année*. Peut être divisée en *glace de deuxième année* et en *glace de plusieurs années*.

2.6.1 GLACE DE DEUXIÈME ANNÉE (second-year ice) : *Vieille glace* n'ayant subi qu'un été de fonte et dont l'épaisseur caractéristique peut atteindre 2,5 m et plus dans certains cas. Comme elle est plus épaisse que la *glace de première année*, elle flotte plus haut sur l'eau. Contrairement avec ce qui se passe avec la *glace* vieille de *plusieurs années*, la fonte d'été produit un dessin régulier de nombreuses petites *mares* d'eau. Les endroits mis à nu et les mares sont généralement bleu-vert.

2.6.2 GLACE DE PLUSIEURS ANNÉES (multi-year ice) : *Vieille glace* ayant 3 m et plus d'épaisseur, qui a survécu à au moins deux fontes d'été. Les *hummocks* sont encore plus arrondis que dans le cas d'une *glace de deuxième année* et la glace est presque exempte de sel. Là où la glace est vive, sa couleur est généralement bleue. La fusion entraîne une configuration caractérisée par de grandes *mares* irrégulières interconnectées et par un système de drainage bien développé.

3. DIFFÉRENTS ASPECTS DE LA BANQUISE CÔTIÈRE (forms of fast ice).

3.1 **Banquise côtière** (fast ice) : *Glace de mer* qui se forme et reste fixe le long de la côte, où elle est attachée soit au rivage, soit à un *mur de glace*, soit encore à une *falaise de glacier*, entre des hauts-fonds ou des *icebergs* échoués. Des fluctuations verticales peuvent être observées quand le niveau de la mer varie. La banquise côtière peut être formée sur place à partir de l'eau de mer ou d'une *banquise* (*pack*) de n'importe quel âge retenue au rivage par le gel ; elle peut s'étendre à plusieurs mètres comme à plusieurs centaines de kilomètres de la côte. La banquise côtière peut être de la glace de plus d'un an et on peut alors la désigner en employant l'expression correspondant à son âge (*vieille, de deuxième année* ou *de plusieurs années*). Si elle s'élève à plus de 2 m environ au-dessus du niveau de la mer, on l'appelle un *plateau de glace*.

3.1.1 JEUNE GLACE CÔTIÈRE (young coastal ice) : Stade initial de la formation d'une *banquise côtière* représenté par le *nilas* ou la *jeune glace* ; sa largeur varie de quelques mètres jusqu'à 100 ou 200 mètres à partir de la côte.

3.2 **Banquette côtière** (icefoot) : Étroite bande de glace attachée à la côte, qui ne bouge pas avec la marée et qui reste en place quand la *banquise côtière* est partie en dérive.

3.3 **Glace de fond** (anchor ice) : Glace immergée, attachée ou ancrée au fond, quel que soit le mode de sa formation.

3.4. **Glace échouée** (grounded ice) : *Glace flottante* qui est échouée dans des eaux peu profondes (voir *glace jetée en côte*).

3.4.1 GLACE JETÉE EN CÔTE (stranded ice) : Glace qui était flottante mais a été déposée à sec sur le rivage par le retrait de la mer.

3.4.2 HUMMOCK ÉCHOUÉ (grounded hummock) : Ensemble de *glaces* hummockées *échouées*. Les *hummocks* peuvent être échoués isolément ou en alignement (ou chaîne).

4. BANQUISE (PACK) (pack ice) : Terme utilisé dans un sens très large et désignant toute étendue de *glace de mer* autre que la *banquise côtière*, quelle que soit sa forme ou la façon dont elle est disposée.

4.1 **Couverture de glace** (ice cover) : Rapport entre une surface de glace de concentration quelconque et la surface totale de la mer dans une grande région géographique, qui peut être le globe tout entier, un hémisphère ou une entité océanographique déterminée comme la Baie de Baffin ou la Mer de Barentsz.

4.2 **Concentration** (concentration) : Rapport, exprimé en dixièmes ou en octas, indiquant la proportion de la surface de la mer qui, par rapport à celle de l'ensemble de la zone considérée, est couverte de glace. La concentration totale prend en considération toutes les phases de développement existantes. La concentration partielle peut ne concerner que la glace correspondant à une phase d'évolution particulière ou à une forme bien précise et représente seulement une partie de la concentration totale.

4.2.1 BANQUISE COMPACTE (compact pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 10/10 (ou 8/8) et où il n'y a pas d'eau visible.

4.2.1.1 *Banquise consolidée* (consolidated pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 10/10 (ou 8/8) et où les *floes* ont été soudés par le gel.

4.2.2 BANQUISE TRÈS SERRÉE (very close pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 9/10 à moins de 10/10 (7/8 à moins de 8/8).

4.2.3 BANQUISE SERRÉE (close pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 7/10 à 8/10 (6/8 à moins de 7/8) et qui est composée de *floes* dont la plupart sont en contact.

4.2.4 BANQUISE LÂCHE (open pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 4/10 à 6/10 (3/8 à moins de 6/8) avec de nombreux *chenaux* et *polynies* ; les *floes* ne sont généralement pas en contact les uns avec les autres.

4.2.5 BANQUISE TRÈS LÂCHE (very open pack ice) : *banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 1/10 à 3/10 (1/8 à moins de 3/8) et où il y a plus d'eau que de glace.

4.2.6 EAU LIBRE (open water) : Grande étendue d'eau librement navigable dans laquelle la *glace de mer* est présentée à des *concentrations* inférieures à 1/10 (1/8). Il peut y avoir de la *glace d'origine terrestre* , mais la *concentration* totale de toute la glace présente ne doit pas excéder 1/10 (1/8).

4.2.7 "BERGY WATER" (bergy water) : Zone d'eau entièrement navigable dans laquelle aucune *glace de mer* n'est présente, mais où il y a des *glaces d'origine terrestre*.

4.2.8 LIBRE DE GLACE (ice free) : Aucune glace n'est présente. S'il y a de la glace de quelque espèce que ce soit, ce terme ne doit pas être employé.

4.3 **Formes des glaces flottantes** (forms of floating ice).

4.3.1 GLACES EN CRÊPES (pancake ice) : Morceaux de glace de forme circulaire, ayant de 30 cm à 3 m de diamètre et jusqu'à 10 cm d'épaisseur, avec des bords relevés du fait du frottement des morceaux les uns contre les autres. Ils peuvent se former par houle faible à partir de *sorbet*, de *gadoue* ou de *shuga* ou du fait de la fragmentation de *glace vitrée* ou de *nilas*, ou encore à partir de *glace grise* s'il y a une forte houle ou de grosses vagues. La *glace en crêpes* se forme aussi parfois en profondeur, à l'interface entre deux masses d'eau ayant des caractéristiques physiques différentes, d'où elle remonte en surface. Elle peut rapidement couvrir de grandes étendues d'eau.

4.3.2 FLOE (floe) : Tout fragment de *glace de mer* relativement plat ayant 20 m ou plus d'extension horizontale. Selon leur extension horizontale, les floes sont subdivisés ainsi qu'il suit :

4.3.2.1 *Géant* (giant) : Plus de 10 km d'extension ;

4.3.2.2 *Immense* (vast) : De 2 à 10 km d'extension ;

4.3.2.3 *Grand* (big) : De 500 à 2000 m d'extension ;

4.3.2.4 *Moyen* (medium) : De 100 à 500 m d'extension ;

4.3.2.5 *Petit* (small) : De 20 à 100 m d'extension.

4.3.3 GLAÇON (ice cake) : Tout fragment relativement plat de *glace de mer* ayant moins de 20 m d'extension linéaire.

4.3.3.1 *Petit glaçon* (small ice cake) : Glaçon de moins de 2 m d'extension.

4.3.4 FLOEBERG (floeberg) : Grosse pièce de *glace de mer* composée d'un *hummock*, ou d'un groupe de *hummocks*, séparée de toute glace environnante. Peut émerger jusqu'à 5 m au-dessus du niveau de la mer.

4.3.5 MOSAÏQUE DE GLACE (ice breccia) : Morceaux de glace d'âges différents soudés ensemble par le gel.

4.3.6 "BRASH" (SARRASINS) (brash ice) : Accumulation de *glaces flottantes* composées de fragments qui n'ont pas plus de 2 m d'extension et qui proviennent de la destruction d'autres formes de glace.

4.3.7 ICEBERG (iceberg) : voir 10.4.2.

4.3.8 ICEBERG DE GLACIER (glacier berg) : voir 10.4.2.1.

4.3.9 ICEBERG TABULAIRE (tabular berg) : voir 10.4.2.2.

4.3.10 ÎLE DE GLACE (ice island) : voir 10.4.3.

4.3.11 FRAGMENT D'ICEBERG (bergy bit) : voir 10.4.4.

4.3.12 BOURGUIGNON (growler) : voir 10.4.5.

4.4 **Disposition des glaces** (arrangement).

4.4.1 CHAMP DE GLACE (ice field) : Étendue de *banquise* (*pack*) formée de *floes* de n'importe quelle taille et dont l'étendue est de plus de 10 km (*bancs de glace*).

4.4.1.1 *Grand champ de glace* (large ice field) : *Champ de glace* ayant plus de 20 km d'étendue.

4.4.1.2 *Champ de glace moyen* (medium ice field) :*Champ de glace* ayant de 15 à 20 km d'étendue.

4.4.1.3 *Petit champ de glace* (small ice field) : *Champ de glace* ayant de 10 à 15 km d'étendue.

4.4.1.4 *Banc de glace* (ice patch) : Étendue de *banquise* (*pack*) ayant moins de 10 km.

4.4.2 MER DE GLACE (ice massif) : Accumulation variable de *banquise serrée* ou *très serrée*, couvrant des centaines de kilomètres carrés, que l'on trouve dans la même région tous les étés.

4.4.3 CEINTURE (DE GLACE) (belt) : Vaste zone de *banquise* (*pack*) plus longue que large ; la largeur peut aller de 1 à plus de 100 km.

4.4.4 LANGUE (DE GLACE) (tongue) : Avancée de la *lisière des glaces* qui peut avoir plusieurs kilomètres de longueur et est causée par le vent ou le courant.

4.4.5 CORDON (DE GLACE) (strip) : Longue et étroite bande de *banquise* (*pack*) ayant 1 km ou moins de largeur, ordinairement composée de petits fragments détachés de la masse de glace principale et réunis sous l'effet du vent, de la houle ou du courant.

4.4.6 BAIE (bight) : Grande échancrure, en forme de croissant, de la *lisière des glaces*, formée soit par le vent soit par le courant.

4.4.7 EMBÂCLE (ice jam) : Accumulation de *glace de rivière* ou de *glace de mer* brisée, coincée dans un chenal étroit.

4.4.8 LISIÈRE DES GLACES (ice edge) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la mer libre et n'importe quelle espèce de *glace de mer*, qu'elle soit fixe ou dérivante. Cette lisière peut être *serrée* ou *lâche* (voir *ligne de démarcation des glaces*).

4.4.8.1 *Lisière serrée* (compacted ice edge) : *Lisière des glaces* nettement définie, rendue compacte par le vent ou le courant, ordinairement du côté au vent d'une zone de *banquise* (*pack*).

4.4.8.1.1 *Barrière due à une embâcle de sarrasins* (jammed brash barrier) : Cordon ou bande étroite de *nouvelle glace*, de *jeune glace* ou de *sarrasins* (en général de 100 à 5000 m de large), qui s'est formé à la limite de la *banquise*, de la *banquise côtière* ou près de la côte. La glace a été rendue très compacte, surtout par l'action du vent, et peut être immergée de 2 à 20 m sans avoir normalement une importante topographie. Les *barrières dues à une embâcle de sarrasins* peuvent être dispersées lors d'un changement des vents, mais elles peuvent aussi se consolider et former un cordon de glace particulièrement épais comparativement à la *banquise* environnante.

4.4.8.2 *Lisière lâche* (diffuse ice edge) : *Lisière des glaces* mal définie, délimitant une région de *glaces flottantes* dispersées, ordinairement du côté sous le vent d'une zone de *banquise* (*pack*).

4.4.8.3 *Limite des glaces* (ice limit) : Terme de climatologie désignant la position extrême minimale ou maximale de la *lisière des glaces* pour un mois ou toute autre période donnée déterminée sur la base d'observations portant sur de nombreuses années. Cette expression doit toujours être complétée par minimale ou maximale (voir *limite moyenne des glaces*).

4.4.8.4 *Limite moyenne des glaces* (mean ice edge) : Position moyenne de la *lisière des glaces* pour un mois ou une période donnée déterminée sur la base d'observations portant sur de nombreuses années. Les autres termes qui peuvent être employés sont : *lisière maximale moyenne* ou *lisière minimale moyenne* (voir *limite des glaces*).

4.4.8.5 *Limite de la banquise côtière* (fast ice edge) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et *l'eau libre*.

4.4.9 LIGNE DE DÉMARCATION DES GLACES (ice boundary) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et la *banquise de dérive* ou entre des zones de *banquise* (*pack*) de *concentrations* différentes (voir *lisière des glaces*).

4.4.9.1 *Ligne de démarcation de la banquise côtière* (fast ice boundary) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et la *banquise* (*pack*).

4.4.9.2 *Ligne de démarcation de concentrations* (concentration boundary) : Ligne marquant approximativement la transition entre deux zones de *banquise* (*pack*) de *concentrations* nettement différentes.

4.4.10 CHAMP D'ICEBERGS ÉCHOUÉS (iceberg tongue) : voir 10.4.2.3.

5. MOUVEMENT DE LA BANQUISE (PACK) (pack ice motion processes).

5.1 **Divergence** (diverging) : *Champ de glace* ou *floes* qui, à l'intérieur d'une zone donnée, sont soumis à des mouvements de divergence ou de dispersion qui réduisent la *concentration* des glaces et/ou diminuent les contraintes dans les glaces.

5.2 **Tassement** (compacting) : On dit que des morceaux de *glace flottante* sont soumis au tassement quand ils sont entraînés par un mouvement de convergence qui a pour effet d'augmenter la *concentration* de la glace et/ou de produire des contraintes pouvant amener des déformations de la glace.

5.3 **Cisaillement** (shearing) : Une zone de *banquise* (*pack*) est soumise au cisaillement quand le mouvement des glaces varie substantiellement dans la direction perpendiculaire au mouvement, ce qui soumet la glace à des forces de rotation. Ces forces peuvent provoquer un phénomène comparable à une *brèche de séparation*.

6. PROCESSUS DE DÉFORMATION (deformation processes).

6.1 **Formation de fractures** (fracturing) : Phénomène de pression par lequel la glace est soumise à une déformation permanente qui amène sa rupture. Cette expression est généralement utilisée pour décrire des cassures à travers une *banquise très serrée*, une *banquise compacte* et une *banquise soudée*.

6.2 **Formation de hummocks** (hummocking) : Phénomène de pression par lequel la *glace de mer* est amenée à s'empiler et à former des *hummocks*. Lorsque ce phénomène s'accompagne d'une rotation des *floes*, on dit qu'il y a “torsion”.

6.3 **Formation de crêtes** (ridging) : Phénomène de pression par lequel la *glace de mer* est amenée à former des *crêtes*.

6.4 **Chevauchement des glaces** (rafting) : Phénomène de pression par lequel un fragment de glace monte sur un autre. Se produit surtout dans la *nouvelle glace* et la *jeune glace* (voir *chevauchement avec imbrication*).

6.4.1 CHEVAUCHEMENT AVEC IMBRICATION (finger rafting) : Type de chevauchement dans lequel chaque floe comporte des “doigts” qui s'imbriquent alternativement au-dessus et au-dessous d'autres floes. Fréquent dans le *nilas* et la *glace grise*.

6.5 **Érosion** (weathering) : Phénomène d'ablation et d'accumulation qui fait peu à peu disparaître les irrégularités de la surface de la glace.

7. OUVERTURE DANS LES GLACES (opening in the ice).

7.1 **Fracture** (fracture) : Toute cassure ou rupture dans une *banquise très serrée*, une *banquise compacte*, une *banquise soudée*, une *banquise côtière* ou un simple *floe*, qui est provoquée par des phénomènes de déformation. Les fractures peuvent contenir du "*brash*" et/ou être recouvertes de *nilas* et/ou de *jeune glace*. Leur longueur peut varier de quelques mètres à plusieurs kilomètres.

7.1.1 FISSURE (crack) : Toute *fracture* dans une *banquise côtière*, une *banquise consolidée* ou un simple *floe* qui s'est traduite par une séparation comprise entre quelques centimètres et un mètre.

7.1.1.1 *Fissure de marée* (tide crack) : Fissure à la ligne de jonction entre la *banquette de glace* ou un *mur de glace* et une *banquise côtière*, cette dernière étant soumise aux mouvements de la marée.

7.1.1.2 *Brèche de séparation* (flow) : Étroite zone de séparation entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière* où les morceaux de glace sont dans un état chaotique ; elle se forme quand la *banquise* (*pack*), sous l'effet d'un vent ou d'un courant fort, se déplace le long de la *ligne de démarcation de la banquise côtière* en produisant un effet de *cisaillement* (voir *cisaillement*).

7.1.2 FRACTURE TRÈS ÉTROITE (very small fracture) : De 1 à 50 m de largeur.

7.1.3 FRACTURE ÉTROITE (small fracture) : De 50 à 200 m de largeur.

7.1.4 FRACTURE MOYENNE (medium fracture) : De 200 à 500 m de largeur.

7.1.5 LARGE FRACTURE (large fracture) : De plus de 500 m de largeur.

7.2 **Zone de fractures** (fracture zone) : Région où il y a un grand nombre de *fractures*.

7.3 **Chenal** (lead) : Toute fracture ou passage à travers la *glace de mer* accessible à un navire de surface.

7.3.1 CHENAL CÔTIER (shore lead) : *Chenal* entre la *banquise* (*pack*) et le rivage ou entre la *banquise* (*pack*) et une falaise.

7.3.2 CHENAL DE SÉPARATION (flow lead) : Passage entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière* accessible aux navires de surface.

7.4 **Polynie** (polynya) : Toute ouverture de forme non linéaire enclose dans la *glace*. Les polynies peuvent contenir du "*brash*" (*sarrasins*) et/ou être couvertes de *nouvelle glace*, de *nilas* ou de *jeune glace* ; les sous-mariniers les appellent des *claires-voies*. Parfois la polynie est limitée sur un de ses côtés par le rivage, c'est une *polynie côtière*, ou par la *banquise côtière*, on l'appelle alors *polynie de séparation*. Une polynie qui se retrouve chaque année dans la même position est dite une *polynie récurrente*.

7.4.1 POLYNIE CÔTIÈRE (shore polynya) : Polynie entre la *banquise* (*pack*) et la côte ou entre la *banquise* (*pack*) et une *falaise de glace*.

7.4.2 POLYNIE DE SÉPARATION (flow polynya) : Polynie entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière*.

7.4.3 POLYNIE RÉCURRENTE (recurring polynya) : Polynie réapparaissant à la même position tous les ans.

8. ASPECTS DE LA SURFACE DE LA GLACE (ice-surface features).

8.1 **Glace plane** (level ice) : *Glace de mer* qui n'a subi aucune déformation.

8.2 **Glace déformée** (deformed ice) : Terme général désignant des glaces qui ont été serrées les unes contre les autres et, de ce fait, soulevées ou enfoncées par places. Les subdivisions de ce terme général sont : *glace entassée*, *glace tourmentée* et *glace hummockée*.

8.2.1 GLACE ENTASSÉE OU EMPILÉE (rafted ice) : Type de déformation de la glace dans laquelle les plaques de glace se chevauchent les unes les autres (voir *chevauchement avec imbrication*).

8.2.1.1 *Glace imbriquée* (finger rafted ice) : Type de *glace empilée* dans lequel les *floes* , en se chevauchant, forment sur leurs bords des avancées en forme de "doigts" qui s'imbriquent alternativement en-dessus ou en-dessous d'autres *floes*.

8.2.2 CRÊTE (ridge) : Ligne ou mur de glace brisée qui est soulevée par la pression. Peut être récente ou érodée. Le volume correspondant de glace brisée poussée vers le bas par la pression au-dessous d'une crête est appelé *quille de glace*.

8.2.2.1 *Nouvelle crête* (new ridge) : *Crête* récente à sommets aigus et dont les flancs ont ordinairement une pente de 40°. Les fragments de glace sont discernables d'avion à basse altitude.

8.2.2.2 *Crête érodée* (weathered ridge) : *Crête* dont les sommets sont légèrement arrondis et dont les flancs ont généralement entre 30 et 40° de pente. Les fragments de glace qui la composent ne sont pas discernables les uns des autres.

8.2.2.3 *Crête très érodée* (very weathered ridge) : *Crête* à sommets très arrondis et dont les flancs ont généralement de 20 à 30° de pente.

8.2.2.4 *Vieille crête* (aged ridge) : *Crête* qui a subi une forte érosion. Ces crêtes apparaissent plutôt comme des ondulations.

8.2.2.5 *Crête consolidée* (consolidated ridge) : *Crête* dont la base est soudée par le gel.

8.2.2.6 *Glace tourmentée* (ridged ice) : Glace empilée au hasard, un fragment sur un autre, et formant des crêtes ou des murs. Se trouve habituellement dans la *glace de première année* (voir *formation de crêtes*).

8.2.2.6.1 *Zone de glace tourmentée* (ridged ice zone) : Région où les glaces présentent de nombreuses *crêtes* ayant des caractéristiques semblables.

8.2.3 HUMMOCK (hummock) : Monticule de glace brisée qui a été soulevée par la pression. Peut être récent ou érodé. Le volume de glace brisée qui s'est enfoncé sous l'effet de la pression et se trouve submergé sous le hummock est appelé un *bummock*.

8.2.3.1 *Glace hummockée* (hummocked ice) : *Glace de mer* empilée au hasard, un fragment sur un autre, et formant une surface irrégulière. Quand elle est érodée, cette glace semble faite de monticules arrondis.

8.3 **Floe dressé** (standing floe) : *floe* isolé, dressé verticalement ou incliné, et entouré de glace plutôt lisse.

8.4 **Éperon** (ram) : Avancée sous-marine d'un *mur de glace*, d'une *falaise de glace*, d'un *iceberg* ou d'un *floe*. Sa formation est due en général à une fonte et à une érosion plus intenses de la partie émergée.

8.5 **Glace vive** (bare ice) : Glace non recouverte de neige.

8.6 **Glace recouverte de neige** (snow covered ice) : Glace recouverte de neige.

8.6.1 SASTRUGI (sastrugi) : Crêtes irrégulières et anguleuses formées sur une surface couverte de neige par l'action du vent (érosion et dépôt de neige). Sur la *glace flottante* mobile, les crêtes sont parallèles à la direction du vent dominant qui souffle au moment de leur formation.

8.6.2 CONGÈRE (snowdrift) : Accumulation de neige déposée sous le vent d'un obstacle ou amoncelée par des tourbillons de vent. Une congère en forme de croissant, dont les deux extrémités sont orientées sous le vent, est appelée une “barkhane” de neige.

9. PHASES DE LA FONTE (stages of melting).

9.1 **Mare** (puddle) : Accumulation sur la glace d'eau de fonte provenant principalement de la fonte de la neige mais, aux stades les plus avancés, aussi de la fonte de la glace. Au début, ces *mares* sont de simples flaques de neige fondue.

9.2 **Trous de fonte** (thaw holes) : Trous verticaux dans la *glace de mer* qui se forment quand, du fait de la fusion, les *mares* de surface rejoignent l'eau de mer sous-jacente.

9.3 **Glace asséchée** (dried ice) : *Glace de mer* de la surface de laquelle l'eau de fonte a disparu par suite de la formation de *fissures* et de *trous de fonte*. Pendant la période d'assèchement, la glace blanchit.

9.4 **Glace pourrie** (rotten ice) : *Glace de mer* qui est criblée de *trous de fonte* et qui se trouve à un stade avancé de désintégration.

9.5 **Glace inondée** (flooded ice) : *Glace de mer* qui a été inondée par de l'eau de fonte ou de l'eau de rivière et qui est lourdement chargée d'eau et de neige mouillée.

10. GLACE D'ORIGINE TERRESTRE (ice of land origin).

10.1 **Névé** (firn) : Vieille neige qui s'est recristallisée en un matériau dense. À l'encontre de la neige, les particules en sont, dans une certaine mesure, soudées les unes aux autres mais, contrairement à ce qui se passe dans la glace, les espaces contenant de l'air y sont encore reliés les uns aux autres.

10.2 **Glace de glacier** (glacier ice) : Glace faisant partie ou provenant d'un glacier, qu'elle soit sur terre ou flottant dans la mer sous la forme d'*iceberg*, de *fragment d'iceberg* ou de *bourguignon*.

10.2.1 GLACIER (glacier) : Masse de neige et de glace se déplaçant continuellement d'un niveau continental supérieur à un niveau inférieur ou s'étalant continuellement si elle flotte. Les principales formes de glaciers sont : inlandsis, les *plateaux de glace*, les *coulées de glace*, les calottes glaciaires, les glaciers de piémont, les cirques glaciaires et les divers types de glaciers de montagne (ou de vallée).

10.2.2 MUR DE GLACE (ice wall) : Paroi de glace formant la bordure aval d'un *glacier* qui ne flotte pas. Un mur de glace repose sur la terre, le soubassement rocheux pouvant se trouver au niveau ou sous le niveau de la mer (voir *falaise de glace*).

10.2.3 COULÉE DE GLACE (ice stream) : Partie d'un inlandsis dans laquelle la glace s'écoule plus rapidement et pas nécessairement dans la même direction que la glace environnante. Les limites en sont parfois nettement marquées par un changement dans la direction de la pente de la surface, mais elles peuvent être indistinctes.

10.2.4 LANGUE DE GLACIER (glacier tongue) : Extension d'un *glacier* en mer, le plus souvent flottante. Dans l'Antarctique, les *langues de glacier* peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres.

10.3 **Plateau de glace** (ice shelf) : Glacier plat flottant, d'une épaisseur considérable, qui émerge de 2 à 50 m ou plus et est fixé à la côte. Généralement très étendu ; sa surface est plane ou légèrement ondulée. Il est alimenté par l'accumulation annuelle de neige et souvent aussi par l'avancée vers la mer des *glaciers*. Quelques parties peuvent être échouées. Le bord qui fait face à la mer est appelé *falaise de glace*.

10.3.1 FALAISE DE GLACE (ice front) : Paroi verticale qui constitue la face tournée vers la mer d'un *plateau de glace* ou de tout autre glacier flottant et dont la hauteur est comprise entre 2 et 50 m, ou plus, au-dessus du niveau de la mer (voir *mur de glace*).

10.4 **Glace vêlée d'origine terrestre** (calved ice of land origin).

10.4.1 VÊLAGE (calving) : Séparation, par fracture, d'une masse de glace à partir d'un *mur de glace*, d'une *falaise de glace* ou d'un *iceberg*.

10.4.2 ICEBERG (iceberg) : Importante masse détachée d'un *glacier*, de forme très variable, émergeant de plus de 5 m au-dessus du niveau de la mer, et qui peut être flottante ou échouée. Les icebergs peuvent être *tabulaires*, en dôme, en pente, pointus, érodés ou des *icebergs de glaciers*.

10.4.2.1 *Iceberg de glacier* (glacier berg) : Iceberg de forme irrégulière.

10.4.2.2 *Iceberg tabulaire* (tabular berg) : Iceberg à sommet plat. La plupart des icebergs tabulaires proviennent du *vêlage* d'un *plateau de glace* et présentent des bandes horizontales (voir *île de glace*).

10.4.2.3 *Champ d'icebergs échoués* (iceberg tongue) : Importante accumulation d'*icebergs* s'étendant à partir de la côte, tenus en place par échouage et réunis par une *banquise côtière*.

10.4.3 ÎLE DE GLACE (ice island) : Très grand fragment de glace flottante qui émerge d'environ 5 m au-dessus du niveau de la mer, provenant d'un *plateau de glace* arctique. L'épaisseur totale est de 30 à 50 m, et la surface de quelques milliers de mètres carrés à 500 km carrés ou plus. La surface est ordinairement caractérisée par une ondulation régulière qui lui donne, vue d'avion, une apparence côtelée.

10.4.4 FRAGMENT D'ICEBERG (bergy bit) : Vaste bloc flottant de *glace de glacier* qui émerge généralement de 1 à 5 m et qui a habituellement une superficie de 100 à 300 mètres carrés.

10.4.5 BOURGUIGNON (growler) : Bloc de glace plus petit qu'un *fragment d'iceberg* ou qu'un *floeberg* ; souvent transparent, mais paraissant vert ou presque noir, il émerge de moins de 1 m et s'étend habituellement sur une superficie de 20 mètres carrés environ.

11. INDICES DE GLACE DANS LE CIEL ET DANS L'ATMOSPHÈRE (sky and air indications).

11.1 **Ciel d'eau** (water sky) : Bandes sombres sur le dessous de nuages bas indiquant la présence d'eau dans le voisinage de la *glace de mer*.

11.2 **Halo glaciaire** (ice blink) : Reflet blanchâtre sur des nuages bas au-dessus d'une accumulation de glaces.

11.3 **Brume d'évaporation** (frost smoke) : Bancs de brume qui sont provoqués par le contact d'air froid avec une eau relativement chaude et qui peuvent apparaître au-dessus d'ouvertures dans la glace ou sous le vent de la *lisière des glaces* et peuvent persister pendant que la glace se forme.

12. TERMES RELATIFS À LA NAVIGATION DE SURFACE (terms relating to surface shipping).

12.1 **Coincé** (beset) : Situation d'un navire entouré par les glaces et incapable de se mouvoir.

12.2 **Bloqué par les glaces** (ice bound) : On dit qu'un port, une crique, etc., est bloqué par les glaces quand la navigation est rendue impossible du fait de la glace sauf, peut-être, avec l'aide d'un brise-glace.

12.3 **Pressé** (nip) : On dit que la glace presse quand elle serre fortement la coque d'un navire. D'un bateau qui a été pris ainsi, même s'il est intact, on dit qu'il a été pressé.

12.4 **Glace soumise à pression** (ice under pressure) : Glace dans laquelle se produisent des processus de déformation et qui représente, de ce fait, un obstacle ou un danger pour la navigation.

12.5 **Zone difficile** (difficult area) : Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation y est difficile.

12.6 **Zone facile** (easy area) : Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation n'y est pas difficile.

12.7 **Port de glace** (iceport) : Baie dans une *falaise de glace*, souvent temporaire, où les navires peuvent accoster et décharger directement sur le *plateau de glace*.

13. TERMES RELATIFS À LA NAVIGATION SOUS-MARINE (terms relating to submarine navigation).

13.1 **Voûte de glace** (ice canopy) : La *banquise* (*pack*) du point de vue d'un sous-marinier.

13.2 **Glace propice** (friendly ice) : Du point de vue d'un sous-marinier, *voûte de glace* comportant beaucoup de grandes *claires-voies* ou autres caractéristiques permettant à un sous-marin de faire surface. Pour qu'il en soit ainsi, il doit y avoir plus de dix de ces ouvertures par 30 milles marins (56 km) sur la route du sous-marin.

13.3 **Glace hostile** (hostile ice) : Du point de vue d'un sous-marinier, *voûte de glace* ne présentant pas de grandes *claires-voies* ou autres caractéristiques permettant à un sous-marin de faire surface.

13.4 **Bummock** (bummock) : Du point de vue d'un sous-marinier, saillie de la face inférieure de la *voûte de glace* ; c'est l'inverse d'un *hummock*.

13.5 **Quille de glace** (ice keel) : Du point de vue d'un sous-marinier, excroissance suspendue à une *voûte de glace* ; c'est l'inverse d'une *crête* (voir 8.2.2). Les quilles de glace peuvent s'étendre jusqu'à 50 m sous de la surface.

13.6 **Claire-voie** (skylight) : Du point de vue d'un sous-marinier, parties minces de la *voûte de glace*, ordinairement de moins de 1 m d'épaisseur et qui, vues de dessous, apparaissent comme des parties claires, translucides sur le fond sombre. La surface inférieure d'une claire-voie est habituellement plate. Les claires-voies sont dites grandes si elles sont assez étendues pour permettre à un sous-marin d'essayer d'atteindre la surface (120 m), et petites dans le cas contraire.

01 **1.4.4.2. Terminologie française par ordre alphabétique** (les numéros placés entre parenthèses renvoient à la terminologie par sujets, § 1.4.4.1).

Baie (4.4.6) : Grande échancrure, en forme de croissant, de la *lisière des glaces*, formée soit par le vent, soit par le courant.

Banc de glace (4.4.1.4) : Étendue de *banquise* (*pack*) ayant moins de 10 km.

Banquette côtière (3.2) : Étroite bande de glace attachée à la côte, qui ne bouge pas avec la marée et qui reste en place quand la *banquise côtière* est partie en dérive.

Banquise (pack) (4) : Terme utilisé dans un sens très large et désignant toute étendue de *glace de mer* autre que la *banquise côtière*, quelle que soit sa forme ou la façon dont elle est disposée.

Banquise compacte (4.2.1) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 10/10 (ou 8/8) et où il n'y a pas d'eau visible.

Banquise consolidée (4.2.1.1) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 10/10 (ou 8/8) et où les *floes* ont été soudés par le gel.

Banquise côtière (3.1) : *Glace de mer* qui se forme et reste fixe le long de la côte où elle est attachée soit au rivage, soit à un *mur de glace*, soit encore à une *falaise de glacier*, entre des hauts-fonds ou des *icebergs* échoués. Des fluctuations verticales peuvent être observées quand le niveau de la mer varie. La banquise côtière peut être formée sur place à partir de l'eau de mer ou d'une *banquise* (*pack*) de n'importe quel âge retenue au rivage par le gel ; elle peut s'étendre à plusieurs mètres comme à plusieurs centaines de kilomètres de la côte. La banquise côtière peut être de la glace de plus d'un an et on peut alors la désigner en employant l'expression correspondant à son âge (*vieille*, *de deuxième année* ou de *plusieurs années*). Si elle s'élève à plus de 2 m environ au-dessus du niveau de la mer, on l'appelle un *plateau de glace*.

Banquise lâche (4.2.4) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 4/10 à 6/10 (3/8 à moins de 6/8) avec de nombreux *chenaux* et *polynies* ; les *floes* ne sont généralement pas en contact les uns avec les autres.

Banquise serrée (4.2.3) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 7/10 à 8/10 (6/8 à moins de 7/8) et qui est composée de *floes* dont la plupart sont en contact.

Banquise très lâche (4.2.5) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 1/10 à 3/10 (1/8 à moins de 3/8) et où il y a plus d'eau que de glace.

Banquise très serrée (4.2.2) : *Banquise* (*pack*) dont la *concentration* est de 9/10 à moins de 10/10 (7/8 à moins de 8/8).

Barrière due à une embâcle de sarrasins (4.4.8.1.1) : Cordon ou bande étroite de *nouvelle glace*, de *jeune glace* ou de *sarrasins* (en général de 100 à 5000 m de large) qui s'est formé à la limite de la *banquise*, de la *banquise côtière* ou près de la côte. La glace a été rendue très compacte, surtout par l'action du vent, et peut être immergée de 2 à 20 m sans avoir normalement une importante topographie. Les *barrières dues à une embâcle de sarrasins* peuvent être dispersées lors d'un changement des vents, mais elles peuvent aussi se consolider et former un cordon de glace particulièrement épais comparativement à la *banquise* environnante.

"Bergy water" (4.2) : Zone d'eau librement navigable dans laquelle aucune *glace de mer* n'est présente mais où il y a des *glaces d'origine terrestre*.

Bloqué par les glaces (12.2) : On dit qu'un port, une crique etc., est bloqué par les glaces quand la navigation est rendue impossible du fait de la glace sauf, peut-être, avec l'aide d'un brise-glace.

Bourguignon (10.4.5) : Bloc de glace plus petit qu'un *fragment d'iceberg* ou qu'un *floeberg* ; souvent transparent, mais paraissant vert ou presque noir, il émerge de moins de 1 m et s'étend habituellement sur une superficie de 20 mètres carrés environ.

"Brash" (sarrasins) (4.3.6) : Accumulation de *glaces flottantes* composées de fragments qui n'ont pas plus de 2 m d'extension et qui proviennent de la destruction d'autres formes de glace.

Brèche de séparation (7.1.1.2) : Étroite zone de séparation entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière* où les morceaux de glace sont dans un état chaotique ; elle se forme quand la *banquise* (*pack*), sous l'effet d'un vent ou d'un courant fort, se déplace le long de la *ligne de démarcation de la banquise côtière* en produisant un effet de *cisaillement* (voir *cisaillement*).

Brume d'évaporation (11.3) : Bancs de brume qui sont provoqués par le contact d'air froid avec une eau relativement chaude et qui peuvent apparaître au-dessus d'ouvertures dans la glace ou sous le vent de la *lisière des glaces* et peuvent persister pendant que la glace se forme.

"Bummock" (13.4) : Du point de vue d'un sous-marinier, saillie de la face inférieure de la *voûte de glace* ; c'est l'inverse d'un *hummock*.

Ceinture (de glace) (4.4.3) : Vaste zone de *banquise* (*pack*) plus longue que large ; la largeur peut aller de 1 à plus de 100 km.

Champ de glace (4.4.1) : Étendue de *banquise* (*pack*) formée de *floes* de n'importe quelle taille et dont l'étendue est de plus de 10 km (*banc de glace*).

Champ de glace moyen (4.4.1.2) : *Champ de glace* ayant de 15 à 20 km d'étendue.

Champ d'icebergs échoués (10.4.2.3) : Importante accumulation d'*icebergs* s'étendant à partir de la côte, tenus en place par échouage et réunis par une *banquise côtière*.

Chenal (7.3) : Toute *fracture* ou passage à travers la *glace de mer* accessible à un navire de surface.

Chenal côtier (7.3.1) : *Chenal* entre la *banquise* (*pack*) et le rivage ou entre la *banquise* (*pack*) et une falaise.

Chenal de séparation (7.3.2) : Passage entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière* accessible aux navires de surface.

Chevauchement avec imbrication (6.4.1) : Type de chevauchement dans lequel chaque floe comporte des "doigts" qui s'imbriquent alternativement au-dessus et au-dessous d'autres floes. Fréquents dans le *nilas* et la *glace grise*.

Chevauchement des glaces (6.4) : Phénomène de pression par lequel un fragment de glace monte sur un autre. Se produit surtout dans la *nouvelle glace* et la *jeune glace* (voir *chevauchement avec imbrication*).

Ciel d'eau (11.1) : Bandes sombres sur le dessous de nuages bas indiquant la présence d'eau dans le voisinage de la *glace de mer*.

Cisaillement (5.3) : Une zone de *banquise* (*pack*) est soumise au cisaillement quand le mouvement des glaces varie substantiellement dans la direction perpendiculaire au mouvement, ce qui soumet la glace à des forces de rotation. Ces forces peuvent provoquer un phénomène comparable à une *brèche de séparation*.

Claire-voie (13.6) : Du point de vue d'un sous-marinier, parties minces de la *voûte de glace*, ordinairement de moins de 1 m d'épaisseur et qui, vues de dessous, apparaissent comme des parties claires, translucides sur fond sombre. La surface inférieure d'une claire-voie est habituellement plate. Les claires-voies sont dites grandes si elles sont assez étendues pour permettre à un sous-marin d'essayer d'atteindre la surface (120 m), et petites dans le cas contraire.

Coincé (12.1) : Situation d'un navire entouré par les glaces et incapable de se mouvoir.

Concentration (4.2) : Rapport, exprimé en dixièmes ou en octas, indiquant la proportion de la surface de la mer qui, par rapport à celle de l'ensemble de la zone considérée, est couverte de glace. La concentration totale prend en considération toutes les phases de développement existantes. La concentration partielle peut ne concerner que la glace correspondant à une phase d'évolution particulière ou à une forme bien précise et représente seulement une partie de la concentration totale.

Congère (8.6.2) : Accumulation de neige déposée sous le vent d'un obstacle ou amoncelée par des tourbillons de vent. Une congère en forme de croissant, dont les deux extrémités sont orientées sous le vent, est appelée une "barkhane" de neige.

Cordon (de glace) (4.4.5) : Longue et étroite bande de *banquise* (*pack*), ayant un kilomètre ou moins de largeur, ordinairement composée de petits fragments détachés de la masse de glace principale et réunis sous l'effet du vent, de la houle ou du courant.

Coulée de glace (10.2.3) : Partie d'un inlandsis dans laquelle la glace s'écoule plus rapidement et pas nécessairement dans la même direction que la glace environnante. Les limites en sont parfois nettement marquées par un changement dans la direction de la pente de la surface, mais elles peuvent être indistinctes.

Couverture de glace (4.1) : Rapport entre une surface de glace de concentration quelconque et la surface totale de la mer dans une grande région géographique, qui peut être le globe tout entier, un hémisphère ou une entité océanographique déterminée comme la Baie de Baffin ou la Mer de Barentsz.

Crête (8.2.2) : Ligne ou mur de glace brisée qui est soulevée par la pression. Peut être récente ou érodée. Le volume correspondant de glace brisée poussée vers le bas par la pression au-dessous d'une crête est appelé *quille de glace*.

Crête consolidée (8.2.2.5) : *Crête* dont la base est soudée par le gel.

Crête érodée (8.2.2.2) : *Crête* dont les sommets sont légèrement arrondis et dont les flancs ont généralement entre 30 et 40° de pente. Les fragments de glace qui la composent ne sont pas discernables les uns des autres.

Crête très érodée (8.2.2.3) : *Crête* à sommets très arrondis et dont les flancs ont généralement de 20 à 30° de pente.

Divergence (5.1) : *Champ de glace* ou *floes* qui, à l'intérieur d'une zone donnée, sont soumis à des mouvements de divergence ou de dispersion qui réduisent la *concentration* des glaces et/ou diminuent les contraintes dans les glaces.

Eau libre (4.2.6) : Grande étendue d'eau librement navigable dans laquelle la *glace de mer* est présente à des concentrations inférieures à 1/10 (1/8). Il peut y avoir de la *glace d'origine terrestre*, mais la *concentration* totale de toute la glace présente ne doit pas excéder 1/10 (1/8).

Embâcle (4.4.7) : Accumulation de *glace de rivière* ou de *glace de mer* brisée, coincée dans un chenal étroit.

Éperon (8.4) : Avancée sous-marine d'un *mur de glace*, d'une *falaise de glace*, d'un *iceberg* ou d'un *floe*. Sa formation est due en général à une fonte et à une érosion plus intenses de la partie émergée.

Érosion (6.5) : Phénomène d'ablation et d'accumulation qui fait peu à peu disparaître les irrégularités de la surface de la glace.

Falaise de glace (10.3.1) : Paroi verticale qui constitue la face tournée vers la mer d'un *plateau de glace* ou de tout autre glacier flottant et dont la hauteur est comprise entre 2 et 50 m, ou plus, au-dessus du niveau de la mer (voir *mur de glace*).

Fissure (7.1.1) : Toute *fracture* dans une *banquise côtière*, une *banquise consolidée* ou un simple *floe* qui s'est traduite par une séparation comprise entre quelques centimètres et un mètre.

Fissure de marée (7.1.1.1) : Fissure à la ligne de jonction entre la *banquette de glace* ou un *mur de glace et* une *banquise côtière*, cette dernière étant soumise aux mouvements de la marée.

Floe (4.3.2) : Tout fragment de *glace de mer* relativement plat ayant 20 m ou plus d'extension horizontale.

Floeberg (4.3.4) : Grosse pièce de *glace de mer* composée d'un *hummock*, ou d'un groupe de *hummocks*, séparée de toute glace environnante. Peut émerger jusqu'à 5 m au-dessus du niveau de la mer.

Floe dressé (8.3) : *Floe* isolé, dressé verticalement ou incliné et entouré de glace plutôt lisse.

Floe géant (4.3.2.1) : *Floe* de plus de 10 km d'extension.

Floe moyen (4.3.2.4) : *Floe* de 100 à 500 m d'extension.

Formation de crêtes (6.3) : Phénomène de pression par lequel la *glace de mer* est amenée à former des crêtes.

Formation de fractures (6.1) : Phénomène de pression par lequel la glace est soumise à une déformation permanente qui amène sa rupture. Cette expression est généralement utilisée pour décrire des cassures à travers une *banquise très serrée*, une *banquise compacte* ou une *banquise soudée*.

Formation de hummocks (6.2) : Phénomène de pression par lequel la *glace de mer* est amenée à s'empiler et à former des *hummocks*. Lorsque ce phénomène s'accompagne d'une rotation des *floes*, on dit qu'il y a “torsion”.

Fracture (7.1) : Toute cassure ou rupture dans une *banquise très serrée*, une *banquise compacte*, une *banquise soudée*, une *banquise côtière* ou un simple *floe*, qui est provoquée par des phénomènes de déformation. Les fractures peuvent contenir du “*brash*” et/ou être recouvertes de *nilas* et/ou de *jeune glace*. Leur longueur peut varier de quelques mètres à plusieurs kilomètres.

Fracture étroite (7.1.3) : De 50 à 200 m de largeur.

Fracture moyenne (7.1.4) : De 200 à 500 m de largeur.

Fracture très étroite (7.1.2) : de 1 à 50 m de largeur.

Fragment d'iceberg (10.4.4) : Vaste bloc flottant de *glace de glacier* qui émerge généralement de 1 à 5 m et qui a habituellement une superficie de 100 à 300 mètres carrés.

Frasil (2.1.1) : Fines aiguilles ou plaquettes de glace en suspension dans l'eau.

Gadoue (2.1.3) : Neige saturée et mélangée d'eau reposant sur la terre ou la glace, ou masse visqueuse flottant sur l'eau après une forte chute de neige.

Glace asséchée (9.3) : *Glace de mer* de la surface de laquelle l'eau de fonte a disparu par suite de la formation de *fissures* et de *trous de fonte*. Pendant la période d'assèchement, la glace blanchit.

Glace blanchâtre (2.4.2) : *Jeune glace* de 15 à 30 cm d'épaisseur. Sous l'effet de la pression, aura plus tendance à faire des crêtes qu'à s'entasser.

Glace blanche : voir *glace mince de première année* (2.5.1).

Glace de deuxième année (2.6.1) : *Vieille glace* n'ayant subi qu'un été de fonte et dont l'épaisseur caractéristique peut atteindre 2,5 m et plus dans certains cas. Comme elle est plus épaisse que la *glace de première année*, elle flotte plus haut sur l'eau. Contrairement à ce qui se passe avec la *glace* vieille de *plusieurs années*, la fonte d'été produit un dessin régulier de nombreuses petites *mares* d'eau. Les endroits mis à nu et les mares sont généralement bleu-vert.

Glace de fond (3.3) : Glace immergée, arrachée ou ancrée au fond, quel que soit le mode de sa formation.

Glace déformée (8.2) : Terme général désignant des glaces qui ont été serrées les unes contre les autres et, de ce fait, soulevées ou enfoncées par places. Les subdivisions de ce terme général sont : *glace entassée*, *glace tourmentée* et *glace hummockée*.

Glace de glacier (10.2) : Glace faisant partie ou provenant d'un glacier, qu'elle soit sur terre ou flottant dans la mer, sous la forme d'*iceberg*, de *fragment d'iceberg* ou de *bourguignon*.

Glace de lac (1.3) : Glace formée sur un lac, quel que soit l'endroit où on l'observe.

Glace de mer (1.1) : Toute forme de glace trouvée en mer qui résulte du gel de l'eau de mer.

Glace de plusieurs années (2.6.2) : *Vieille glace*, ayant 3 m et plus d'épaisseur, qui a survécu à au moins deux fontes d'été. Les *hummocks* sont encore plus arrondis que dans le cas d'une *glace de deuxième année* et la glace est presque exempte de sel. Là où la glace est vive, sa couleur est généralement bleue. La fusion entraîne une configuration caractérisée par de grandes *mares* irrégulières interconnecteés et par un système de drainage bien développé.

Glace de première année (2.5) : *Glace de mer* n'ayant qu'un seul hiver de croissance et provenant de *jeune glace* ; son épaisseur varie entre 30 cm et 2 m. Peut être subdivisée en *glace mince de première année glace blanche*, *glace moyenne de première année* et *glace épaisse de première année*.

Glace de rivière (1.4) : Glace formée sur un cours d'eau, quel que soit l'endroit où on l'observe.

Glace d'origine terrestre (1.2) : Glace formée sur la terre ferme ou sur un *plateau de glace*, et flottant dans l'eau. Le concept inclut aussi la glace qui est jetée en côte ou échouée.

Glace échouée (3.4) : *Glace flottante* qui est échouée dans des eaux peu profondes (voir *glace jetée en côte*).

Glace en crêpes (4.3.1) : Morceaux de glace de forme circulaire, ayant de 30 cm à 3 m de diamètre et jusqu'à 10 cm d'épaisseur, avec des bords relevés du fait du frottement des morceaux les uns contre les autres. Ils peuvent se former par houle faible à partir de *sorbet*, de *gadoue* ou de *shuga* ou du fait de la fragmentation de *glace vitrée* ou de *nilas*, ou encore à partir de *glace grise* s'il y a une forte houle ou de grosses vagues. La *glace en crêpes* se forme aussi parfois en profondeur, à l'interface entre deux masses d'eau ayant des caractéristiques physiques différentes, d'où elle remonte en surface. Elle peut rapidement couvrir de grandes étendues d'eau.

Glace entassée ou empilée (8.2.1) : Type de déformation de la glace dans laquelle les plaques de glace se chevauchent les unes les autres (voir *chevauchement avec imbrication*).

Glace épaisse de première année (2.5.3) : *Glace de première année*, de plus de 120 cm d'épaisseur.

Glace flottante (1) : Toute glace flottant dans l'eau. Les principales formes de glace flottante sont la *glace de lac*, la *glace de rivière*, la *glace de mer*, qui se forme par congélation de l'eau de mer en surface, et la *glace de glacier* (*glace d'origine terrestre*) formée sur la terre ferme ou provenant d'un *plateau de glace*. Ce concept comprend aussi la glace jetée en côte ou échouée.

Glace grise (2.4.1) : *Jeune glace* de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple que le *nilas* et se brisant sous l'effet de la houle. En général, les fragments se chevauchent et s'entassent sous l'effet de la pression.

Glace hostile (13.3) : Du point de vue d'un sous-marinier, *voûte de glace* ne présentant pas de grandes *claires-voies* ou autres caractéristiques permettant à un sous-marin de faire surface.

Glace hummockée (8.2.3.1) : *Glace de mer* empilée au hasard, un fragment sur un autre, et formant une surface irrégulière. Quand elle est érodée, cette glace semble faite de monticules arrondis.

Glace imbriquée (8.2.1.1) : Type de *glace empilée* dans lequel les *floes*, en se chevauchant, forment sur leurs bords des avancées en forme de “doigts” qui s'imbriquent alternativement en dessus ou en dessous d'autres floes.

Glace inondée (9.5) : *Glace de mer* qui a été inondée par de l'eau de fonte ou de l'eau de rivière et qui est lourdement chargée d'eau et de neige mouillée.

Glace jetée en côte (3.4.1) : Glace qui était flottante, mais qui a été déposée à sec sur le rivage par le retrait de la mer.

Glace mince de première année/glace blanche (2.5.1) : *Glace de première année*, de 30 à 70 cm d'épaisseur. Peut être divisée : *a)* en glace mince de première année, premier stade, de 30 à 50 cm d'épaisseur ; et *b)* en glace mince de première année, deuxième stade, de 50 à 70 cm d'épaisseur.

Glace moyenne de première année (2.5.2) : *Glace de première année*, de 70 à 120 cm d'épaisseur.

Glace plane (8.1) : *Glace de mer* qui n'a subi aucune déformation.

Glace pourrie (9.4) : *Glace de mer* qui est criblée de *trous de fonte* et qui se trouve à un stade avancé de désintégration.

Glace propice (13.2) : Du point de vue d'un sous-marinier, *voûte de glace* comportant beaucoup de grandes *claires-voies* ou autres caractéristiques permettant à un sous-marin de faire surface. Pour qu'il en soit ainsi, il doit y avoir plus de dix de ces ouvertures par 30 milles marins (56 km) sur la route du sous-marin.

Glace recouverte de neige (8.6) : Glace recouverte de neige.

Glace soumise à pression (12.4) : Glace dans laquelle se produisent des processus de déformation et qui représente, de ce fait, un obstacle ou un danger pour la navigation.

Glace tourmentée (8.2.2.6) : Glace empilée au hasard, un fragment sur un autre, et formant des crêtes ou des murs. Se trouve habituellement dans la *glace de première année* (voir *formation de crêtes*).

Glace vitrée (2.2.3) : Croûte de glace brillante et cassante formée sur la surface calme d'une eau habituellement peu saline, par congélation directe ou à partir de *sorbet*. Son épaisseur peut atteindre environ 5 cm. Elle se casse facilement sous l'action du vent et de la houle, le plus souvent en morceaux rectangulaires.

Glace vive (8.5) : Glace non recouverte de neige.

Glacier (10.2.1) : Masse de neige et de glace se déplaçant continuellement d'un niveau continental supérieur à un niveau inférieur ou s'étalant continuellement si elle flotte. Les principales formes de glaciers sont : inlandsis, les *plateaux de glace*, les *coulées de glace*, les calottes glaciaires, les glaciers de piémont, les cirques glaciaires et les divers types de glaciers de montagne (ou de vallée).

Glaçon (4.3.3) : Tout fragment relativement plat de *glace de mer* ayant moins de 20 m d'extension linéaire.

Grand champ de glace (4.4.1.1) : *Champ de glace* ayant plus de 20 km d'étendue.

Grand floe (4.3.2.3) : Floe de 500 à 2000 m d'extension.

Halo glaciaire (11.2) : Reflet blanchâtre sur des nuages bas au-dessus d'une accumulation de glaces lointaines.

Hummock (8.2.3) : Monticule de glace brisée qui a été soulevé par la pression. Peut être récent ou érodé. Le volume de glace brisée qui s'est enfoncé sous l'effet de la pression et se trouve submergé sous le hummock est appelé un *bummock*.

Hummock échoué (3.4.2) : Ensemble de *glaces* hummockées *échouées*. Les *hummocks* peuvent être échoués isolément ou en alignement (ou chaîne).

Iceberg (10.4.2) : Importante masse détachée d'un *glacier*, de forme très variable, émergeant de plus de 5 m au-dessus du niveau de la mer, et qui peut être flottante ou échouée. Les icebergs peuvent être *tabulaires*, en dôme, en pente, pointus, érodés ou des *icebergs de glacier*.

Iceberg de glacier (10.4.2.1) : Iceberg de forme irrégulière.

Iceberg tabulaire (10.4.2.2) : Iceberg à sommet plat. La plupart des icebergs tabulaires proviennent du *vêlage* d'un *plateau de glace* et présentent des bandes horizontales (voir *île de glace*).

Île de glace (10.4.3) : Très grand fragment de glace flottante qui émerge d'environ 5 m au-dessus du niveau de la mer, provenant d'un *plateau de glace* arctique. L'épaisseur totale est de 30 à 50 m, et la surface de quelques milliers de mètres carrés à 500 km carrés ou plus. La surface est ordinairement caractérisée par une ondulation régulière qui lui donne, vue d'avion, une apparence côtelée.

Immense floe (4.3.2.2) : Floe de 2 à 10 km d'extension.

Jeune glace (2.4) : Glace au stade de transition entre le *nilas* et la *glace de première année*, d'une épaisseur de 10 à 30 cm. Peut être divisée en *glace grise* et en *glace blanchâtre*.

Jeune glace côtière (3.1.1) : Stade initial de la formation d'une *banquise côtière* représenté par le *nilas* ou la *jeune glace* ; sa largeur varie de quelques mètres jusqu'à 100 ou 200 m à partir de la côte.

Langue (de glace) (4.4.4) : Avancée de la *lisière des glaces* qui peut avoir plusieurs kilomètres de longueur et est causée par le vent ou le courant.

Langue de glacier (10.2.4) : Extension d'un *glacier* en mer, le plus souvent flottante. Dans l'Antarctique, les *langues de glacier* peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Large fracture (7.1.5) : De plus de 500 m de largeur.

Libre de glace (4.2.8) : Aucune glace n'est présente. S'il y a de la glace de quelque espèce que ce soit, ce terme ne doit pas être employé.

Ligne de démarcation de la banquise côtière (4.4.9.1) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et la *banquise* (*pack*).

Ligne de démarcation de concentrations (4.4.9.2) : Ligne marquant approximativement la transition entre deux zones de *banquise* (*pack*) de *concentrations* nettement différentes.

Ligne de démarcation des glaces (4.4.9) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et la *banquise de dérive* ou entre des zones de *banquise* (*pack*) de *concentrations* différentes (voir *lisière des glaces*).

Limite de la banquise côtière (4.4.8.5) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la *banquise côtière* et l'*eau libre*.

Limite des glaces (4.4.8.3) : Terme de climatologie désignant la position extrême minimale ou maximale de la *lisière des glaces* pour un mois ou toute autre période donnée déterminée sur la base d'observations portant sur de nombreuses années. Cette expression doit toujours être complétée par — minimale ou maximale (voir *limite moyenne des glaces*).

Limite moyenne des glaces (4.4.8.4) : Position moyenne de la *lisière des glaces* pour un mois ou une période donnée déterminée sur la base d'observations portant sur de nombreuses années. Les autres termes qui peuvent être employés sont : *lisière maximale moyenne* ou *lisière minimale moyenne* (voir *limite des glaces*).

Lisière des glaces (4.4.8) : Démarcation, à un moment quelconque, entre la mer libre et n'importe quelle espèce de *glace de mer*, qu'elle soit fixe ou dérivante. Cette lisière peut être *serrée* ou *lâche* (voir *ligne de démarcation des glaces*).

Lisière lâche (4.4.8.2) : *Lisière des glaces* mal définie, délimitant une région de glaces flottantes dispersées, ordinairement du côté sous le vent d'une zone de *banquise* (*pack*).

Lisière serrée (4.4.8.1) : *Lisière des glaces* nettement définie rendue compacte par le vent ou le courant ordinairement du côté au vent d'une zone de *banquise* (*pack*).

Mare (9.1) : Accumulation sur la glace d'eau de fonte provenant principalement de la fonte de la neige mais, aux stades plus avancés, aussi de la fonte de la glace. Au début, ces *mares* sont de simples flaques de neige fondue.

Mer de glace (4.4.2) : Accumulation variable de *banquise serrée* ou *très serrée*, couvrant des centaines de kilomètres carrés, que l'on trouve dans la même région tous les étés.

Mosaïque de glace (4.3.5) ; Morceaux de glace d'âges différents soudés ensemble par le gel.

Mur de glace (10.2.2) : Paroi de glace formant la bordure aval d'un *glacier* qui ne flotte pas. Un mur de glace repose sur la terre, le soubassement rocheux pouvant se trouver au niveau ou sous le niveau de la mer (voir *falaise de glace*).

Névé (10.1) : Vieille neige qui s'est recristallisée en un matériau dense. À l'encontre de la neige, les particules en sont, dans une certaine mesure, soudées les unes aux autres, mais contrairement à ce qui se passe dans la glace, les espaces contenant de l'air y sont encore reliés les uns aux autres.

Nilas (2.2) : Couche de glace mince et élastique, ondulant facilement sous les vagues et la houle ou sous la pression, et formant sous la pression des avancées en forme de “doigts” entrecroisés (*chevauchement avec imbrication*). Cette couche a une surface mate et peut atteindre 10 cm d'épaisseur. On peut distinguer le *nilas sombre* et le *nilas clair*.

Nilas clair (2.2.2) : *Nilas* ayant plus de 5 cm d'épaisseur et qui est plus clair de couleur que le *nilas sombre*.

Nilas sombre (2.2.1) : *Nilas* ayant moins de 5 cm d'épaisseur et une couleur très sombre.

Nouvelle crête (8.2.2.1) : *Crête* récente à sommets aigus et dont les flancs ont ordinairement une pente de 40°. Les fragments de glace sont discernables d'avion à basse altitude.

Nouvelle glace (2.1) : Terme général s'appliquant à toute glace formée récemment. Ce terme recouvre ceux de *frasil*, *sorbet*, *gadoue* et *shuga* qui correspondent à différents aspects de la glace formée par des cristaux qui sont encore faiblement soudés entre eux par le gel (s'ils le sont) et n'ont un aspect défini que lorsqu'ils flottent en surface.

Pack (banquise) (4) : Terme utilisé dans un sens très large et désignant toute étendue de *glace de mer* autre que la **banquise côtière**, quelle que soit sa forme ou la façon dont elle est disposée.

Petit champ de glace (4.4.1.3) : *Champ de glace* ayant de 10 à 15 km d'étendue.

Petit floe (4.3.2.5) : Floe de 20 à 100 m d'extension.

Petit glaçon (4.3.3.1) : Glaçon de moins de 2 m d'extension.

Plateau de glace (10.3) : Glacier plat flottant, d'une épaisseur considérable, qui émerge de 2 à 50 m ou plus et est fixé à la côte. Généralement très étendu ; sa surface est plate ou légèrement ondulée. Il est alimenté par l'accumulation annuelle de neige et souvent aussi par l'avancée vers la mer des *glaciers*. Quelques parties peuvent être échouées. Le bord qui fait face à la mer est appelé *falaise de glace*.

Polynie (7.4) : Toute ouverture de forme non linéaire enclose dans la *glace*. Les polynies peuvent contenir du "*brash*" (sarrasins) et/ou être couvertes de *nouvelle glace*, de *nilas* ou de *jeune glace* ; les sous-mariniers les appellent des *claires-voies*. Parfois, la polynie est limitée sur un de ses côtés par le rivage, c'est une *polynie côtière*, ou par la *banquise côtière*, on l'appelle alors *polynie de séparation*. Une polynie qui se retrouve chaque année dans la même position est dite une *polynie récurrente*.

Polynie côtière (7.4.1) : Polynie entre la *banquise* (*pack*) et la côte ou entre la *banquise* (*pack*) et une *falaise de glace*.

Polynie de séparation (7.4.2) : Polynie entre la *banquise* (*pack*) et une *banquise côtière*.

Polynie récurrente (7.4.3) : Polynie réapparaissant à la même position tous les ans.

Port de glace (12.7) : Baie dans une *falaise de glace*, souvent temporaire, où les navires peuvent accoster et décharger directement sur le *plateau de glace*.

Pressé (12.3) : On dit que la glace presse quand elle serre fortement la coque d'un navire. D'un bateau qui a été pris ainsi, même s'il est intact, on dit qu'il a été pressé.

Quille de glace (13.5) : Du point de vue d'un sous-marinier, excroissance suspendue à une *voûte de glace* ; c'est l'inverse d'une *crête* (voir 8.2.2). Les quilles de glace peuvent s'étendre jusqu'à 50 m sous la surface.

Sarrasins : voir "*brash*" (4.3.6).

Sastrugi (8.6.1) : Crêtes irrégulières et anguleuses formées sur une surface couverte de neige par l'action du vent (érosion et dépôt de neige). Sur la *glace flottante* mobile, les crêtes sont parallèles à la direction du vent dominant qui souffle au moment de leur formation.

Shuga (2.1.4) : Accumulation de morceaux de glace blanche et spongieuse ayant quelques centimètres de longueur ; ils sont formés à partir de *sorbet* ou de *gadoue* et, quelquefois, de *glace de fond* remontant à la surface.

Sorbet (2.1.2) : Stade de la congélation postérieur au *frasil* ; les cristaux commencent à s'agglutiner pour former en surface une couche épaisse comme de la soupe. À ce stade, la mer réfléchit peu la lumière et prend une apparence mate.

Tassement (5.2) : On dit que des morceaux de *glace flottante* sont soumis au tassement quand ils sont entraînés par un mouvement de convergence qui a pour effet d'augmenter la *concentration* de la glace et/ou de produire des contraintes pouvant amener des déformations de la glace.

Trous de fonte (9.2) : Trous verticaux dans la *glace de mer* qui se forment quand, du fait de la fusion, les *mares* de surface rejoignent l'eau de mer sous-jacente.

Vêlage (10.4.1) : Séparation, par fracture, d'une masse de glace à partir d'un *mur de glace*, d'une *falaise de glace* ou d'un *iceberg*.

Vieille crête (8.2.2.4) : *Crête* qui a subi une forte érosion. Ces crêtes apparaissent plutôt comme des ondulations.

Vieille glace (2.6) : *Glace de mer* ayant survécu à au moins une fonte d'été et dont l'épaisseur caractéristique peut atteindre 3 m et plus. Les plupart des accidents topographiques sont plus arrondis que sur la *glace de première année*. Peut être divisée en *glace de deuxième année* et en *glace de plusieurs années*.

Voûte de glace (13.1) : La *banquise* (*pack*) du point de vue d'un sous-marinier.

Zone de fractures (7.2) : Région où il y a un grand nombre de *fractures*.

Zone de glace tourmentée (8.2.2.6.1) : Région où les glaces présentent de nombreuses *crêtes* ayant des caractéristiques semblables.

Zone difficile (12.5) : Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation y est difficile.

Zone facile (12.6) : Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation n'y est pas difficile.

01 **1.4.4.3. Glossaire des termes anglais relatifs aux glaces**. — La plupart des termes présentés dans la liste alphabétique ci-dessous sont extraits de la nomenclature en langue anglaise de l'OMM ; ils sont suivis d'une traduction sommaire en français, lorsqu'il en existe une, et du numéro permettant de se reporter à la terminologie objet du paragraphe 1.4.4.1 pour avoir une idée plus précise de ce qu'ils signifient.

07 Figurent également dans cette liste un petit nombre de termes hors nomenclature mais susceptibles d'être utilisés dans les avis de glace ; ils sont suivis d'une traduction aussi explicative que possible.

Ablation : *Ablation* : Processus par lequel la neige, la glace ou l'eau, sous toutes leurs formes, sont perdues par un glacier, une glace flottante ou une couche de neige. Y sont inclus la fonte, l'évaporation, l'érosion éolienne et les avalanches.

Accumulation : *Accumulation* : Processus par lequel la neige, la glace ou l'eau, sous toutes leurs formes, sont ajoutées à un glacier, une glace flottante ou une couche de neige. Y sont inclus les chutes de neige, de pluie et de glace, la formation de glace par condensation de vapeur, le transport de glace et de neige vers un glacier.

Aged ridge : *Vieille crête* (8.2.2.4).

Anchor ice : *Glace de fond* (3.3).

Bare ice : *Glace vive* (8.5).

Belt : *Ceinture* (4.4.3).

Bergy bit : *Fragment d'iceberg* (10.4.4).

Bergy water : Non traduit : Zone d'eau librement navigable dans laquelle aucune *glace de mer* n'est présente, mais où il y a des glaces d'origine terrestre.

Beset : *Coincé* (navire) [12.1].

Big floe : *Grand floe* (4.3.2.3).

Bight : *Baie* (4.4.6).

Brash ice : *Brash* (*sarrasins*) [4.3.6].

Bummock : *Bummock* (13.4).

Calving : *Vêlage* (10.4.1).

Close pack ice : *Banquise sérrée* (4.2.3).

Compacted ice edge : *Lisière serrée* (4.4.8.1).

Compacting : *Tassement* (5.2).

Compact pack ice : *Banquise compacte* (4.2.1).

Concentration : *Concentration* (4.2).

Concentration boundary : *Ligne de démarcation de zones de banquise de concentrations différente* (4.4.9.2).

Consolidated pack ice : *Banquise consolidée* (4.2.1.1).

Consolidated ridge : *Crête consolidée* (8.2.2.5).

Crack : *Fissure* (7.1.1).1

Dark nilas : *Nilas sombre* (2.2.1).

Deformed ice : *Glace déformée* (8.2).

Difficult area : *Zone difficile* (12.5).

Diffuse ice edge : *Lisière lâche* (4.4.8.2).

Diverging : *Divergence* (5.1).

Dried ice : *Glace asséchée* (9.3).

Easy area : *Zone facile* (12.6).

Fast ice : *Banquise côtière* (3.1).

Fast ice boundary : *Ligne de démarcation entre banquise côtière et banquise flottante* (4.4.9.1).

Fast ice edge : *Limite de la banquise côtière* (4.4.8.5).

Finger rafted ice : *Glace imbriquée* (8.2.1.1).

Finger rafting : *Chevauchement avec imbrication* (6.4.1).

Firn : *Névé* (10.1).

First-year ice : *Glace de 1ère année* (2.5).

Flaw : *Brèche de séparation* (7.1.1.2).

Flaw lead : *Chenal de séparation* (7.3.2).

Flaw polynia : *Polynie de séparation* (7.4.2).

Floating ice : *Glace flottante* (1).

Floe : *Floe* (4.3.1 ; 4.3.2.1 à 4.3.2.5).

Floeberg : *Floeberg* (4.3.4).

Flooded ice : *Glace inondée* (9.5).

Fracture : *Fracture* (7.1).

Fracture zone : *Zone de fractures* (7.2).

Fracturing : *Formation de fractures* (6.1).

Frazil ice : *Frasil* (2.1.1).

Friendly ice : *Glace propice* (13.2).

Frost smoke : *Brume d'évaporation* (11.3).

Giant floe : *Floe géant* (4.3.2.1).

Glacier : *Glacier* (10.2.1).

Glacier berg : *Iceberg de glacier* (10.4.2.1).

Glacier ice : *Glace de glacier* (10.2).

Glacier tongue : *Langue de glacier* (10.2.4).

Grease ice : *Sorbet* (2.1.2).

Grey ice : *Glace grise* (2.4.1).

Grey-white ice : *Glace blanchâtre* (2.4.2).

Grounded hummock : *Hummock échoué* (3.4.2).

Grounded ice : *Glace échouée* (3.4).

Growler : *Bourguignon* (10.4.5).

Hoar frost : *Hoar frost* : Dépôt de glace d'apparence cristalline, se présentant habituellement sous forme d'écailles ou d'aiguilles.

Hostile ice : *Glace hostile* (13.3).

Hummock : *Hummock* (8.2.3).

Hummocked ice : *Glace hummockée* (8.2.3.1).

Hummocking : *Formation de hummocks* (6.2).

Iceberg : *Iceberg* (10.4.2).

Iceberg tongue : *Champ d'icebergs échoués* (10.4.2.3).

Ice blink : *Halo glaciaire* (11.2).

Ice bound : *Bloqué par les glaces* (12.2).

Ice boundary : *Ligne de démarcation des glaces* (4.4.9).

Ice breccia : *Mosaïque de glace* (4.3.5).

Ice cake : *Glaçon* (4.3.3).

Ice canopy : *Voûte de glace* (13.1).

Ice cover : *Couverture de glace* (4.1).

Ice covered : *Couverte de glace* (terre actuellement recouverte d'un glacier).

Ice edge : *Lisière des glaces* (4.4.8).

Ice field : *Champ de glace* (4.4.1).

Ice foot : *Banquette côtière* (3.2).

Ice free : *Libre de glace* (4.2.7).

Ice fringe : *Ice piedmont* (voir ci-dessous) très étroit s'étendant à moins d'un km à l'intérieur des terres.

Ice front : *Falaise de glace* (10.3.1).

Ice island : *Île de glace* (10.4.3).

Ice jam : *Embâcle* (4.4.7).

Ice keel : *Quille de glace* (13.5).

Ice limit : *Limite des glaces* (4.4.8.3).

Ice massif : *Mer de glace* (4.4.2).

Ice of land origin : *Glace d'origine terrestre* (1.2).

Ice patch : *Banc de glace* (4.4.1.4).

Ice piedmont : *Piémont de glace* : Glace couvrant une bande côtière de faible altitude précédant une zone montagneuse.

Ice port : *Port de glace* (12.7).

Ice rind : *Glace vitrée* (2.2.3).

Ice shelf : *Plateau de glace* (10.3).

Ice stream : *Coulée de glace* (10.2.3).

Ice under pressure : *Glace soumise à pression* (12.4).

Ice wall : *Mur de glace* (10.2.2).

Jammed brash barrier : *Barrière due à une embâcle de sarrasins* (4.4.8.1.1).

Lake ice : *Glace de lac* (1.3).

Large fracture : *Large fracture* (7.1.5).

Large ice field : *Grand champ de glace* (4.4.1.1).

Lead : *Chenal dans la glace* (7.3).

Level ice : *Glace plane* (8.3).

Light nilas : *Nilas clair* (2.2.2).

Mean ice edge : *Limite moyenne des glaces* (4.4.8.4).

Medium first-year ice : *Glace moyenne de 1ère année* (2.5.2).

Medium floe : *Floe moyen* (4.3.2.4).

Medium fracture : *Fracture moyenne* (7.1.4).

Medium ice field : *Champ de glace moyen* (4.4.1.2).

Multi-year ice : *Glace de plusieurs années* (2.6.2).

New ice : *Nouvelle glace* (2.1).

New ridge : *Nouvelle crête* (8.2.2.1).

Nilas : *Nilas* (2.2).

Nip : *Pressé* (12.3).

Old ice : *Vieille glace* (2.6).

Open pack ice : *Banquise lâche* (4.2.4).

Open water : *Eau libre* (4.2.6).

Pack ice : *Banquise* (*pack*) [4].

Pancake ice : *Glace en crêpes* (4.3.1).

Pingo : *Pingo* : Reliefs formés par le soulèvement de glace souterraine dans une zone où le sous-sol reste gelé en permanence.

Polynya : *Polynie* (7.4).

Puddle : *Mare* (9.1).

Rafted ice : *Glace entassée ou empilée* (8.2.1).

Rafting : *Chevauchement des glaces* (6.4).

Ram : *Éperon* (8.4).

Recurring polynya : *Polynie récurrente* (7.4.3).

Ridge : *Crête* (8.2.2).

Ridged ice : *Glace tourmentée* (8.2.2.6).

Ridged ice zone : *Zone de glace tourmentée* (8.2.2.6.1).

Ridging : *Formation de crêtes* (6.3).

Rime : *Givre*.

River ice : *Glace de rivière* (1.4).

Rotten ice : *Glace pourrie* (9.4).

Sastrugi : *Sastrugi* (8.6.1).

Screwing : *Torsion* (6.2).

Sea ice : *Glace de mer* (1.1).

Second-year ice : *Glace de 2ème année* (2.6.1).

Shearing : *Cisaillement* (5.3).

Shore lead : *Chenal côtier* (7.3.1).

Shore polynya : *Polynie côtière* (7.4.1).

Shuga : *Shuga* (2.1.4).

Skylight : *Claire-voie* (13.6).

Slush : *Gadoue* (2.1.3).

Small floe : *Petit floe* (4.3.2.5).

Small fracture : *Fracture étroite* (7.1.3).

Small ice cake : *Petit glaçon* (4.3.3.1).

Small ice field : *Petit champ de glace* (4.4.1.3).

Snow barchan : *Congère en forme de croissant* (“barkhane”) [8.6.2].

Snow covered ice : *Glace recouverte de neige* (8.6).

Snowdrift : *Congère* (8.6.2).

Standing floe : *Floe dressé* (8.3).

Stranded ice : *Glace jetée en côte* (3.4.1).

Strip : *Cordon* (de glace) [4.4.5].

Tabular berg : *Iceberg tabulaire* (10.4.2.2).

Thaw holes : *Trous de fonte* (9.2).

Thick first-year ice : *Glace épaisse de 1ère année* (2.5.3).

Thin first-year ice : *Glace mince de 1ère année* (2.5.1).

Tide crack : *Fissure de marée* (7.1.1.1).

Tongue : *Langue* (de glace) [4.4.4].

Vast floe : *Immense floe* (4.3.2.2).

Very close pack ice : *Banquise très serrée* (4.2.2).

Very open pack ice : *Banquise très lâche* (4.2.5).

Very small fracture : *Fracture très étroite* (7.1.2).

Very weathered ridge : *Crête très érodée* (8.2.2.3).

Water sky : *Ciel d'eau* (11.1).

Weathered ridge : *Crête érodée* (8.2.2.2).

Weathering : *Érosion* (6.5).

White ice : *Glace blanche* (2.5.1).

Young coastal ice : *Jeune glace côtière* (3.1.1).

Young ice : *Jeune glace* (2.4).

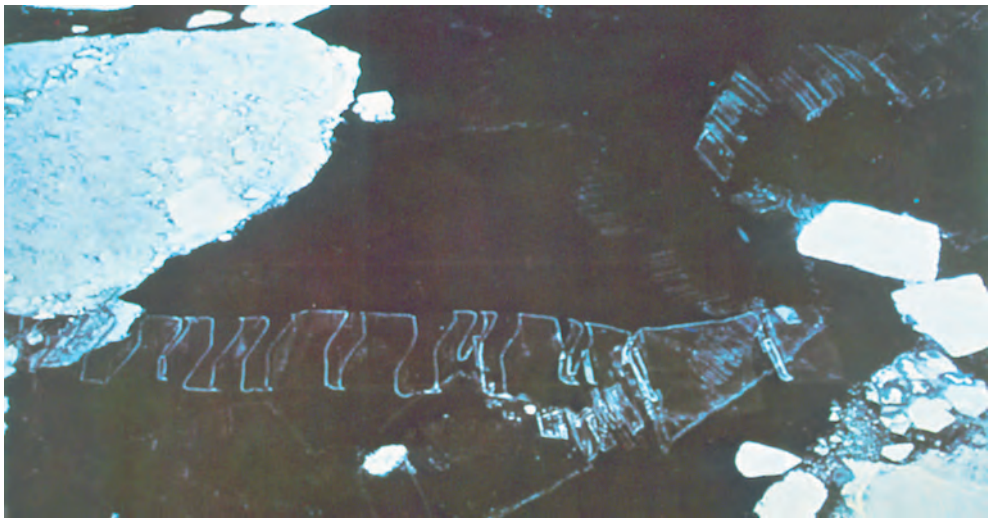
01 **1.4.4.4. Photographies de glaces.** — La plupart des photographies présentées aux pages suivantes ont été fournies par l'Institut Français pour la Recherche et la Technologie Polaires (IFRTP), les autres sont extraites de la Nomenclature de l'OMM.

1.4.4.4.A. — Formation de sorbet.

(*D'après Nomenclature OMM*)

1.4.4.4.B. — Shuga.

(*Photo IFRTP*)



1.4.4.4.C. — Nilas sombre, vu de l'altitude de 1800 m.

(*D'après Nomenclature OMM*)

1.4.4.4.D. — Jeune glace en formation et iceberg.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.E. — Banquise côtière.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.F. — Banquise côtière et glace de mer (pack) en Antarctique.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.G. — Banquise (pack) compacte et iceberg.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.H. — Banquise (pack) serrée et iceberg tabulaires.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.I. — Banquise (pack), concentration 8 à 9/10e.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.J. — Pack (5 à 6/10e) et jeune glace sur l'avant du navire.

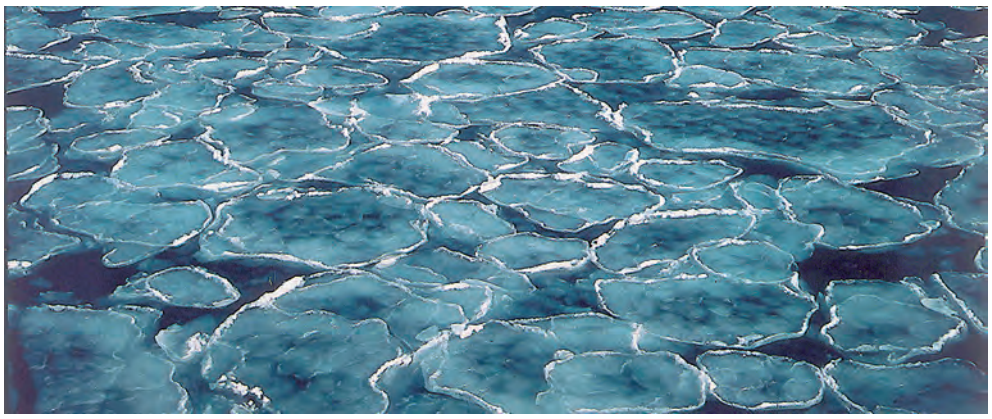
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.K. — Banquise (pack) lâche (5/10e) et iceberg.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.L. — Banquise (pack) très lâche.

(*Photo IFRTP*)

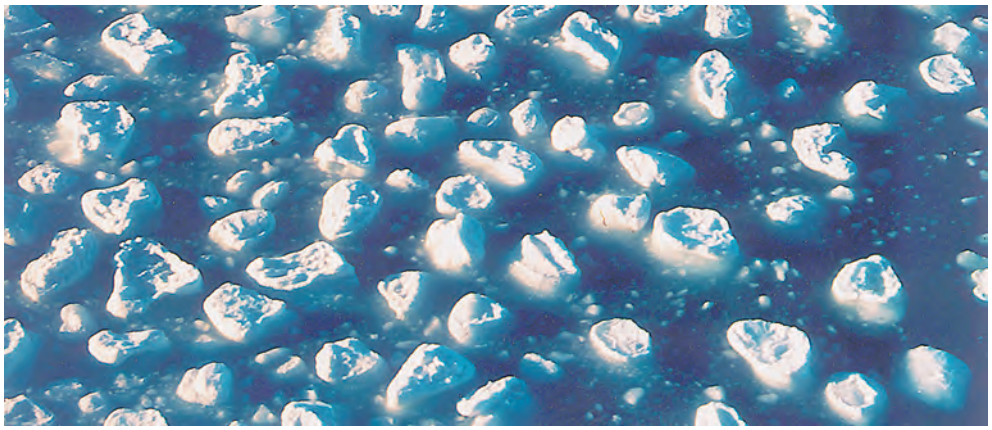


1.4.4.4.M. — Glace en crêpes.

(*Photo IFRTP*)

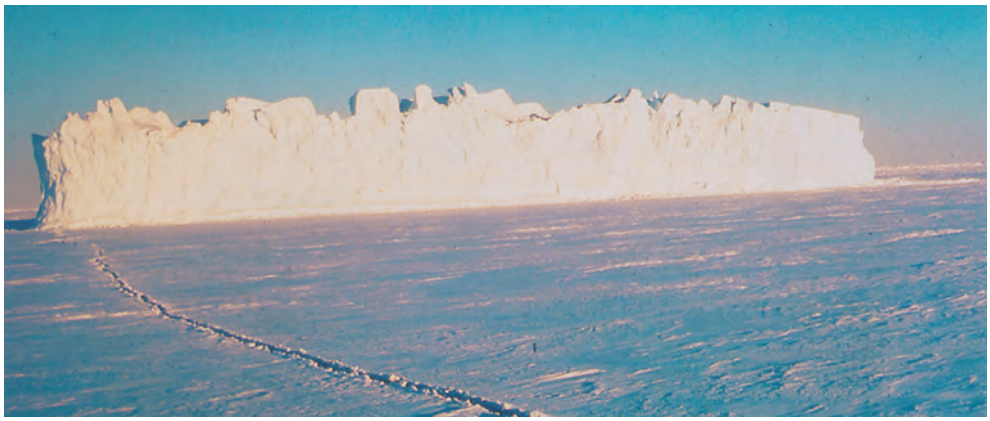
1.4.4.4.N. — Floes moyens.

(*Photo IFRTP*)



1.4.4.4.O. — Petits glaçons (n°4.3.3.1 de la Nomenclature).

(*Photo IFRTP*)



1.4.4.4.P. — Banquise (pack) avec fracture étroite et iceberg de glacier.
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.Q. — Front du glacier de l'Astrolabe (Antarctique) et icebergs.
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.R. — Icebergs de glacier en eau libre.
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.S. — Banquise cotière et front du glacier de l'Astrolabe (Antarctique).
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.T. — Glacier de l'Astrolabe (Antarctique) ; fronts et plateaux.
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.U. — Iceberg érodé en eau libre.
(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.V. — Glace "entassée" sous l'effet de la pression.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.W. — Glace "tourmentée" sous l'effet de la pression.

(*Photo IFRTP*)

1.4.4.4.X. — Glace de mer "pourrie" ; navigation aisée.

(*Photo IFRTP*)

CHAPITRE 2

RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES À L'USAGE DES NAVIGATEURS

2.0. Présentation.

2.1. Organisation Mondiale de l'information météorologique.

2.1.1. Autorités responsables de l'information météorologique.
2.1.1.1. L'Organisation météorologique mondiale (OMM).
2.1.1.2. Organisation française.
2.1.1.3. Organismes européens.

2.1.2. Recueil des données météorologiques.
2.1.2.1. La Veille météorologique mondiale.
2.1.2.2. Heures synoptiques, réseau.

2.1.3. Élaboration de l'information météorologique.
2.1.3.1. Organismes élaborant l'information météorologique.
2.1.3.2. Modèles numériques de prévision.

2.1.4. Diffusion de l'information météorologique.
2.1.4.1. Domaines et zones météorologiques.
2.1.4.2. Diffusion de l'information météorologique.

2.2. Renseignements climatologiques généraux.

2.2.1. Instructions Nautiques.

2.2.2. Cartes climatiques.

2.2.3. Publications de Météo-France.

2.3. Types de renseignements et produits météorologiques.

2.3.1. Renseignements sous forme de texte.
2.3.1.0. Généralités.
2.3.1.1. Avis météorologiques.
2.3.1.1.1 Avis de vent fort.
2.3.1.1.2. Contenu et durée de validité des avis.
2.3.1.1.3. Exemples d'avis.
2.3.1.2. Bulletins météorologiques.
2.3.1.2.1. Contenu des bulletins météorologiques.
2.3.1.2.2. Exemples de bulletins météorologiques.
2.3.1.3. Messages codés.

2.3.2. Documents météorologiques sous forme graphique.
2.3.2.1. Présentation des principaux documents graphiques.
2.3.2.2. Cartes pointées d'observations synoptiques.
2.3.2.3. Cartes d'analyse.
2.3.2.3.1. Cartes d'analyse en surface.
2.3.2.3.2. Cartes d'analyse en altitude.
2.3.2.4. Cartes de prévision des isobares et des fronts.
2.3.2.5. Cartes de vents.
2.3.2.6. Cartes de vagues et cartes de la houle.
2.3.2.7. Cartes des glaces.
2.3.2.8. Images satellitaires.

2.3.3. Renseignements sous forme de fichiers numériques.

2.4. Moyens et équipements de réception.

2.4.1. Information météorologique de sécurité.
2.4.1.1. Information météorologique à terre.
2.4.1.2. Information météorologique à la mer.
2.4.1.2.1. VHF, HF BLU, radios et HF IDBE.
2.4.1.2.2. Système NAVTEX.
2.4.1.2.3. Système SafetyNET.
2.4.2. Autres renseignements météorologiques.
2.4.2.1. La télécopie.
2.4.2.2. Le fac-similé.
2.4.2.3. Le radiotéléimprimeur.
2.4.2.4. Internet.
2.4.2.5. Les terminaux standard Inmarsat.
2.4.2.6. Autres systèmes de communication par satellites : Emsat, IRIDIUM.

2.5. Services particuliers d'information sur les glaces.

2.5.0. Généralités.

2.5.1. Service de recherche des glaces (Patrouille Internationale des Glaces).
2.5.1.1. Présentation.
2.5.1.2. Saison des glaces et zones des patrouilles.
2.5.1.3. Bulletins relatifs aux glaces.
2.5.1.4. Concours des navires à la mer.

2.6. Agents météorologiques dans les ports — Services de routage.

2.6.1. Agents météorologiques dans les ports.
2.6.1.1. Rôle des agents météorologiques dans les ports.
2.6.1.2. Liste des agents météorologiques dans les ports.

2.6.2. Services de routage.
2.6.2.1 Remarques générales.
2.6.2.2. Les deux philosophies du routage météorologique.
2.6.2.3. Le routage des navires à voile.
2.6.2.4. Le routage des navires de commerce.
2.6.2.5. Services de routage.
2.6.2.6. Bilan et avenir du routage météorologique.

01 **2.0. PRÉSENTATION**

07 Une bonne compréhension de la situation météorologique et une bonne information sur son évolution ultérieure constituent des éléments essentiels pour la sécurité du navigateur. Celui-ci doit donc disposer :

13 — de renseignements généraux, concernant les conditions moyennes et les types de temps rencontrés, en telle ou telle saison, dans la région qu'il va fréquenter ;

19 — d'une information météorologique ponctuelle, indiquant les conditions de temps du moment et les prévisions concernant les heures et les jours à venir.

25 Après une présentation de l'organisation mondiale de l'information nautique au sous-chapitre 2.1, les documents traitant de climatologie générale que le navigateur doit consulter lors de la préparation de la traversée sont brièvement rappelés au sous-chapitre 2.2.

31 Le sous-chapitre 2.3 décrit les différents types d'informations, renseignements et produits météorologiques dont peut disposer le navigateur, à terre ou à la mer, dans le cadre du Système Mondial de Détresse et de Sécurité en Mer (SMDSM) ou hors de ce cadre, et qui lui permettent de connaître les conditions météorologiques du moment et d'acquérir ou d'établir des prévisions à courte et moyenne échéance.

37 Les moyens et équipements d'acquisition, à terre et à la mer, des informations, renseignements et produits météorologiques sont présentés au sous-chapitre 2.4.

43 Le sous-chapitre 2.5 est consacré aux services particuliers d'information sur les glaces, notamment celui de la Patrouille Internationale des Glaces.

49 Enfin, pour clore le présent chapitre, le rôle des agents météo dans les ports et les services de routage sont présentés au sous-chapitre 2.6.

55 Le concours des navires à la collecte des informations météorologiques est traité au chapitre 3.

61 On trouvera :

67 — en annexe B (§ 5.2) les symboles internationaux utilisés pour la confection des cartes météorologiques et quelques règles pratiques permettant leur tracé et leur utilisation ;

73 — en annexe C (§ 5.3) une présentation des services télématiques (sites Internet Web et WAP, Minitel , répondeurs téléphoniques) et de quelques services particuliers (Espace Pro, Navifax, Navimail, etc.) de Météo-France.

79 Les ouvrages de radiosignaux du SHOM dans lesquels on trouve la liste des stations diffusant des renseignements météorologiques, sont les ouvrages *Stations radiométéorologiques* (2 volumes), *Radiocommunications maritimes, volume 4* et, pour le petit cabotage, la pêche et la plaisance, l'ouvrage *Répertoire des radiosignaux* (zones Méditerranée, Mer Noire, Europe occidentale, Açores, Madère, Canaries et Petites Antilles).

01 # 2.1. ORGANISATION MONDIALE DE L'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE

01 ## 2.1.1. AUTORITÉS RESPONSABLES DE L'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE.

07 L'atmosphère ne connaît pas de frontières. Pour mesurer, comprendre, analyser, prévoir le temps et le climat, il est donc indispensable de recueillir des données sur l'ensemble du globe, ce qui nécessite une coopération internationale. C'est là qu'intervient l'Organisation météorologique mondiale (OMM) dont le rôle majeur est de coordonner les activités des services météorologiques nationaux du monde.

01 ### 2.1.1.1. L'Organisation météorologique mondiale (OMM).

07 L'Organisation météorologique mondiale (OMM), dont le siège est à Genève, compte 185 membres, tous dotés d'un service météorologique national, et a principalement pour buts :

13 — de faciliter la coopération mondiale en vue de l'établissement de réseaux de stations qui effectuent des observations météorologiques ou d'autres observations géophysiques se rapportant à la météorologie. L'OMM coordonne donc les activités de 185 services météorologiques nationaux ;

19 — d'encourager l'établissement et le maintien de systèmes pour l'échange rapide des renseignements météorologiques, ainsi que la normalisation des observations météorologiques et d'assurer la publication des données d'observation et des statistiques correspondantes ;

25 — de favoriser les applications de la météorologie à la navigation maritime, à l'aviation, etc.

31 Parmi les grands programmes scientifiques et techniques de l'OMM se détache la Veille météorologique mondiale (VMM), pierre angulaire des activités de l'Organisation. La VMM (§ 2.1.2.1) fournit en temps réel une information météorologique recueillie par des stations terrestres d'observations, des stations sur navires volontaires ou sélectionnés (§ 3.2.1.1), des bouées et des satellites. Les données des stations terrestres, des navires, des bouées et des satellites sont échangées entre les services météorologiques du monde entier.

37 L'OMM a collaboré avec l'Organisation maritime internationale (OMI) à la mise en place du Système Mondial de Détresse et de Sécurité en Mer (SMDSM). Dans le cadre du SMDSM, l'OMM a attribué aux services météorologiques des diverses nations maritimes des zones de responsabilité, des côtes à la haute mer, et les océans ont été divisés en 16 zones, les zones METAREA, qui sont identiques aux zones NAVAREA pour l'information nautique. Le service responsable d'une zone METAREA est chargé de l'élaboration et de la diffusion de l'information météorologique de sécurité dans cette zone, chaque service météorologique national d'un pays riverain étant responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité le long des côtes de son pays.

43 L'OMM a également mis en place en 1994 le Système d'intervention d'urgence en cas de pollution de la mer (SIUPM) pour fournir une assistance météorologique aux opérations d'urgence en haute mer en cas de pollution de celle-ci. Dans le SIUPM, les océans et mers sont divisés en zones de responsabilité qui correspondent aux zones METAREA.

49 L'OMM publie des documents de base (convention, accords, règlements,...), des notes techniques (monographies météorologiques), des manuels, guides et atlas ; un bulletin d'information, trimestriel, illustré, etc.

55 Nota : l'OMI, dont le siège est à Londres, a la responsabilité exclusive de la réglementation des transports maritimes et traite notamment de la sécurité de la navigation et de la prévention de la pollution par les navires. On trouvera une description plus complète de l'OMI au *Guide du Navigateur, volume 3*.

61 Adresses Internet de l'OMI et de l'OMM :

67 — OMI : serveur : http://www.imo.org ; Mél. : info@imo.org ;

73 — OMM : serveur : http://www.wmo.ch ; Mél : ipa@www.wmo.ch (informations sur l'OMM), PubSales@gateway.wmo.ch (publications)

01 ### 2.1.1.2. Organisation française.

07 Météo-France est le service météorologique national français.

13 Météo-France est responsable de l'élaboration de l'information météorologique le long des côtes françaises, et la direction des affaires maritimes et des gens de mer (DAMGM) est responsable de la diffusion de cette information de sécurité. Météo-France et la DAMGM dépendent du ministère des transports.

19 À Météo-France :

25 — la Direction de la Production à Toulouse est chargée de la rédaction des avis et des bulletins de sécurité pour le large (jusqu'à 200 M des côtes) et le grand large (au-delà de 200 M) ainsi que des études de climatologie maritime ;

31 — les avis et bulletins des zones côtières (jusqu'à 20 M des côtes) sont rédigés par les Services interrégionaux de prévision marine, situés à Boulogne, Le Havre, Brest, Bordeaux et Aix-en-Provence.

37 Pour la diffusion de l'information météorologique de sécurité, pour les domaines côtier et large, la DAMGM dispose de moyens radio mis en œuvre par les Centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage (CROSS), en métropole, et par les Centres opérationnels de sauvetage (COS) outre-mer (§ 2.1.2).

43 Les avis et prévisions météorologiques sont également diffusés par les médias et par différentes stations de radiodiffusion grand public.

49 Météo-France est également coordonnateur de la zone METAREA II et, pour les avis cycloniques, de la zone METAREA VIII (S). Météo-France assure sur Inmarsat SafetyNET (§ 2.1.3) la diffusion des bulletins de sécurité et avis associés de la zone METAREA II élaborés par ses soins, la diffusion de ceux élaborés par Maurice pour la zone METAREA VIII (S), et celle des avis cycloniques pour ces deux zones METAREA.

55 On trouvera au sous-chapitre 5.3 une présentation de l'activité Marine de Météo-France ainsi qu'une présentation succincte des services particuliers de Météo-France (Navifax, services télématiques, etc.).

01 ### 2.1.1.3. Organismes européens.

07 Les services météorologiques des pays européens mènent une coopération particulièrement intense dont quelques réalisations sont succinctement présentées ci-dessous.

13 Le Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen terme (CEPMMT), en anglais *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) regroupe 22 États européens et est situé en Angleterre. Ce centre possède un des plus puissants ordinateurs du monde et fournit des prévisions numériques qui vont jusqu'à 10 jours. Ces prévisions sont à la base des bulletins de prévision à moyenne échéance (au-delà de 72 heures) que Météo-France et les autres services météorologiques membres élaborent. Adresse du site Web : www.ecmwf.int/.

19 EUMETSAT gère les programmes de satellites météorologiques (série Météosat, futur satellite défilant Metop…) dont les images et les données jouent un rôle irremplaçable pour connaître les systèmes nuageux sur l'Europe et l'Afrique.

25 Parmi les autres actions de coopération entreprises par les services météorologiques européens, EUMETNET est un réseau regroupant 18 de ces services qui procure une aide à l'organisation de programmes entre les membres dans les différents champs d'activités de la météorologie comme : les systèmes d'observation, le traitement des données, les produits de prévision, la recherche, etc.

01 2.1.2. RECUEIL DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES.

07 La prévision météorologique exige des données en provenance du monde entier. Fournir en temps voulu une information précise fait partie des obligations internationales des États.

01 2.1.2.1. La Veille météorologique mondiale.

07 La Veille météorologique mondiale (VMM) a pour vocation à fournir aux pays membres de l'OMM l'information météorologique et les données géophysiques et environnementales connexes dont chacun d'entre eux a besoin pour assurer des prestations météorologiques efficaces, en conjuguant les moyens, installations et services de ces mêmes pays. Dans les régions qui ne relèvent de la juridiction d'aucun pays (Antarctique, zones océaniques et espace extra-atmosphérique), les États membres exploitent volontairement les moyens et installations nécessaires.

13 La VMM comprend plusieurs éléments : le système mondial d'observations, le système mondial de traitement des données, le système mondial de télécommunications, la gestion des données de la VMM et les activités d'appui au système.

19 Le Système mondial d'observations dont fait partie le Système de navires observateurs volontaires (§ 3.2.1.1), regroupe des moyens importants : 4 satellites à défilement, 5 satellites géostationnaires, environ 10 000 stations terrestres, 7 000 stations sur navires (dont 80 sélectionnés par Météo-France) et 300 bouées ancrées (dont 6 financées totalement ou partiellement par Météo-France) et dérivantes dotées de stations météorologiques automatiques.

25 La VMM comprend également un programme concernant les cyclones tropicaux qui a pour objet d'améliorer les systèmes de prévisions et d'alerte et la planification préalable dans plus de 50 pays situés dans des régions exposées aux cyclones tropicaux afin de limiter les pertes en vies humaines ainsi que les dégâts matériels.

01 2.1.2.2. Heures synoptiques, réseau.

07 Dans tous les pays, les observations météorologiques sont effectuées à des heures déterminées, les heures synoptiques principales : 00h00, 06h00, 12h00 et 18h00 UTC. La plupart des services météorologiques complètent ces observations par d'autres aux heures synoptiques intermédiaires (03, 09, 15, 21 h UTC), voire par des observations horaires.

13 L'ensemble des observations effectuées à l'heure xx est désignée par l'expression " Réseau de xx h ".

19 Généralement les radiosondages sont effectués à 00 h et 12 h UTC. Les observations de navire sont effectuées aux heures synoptiques principales. Mais, dans certaines zones maritimes, il est demandé aux navires d'effectuer des observations aux heures synoptiques intermédiaires, comme suit :

25 — 03, 09, 15 et 21 h UTC en Manche, en Atlantique Nord (à l'Est du méridien 17° Ouest et entre les latitudes 40° et 60° Nord) et en Méditerranée occidentale ;

31 — 03 h UTC entre les méridiens 30° E et 80° E, 09 h UTC entre les méridiens 30° W et 80° W, 15 h UTC entre les méridiens 90° W et 160° W, et 21 h UTC entre les méridiens 80° E et 170° E.

37 Cette organisation de l'observation météorologique, bien que toujours d'actualité, commence toutefois à perdre de son importance. Grâce à l'augmentation de la puissance de calcul, les services météorologiques ont développé des modèles capables "d'assimiler" toute mesure quelle que soit son heure. Ces développements récents permettent de prendre en compte les mesures des satellites défilants, des radars, des avions lors des phases de décollage et d'atterrissage et des bouées dérivantes transmettant par Argos.

43 Ainsi, les bouées ancrées près des côtes sont réglées pour transmettre les observations toutes les heures.

01 2.1.3. ÉLABORATION DE L'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE.

01 2.1.3.1. Organismes élaborant l'information météorologique.

07 L'information météorologique de sécurité est élaborée sous forme de bulletins météorologiques et avis associés à ces bulletins de sécurité (§ 2.3.1.1 et 2.3.1.2). Elle est diffusée dans le cadre du SMDSM et fait partie des Renseignements sur la Sécurité Maritime (RSM).

13 Chaque service météorologique national d'un pays riverain est responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité le long des côtes de son pays. Les coordonnateurs METAREA, services nationaux chargés par l'OMM de la coordination de l'information météorologique de sécurité dans une ou plusieurs zones METAREA, élaborent les bulletins de sécurité et avis associés intéressant leur(s) zone(s) à partir de l'information recueillie auprès des autres services nationaux.

19 En outre, un certain nombre de services nationaux élaborent d'autres types d'informations (cartes, images satellite, etc.), gratuits ou payants (services nationaux européens).

25 Enfin, des sociétés privées élaborent des produits payants, adaptés des informations issues du service public.

01 2.1.3.2. Modèles numériques de prévision.

06 Les prévisions météorologiques sont élaborées à l'aide de modèles numériques de prévision. Les éléments des observations sont entrés dans un calculateur qui prévoit les états futurs de l'atmosphère et fournit des données avec lesquelles les prévisionnistes élaborent les cartes de prévision.

11 Différents types de modèles numériques ont été développés :

16 — des modèles à petite échelle pour simuler des évolutions fines sur un petit domaine (à l'intérieur d'un nuage par un exemple) ;

21 — des modèles à l'échelle régionale pour l'étude des phénomènes locaux (vent, …) et pour la prévision à très courte échéance (jusqu'à 24 heures) ;

26 — des modèles à l'échelle mondiale pour la prévision à courte et à moyenne échéance (de J + 1 à J + 10) ;

31 — des modèles climatiques pour des prévisions climatiques (prévision de la température moyenne et des précipitations moyennes pour les trois mois à venir) et pour étudier l'évolution du climat et de la chimie atmosphérique à long terme.

36 Parmi les modèles numériques de prévision, on peut citer :
41 — le modèle européen CEPMMT (ECMWF) qui fournit des prévisions numériques jusqu'à 10 jours d'échéance (§ 2.1.1.3) sur le monde entier ;
46 — le modèle Arpège de Météo-France, modèle mondial optimisé pour l'Europe occidentale (maille fine sur la France, plus larges aux Antipodes), qui donne des prévisions à 3 jours ;
51 — le modèle Aladin de Météo-France, à mailles très fines sur un domaine limité (fonctionnant en routine sur l'Europe occidentale et à la demande sur tout autre domaine) ;
56 — le modèle à maille très fine (jusqu'à 500 m) MésoNH de Météo-France pour des études particulières ;
61 — les modèles Vag dont sont issues les cartes de vagues et les cartes de houle de Météo-France (modèle mondial, modèle pour les mers européennes et modèle à maille très fine sur domaine limité) ;
66 — le modèle Mothy de Météo-France de prévision de dérive d'hydrocarbure ou d'objets flottants ;
71 — le modèle NOGAPS (*Navy Operational Global Atmospheric Prediction System*) mis en œuvre par l'US Navy ;
76 — le modèle américain MRF (*Medium Range Forecas*t), équivalent du modèle CEPMMT ;
81 — le modèle américain AVN, à 3 jours, à mailles plus fines.

01 2.1.4. DIFFUSION DE L'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE.

07 Les différents types de renseignements météorologiques accessibles au navigateur sont présentés au sous-chapitre 2.3 , leurs moyens et supports de diffusion et de réception le sont au sous-chapitre 2.4.

01 2.1.4.1. Domaines et zones météorologiques.

07 En météorologie maritime, on distingue sur le plan international, les trois domaines météorologiques suivants :
13 — côtier ou côte : jusqu'à 20 M des côtes ;
19 — du large : jusqu'à 200 M des côtes ;
25 — du grand large ou de la haute mer (au-delà de 200 M).

31 Les deux domaines du large et du grand large ont leur propre découpage de zones. Les noms et dimensions de ces zones météorologiques, qui il y a peu, différaient généralement selon les pays et donc selon l'origine du bulletin météorologique, sont en voie d'harmonisation car l'utilisation d'un découpage identique par tous les services météorologiques facilite la compréhension du bulletin par l'usager.
37 Cette harmonisation du découpage des zones, déjà en place pour la mer du Nord et la Méditerranée occidentale, a été étendue depuis le 4 février 2002 aux zones de La Manche et de l'Atlantique. France, Royaume-Uni, Espagne, Portugal, Maroc utilisent aujourd'hui, à quelques nuances près, le même découpage dans les bulletins "large" et "grand large".
43 La figure 2.1.4.1.A fournit un exemple de découpage de zones du large et du grand large, en Europe occidentale.

49 De plus, dans le cadre du SMDSM, les océans ont été divisés en 16 zones METAREA (fig. 2.1.4.1.B) identiques aux zones NAVAREA pour l'information nautique. Chaque zone METAREA est placée sous la responsabilité d'un coordonnateur METAREA. Il s'agit généralement d'un des services météorologiques nationaux limitrophes de la zone. Ce coordonnateur prend en charge la rédaction (avec parfois la collaboration des pays voisins) du bulletin de la zone Metarea et en assure la diffusion.

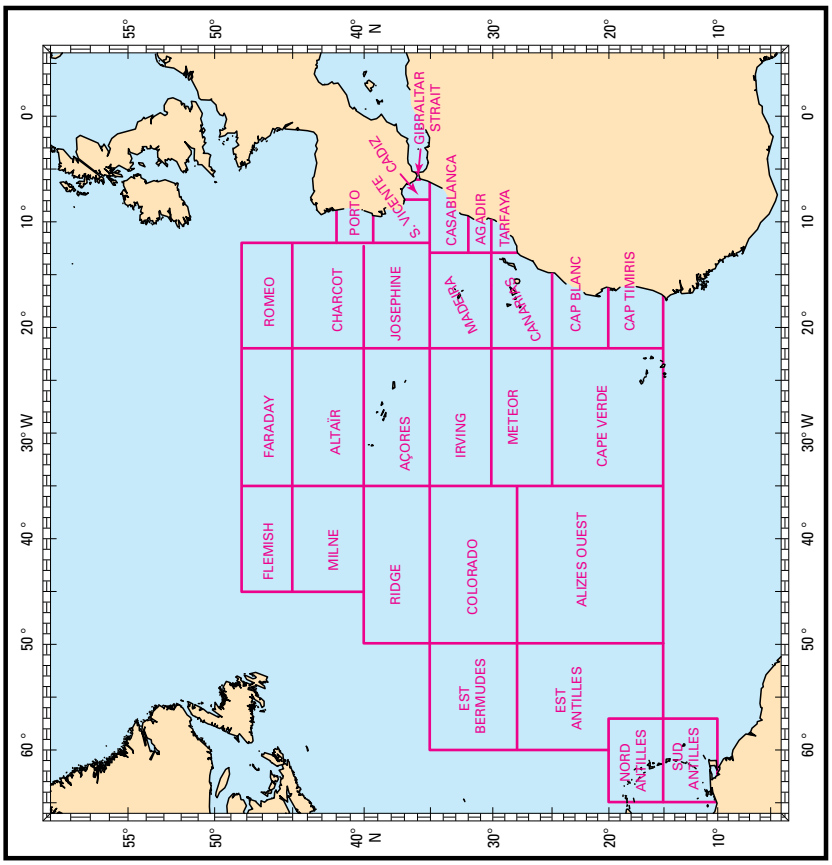
55 Pour faciliter la présentation de la prévision météorologique dans les bulletins, la zone METAREA reprend parfois le découpage utilisé dans les bulletins "large" et "grand large".
61 On trouvera le découpage des 16 zones METAREA, des zones du large et des zones du grand large dans les ouvrages de radiosignaux du SHOM suivants :
67 — *Stations radiométéorologiques* (2 volumes), pour toutes les zones ;
73 — *Radiocommunications maritimes, volume 4*, pour les zones METAREA ;
79 — *Répertoire des radiosignaux*, pour les zones large, grand large et METAREA de l'Atlantique nord et des mers européennes (mer Noire, mer Méditerranée, Europe occidentale, mer du Nord et Baltique, Açores, Madère, Canaries et Petites Antilles).

01 2.1.4.2. Diffusion de l'information météorologique.

07 Dans le cadre du SMDSM, l'information météorologique de sécurité (bulletins et avis associés) [§ 2.3.1.1 et 2.3.1.2] est diffusée gratuitement, par domaines et par zones, par les moyens propres au SMDSM (VHF, NAVTEX, SafetyNet, etc.) [§ 2.4.1.3] :
13 — chaque service météorologique national d'un État riverain diffuse ou fait diffuser les bulletins de sécurité et avis associés des domaines côtiers, large et grand large bordant ses côtes ;
19 — chaque coordonnateur METAREA est chargé de la diffusion dans sa zone des bulletins de sécurité pour la haute mer par les moyens propres au SMDSM.

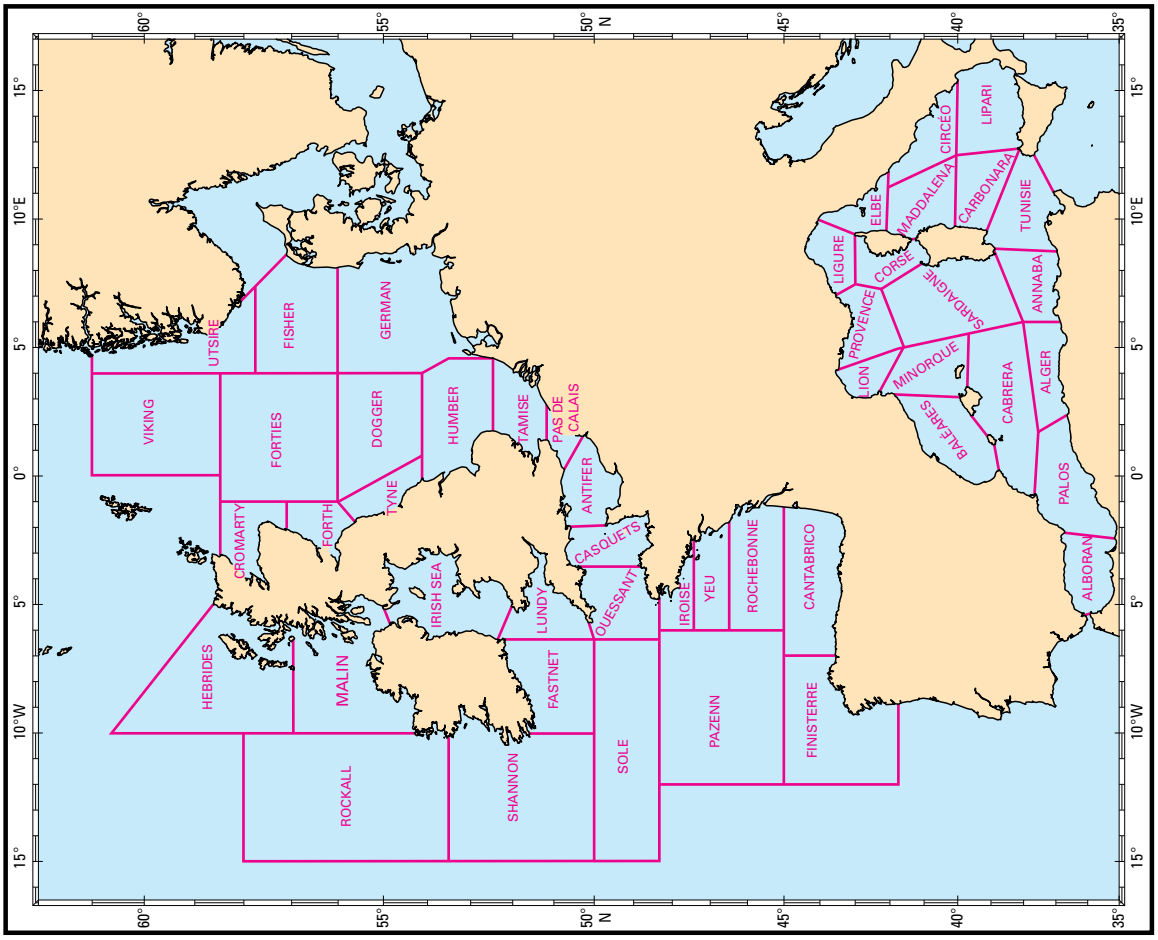
25 Par ailleurs, les services nationaux diffusent d'autres produits, gratuits ou payants, et des sociétés privées proposent des produits payants. Plusieurs de ces produits gratuits et payants sont accessibles en ligne sur les sites Web et les sites WAP de ces services nationaux et sociétés privées , d'autres par courrier électronique (e-mail), par télécopie ou par fac-similé, de ces mêmes services et sociétés. On trouvera au paragraphe 5.3.2 une présentation des différents produits gratuits et payants proposés par Météo-France.

31 En aucun cas, la consultation d'informations météorologiques via un moyen autre qu'un moyen SMDSM (site Web, e-mail par exemple) ne peut se substituer à la consultation des bulletins de sécurité diffusés dans le cadre du SMDSM.



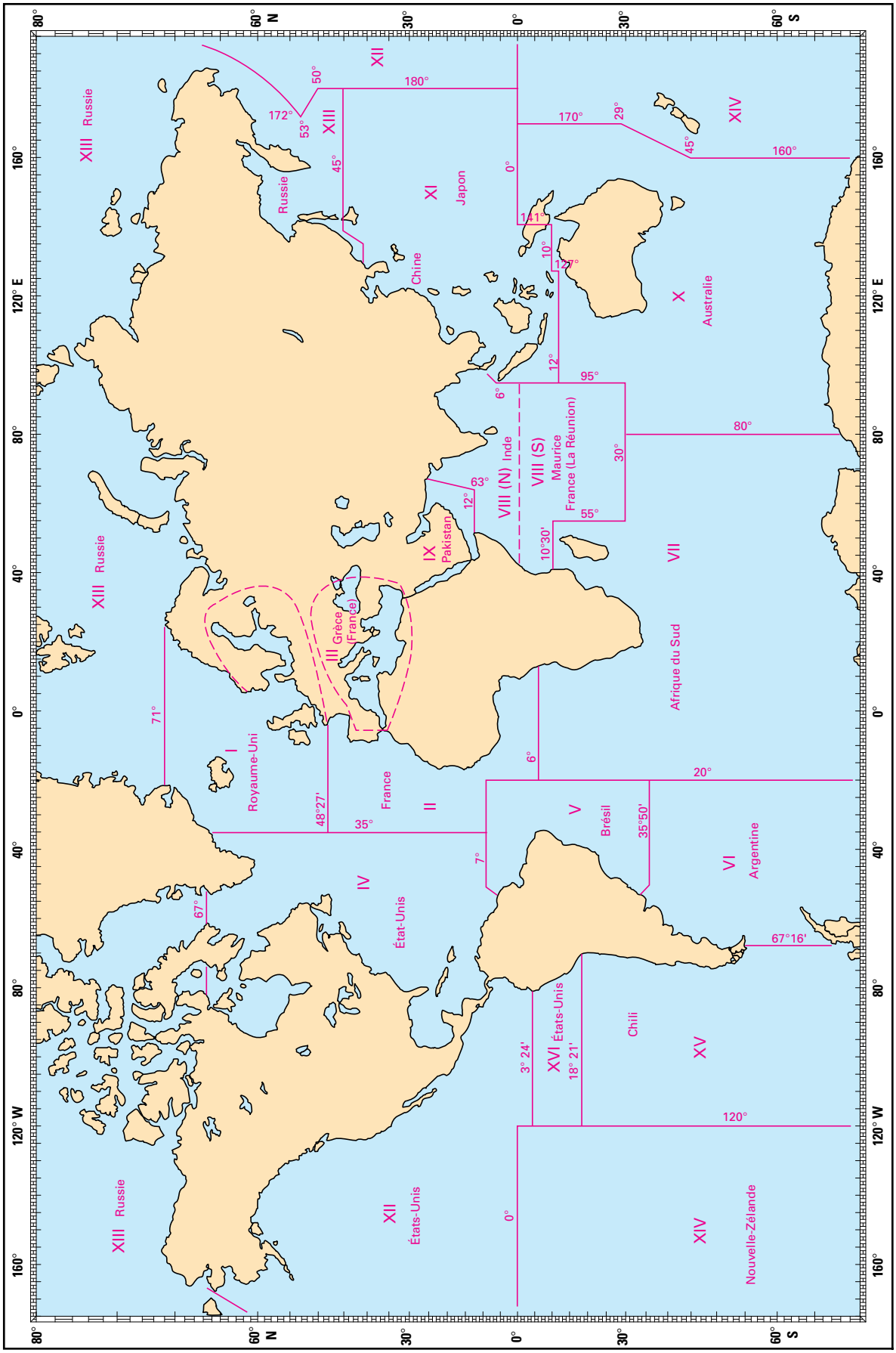
Zones du grand large (zones des bulletins de RFI).

Le découpage des zones du large et du grand large en Manche, en Atlantique et en Méditerranée occidentale est le même, quelle que soit l'origine des bulletins français, espagnols, portugais et marocains. Ces zones du large et du grand large sont cohérentes avec les zones METAREA I, METAREA II et METAREA III.



Zones du large.

2.1.4.1.A. — Zones des bulletins large et grand large en Europe occidentale.



2.1.4.1.B. — Zones METAREA et pays coordonnateurs.

01 ## 2.2. RENSEIGNEMENTS CLIMATOLOGIQUES GÉNÉRAUX

07 Lors de la préparation de sa traversée, le navigateur se doit de consulter des données statistiques de climatologie, afin de disposer de renseignements généraux concernant les conditions moyennes et les types de temps rencontrés, en telle ou telle saison, dans la région qu'il va fréquenter. Il les trouvera principalement dans les *Instructions Nautique*s et dans les cartes et atlas climatiques.

13 L'étude des ces documents permet de sélectionner des routes à partir d'un certain nombre d'informations que l'on y trouve, en particulier sur le vent, la température, la visibilité, les courants océaniques, les glaces, la hauteur des vagues, la fréquence des tempêtes, etc.

01 ### 2.2.1. INSTRUCTION NAUTIQUES.

07 Le navigateur trouvera au début de chaque volume d'*Instructions Nautiques,* au chapitre 0 (*Renseignements généraux*), un sous-chapitre consacré à la météorologie, avec une description sommaire du climat des régions côtières couvertes par l'ouvrage. Après des indications d'ensemble sur les conditions générales du temps aux différentes époques de l'année, le sous-chapitre *Météorologie* comprend des renseignements plus détaillés sur les phénomènes locaux résultant, dans les diverses zones de la région considérée, de leur situation géographique (orographie, configuration des côtes, etc.), notamment en ce qui concerne le vent, la visibilité et l'évolution des perturbations.

13 Ce sous-chapitre présente in fine des tableaux statistiques relatifs aux variations mensuelles des principaux éléments du temps (température, nébulosité, précipitations, direction et vitesse du vent, fréquence des coups de vent et des brouillards, etc.) pour un certain nombre de stations implantées sur le littoral.

19 On trouve les mêmes renseignements dans les *Instructions Nautiques pour la plaisance* du SHOM.

01 ### 2.2.2. CARTES CLIMATIQUES.

07 Divers services météorologiques publient des cartes ou des atlas climatiques des océans. La collection la plus connue de ces cartes et atlas est celle des ***Pilot Charts*.**

13 La *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) [ancienne dénomination : Defense Mapping Agency, DMA] des États-Unis produit les *Atlas of Pilot Charts*. Ces Pilot Charts fournissent pour certaines zones le trait de côte, les routes préétablies entre les principaux ports et, pour chaque mois de l'année, des informations statistiques météorologiques et océanographiques (fréquence moyenne des vents, de la brume, trajectoires des tempêtes, distribution isobarique et isothermique moyenne, etc.). Les zones couvertes par les Pilot Charts de la NIMA sont l'Océan Atlantique Nord, l'Océan Atlantique Sud, la Mer des Caraibes et le Golfe du Mexique, l'Océan Indien, l'Océan Pacifique Nord, et l'Océan Pacifique Sud.

19 Le service hydrographique allemand produit deux documents similaires pour l'Atlantique et l'Océan Indien : le *Monatskarten für den Nordatlantischen (Indischen) Ozean*.

25 Le service hydrographique britannique publie des *Routeing charts*. Établies pour chaque mois de l'année, ces cartes couvrent tous les océans et rassemblent sur un même document les informations importantes nécessaires à la préparation d'une traversée :

31 — routes recommandées et distances entre principaux ports ;

37 — conditions météorologiques, limites des glaces, courants ;

43 — lignes isogones, zones de trafic intense.

49 Le service hydrographique britannique publie également des *Meteorological Charts* dont la collection comprend deux *World climatic charts* (pour les mois de janvier et de juillet), des *Meteorological Working Charts* et des *Upper Air Charts*.

55 On trouve également sur un certain nombre de sites Web Internet des informations statistiques météorologiques et océanographiques comparables à celles des Pilot Charts.

61 Note : les planisphères de l'état de la mer ($H_{1/3}$) et les zones et périodes générales de mauvais temps sont représentées sur les figures 5.1.2.1.A, 5.1.2.1.B, 5.1.2.2.A et 5.1.2.2.B (annexe A du présent ouvrage).

01 ### 2.2.3. PUBLICATIONS DE MÉTÉO-FRANCE.

07 Météo-France édite un cédérom de climatologie marine (Naviclim). Celui-ci présente mois par mois des cartes mondiales de pression, température de l'air et de la mer, vent, vagues, glaces, sous différentes formes et avec des possibilités de zoom. De nombreux documents présentés dans cet ouvrage sont extraits de ce cédérom.

13 Météo-France édite par ailleurs des études, notes techniques, cours et manuels dont certains concernent la météorologie maritime. Ils peuvent être consultés et commandés à la bibliothèque de Météo-France. Pour la vente par correspondance, un catalogue est disponible. Il convient de s'adresser à :

19 Météo-France, Librairie
25 1, quai Branly
31 75340 PARIS Cedex 07
37 (site Web : www.meteo.fr/ puis Espace librairie).

01 **2.3. TYPES DE RENSEIGNEMENTS ET PRODUITS MÉTÉOROLOGIQUES**

07 Transmis dans le cadre du SMDSM ou hors de ce cadre, les renseignements météorologiques, autres que les renseignements climatiques généraux (sous-chapitre 2.2), sont décrits en détail dans le présent sous-chapitre. Ils se présentent sous forme de texte, sous forme graphique et sous forme de fichiers numériques.

13 Les renseignements sous forme textuelle (§ 2.3.1) sont :
19 — des messages en clair (bulletins météorologiques et avis associés à ces bulletins de sécurité diffusés dans le cadre du SMDSM) ;
25 — des messages codés d'analyse ou de prévisions pour une zone maritime en surface, ou de conditions des glaces dans certaines zones.

31 Les renseignements sous forme graphique (§ 2.3.2) que peut obtenir le navigateur sont les cartes pointées d'observation, les cartes d'analyse et celles de prévisions (fronts et isobares, vents, vagues), les images satellitaires, etc.

37 Enfin, des services comme le service Navimail de Météo-France permettent d'obtenir par transfert de fichiers numériques des cartes de vent (champs de vents), de pression, de vagues, de température de surface de la mer, etc. Voir § 2.3.3.

01 **2.3.1. RENSEIGNEMENTS SOUS FORME DE TEXTE.**

01 **2.3.1.0. Généralités.**

07 Ce sont des messages en clair ou des messages codés.

13 MESSAGES EN CLAIR. — Élaborés par les services météorologiques nationaux, bulletins de sécurité et avis associés sont émis sans délai pour les avis, et selon un horaire régulier pour les bulletins, dans le cadre du SMDSM.

19 MESSAGES CODÉS. — Les messages codés permettent de condenser considérablement l'information. Ils sont utilisés soit pour décrire les conditions météorologiques présentes et à venir, zone par zone (code MAFOR), soit pour décrire les conditions des glaces (Code des glaces de la Baltique), soit encore pour transmettre sous forme de texte une carte météorologique (analysée ou prévue) en décrivant les isolignes points par points (messages codés d'analyse ou de prévision en surface IAC FLEET). Les codes IAC FLEET et MAFOR et le code de la Baltique sont respectivement décrits aux sous-chapitres 4.2, 4.3 et 4.4. On trouvera un exemple de message MAFOR au § 2.3.1.3.
25 Les messages codés sont diffusés par des stations radio côtières sur radiotéléimprimeur F1 B, en phonie VHF ou HF (J 3 E ou H 3 E), par NAVTEX, et même encore en graphie A1. La liste et les programmes d'émission des stations radio côtières sont donnés dans les deux volumes de l'ouvrage *Stations radiométéorologiques*.

01 **2.3.1.1. Avis météorologiques.**

07 Associés aux bulletins météorologiques, les avis météorologiques sont émis sans délai par les services météorologiques dès que les conditions météorologiques actuelles ou prévues présentent un danger pour la navigation. Ils sont précédés du *signal de sécurité*. Les avis comprennent principalement les avis de vent fort et les avis d'annulation d'une prévision de phénomène dangereux.

13 L'échelle anémométrique Beaufort et le code S de l'état de la mer, auxquels il est fait référence dans le présent sous-paragraphe, sont respectivement présentés aux paragraphes 1.4.1.2 et 1.4.2.1.

01 **2.3.1.1.1. Avis de vent fort.**
07 Les avis de vent fort se divisent en avis de grand frais (force 7 Beaufort), avis de coup de vent (*gale warning*) [force 8], avis de fort coup de vent (force 9), avis de tempête (force 10), avis de violente tempête (force 11) et avis d'ouragan (force 12).
13 Les avis de vent fort sont diffusés dès que le vent (observé ou prévu) atteint force 8 Beaufort. La diffusion d'un avis de grand frais (force 7) est facultative.
19 En France, les avis de vent fort sont désignés par le sigle BMS (Bulletin Météorologique Spécial). Les BMS peuvent être des BMS côte, des BMS large ou des BMS grand large selon le type de bulletin auxquels ils sont associés (côte, large, grand large). Les BMS large et grand large ne sont normalement pas émis plus de 24 heures avant le début du coup de vent. Les BMS sont diffusés dès que le vent prévu ou observé atteint force 7 Beaufort sur le domaine de la côte (BMS côte), ou force 8 Beaufort sur les domaines du large et du grand large (BMS large et BMS grand large). Un avis d'annulation (côte, large ou grand large) annule tout ou partie d'un BMS.

01 **2.3.1.1.2. Contenu et durée de validité des avis.**
07 Dans le cadre du SMDSM, les avis sont rédigés en anglais. Hors de ce cadre, ils sont rédigés dans la langue de la nation émettrice et les avis de vent fort peuvent être répétés en anglais. Ils sont établis conformément comme suit :
13 a) indication du type d'avis ;
19 b) date et heure de référence (UTC) ;
25 c) type de perturbation (dépression, ouragan, etc.) avec indication de la pression au centre en hectopascals ;
31 d) position de la perturbation, en latitude et longitude, ou par rapport à des repères bien connus ;
37 e) direction et vitesse de déplacement de la perturbation ;
43 f) étendue de la zone affectée par la perturbation ;
49 g) vitesse (ou force) et direction du vent dans les zones affectées par la perturbation ;
55 h) état de la mer et de la houle dans la zone affectée par la perturbation ;
61 i) autres renseignements pertinents, notamment futures positions des perturbations.

67 Remarques :
73 — les renseignements a), b), d), f) et g) doivent toujours figurer dans les avis ;
79 — un coup de vent est *en cours* s'il existe déjà au moment où l'avis est émis, *imminent* s'il doit survenir dans les 3 heures qui suivent l'émission du bulletin, ou *prévu* à partir d'une heure précisée dans le texte de l'avis ;
85 — un avis reste en vigueur tant qu'il n'est pas modifié ou annulé.

01 **2.3.1.1.3. Exemples d'avis.**
07 Ces exemples sont extraits du site Web de Météo-France. Le deuxième exemple n'est pas reproduit dans sa totalité.

13 **a)** *Exemple n° 1 :* BMS côte du 27 février 2002 (pour la Bretagne)

19 WHRN40 LFRN 270430
ORIGINE METEO-FRANCE BREST
BMS COTE NR 59 PROLONGE ET REMPLACE LE BMS NR 58
AVIS DE GRAND FRAIS A COUP DE VENT
ZONES MENACÉES :
1- ENTRE LA HAGUE ET PENMARCH : EN COURS JUSQU'AU JEUDI 28 FÉVRIER A 06 UTC.
VENT DE SUD-OUEST A OUEST 7, PASSAGÈREMENT 8 BEAUFORT.
2- ENTRE PENMARCH ET BELLE-ILE : DU MERCREDI 27 FÉVRIER A 12H UTC AU JEUDI 28 A 06 UTC AU MOINS.
VENT D'OUEST A SUD-OUEST 7, PASSAGÈREMENT 8 BEAUFORT.
3- ENTRE BELLE-ILE ET L'ANSE DE L'AIGUILLON : DU MERCREDI 27 FÉVRIER A 18 HUTC AU JEUDI 28 A 06 UTC :
VENT D'OUEST A SUD-OUEST ATTEIGNANT 7 BEAUFORT.

25 **b)** *Exemple n° 2 :* avis de coup de vent à forte tempête du 27 février 2002 pour le large, pour l'Atlantique et la Manche.

31 **Coup de vent à forte tempête large en cours ou prévu** pour toutes les zones sauf ROCHEBONNE, CANTABRICO et FINISTERRE.
Situation générale le mercredi 27 février 2002 à 00 UTC et évolution :
Dépression 968 hPa en mer Baltique s'évacue vers le Nord-Est.
Dépression 970 hPa à 150 milles au Nord-Ouest de l'Irlande se déplace vers le Sud-Est, prévue 988 hPa sur l'Irlande demain à la mi-journée.
Pour
CASQUETS, OUESSANT
En cours jusqu'au 28 à 06 UTC
Ouest à Sud-Ouest 8. Rafales. Mer grosse cette nuit sur OUESSANT.
IROISE
En cours jusqu'au 28 à 6 UTC
Ouest à Sud-Ouest, passagèrement 8 sur l'extrême Nord, fraîchissant 8 ce soir. Rafales.
YEU
Valable du 27 à 18 UTC au 28 à 06 UTC
Sur l'Ouest, Ouest à Sud-Ouest 8. Rafales.
PAZENN
En cours jusqu'au 28 à 6 UTC.
Secteur Ouest 8 sur le Nord. Rafales. Mer grosse.
SOLE
En cours jusqu'au 28 à 6 UTC.
Secteur Ouest 7 à 8. rafales. Mer grosse.
non reproduit : SHANNON, LUNDY, FASNET, IRISH SEA, ROCKALL, MALIN.
HEBRIDES
En cours jusqu'au 28 à 06 UTC
Secteur Nord-est 8, temporairement 9 en journée. Rafales. Mer grosse.

37 **c)** *Exemple n° 3 :* avis du 27 février 2002 pour la zone METAREA II.

43 WONT50 LFPW 270715
SÉCURITÉ ON METAREA 2, METEO-FRANCE,
WARNING NR 118, WEDNESDAY 27 FEBRUARY 2002 AT 0715 UTC
GENERAL SYNOPSIS, WEDNESDAY 27 AT 00 UTC
LOW 973 58N10W MOVING EAST-SOUTHEAST AND FILLING, EXPECTED 988 OVER IRELAND BY 28/12 UTC.
— IROISE, YEU
FROM 27/18 UTC TO 28/06 UTC AT LEAST.
WESTERLY OCCASIONALLY 8. GUSTS.
— PAZENN
FROM 27/12 UTC TO 28/06 UTC AT LEAST.
EXCEPT IN FAR SOUTH, WESTERLY 8. GUSTS.
— ROMEO
FROM 27/12 UTC TO 28/06 UTC
IN NORTHEAST, WEST OR NORTHWEST 8. GUSTS

01 **2.3.1.2. Bulletins météorologiques.**

07 Diffusés selon un horaire régulier, les bulletins météorologiques peuvent être de plusieurs sortes : bulletins côte (jusqu'à 20 milles des côtes), bulletins large (jusqu'à 200 milles), bulletins grand large (bulletins METAREA pour la haute mer). Ils comprennent obligatoirement le rappel des avis de vent fort, des informations sur la situation générale et son évolution prévue.

13 On trouvera en annexe F au présent volume les glossaires « anglais-français » et « espagnol-français » et « français-anglais-espagnol » des principaux termes utilisés dans les bulletins météorologiques (§ 5.6.2, 5.6.3 et 5.6.4).

19 Depuis novembre 2006, des abréviations communes internationales pour l'océanographie et la météorologie marine (CMOM) sont utilisées par Météo-France et d'autres services météorologiques dans leurs bulletins réguliers diffusés par les stations NAVTEX international, les avis (avis de vent fort, BMS, etc.) restant en langage clair. Ces abréviations ne sont pas utilisées dans les bulletins et avis météorologiques METAREA diffusés par SafetyNET.

25 L'emploi de ces abréviations internationales dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX international est appelé à se généraliser à court terme.

31 La liste de ces abréviations est présentée au paragraphe 5.6.5.

01 **2.3.1.2.1. Contenu des bulletins météorologiques.**

07 Les bulletins météorologiques comprennent les parties suivantes :

13 — Partie I : rappel des avis ou par exemple « avis de tempête néant » si aucune tempête n'affecte la zone ;

19 — Partie II : résumé descriptif de la situation générale dans la zone de prévision ;

25 — Partie III : prévisions :

31 a) indication de la période de validité ;

37 b) désignation de la zone (ou des zones) intéressée(s) ;

43 c) description des éléments suivants : direction et vitesse du vent, visibilité, temps, état de la mer, modifications que peuvent subir ces éléments au cours de la période de prévision (généralement 24 heures).

49 Le texte peut être complété par les parties suivantes :

55 — Partie IV : tendance ultérieure, court paragraphe permettant d'informer l'usager des, risques de phénomènes dangereux (vent fort essentiellement) prévu au-delà de la période couverte par la partie III (généralement à 48 ou 72 heures).

61 — Partie V : analyse du temps présent et/ou prévu décrivant, à l'aide du code IAC FLEET (§ 4.2), les centres d'action, les isobares et les fronts ;

67 — Partie VI : choix de messages d'observations de navires ;

73 — Partie VII : choix de messages d'observations de stations terrestres.

79 Remarques :

85 — les bulletins METAREA pour la haute mer ou le grand large

contiennent les parties I à III et peuvent être complétés des parties IV, V, VI ou VII ;

91 — les bulletins de Météo-France contiennent les parties I à IV pour les bulletins du large et du grand large, et les parties I, II, III, IV et V (observations des sémaphores en clair) pour les bulletins côte.

01 **2.3.1.2.2. Exemples de bulletins météorologiques.**

07 Ces exemples sont extraits du site Web de Météo-France.

13 **a)** *Exemple n° 1* : bulletin côte du 27 février 2002 (pour la Bretagne)

19 FQFX45 LFRN 271234
ORIGINE METEO-FRANCE BREST
BULLETIN POUR LA NAVIGATION ET LA PECHE CÔTIÈRE ENTRE LA HAGUE ET PENMARC'H LE 27 FÉVRIER 2002 A 12 UTC.
VITESSE DU VENT EN ECHELLE BEAUFORT — MER : SIGNIFICATIVE TOTALE
1- AVIS DE COUP DE GRAND FRAIS A COUP DE VENT NR 59.
2- SITUATION GENERALE LE 27 FÉVRIER A 06 HEURE U.T.C. ET EVOLUTION : RAPIDE COURANT D'OUEST GENERE PAR UNE DEPRESSION 970 HPA CENTREE AU NORD-OUEST DE L'IRLANDE ET SE DECALANT VERS LE SUD-EST EN SE COMBLANT.
3- PREVISIONS POUR L'APRÈS MIDI DU 27 FÉVRIER :
VENT DE SUD-OUEST 7 A 8 BEAUFORT AVEC FORTES RAFALES.
MER FORTE A TRÈS FORTE.
HOULE DE SECTEUR OUEST DE L'ORDRE DE 4 MÈTRES S'AMPLIFIANT
TEMPS A GRAINS. VISIBILITÉ 5 A 10 MILLES RÉDUITE SOUS GRAINS.
4- PRÉVISIONS POUR LA NUIT DU 27 FÉVRIER AU 28 FÉVRIER :
VENT DE SUD-OUEST 7 A 8 BEAUFORT AVEC FORTES RAFALES.
MER FORTE A TRÈS FORTE.
HOULE DE SECTEUR OUEST 4 A 5 MÈTRES ATTEIGNANT LOCALEMENT 6 MÈTRES A LA POINTE DE BRETAGNE.
TEMPS A GRAINS. VISIBILITÉ 5 A 10 MILLES RÉDUITE SOUS PRÉCIPITATIONS.
5- TENDANCE ULTÉRIEURE : VENT D'OUEST 6 A 7 BEAUFORT AVEC RAFALES FRAÎCHISSANT PASSAGÈREMENT 8 BEAUFORT LA NUIT. MER FORTE OU TRÈS FORTE.
6- TEMPS OBSERVE A 12 UTC LE 27 FÉVRIER :
— OUESSANT : VENT D'OUEST 22 NŒUDS. MER FORTE. VISIBILITÉ 13 MILLES. PRESSION 1005 HPA EN BAISSE.
— PERROS-GUIREC : VENT D'OUEST-SUD-OUEST 15 NŒUDS, RAFALES A 28 NŒUDS. MER AGITÉE. VISIBILITÉ 8 MILLES. PRESSION 1005 HPA EN BAISSE.
— LA HAGUE : VENT DE SUD-OUEST 32 NŒUDS, RAFALES A 41 NŒUDS. PRESSION 1002 HPA EN BAISSE.
PROCHAIN BULLETIN LE 27 FÉVRIER A 1730 UTC.

25 **b)** *Exemple n° 2 :* bulletin large du 27 février 2002 pour l'Atlantique et la Manche.

31 **1/ Situation générale** le mercredi 27 février 2002 à 00h UTC et évolution :
Dépression 968 hPa en mer Baltique s'évacue vers le nord-est. Dépression 970 hPa à 150 milles au nord-ouest de l'Irlande se déplace vers le Sud-est, prévue 988 hPa sur l'Irlande demain à la mi-journée. Nouvelle dépression 977 hPa attendue sur la Norvège ce soir.
2/ Prévisions par zones valables jusqu'au jeudi 28 février à 06h UTC :
PAS DE CALAIS, ANTIFER
Secteur Sud-ouest 7 à 8, passagèrement 9 cet après-midi. Rafales. Mer agitée à forte, devenant localement très forte par l'ouest cet après-midi. Grains localement orageux. Visibilité réduite grains.
CASQUETS, OUESSANT
Ouest à Sud-ouest 7 à 8. Rafales. Mer forte à très forte, devenant passagèrement grosse sur OUESSANT cette nuit. Grains localement orageux. Visibilité réduite grains.
IROISE
Ouest à Sud-ouest 5 à 7, passagèrement 8 sur l'extrême nord, fraîchissant 7 à 8 ce soir. Rafales. Mer forte à très forte, devenant très forte. Grains parfois orageux. Visibilité réduite sous grains.
YEU
Ouest à Sud-ouest 4 à 6, fraîchissant secteur Ouest 6 à 7 cet après-midi, puis passagèrement 8 sur l'ouest cette nuit. Rafales. Mer forte, devenant très forte par l'ouest. Grains localement orageux. Visibilité réduite sous grains.
ROCHEBONNE
Secteur Ouest 5 à 6, fraîchissant passagèrement 7 au nord cette nuit. Rafales. Mer forte, devenant forte à très forte. Pluie puis quelques averses. Visibilité s'améliorant.
CANTABRICO
Secteur Ouest 4 à 6. Mer agitée à forte. Pluie. Visibilité médiocre à bonne.
FINISTERRE
Secteur Ouest 4 à 6, virant Ouest à Nord-ouest cet après-midi, puis mollissant 3 à 5 cette nuit. Mer forte. Pluie puis averses. Visibilité s'améliorant.
PAZENN
Secteur Ouest 5 à 7, localement passagèrement 7 à 8 sur le nord. Rafales. Mer très forte, devenant localement grose sur le nord. Grains localement orageux. Visibilité réduite sous grains.
SOLE
Secteur Ouest 7 à 8. rafales. Mer très forte à grosse. Grains localement orageux. Visibilité réduite sous grains.
non reproduit : SHANNON, LUNDY, FASNET, IRISH SEA, ROCKALL, MALIN
HEBRIDES
Fraîchissant secteur Nord-est passagèrement 7 à 9 par le nord, puis mollissant 7 à 8 en première partie de nuit. Rafales. Mer très forte à grosse. Grains localement orageux.. Visibilité réduite sous grains.

37 **c)** *Exemple n° 3 :* bulletin SMDSM du 27 février 2002 concernant la zone METAREA II, non totalement reproduit (le texte de *Part 3* n'est reproduit que pour 10 zones).

43 FQNT50 LFPW 270859
SÉCURITÉ
WEATHER BULLETIN ON METAREA 2, METEO-FRANCE, TOULOUSE, WEDNESDAY 27 FEBRUARY 2002 AT 09 UTC.
WIND SPEED IN BEAUFORT SCALE - SEA : TOTAL SIGNIFICANT
PART 1 : WARNING : NR 118.
PART 2 : GENERAL SYNOPSIS, WEDNESDAY 27 AT 00 UTC

LOW 973 58N10W MOVING EAST-SOUTHEAST AND FILLING, EXPECTED 988 OVER IRELAND BY 28/12 UTC. HIGH 1032 EAST OF NEWFOUNDLAND DRIFTING EAST AND BUILDING, EXPECTED 1037 NEAR 46N38W BY 28/12 UTC, EXTENDING A RIDGE TO AZORES. ITCZ ALONG 4N10W 4N17W 3N23W 3N30W 3N43W 4N56W.

PART 3 : AREA FORECASTS TO THURSDAY 28 AT 12 UTC :

— FARADAY, ALTAIR : NORTHWESTERLY 3 TO 5, INCREASING 5 OR 6 IN EAST LATER. ROUGH OR VERY ROUGH. SHOWERS IN NORTHEAST.

— ROMEO : WESTERLY 6 OR 7, LOCALLY 8 WITH GUSTS IN NORTHEAST, VEERING NORTHWESTERLY 5 OR 6 LATER. VERY ROUGH OR HIGH. SQUALLS, LOCALLY THUNDERY.

— CHARCOT : NORTHWESTERLY 3 OR 4, LOCALLY 5 IN FAR NORTH, DECREASING 2 TO 4 SOON, THEN INCREASING 3 TO 5 AT THE END. ROUGH, LOCALLY VERY ROUGH IN NORTH. SHOWERS.

— PAZENN : IN FAR SOUTH, WESTERLY 5 OR 6. ELSEWHERE, WESTERLY 6 TO 8 WITH GUSTS. VERY ROUGH OR HIGH. SQUALLS, LOCALLY THUNDERY

— IROISE, YEU : WESTERLY 6 OR 7, INCREASING 7 OCCASIONALLY 8 SOON, DECREASING 6 OR 7 LATER. GUSTS. BECOMING HIGH SOON. SQUALLS, LOCALLY THUNDERY.

— ROCHEBONNE : WESTERLY 5 OR 6. BECOMING VERY ROUGH, LOCALLY HIGH IN WEST. SCATTERED SHOWERS.

— CANTABRICO : WESTERLY 5 OR 6, DECREASING 4 OR 5 LATER. ROUGH OR VERY ROUGH.

— FINISTERRE : WESTERLY 4 OR 5, VEERING NORTHWESTERLY SOON, THEN BACKING WESTERLY 3 TO 5 LATER. VERY ROUGH. RAIN.

PART 4 : OUTLOOK FOR NEXT 24 HOURS :

THREAT OF NEAR GALE OR GALE IN ROMEO, PAZENN AND IROISE. ELSEWHERE, NO DANGEROUS PHENOMENON EXPECTED.

01 **2.3.1.3. Messages codés.**

07 Voir les sous-chapitres 4.1 (SHIP), 4.2 (IAC FLEET), 4.3 (MAFOR) et 4.4 (Code des glaces de la Baltique) qui décrivent ces codes.

13 La plupart des logiciels proposés sur le marché et permettant de décoder l'information diffusée par radio (morse, radiotélétype, Navtex, fac-similé), possèdent des fonctions telles que le décodage des messages codés, le pointage sur une carte, le tracé des isolignes...

19 Exemple de message Mafor diffusé sur VHF le 29 mai 2001 matin par le centre canadien de Thunder Bay (Grands lacs) :

25 MAFOR 2914

31 Superior West. 11100 11900 15900 Waves 1 Metre or less.

37 Superior East. 11720 12730 13730 14700 Waves near 1 metre building to near 2 this afternoon then lowering to 1 or less near midnight.

43 Whitefish. 11720 13730 14720 Waves near 1 metre building to near 2 this afternoon then lowering to 1 or less overnight.

49 Huron North. 11720 11730 15730 Waves 1 to 2 metres.

55 Huron South. 13820 14830 11820 Waves 1 metre or less building to 1 to 2 near noon then to near 2 this evening.

61 Georgian. 16730 Waves 1 to 2 metres.

01 **2.3.2. DOCUMENTS MÉTÉOROLOGIQUES SOUS FORME GRAPHIQUE.**

01 **2.3.2.1. Présentation des principaux documents graphiques.**

07 Pour représenter le temps qu'il fait et le temps prévu, les météorologistes utilisent différents types de carte, en surface et en altitude. Les cartes en surface sont évidemment les plus utiles pour les marins. Les cartes en altitudes, très utilisées en aéronautique, présentent également un intérêt pour les autres usagers car elles permettent de visualiser la circulation générale de l'atmosphère et d'en déduire, dans une certaine mesure, l'évolution des systèmes météorologiques (dépression, fronts) en surface.

13 Qu'elles soient de surface ou d'altitude, les cartes peuvent être :

19 — des cartes pointées d'observation : les différents paramètres mesurés ou observés sont pointés à leur emplacement géographique selon un code spécifique ;

25 — des cartes d'analyse : ce sont des cartes du temps présent tracées soit manuellement à partir des cartes pointées d'observation, soit par un modèle numérique qui interprète les différentes mesures. En surface, elles représentent généralement la pression et les fronts et, en altitude, la pression et la température. Les cartes d'analyse de vent, de vague et de température de la mer sont également très courantes ;

31 — des cartes de prévision. Les cartes de prévision comportent les mêmes paramètres que les cartes d'analyse (vent, pression, température...).

37 Les principales cartes pouvant intéresser les navigateurs sont donc les cartes pointées d'observations synoptiques, les cartes d'analyse en surface (et éventuellement en altitude), les cartes de prévisions des isobares et des fronts (cartes *préiso*), les cartes de prévisions de vents, de vagues et de houle ou de vagues, les cartes des glaces, les cartes de température en surface et les images satellitaires.

43 Toutes ces cartes sont obtenues par télécopie, fac-similé, par réception de messages codés, et par Internet (sites Web, courrier électronique). Les messages codés (chapitre 4) permettent d'établir (automatiquement ou manuellement) des cartes météorologiques avec isobares et fronts, analysées ou prévues, décrites point par point (messages IAC-FLEET), et des cartes synoptiques à partir des observations synoptiques de navires (messages SHIP).

49 Pour le navigateur qui aurait à élaborer de telles cartes et qui n'aurait pas de logiciel adapté pour décoder et visualiser les messages codés, les indications pour tracer manuellement une carte synoptique ou une carte d'analyse sont présentées aux paragraphes 5.2.3.1 et 5.2.3.2.

55 Les symboles internationaux utilisés pour la présentation des cartes sont l'objet de l'annexe B (§ 5.2.1). Des informations permettant, d'une façon très sommaire, de comprendre et d'interpréter une carte météorologique sont présentées au sous-chapitre 5.2.4.

01 **2.3.2.2. Cartes pointées d'observations synoptiques.**

07 Les cartes pointées d'observations synoptiques sont les cartes reportant les observations de stations à terre et à la mer (navires, bouées, etc.) [messages SHIP] à un instant donné. Les éléments observés (pression, vent, température, surface, visibilité, nuages, etc.) y sont indiqués (fig. 2.3.2.2).

13 Utilisées conjointement à une carte d'analyse ou à un bulletin, ces cartes permettent de préciser plus concrètement les conditions de temps sur un secteur particulier.

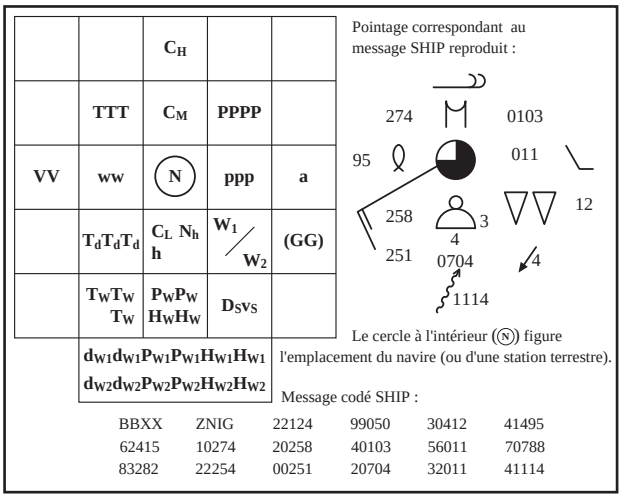
19 Nota relatif à la figure 2.3.2.2 (pointage d'observation synoptique en hémisphère Sud) :

25 - GG n'est inscrit que si l'heure de l'observation est différente de l'heure du réseau de la carte.

31 - En France, TTT, $T_dT_dT_d$ et $T_wT_wT_w$ sont pointés TT, T_dT_d, T_wT_w, le dixième de °C étant omis ; PPPP est pointé PPP, les chiffres des milliers et des centaines de hPa étant omis.

01 **2.3.2.3. Cartes d'analyse.**

07 Les cartes d'analyse sont des cartes d'analyse en surface et des cartes d'analyse en altitude, notamment les cartes 500 hPa.



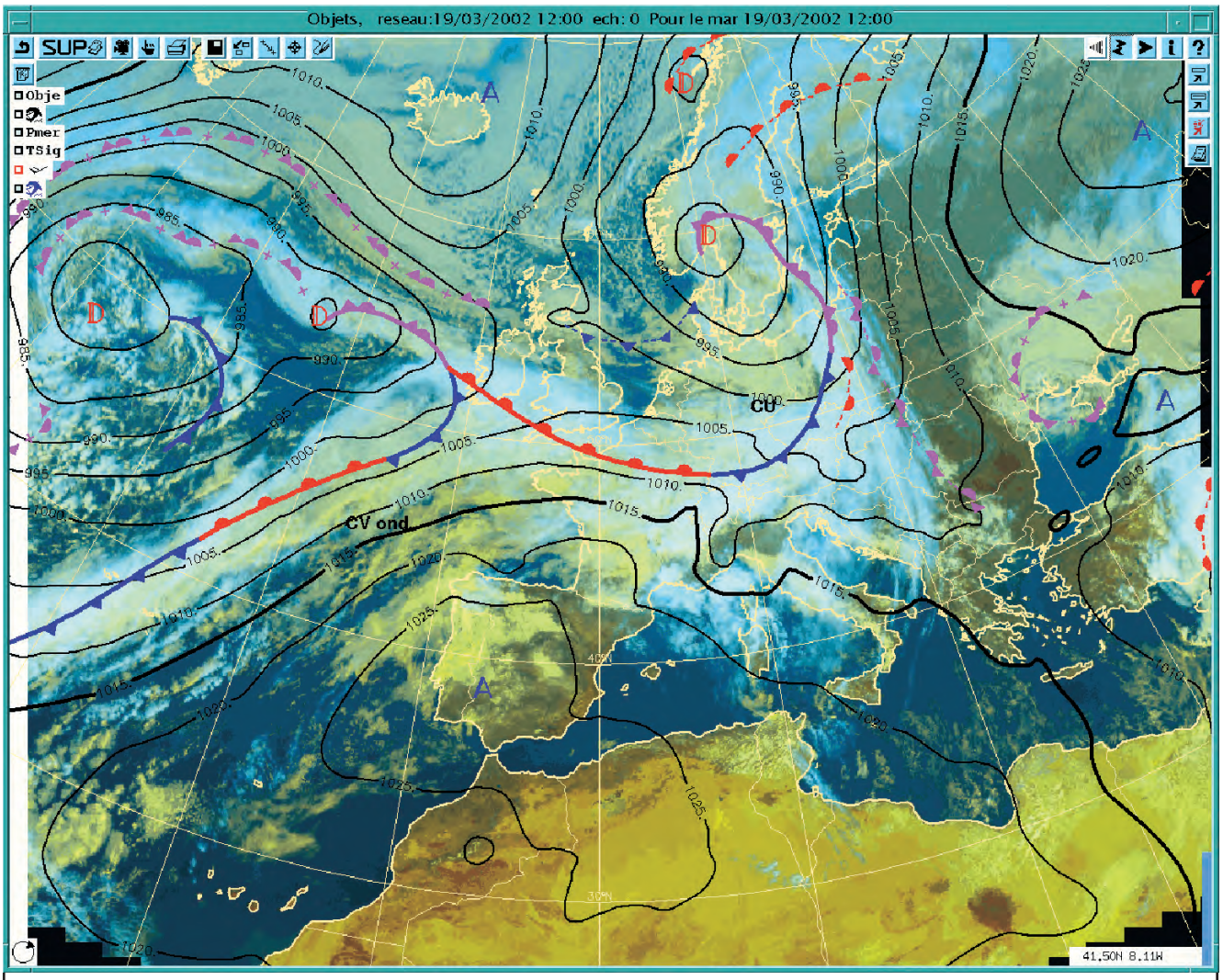
2.3.2.2. — Exemple de pointage d'observation synoptique.

01 **2.3.2.3.1. Cartes d'analyse en surface.**

07 Ces cartes sont tracées par les prévisionnistes à partir des observations synoptiques (00h00 et 12h00 UTC en général, et éventuellement 06h00 et 18h00 UTC), des sorties de modèles, des photos satellitaires, etc. Sur ces cartes figurent la position des principaux systèmes isobariques et frontaux, et éventuellement leur mouvements. Elles peuvent comporter également, en superposition, l'image satellite du moment. Ce type de document est de plus en plus courant sur Internet. Peuvent également y figurer les observations des navires, de bouées et de stations terrestres, comme sur une carte pointée.

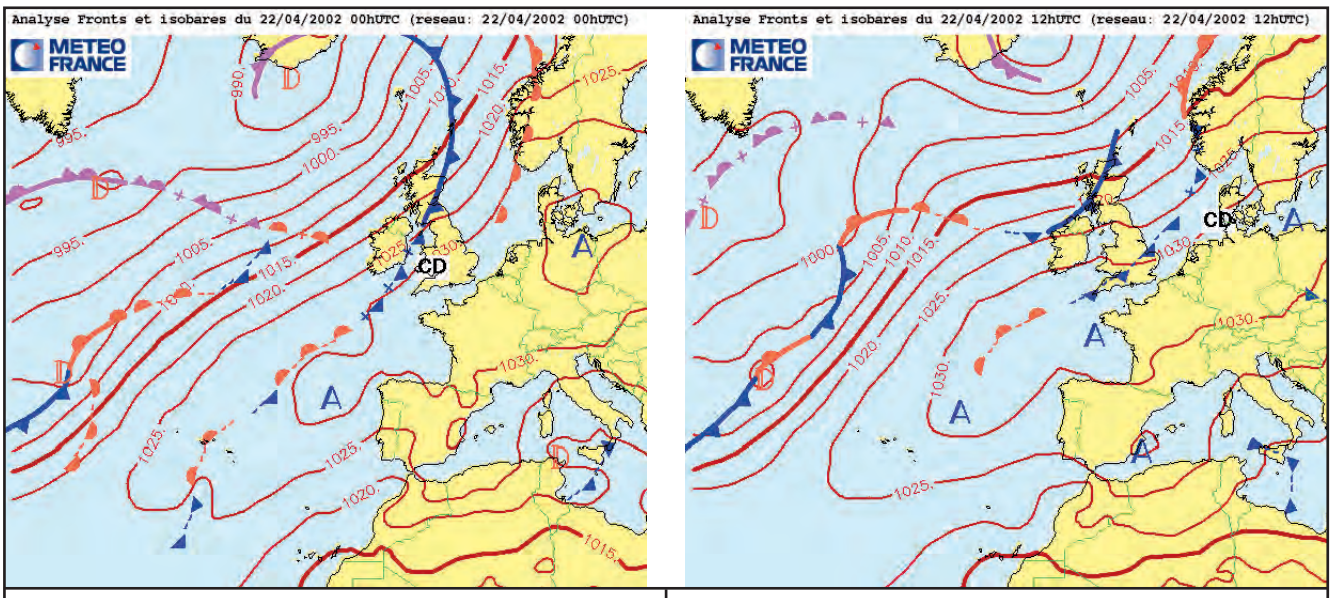
13 La carte d'analyse en surface est un excellent moyen pour se faire une idée, d'un seul coup d'œil, de la situation météorologique et de son évolution sur un vaste domaine. Plus la zone couverte par la carte est importante, plus il est facile d'avoir une idée de l'évolution du temps à longue échéance. Une seule carte d'analyse par jour suffit si la situation météorologique est assez stable, mais, si la situation évolue rapidement et si l'on désire se faire une idée assez précise, deux cartes par jour sont alors nécessaires.

19 La figure 2.3.2.3.1.A reproduit deux cartes d'analyse du site Internet de Météo-France pour une même journée à 00h00 et



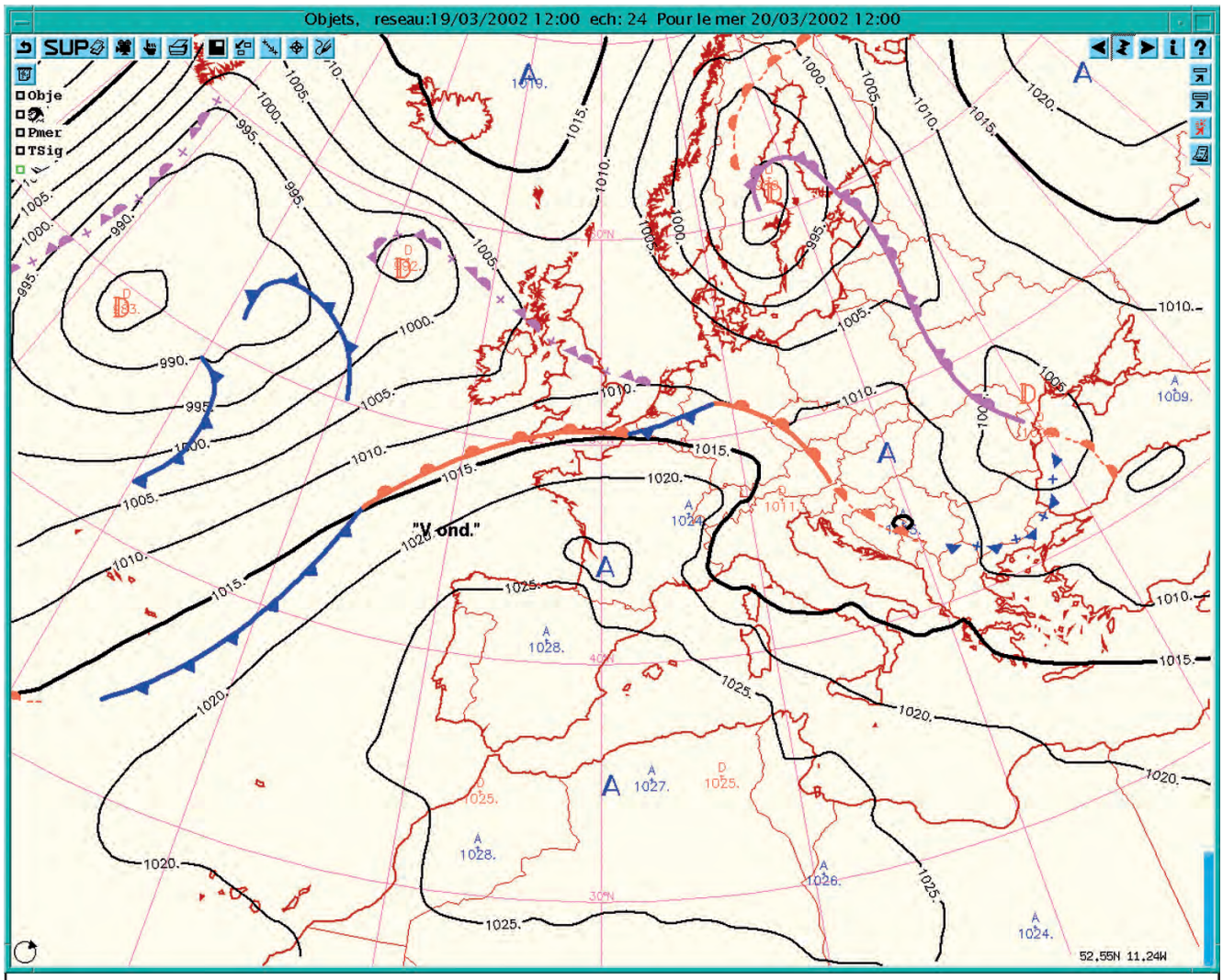
Analyse du 19 mars 2002 avec fronts, isobares et image satellite du type composition colorée. Les nuages bas (stratus, stratocumulus), ne donnant pas de précipitation, apparaissent en jaune ; les nuages élevés (cirrus, cirrostratus…) sont en bleu et les nuages épais, générateurs de précipitation, liés aux fronts (nimbostratus) ou constituant la traîne de la perturbation (cumulus, cumulonimbus), sont en blanc. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.3.1.B. — Carte d'analyse de Météo-France.



Analyse du 22/04/2002 à 00h 00 UTC (réseau de 00 h 00 UTC)	Analyse du 22/04/2002 à 12 h 00 UTC (réseau de 12 h 10 UTC)

2.3.2.3.1.A. — Cartes d'analyse (site Web de Météo-France, www.meteo.fr/marine).



Carte isobares et fronts prévue le 19 mars 2002 pour le 20 mars 2002 à 12 h UTC. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.4.A. — Carte de prévision en surface à 24 heures de Météo-France.

12h00 UTC, la figure 2.3.2.3.1.B une carte d'analyse de Météo-France, avec fronts, isobares et image satellite.

01 **2.3.2.3.2. Cartes d'analyse en altitude.**

07 Les cartes d'analyse en altitude complètent les cartes au sol en apportant une information sur l'activité des fronts, la présence de zones orageuses, les risques éventuels de creusement des dépressions. Leur lecture nécessitant une bonne expérience, elles sont plutôt destinées à l'usage des spécialistes prévisionnistes. Les cartes d'altitude diffusées par Internet ou par radio fac-similé sont le plus souvent des cartes 500 hPa.

13 Les cartes d'analyse en altitude définissent l'altitude des points ayant une pression donnée. Elles sont équivalentes à une carte de pression à une altitude donnée. Par exemple, sur une carte 500 hPa, l'isoligne cotée 580 relie tous les points pour lesquels on rencontre une pression de 500 hPa à 5800 m d'altitude. La carte 500 hPa dessine ainsi la topographie de la surface de pression 500 hPa, comme le montre la figure 1.1.6.1.D. Les isolignes, nommées isohypses, sont de véritables courbes de niveau délimitant des bosses (zones où la surface 500 hPa est élevée) et des creux. Ces bosses et ces creux sont équivalents respectivement à des zones de haute et de basse pression.

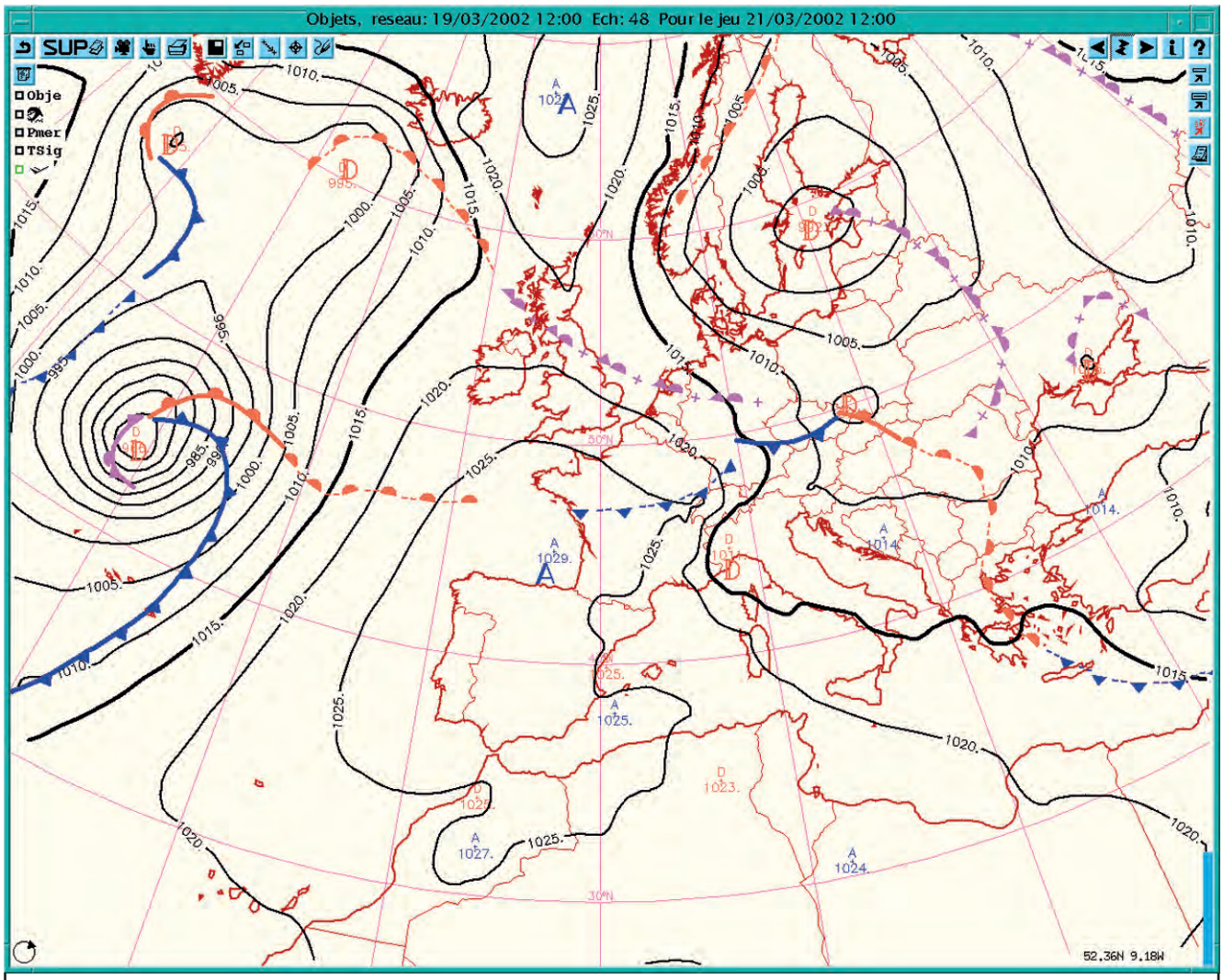
19 Comme pour les cartes de pression en surface, les cartes de pression en altitude permettent d'en déduire le vent. Le vent circule entre haute et basse pression en suivant la loi de Buys-Ballot (dans l'hémisphère nord, le vent tourne autour des basses pressions dans le sens inverse des aiguilles d'une montre). Plus les isolignes sont serrées, plus le vent est fort. Seule différence avec la surface, en altitude, le vent est parallèle aux isolignes car il n'y a pas de frottement.

25 Plus le flux d'altitude est rapide, plus la circulation des dépressions et des fronts en surface est rapide et plus les risques de creusement des dépressions sont grands. Le flux d'altitude détermine aussi la direction de déplacement des phénomènes en surface.

31 Les cartes d'altitude comportent presque toujours un deuxième paramètre : la température.

37 Généralement, isothermes et isohypses (équivalents aux isobares) sont parallèles. Les hautes pressions sont liées à l'air chaud et les basses pressions à l'air froid. Dans ce cas l'atmosphère est dite barotrope et il n'y a pas ou peu de risque de creusement de dépression en surface. En revanche, quand isothermes et isohypses présentent un angle, l'atmosphère est dite barocline. Par exemple, si le flux d'altitude amène de l'air de plus en plus froid, cela se traduit au sol par un creusement des dépressions.

43 Les isothermes de la carte 500 hPa permettent également de repérer les zones de développement de foyers orageux, notamment ceux liés aux "gouttes froides d'altitude" (dépression enfermant une poche d'air froid). Il s'agit d'une situation, assez fréquente, relativement stable dans le temps, et favorable à la formation de précipitations pluvio-orageuses.



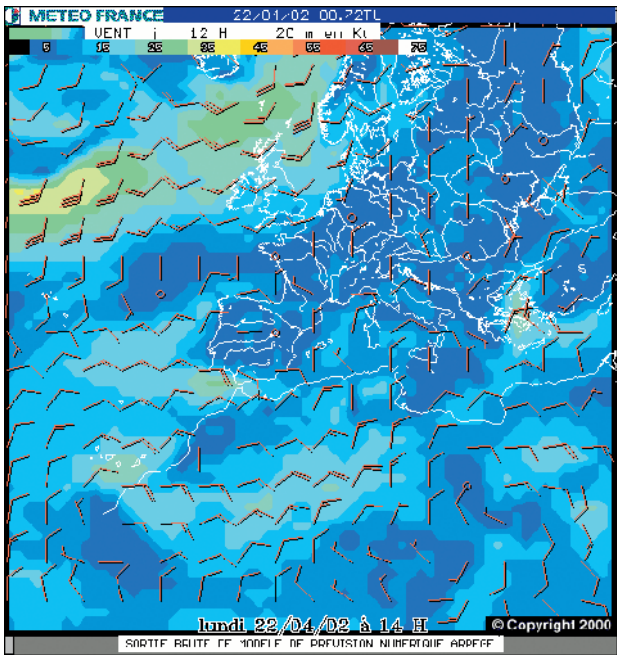
Carte isobares et fronts prévue le 19 mars 2002 pour le 21 mars 2002 à 12 h UTC. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.4.B. — Carte de prévision en surface à 48 heures de Météo-France.

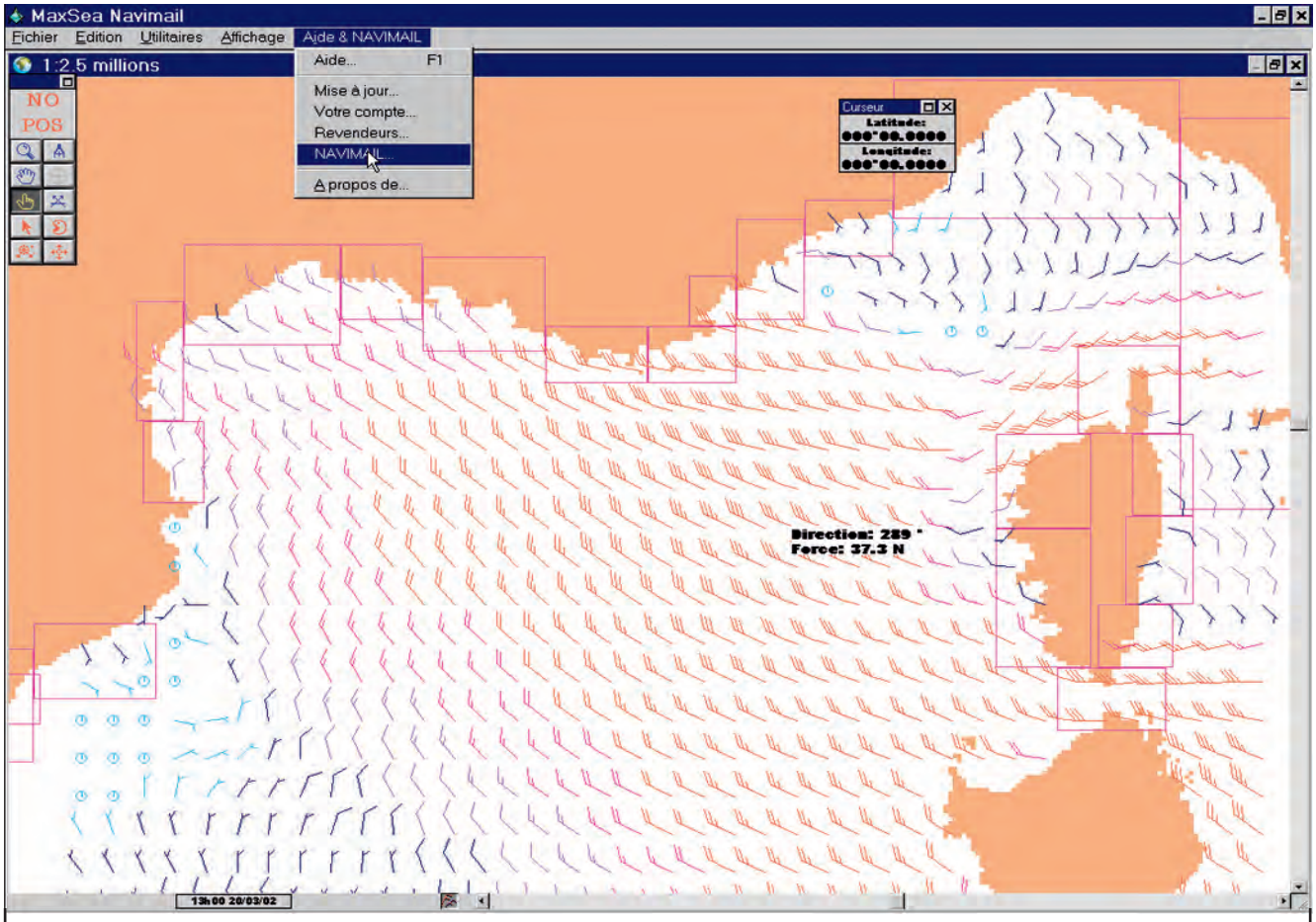
01 **2.3.2.5. Cartes de vents.**

07 Les cartes de prévision de vents, appelées également champ de vents ou cartes de vents sont des cartes qui affichent le vent prévu en surface, jusqu'à 72 heures ou plus, et sont à utiliser conjointement avec le cartes isobariques. Les cartes de vents sont soit des sorties brutes de modèle de prévision numérique, soit issues de ces modèles. En ce dernier cas, les isobares y sont tracées et les centres d'action indiqués. La précision des vents prévus par les modèles est très largement supérieure à celle calculée à l'aide d'abaques (§ 1.4.1.1).

13 Les champs de vents sont généralement représentés par des flèches et barbules (fig. 2.3.2.5A et B), mais ils peuvent aussi l'être par des lignes isotachs (lignes d'égale vitesse du vent) qui font ressortir les zones de vents forts ou de vents faibles, ou par des lignes de courant qui donnent une idée générale du flux.



2.3.2.5.A. — Carte de prévision de vents à 12 heures.
(site Web de Météo-France).

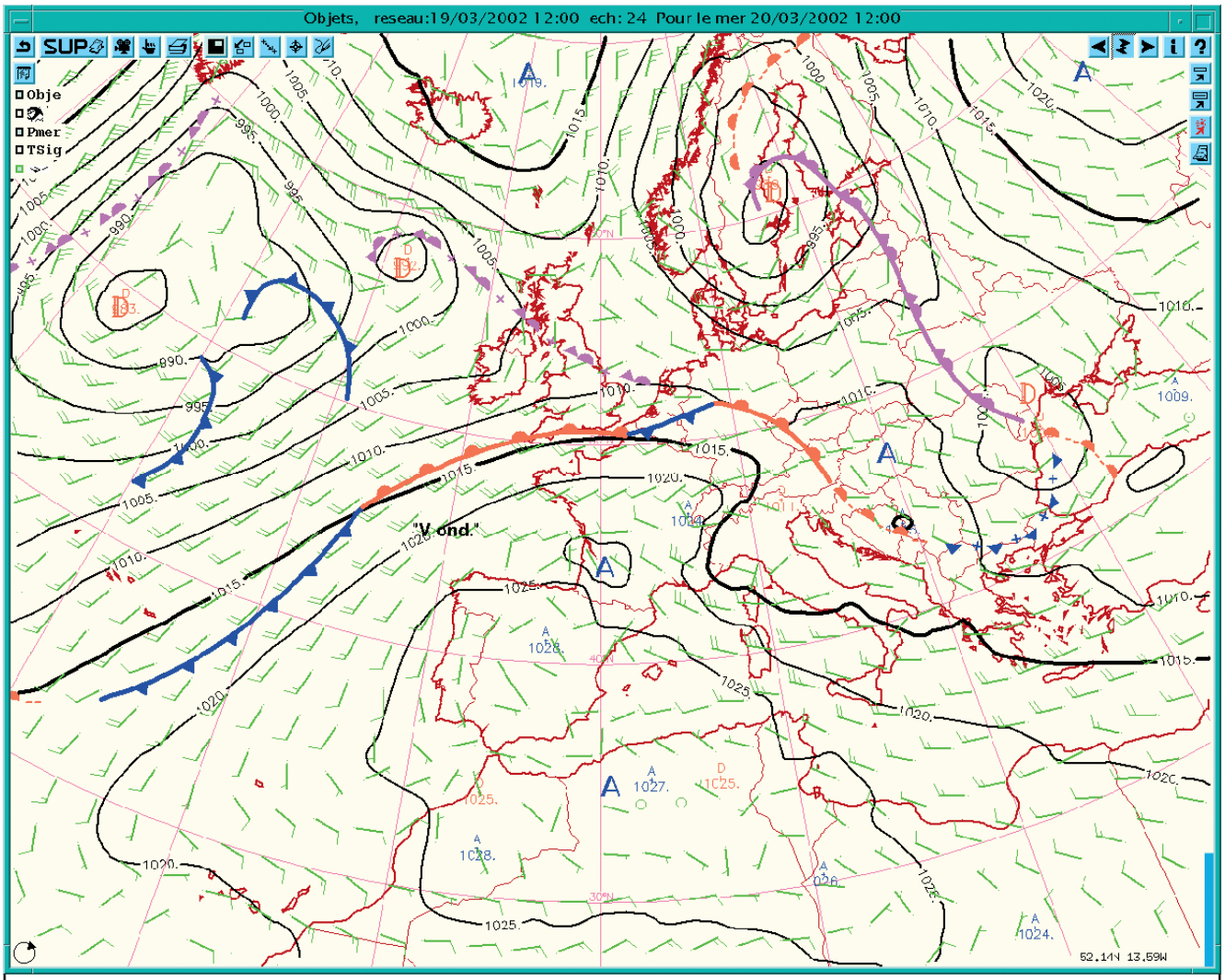


Prévision de vent (échéance 12 heures) issu du modèle à maille fine Aladin de Météo-France pour le 20 mars 2002 à 12 h UTC. Densité des points de grille : 0,2° (25 km) en latitude et longitude.

2.3.2.5.B. — Carte de vent Navimail de Météo-France.

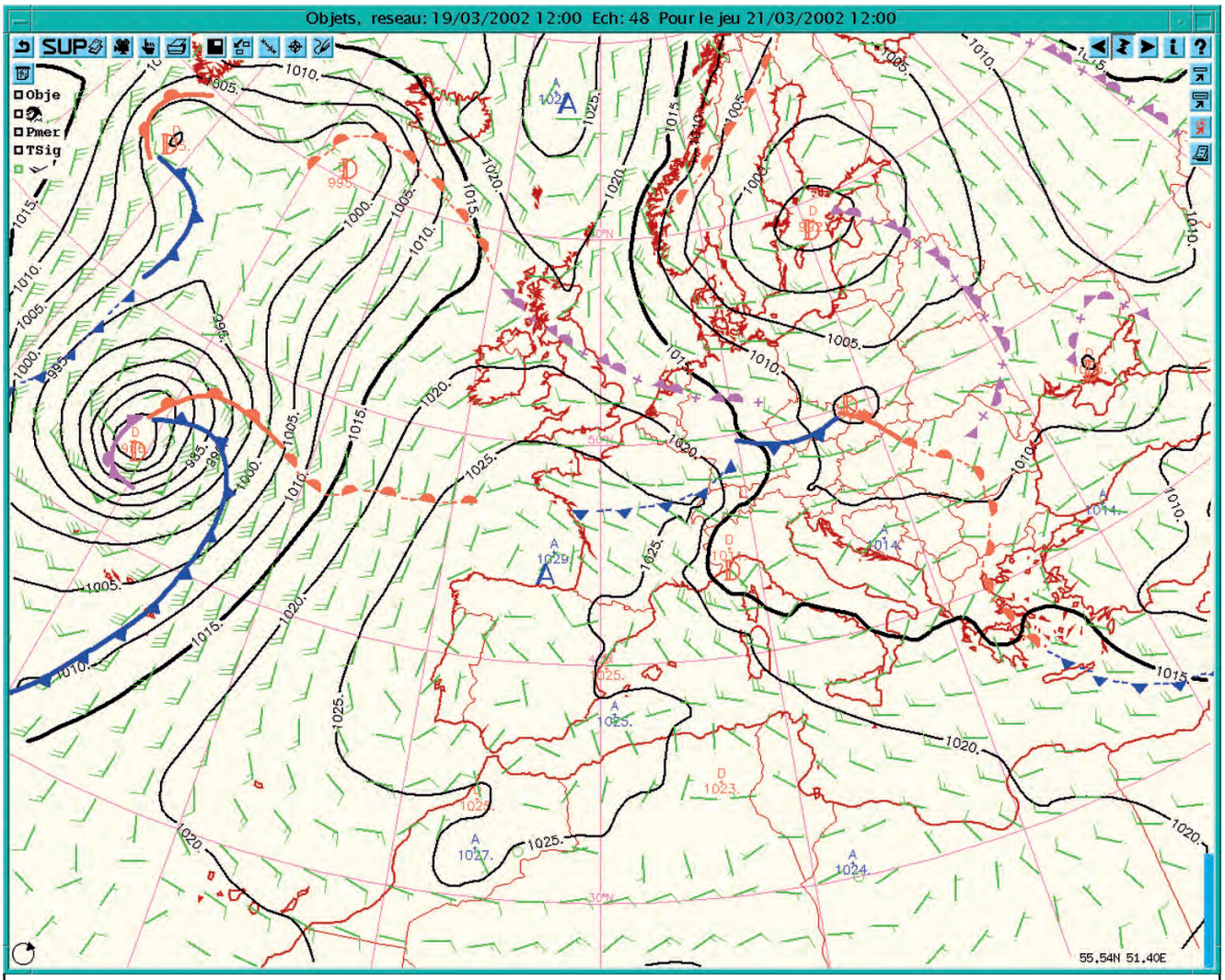
19 Il est infiniment plus pratique et plus précis d'utiliser ce type de carte plutôt que de déduire le vent à l'aide d'abaque d'après les cartes de pression. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que pour l'instant, les cartes de vents sont généralement directement issues des modèles numériques de prévision du temps. Elles ne sont pas corrigées par un prévisionniste. Or, malgré l'amélioration constante des modèles, ces derniers présentent tous sinon des défauts, du moins des caractéristiques qu'il faut connaître pour bien utiliser ces documents. Par exemple, les modèles ont tendance à moyenner le vent. Au passage d'un front froid, on rencontre généralement temporairement un vent beaucoup plus fort que ce qui est indiqué. De même, au centre d'un ouragan, le vent est sans commune mesure avec ce qu'affiche le modèle (de l'ordre de deux à dix fois plus).

25 La figure 2.3.2.5.B reproduit une carte des vents Navimail, les figures 2.3.2.5.C et D sont des cartes de prévision isobares, fronts et vents en surface de Météo-France.



Carte isobares, fronts et vent en surface prévue le 19 mars 2002 pour le 20 mars 2002 à 12 h UTC. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.5.C. — Carte de prévision en surface à 24 heures de Météo-France.



Carte isobares, fronts et vent en surface prévue le 19 mars 2002 pour le 21 mars 2002 à 12 h UTC. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.5.D. — Carte de prévision en surface à 48 heures de Météo-France.

des défauts, du moins des caractéristiques qu'il faut connaître pour bien utiliser ces documents. Par exemple, les modèles ont tendance à moyenner le vent. Au passage d'un front froid, on rencontre généralement temporairement un vent beaucoup plus fort que ce qui est indiqué. De même, au centre d'un ouragan, le vent est sans commune mesure avec ce qu'affiche le modèle (de l'ordre de deux à dix fois plus).

25 La figure 2.3.2.5.B reproduit une carte des vents Navimail, les figures 2.3.2.5.C et D sont des cartes de prévision isobares, fronts et vents en surface de Météo-France.

01 **2.3.2.6. Cartes de vagues et cartes de la houle.**

07 Le principal paramètre utilisé pour la prévision numérique des vagues étant le vent, l'organisation des modèles de prévision de vague est calquée sur celle des modèles de prévision du temps. Ainsi, il existe des modèles de couverture mondiale, à longue échéance, mais de définition moyenne (un point tous les degrés de latitude et de longitude par exemple) et des modèles à maille fine (un point tous les 0,25 degré de latitude et de longitude), mais à domaine limité et sur des échéances plus courtes.

13 En matière de prévision de vague, on distingue la mer du vent (vagues générées par le vent présent et se dirigeant dans la même direction que celui-ci), la houle (vagues générées ailleurs et s'étant propagées) et la mer totale, combinaison des deux. Chacun de ces types de vague est lui-même défini par une hauteur (généralement la hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes, H1/3), une direction de propagation et une période.

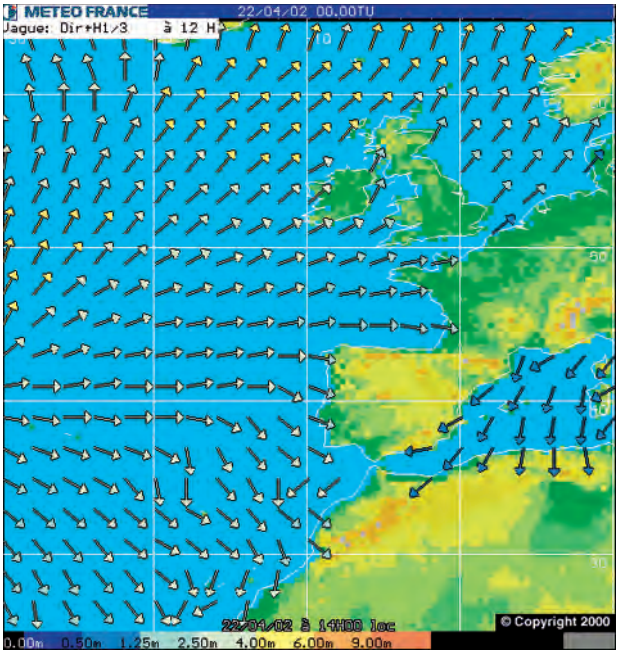
19 Devant la multiplication des paramètres à représenter, les cartes de vague sont des documents parfois complexes.

25 Le type de représentation le plus courant est le suivant :

31 — hauteur significative H1/3 de la mer totale sous forme d'isolignes ou de plages de couleur ;

37 — une flèche représentant la mer du vent (longueur proportionnelle à la hauteur de la mer du vent) ;

43 — une flèche d'un autre type représentant la composante la plus énergétique de la houle (longueur proportionnelle à la hauteur de cette houle).



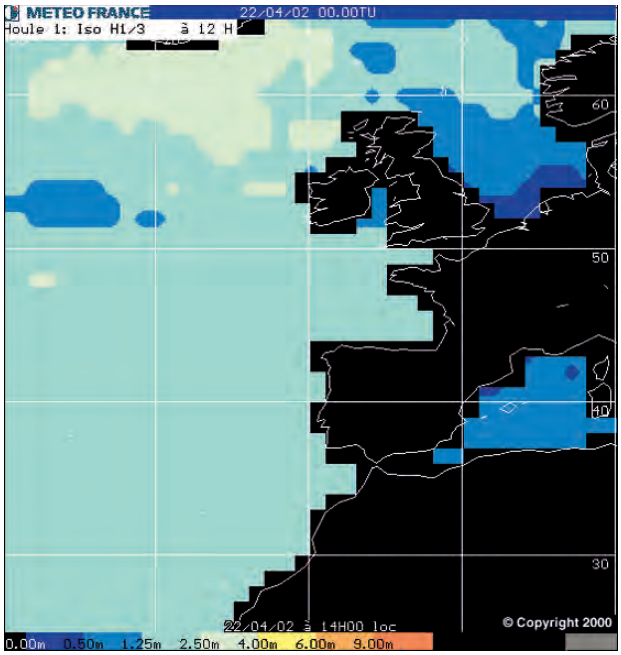
2.3.2.6.A. — Carte de prévision de vagues à 12 heures.

(site Web de Météo-France).

49 Sur certains documents, la longueur des flèches est proportionnelle à la période des vagues.

55 Les cartes de vagues et les cartes de houle sont des cartes de prévision.

61 La figure 2.3.2.6.A présente une carte des vagues (prévision de hauteur et de direction des vagues de mer totale), la figure 2.3.2.6.B une carte de houle (prévision de hauteur de la houle). Les figures 2.3.2.6.C et D reproduisent deux cartes de prévision de vagues de Météo-France/Synergie.

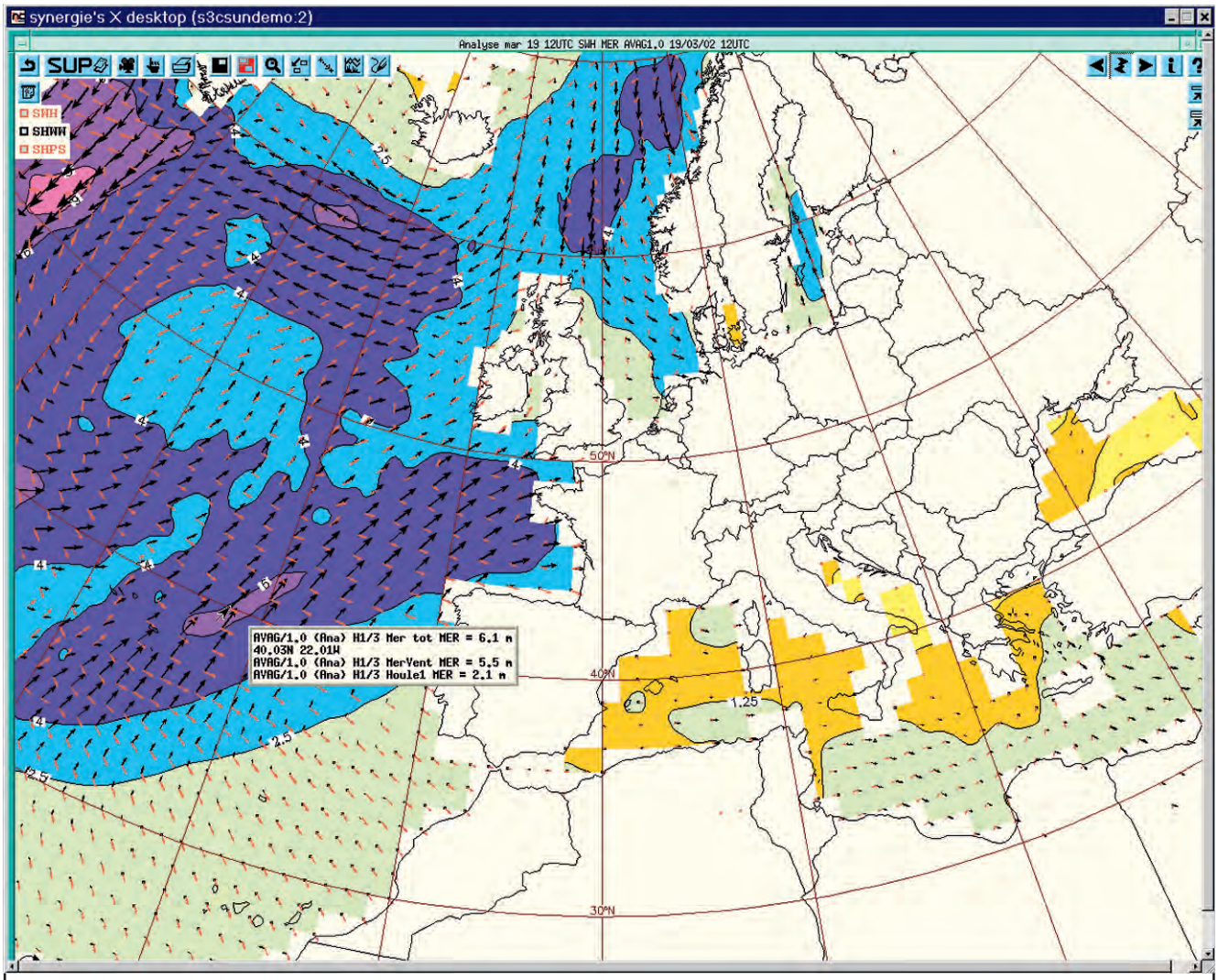


2.3.2.6.B. — Carte de prévision de houle à 12 heures.

(site Web de Météo-France).

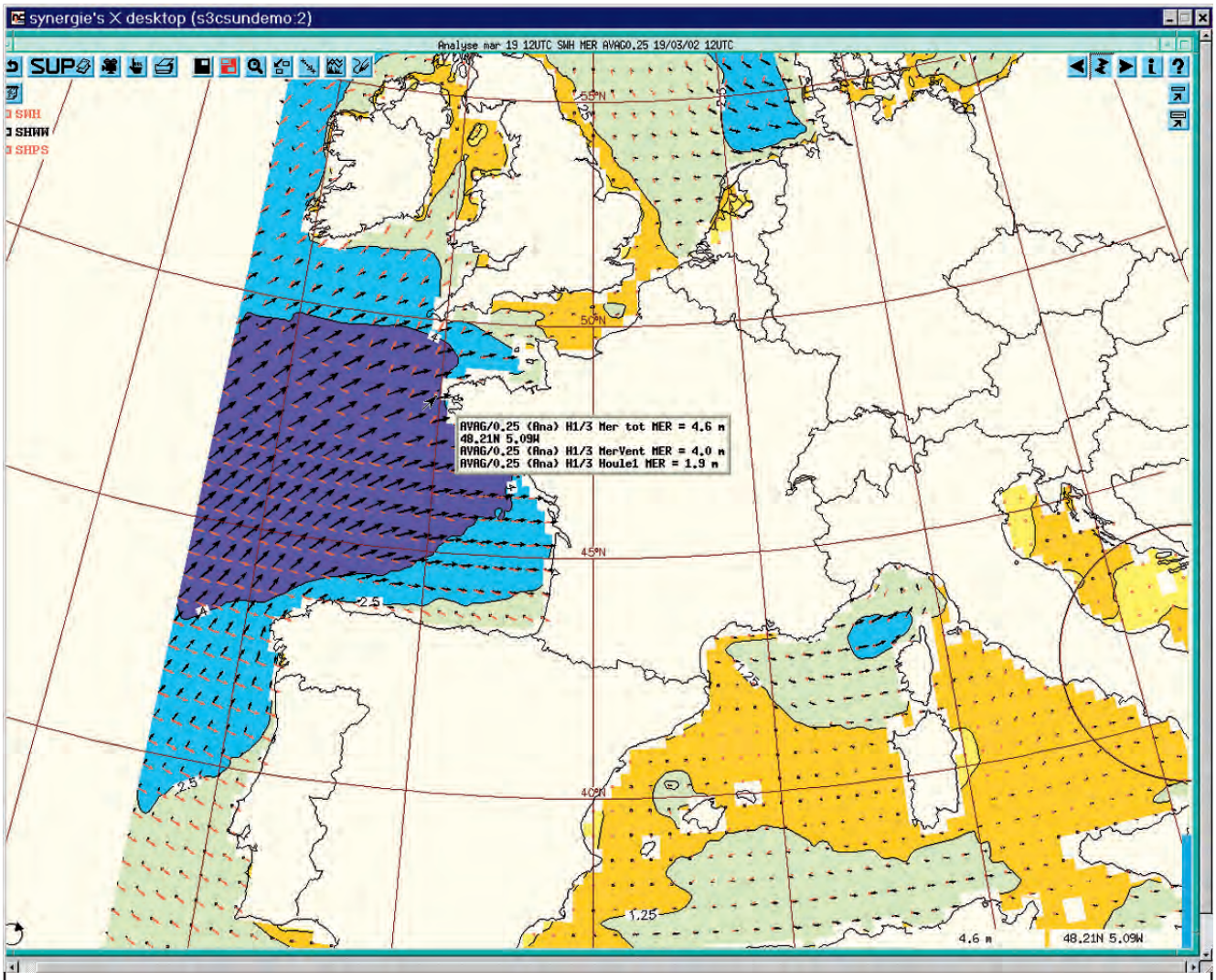
Paragraphe 2.3.2.7 (Cartes des glaces) : **voir page 153**

Paragraphe 2.3.2.8 (Images satellitaires) : **voir page 155**



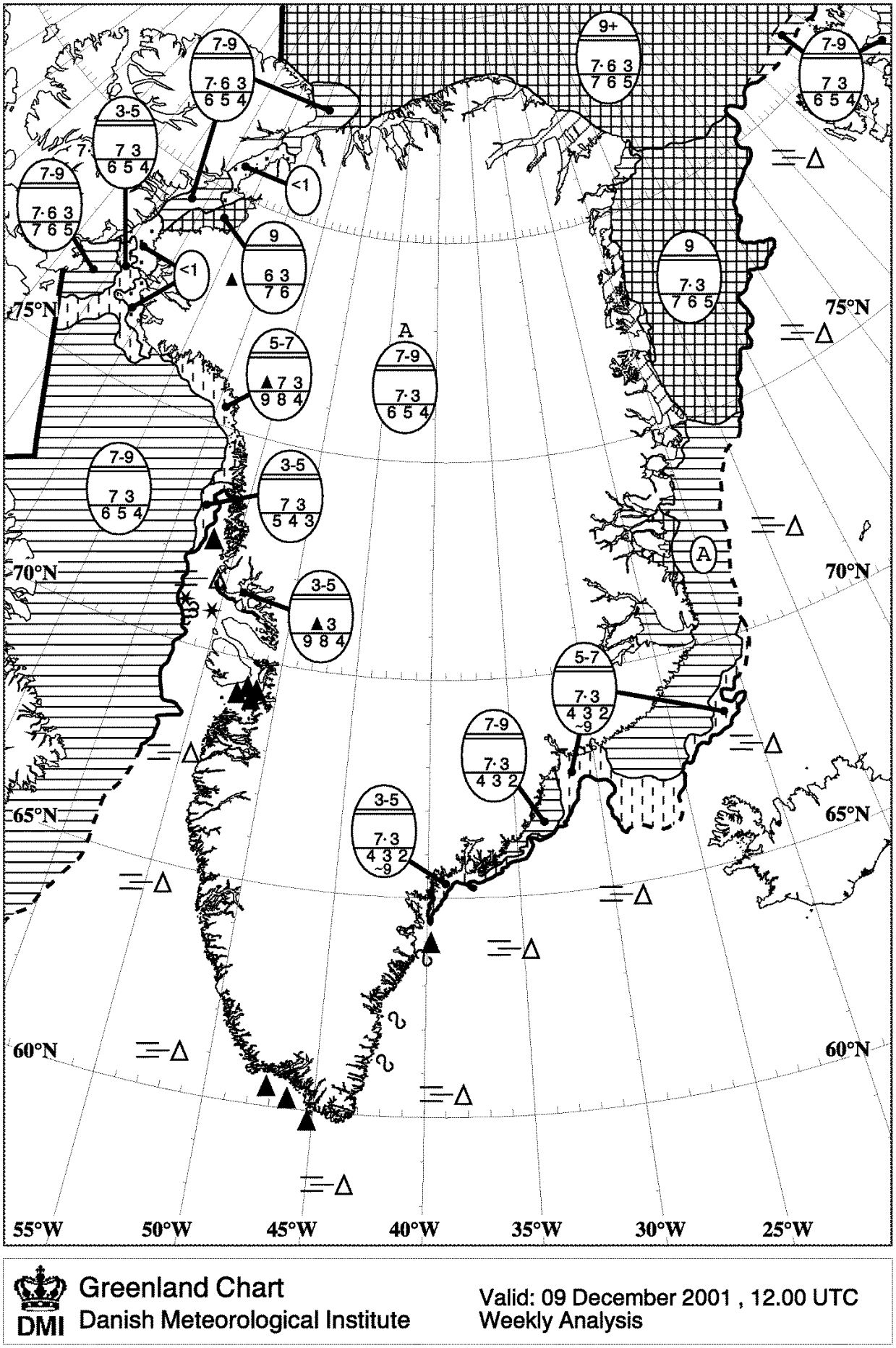
Modèle de prévision de vagues Vag/Globe de Météo-France, utilisant les données de vent du modèle atmosphérique Arpège. Analyse du 19 mars 2002 à 12 h UTC.
Le modèle Vag/Globe est mondial. La maille est de 1° en latitude et en longitude. L'échéance maximale est de 72 heures.
Sur le système de visualisation Synergie, les plages de couleur indiquent la hauteur H1/3 des vagues, toutes composantes confondues (mer totale). Les flèches noires indiquent la direction de la mer du vent et les flèches rouges celle de la houle ; le curseur (dans la plage violette) détaille les hauteurs respectives de la mer totale, de la mer du vent et de la principale composante de la houle. Document Météo-France/Synergie.

2.3.2.6.C. — Carte de prévision de vagues de Météo-France. Modèle de prévision Vag/Globe.



Modèle de prévision de vagues Vag/mer Europe de Météo-France, utilisant les données de vent du modèle atmosphérique Arpège. Analyse du 19 mars 2002 à 12 h UTC.
Le domaine du modèle Vag/mer Europe comprend le proche Atlantique, la mer du Nord, la Méditerranée et la mer Noire. La maille est de 0,25° en latitude et en longitude. La prévision est lancée 4 fois par jours jusqu'à 48 heures d'échéance. Le modèle prend en compte le frottement sur le fond de la mer.
Sur le système de visualisation Synergie, les plages de couleur indiquent la hauteur H1/3 des vagues, toutes composantes confondues (mer totale). Les flèches noires indiquent la direction de la mer du vent et les flèches rouges celle de la houle ; le curseur (sur la pointe de Bretagne) détaille les hauteurs respectives de la mer totale, de la mer du vent et de la principale composante de la houle.
Document Meteo-France/Synergie.

2.3.2.6.D. — Carte de prévision de vagues de Météo-France. Modèle de prévision Vag/mer Europe.



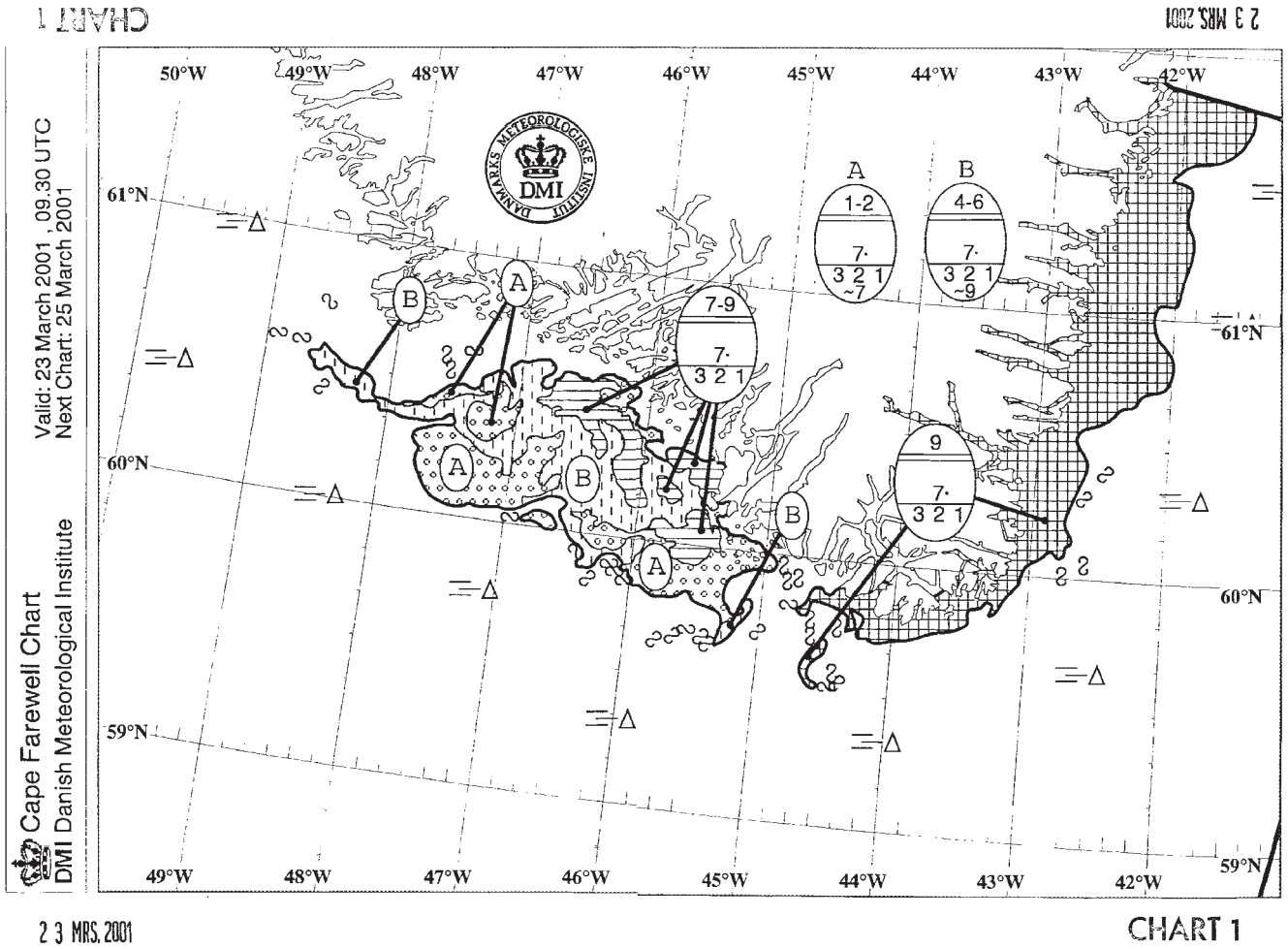
2.3.2.7.A. — Carte fac-similé des glaces au Groenland.

01 **2.3.2.7. Cartes des glaces.**

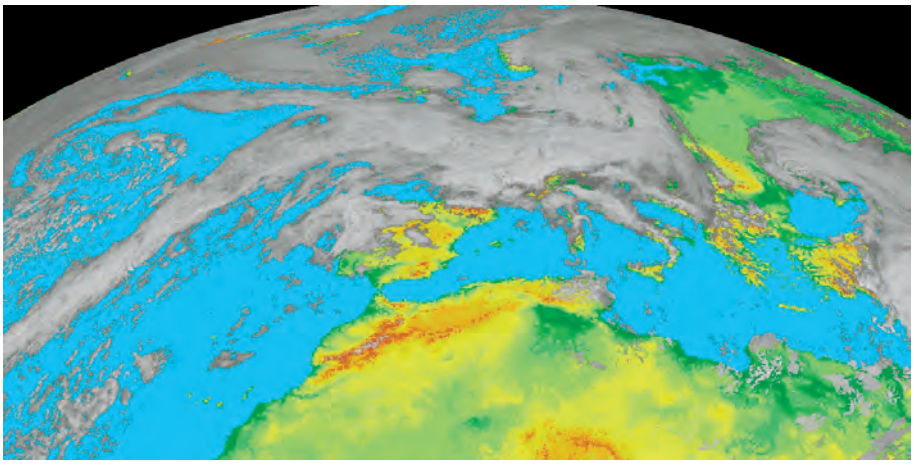
07 Les cartes de glaces (fig. 2.3.2.7.A et 2.3.2.7.B) indiquent l'étendue de la banquise, la limite de toutes les glaces connues, la limite de la glace de mer, la position et la dérive des icebergs, la position des growlers et des échos radar, etc. L'Atlantique Nord-Ouest, la Baltique et le Pacifique Nord-Ouest sont bien couverts par les cartes de glaces, mais l'hémisphère Sud ne l'est pratiquement pas. Voir également le sous-chapitre 2.5 (*Services particuliers d'information sur les glaces*).

13 Les cartes synoptiques et les cartes prévues des glaces diffusées par les centres nationaux des glaces sont élaborées en utilisant le système international de symboles pour le pointage des glaces en mer (§ 5.2.2).

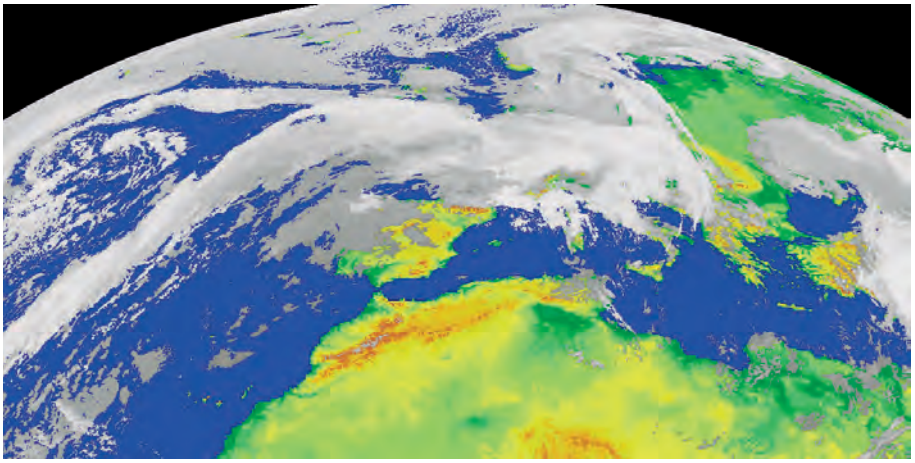
19 Les cartes des glaces sont principalement diffusées par fac-similé et sur Internet (sites Web de l'International Ice Patrol, des services canadiens et des services danois) [§ 2.5.1].



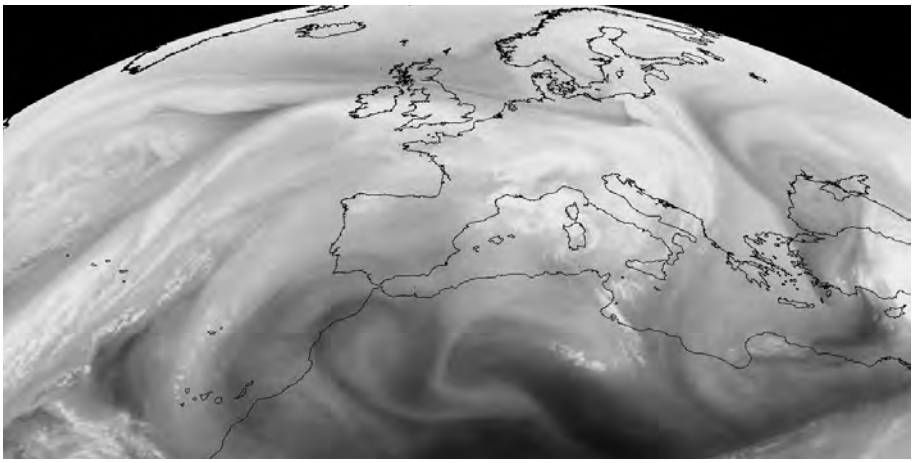
2.3.2.7.B. — Carte fac-similé des glaces au Groenland.



a - Image canal visible. Apparaissent en blanc les surfaces qui réfléchissent le mieux le rayonnement solaire, notamment les nuages épais générateurs de pluie (cumulonimbus et nimbostratus).



b - Image canal infrarouge. Apparaissent en blanc les zones les plus froides, c'est-à-dire le sommet des nuages les plus hauts (cirrus). Un nuage apparaissant en blanc à la fois sur l'image canal visible et sur l'image canal infrarouge est un nuage très développé verticalement générateur d'averse, voire d'orage (cumulonimbus). Une masse nuageuse blanche sur l'image canal visible et grise sur l'image canal infrarouge (comme ici sur le nord-ouest de l'Espagne) est une perturbation peu active. Inversement, un nuage blanc sur l'image canal infrarouge et grise sur l'image visible est un nuage élevé peu épais (cirrus, cirrostratus).



c - Image en canal vapeur d'eau. Apparaissent en noir les zones où la haute troposphère est la plus sèche. Un front froid se traduit par une transition entre une zone noire (assèchement par affaissement de la masse d'air du côté secteur froid) et une zone blanche (zone humide par soulèvement de l'air chaud). Plus le contraste entre zone noire et zone blanche est élevé, plus les mouvements verticaux sont violents de part et d'autre du front et plus ce dernier est actif avec des précipitations importantes, de violentes rafales (sur cette image, les parties les plus actives des fronts froids se situent à l'Ouest de l'Irlande et sur la Pologne).

2.3.2.8. — Trois façons de voir la Terre. Images du 19 mars 2002 à 12 h UTC, issues du satellite Meteosat 7.

01 **2.3.2.8. Images satellitaires.**

07 Les satellites météorologiques sont équipés de radiomètres qui mesurent le rayonnement électromagnétique de la surface terrestre dans différentes gammes d'onde.

13 Par exemple les radiomètres des satellites de l'ancienne série Météosat possèdent trois canaux de mesure, chacun étant sensible à un rayonnement différent :

19 — le premier est sensible à l'ensemble du rayonnement visible. C'est le canal visible. Il mesure la partie du rayonnement solaire réfléchie par les nuages et la surface terrestre ;

25 — le deuxième est sensible dans l'infrarouge moyen. C'est le canal infrarouge. Il mesure le rayonnement thermique émis par les nuages ;

31 — le troisième est sensible dans l'infrarouge proche, un domaine particulier de rayonnement qui permet de mesurer la vapeur d'eau dans l'atmosphère. C'est le canal vapeur d'eau.

37 Exemple de la figure 2.3.2.8. Sur les images réalisées dans le canal visible, les nuages sont d'autant plus blancs qu'ils sont plus épais. Sur les images du canal infrarouge, les nuages sont d'autant plus blancs que leur sommet est froid, c'est-à-dire élevé. Sur les images réalisées dans le canal vapeur d'eau, les zones les plus sèches sont en noir.

43 Pour visualiser les nuages, les images les plus utilisées sont les images infrarouges car elles sont disponibles aussi bien de nuit que de jour (à la différence du canal visible).

49 Les images satellitaires peuvent être présentées en composition colorée, en affectant des couleurs qui varient en fonction de l'intensité du rayonnement et du canal. Les compositions colorées permettent de rassembler en une seul image toute l'information contenue en deux ou trois images. Elles permettent de mettre en évidence un phénomène particulier (brouillard, nuage de poussières,…) et de distinguer les nuages. Par exemple, sur une composition colorée, un nuage épais à sommet froid (nuage générateur de pluie de type cumulonimbus ou nimbostratus) apparaîtra en blanc ; un nuage à sommet froid mais peu épais (nuage élevé de type cirrus, cirrostratus, ne générant pas de précipitation) apparaîtra en bleu ; un nuage bas de type stratocumulus ou stratus (ne générant pas de précipitation importante) apparaîtra en jaune ; etc.

55 Les satellites à défilement et le satellite géostationnaire Meteosat Segonde Generation emportent des radiomètres mesurant le rayonnement de la surface terrestre dans un grand nombre de canaux (12 pour Meteosat, 15 pour les satellites NOAA). Cette multiplication des canaux permet, par différentes combinaisons, de mieux discerner, entre autres, les nuages et le brouillard.

61 Les images satellitaires sont disponibles sur Internet (sites Web) et diffusées par courrier électronique [Navimail, par exemple]. Elles sont souvent présentées avec, en superposition, isobares, fronts, centres d'action, voire champ de vents.

01 **2.3.3. RENSEIGNEMENTS SOUS FORME DE FICHIERS NUMÉRIQUES.**

07 Les fichiers numériques (vent, pression, vagues, température de surface de la mer) sont des fichiers au format GRIB (GRIdded Binary), code binaire de l'OMM utilisé pour l'échange de données météorologiques traitées. Le format GRIB nécessite un logiciel spécifique pour visualiser et traiter les données qu'ils contiennent. Un tel logiciel (de type Maxsea ou Nautisoft-météo) permet la visualisation sous forme de cartes des données météorologiques, éventuellement directement sur les cartes électroniques servant à la navigation, ainsi qu'un calcul de routage à partir des prévisions de vent et des caractéristiques du navire.

13 Les cartes de données numériques sont représentées en points de grille (par exemple le vent avec des flèches et des barbules, § 2.3.2.5) ou en isolignes ou ligne d'égales valeurs (par exemple la pression ou la hauteur de la houle, § 2.3.2.6).

19 Des services, comme le service Navimail de Météo-France, fournissent de telles données numériques par l'intermédiaire de standards de télécommunications supportant l'e-mail : Inmarsat A, B , C, M, Mini-M, GSM, ligne téléphonique.

01 ## 2.4. MOYENS ET ÉQUIPEMENTS DE RÉCEPTION

07 Dans le présent sous-chapitre, on distinguera l'acquisition par le navigateur de l'information météorologique de sécurité, dont il doit prendre connaissance avant l'appareillage puis durant son séjour en mer, des autres renseignements météorologiques, les cartes d'analyse et de prévision en particulier, qu'il peut acquérir avant son appareillage puis durant toute la durée de sa traversée.

13 L'utilisation des micro-ordinateurs est de plus en plus courante à bord des navires. Plusieurs logiciels sont disponibles sur le marché. Ils permettent de décoder l'information diffusée au moyen de fichiers numériques (vent, pression, vagues, température de surface de la mer) ou par radio (morse, radiotélétype, Navtex, fac-similé), et de la visualiser. Certains de ces logiciels fonctionnent en liaison avec un récepteur radio toutes ondes, et peuvent même piloter le récepteur radio (choix automatique de la bonne fréquence...). La plupart de ces logiciels proposent aussi des fonctions telles que le décodage des messages codés (SHIP, IAC FLEET, etc.), le pointage sur une carte, le tracé des isolignes, etc.

19 Le tableau 2.4 récapitule les moyens et équipements actuels de transmission et de réception permettant d'obtenir, à terre et à la mer, tous les types de renseignements météorologiques (bulletins de sécurité et autres renseignements).

25 On trouvera la liste et les horaires d'émission des stations émettant des bulletins météorologiques de sécurité et avis associés (avec leur contenu), des cartes fac-similé, etc. dans les ouvrages du SHOM *Radiocommunications maritimes, volume 4* (SMDSM) et *Stations radiométéorologiques* (2 volumes), et pour le petit cabotage, la pêche et la plaisance, dans l'ouvrage *Répertoire des radiosignaux* (Méditerranée et Mer Noire, Europe occidentale et Baltique, Açores, Madère, Canaries et Petites Antilles).

Forme de l'information météorologique	**Moyens d'acquisition à terre :** GL : grand large L : large C : côte	Exemples G : gratuit P : payant	**Moyens d'acquisition à la mer :** GL : grand large L : large C : côte	Exemple G : gratuit P : payant
information en clair : avis et prévisions météorologiques (bulletins de sécurité)	— affichage (capitaineries,...), journaux, télévision — téléphone (C, L, GL) — Minitel (C, L) — Internet (C, L, GL) : . sites Web . courrier électronique — récepteurs radio (C, L, GL) — NAVTEX (L) — SafetyNET (GL)	répondeurs téléphoniques de Météo France (P) www.meteo.fr (G) Navimail France-Inter, RFI, BBC, ... bulletins SMDSM (G) " " "	— radiotéléphone VHF ou BLU (L) — GSM (C) — récepteurs BLU (C, L, GL) — récepteurs VHF (C, L) — Inmarsat A, B, M et mini M + ordinateur — NAVTEX (L) — SafetyNET Inmarsat (GL) standards C, ou, avec AGA, A, B et M	répondeurs téléphoniques (Météo France, P) sites WAP France Inter, RFI, BBC, Monaco radio (G) CROSS, COS, Coast Guards, Monaco radio (G) sites Web et courrier électronique bulletins SMDSM (G) " " "
information codée : messages SHIP, IAC FLEET, MAFOR ...	— Internet (sites Web) (L, GL)		— récepteurs graphie A1, VHF et A3J HF (C, L, GL) — radiotéléimprimeur F1 B — NAVTEX	Stations VHF des Grands Lacs canadiens : MAFOR Russie (MAFOR) Djedda (MAFOR)
information graphique : cartes de fronts, de vents, de vagues et de la houle ; images satellitaires	— affichage (capitaineries....) et médias — Internet (C, L, GL) . sites Web . courrier électronique — télécopie (C, L, GL) — récepteur fac-similé (+ récepteur BLU)	www.meteo.fr (G) Navimail (images satellites) Navifax (P) - Seafax (P) Navifax (P)	— télécopie Inmarsat A, B, M et mini M (C, L, GL) — récepteur fac-similé (+ récepteur BLU) — Inmarsat A, B, M et mini M (+ ordinateur) — Inmarsat C + ordinateur — GSM	Navifax (P), Seafax (P) Navifax (P) sites Web et courrier électronique courrier électronique " " "
Information numérique au format GRIB : vent, pression, vagues, température de surface.	courrier électronique (Internet et ordinateur)	Navimail (P)	Inmarsat A*, B*, C, M et mini M * : possibilité de transmission de données à haut débit (HSD)	Navimail** Sky** de Météo Consult ** : permet le routage météorologique

2.4. — Principaux moyens d'acquisition des renseignements météorologiques.

01 **2.4.1. INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE DE SÉCURITÉ.**

07 On distinguera les moyens et équipements de réception à terre de l'information météorologique de sécurité de ceux permettant la réception à la mer de cette information.

01 **2.4.1.1. Information météorologique à terre.**

07 À terre, l'information météorologique de sécurité (bulletins météorologiques et avis associés) est portée à la connaissance du navigateur par de très nombreux moyens de diffusion, dont certains (répondeurs téléphoniques, radios grand public, Internet,...) peuvent d'ailleurs être également utilisés à la mer. Les bulletins sont souvent accompagnés d'une carte, principalement isobarique.

13 Les bulletins et cartes météorologiques sont affichés dans les capitaineries des ports, et en France dans les bureaux des Affaires maritimes. La plupart des quotidiens régionaux reproduisent un bulletin « marine » avec une carte isobarique. Les bulletins sont également radiodiffusés par des stations grand public (France-Inter ou BBC radio par exemple).

19 En France, le Minitel permet d'accéder aux bulletins côte et large, et les répondeurs téléphoniques payants de Météo-France aux bulletins côte, large et grand large.

25 Les sites Web de services météorologiques nationaux fournissent également les bulletins de sécurité ainsi que, gratuitement ou non, tous les autres types de renseignements météorologiques (cartes d'analyse et de prévision, champs de vents, etc.).

01 **2.4.1.2. Information météorologique à la mer.**

07 L'information météorologique de sécurité à la mer (bulletins de sécurité et avis associés) est émise, par domaines et par zones, sans délai pour les avis et selon un horaire régulier pour les bulletins.

13 La VHF, les systèmes NAVTEX et SafetyNet, et le service sur ondes HF de diffusion IDBE (impression directe à bande étroite) sont les moyens propres au SMDSM de diffusion des Renseignements sur la Sécurité Maritime (RSM) dont font partie les bulletins météorologiques de sécurité et avis associés.

19 Les systèmes NAVTEX et SafetyNET, et la HF IDBE permettent aux navires de recevoir les RSM de façon automatique, par impression directe.

25 Les bulletins de sécurité et avis associés sont également diffusés par des stations de radiodiffusion grand public, et par des stations radio côtières en radiotéléphonie sur MF/HF A3E, J3E ou par radiotéléimprimeur (F1B).

01 **2.4.1.2.1. VHF, HF BLU, radios et HF IDBE.**

07 Des organismes opérationnels de sécurité tels que les CROSS et les COS en France, ou les stations de garde-côtes (USA, GB, etc.) à l'étranger assurent la diffusion sur VHF des bulletins côte et large et avis associés. Outre-mer, les CROSS et COS diffusent les bulletins large et avis associés sur HF BLU.

13 Des stations de radiodiffusion grand public (France inter, RFI, Monaco radio, BBC, etc.) diffusent également à des horaires réguliers ces bulletins et avis pour les domaines côte, large et grand large.

19 Le service sur ondes HF de diffusion IDBE (impression directe à bande étroite) permet aux navires de recevoir automatiquement les RSM des régions polaires, par impression directe.

01 **2.4.1.2.2. Système NAVTEX.**

07 Le système **NAVTEX** (pour les zones côtière et large) est un système à impression directe, automatique, à bande étroite, en modulation de type F1 B et à fréquence unique. Les émissions sont coordonnées au sein de chaque zone NAVAREA/METAREA : elles sont échelonnées dans le temps suivant l'implantation géographique des stations. Chaque station NAVTEX émet selon 4 ou 6 vacations quotidiennes, à des heures et pour des durées déterminées à l'échelon international. La portée maximale des émetteurs NAVTEX est généralement de 400 M.

13 Diffusé en anglais et sur 518 kHz, il s'agit du service NAVTEX international ; diffusé dans la langue nationale et sur 490 kHz, il s'agit du service NAVTEX national.

19 Les récepteurs NAVTEX certifiés SMDSM sont à impression directe. Ils **doivent absolument demeurer en veille continue** et ne doivent en aucun cas être stoppés ; dès qu'un bulletin, avis ou avertissement est émis, celui-ci est imprimé et/ou mémorisé, sans intervention du navigateur. Le récepteur élimine automatiquement les messages dèjà correctement reçus, ceux qui présentent un taux d'erreur trop important, ou encore ceux que l'utilisateur a choisi de ne pas recevoir.

25 Cependant, les avertissements de navigation, les avertissements météorologiques et les alertes de détresse ne peuvent être rejetés automatiquement comme peuvent l'être d'autres classes de messages. Certains récepteurs NAVTEX ont une fonction très utile, celle d'informer l'usager des messages rejetés et du motif du rejet.

31 Il existe des récepteurs NAVTEX à écran, non certifiés SMDSM, pour les navires non soumis au SMDSM.

01 **2.4.1.2.3. Système SafetyNET.**

07 Le service SafetyNET International d'Inmarsat est un système de diffusion par satellites, pour le grand large, à l'exception des régions polaires, et pour les zones côtières et du large non couvertes par le NAVTEX (ou en cas d'indisponibilité de stations NAVTEX). Sa couverture s'étend de 75° Sud à 75° Nord. Émettant dans la bande 1530-1544 MHz, c'est un système automatique à impression directe qui utilise le procédé de l'appel de groupe amélioré (AGA, en anglais *EGC*)). Les RSM sont transmis automatiquement, en anglais et par zone NAVAREA/METAREA.

13 Le terminal est normalement un terminal Standard Inmarsat-C, mais peut être un terminal Standard Inmarsat-A, B ou M à condition qu'il soit équipé d'un dispositif de réception AGA.

01 **2.4.2. AUTRES RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES.**

07 Les renseignements météorologiques autres que les informations de sécurité, sont les cartes et les données numériques (§ 2.3.2 et § 2.3.3) qu'élaborent et diffusent les services nationaux et des sociétés privées. Ces produits sont souvent payants. Ils peuvent être accessibles en ligne sur les sites Web de ces services et sociétés, ou par télécopie, par fac-similé, par téléimprimeur, par courrier électronique (e-mail), ou par transmission de données à haut débit.

13 Associés aux liaisons radio terrestres ou satellitaires, les moyens modernes de diffusion que sont la téléphonie, la télécopie, le fac-similé, le téléimprimeur, Internet, la transmission de données à haut débit, etc., permettent d'obtenir de très nombreux documents de tous types, à terre comme à la mer.

19 On trouvera au paragraphe 5.3.2 une présentation succincte des différents produits gratuits et payants proposés par Météo-France.

01 **2.4.2.1. La télécopie.**

07 La télécopie est un service payant de fourniture de cartes et de bulletins proposé sur catalogue par les services météorologiques nationaux et des sociétés privées. Les catalogues de ces services et sociétés sont abondamment pourvus. Par exemple, les services météorologiques français (Météo-France) et britannique (The Met Office) et la société Météo Consult proposent respectivement les services Navifax, MetFAX Marine et Seafax.

13 Avec la télécopie (*fax*), le navigateur peut disposer, avec une qualité suffisante pour les utiliser, de tous les types de cartes : cartes pointées, cartes d'analyse, champs de vents, etc.

19 La télécopie est un service payant, et s'y ajoute le prix de la communication. Le prix moyen d'une carte est compris entre 1,8 et 4,5 euros.

25 L'équipement de bord consiste en un télécopieur avec touches numériques ou en un micro-ordinateur avec un logiciel télécopieur.

31 À terre, on accède au service par liaison téléphonique. En mer, il faut disposer d'un terminal Standard Inmarsat A, B, M, Mini-M ou RNIS.

37 Il faut cependant prendre garde au fait que certains serveurs de télécopie ne fonctionnent qu'avec les systèmes analogiques (réseau téléphonique commuté, Inmarsat-A) et sont incompatibles avec les systèmes numériques (GSM, Inmarsat-B, M et Mini-M).

01 **2.4.2.2. Le fac-similé.**

07 Le fac-similé par liaison radio en BLU (Bande latérale unique) est un moyen de transmission sûr, pratique, rapide et gratuit, et permet de couvrir toutes les zones maritimes. Les cartes tracées dans les centres météorologiques, donnant la situation actuelle ou prévue, sont reproduites directement sur le récepteur du navire, à l'aide d'un décodeur (ou d'un logiciel de décodage).

13 La lisibilité des cartes reçues par radio BLU est cependant moyenne (tracés flous par impression sur papier thermique) et, en raison de mauvaises conditions de propagation ou d'éventuels brouillage, la qualité de réception est parfois médiocre. De la qualité du récepteur dépend celle des documents reçus.

19 Les équipements fac-similé peuvent avoir trois configurations : le décodeur est intégré au récepteur BLU, le décodeur et le récepteur BLU sont indépendants, et, enfin, une interface spécifique relie le récepteur BLU à un micro-ordinateur doté d'un logiciel de décodage.

25 Le fac-similé par liaison radio BLU a tendance à être délaissé au profit de la transmission de télécopie par satellite. Les cartes fac-similé sont également disponibles, gratuitement, sur un certain nombre de sites Web (§ 2.4.2.4).

01 **2.4.2.3. Le radiotéléimprimeur.**

07 Le téléimprimeur est en quelque sorte une machine à écrire qui non seulement imprime les caractères frappés au clavier alphanumérique, mais les codifie en vue de leur transmission, afin qu'ils soient reçus à distance et imprimés automatiquement sur un autre téléimprimeur. La modulation est du type F1 B.

13 Outre les bulletins et avis, certaines stations côtières transmettent sur F1 B des messages codés (SHIP, IAC FLEET, MAFOR).

01 **2.4.2.4. Internet.**

07 Le réseau Internet permet d'acquérir des renseignements météorologiques de deux façons : soit en consultant directement un site Web, soit en recevant des fichiers (texte, images et données numériques) par la messagerie électronique (e-mail). Certains services nationaux, comme Météo-France, et des sociétés privées, comme Météo-Consult, disposent aussi de site WAP.

13 À terre, l'accès aux sites internet se fait par une ligne téléphonique ou par téléphonie mobile (portable GSM).

19 En zone côtière, on peut accéder à Internet par le téléphone portable (jusqu'à 5 milles des côtes, beaucoup plus si le téléphone portable est équipé d'un ampli et d'une antenne extérieure).

25 Au-delà, il faut un standard Inmarsat A, B, M ou Mini-M ou un téléphone Iridium pour accéder aux sites Web et au courrier électronique. Le standard Inmarsat-C ne permet pas d'accéder aux sites Web d'Internet, mais supporte l'e-mail. Certains opérateurs de télécommunication (Monaco Radio par exemple) proposent des systèmes de communication par e-mail par radio onde courte.

31 Il n'est évidemment pas question de dresser ici la liste des sites Web relatifs à la météorologie car ils sont extrêmement nombreux. On trouvera l'adresse de la plupart des sites Web consacrés à la météorologie sur les pages *Liens* des sites de Météo-France (www.meteo.fr) et de l'OMM (www.wmo.ch).

37 Quelques sites Web intéressants méritent cependant d'être cités car ils fournissent des données météorologiques très abondantes, utiles et gratuites :

43 — le site de Météo-France (www.meteo.fr) ;

49 — le site du National Weather Service (NOAA) : www.nws.noaa.gov ;

55 — le site du National Hurricane Center (NOAA) pour les prévisions de cyclone sur l'Atlantique et le Pacifique Nord-Est : www.nhc.noaa.gov ;

61 — le site du Marine Prediction Center (NOAA) : www.mpc.ncep.noaa.gov/. On y trouve les cartes fac-similé de la plupart des zones maritimes ;

67 — les sites de l'US Navy pour la Mer Noire, la Méditerranée, l'Atlantique Est et la Baltique (NEMOC : www.nemoc.navy.mil/) ;

73 — le site de l'US Navy pour le Pacifique (NPMOC : www.npmoc.navy.mil), sur lequel on trouvera les prévisions de cyclone du Joint typhoon Warning Center ;

79 — le site du Fleet Numerical Metoc Center (www.fnmoc.navy.mil) ;

85 — le site allemand www.wetterzentrale.de ;

91 — le site du service météorologique danois (DMI) : www.dmi.dk/vejr/gron/index.htlm (rubrique *iskort*).

97 Les plus importants des sites Web plus particulièrement dédiés à l'information sur les glaces sont indiqués au paragraphe 2.5.0.

01 **2.4.2.5. Les terminaux standards Inmarsat.**

07 Le système INMARSAT est un réseau de communication basé sur des satellites géostationnaires. Il donne accès à tous les moyens de communications essentiels à des utilisateurs inaccessibles par les moyens habituels, dans le monde entier : téléphone, fax, e-mail, échange de données (fichiers, photos, …), etc.

13 Le réseau INMARSAT est accessible sur terre, en mer et dans les airs, grâce à des satellites géostationnaires couvrant chacun une des régions océaniques du globe : Océan Atlantique Est, Océan Indien, Océan Pacifique et Océan Atlantique Ouest. Les régions polaires ne sont pas couvertes.

19 De nombreuses stations terrestres tout autour du monde (80 pays) assurent le relais des communications.

25 Les caractéristiques des standards Inmarsat sont résumées dans le tableau 2.4.2.5.

Caractéristiques et services	Inmarsat - A	Inmarsat - B	Inmarsat - C	Inmarsat - M	Mini M
Couverture	mondiale sauf pôles	mondiale sauf pôles	mondiale sauf pôles	mondiale sauf pôles	limitée aux faisceaux des satellites
Poids total moyen	120 kg	100 kg	10 kg	25 kg	2,2 kg
Taille de l'antenne	0,9 à 1,2 m	environ 0,9 m	environ 0,3 m	environ 0,5 m	21 x 33 cm
Type d'antenne et méthodes de poursuite du satellite	parabolique à orientation mécanique et à stabilisation gyroscopique	idem Inmarsat - A	omnidirectionnelle	idem Inmarsat - A	idem Inmarsat - A
Type de communication	temps réel	temps réel	enregistrement et retransmission	temps réel	temps réel
Téléphone Télécopie Carte SIM	oui 9600 bit/s	oui 9600 bit/s	non Sens mobile terre	oui 2400 bit/s oui	oui 2400 bit/s oui
Télex	oui	oui	oui	non	non
— sites Web — e-mails Transmission de données à haut débit (HSD) Transfert d'images Transfert d'images animées (HSD)	oui oui 9600 bit/s 56 ou 64 kbit/s oui oui	oui oui 9600 bit/s 64 kbit/s oui oui	non oui 600 bit/s non oui non	oui oui 2400 bit/s non oui non	oui oui 2400 bit/s non oui non
SafetyNET	oui, avec installation récepteur AGA	oui, avec installation récepteur AGA	oui	oui, avec installation récepteur AGA	non

2.4.2.5. — Caractéristiques des standarts Inmarsat.

01 **2.4.2.6. Autres systèmes de communication par satellites.**

07 Emsat est un système paneuropéen de téléphonie mobile par satellite permettant, outre la communication vocale, la transmission à 2.4 kbit/s de télécopies, de données et de courrier électronique.

13 Le système Iridium est un réseau de communications mobiles par satellite conçu pour permettre tous types de transmissions par téléphone (téléphonie, radio-messagerie, transmission de données à 2,4 kbit/s), quelle que soit la localisation de l'usager sur terre comme sur mer. Ces communications sont assurées grâce au secteur spatial d'Iridium qui comprend une constellation de 66 satellites en orbite à 780 kilomètres au-dessus de la terre.

19 À la différence des satellites de télécommunications géostationnaires situés à 36 000 kilomètres d'altitude, les satellites Iridium, grâce à leur orbite basse, couvrent la terre au moyen de faisceaux plus étroits, ce qui assure des liaisons claires (sans temps de propagation de la voix) avec des signaux puissants. L'antenne de réception est de taille suffisamment réduite pour être intégrée à un téléphone portable. Les satellites Iridium, petits et légers sont interconnectés électroniquement pour assurer en permanence une couverture mondiale.

25 Le système Globalsar comprend une constellation de 44 satellites en orbite basse à 1 440 km au-dessus de la Terre. La technologie de Globalstar permet de faire cohabiter plusieurs émissions sur une même fréquence grâce à un codage numérique. Comme Iridium, Globalstar permet tous les types de transmissions par téléphone (téléphonie, radio-messagerie, transmission de données à 9,6 kbit/s). Cependant, à la différence des satellites Iridium, les satellites Globalstar ne communiquent pas entre eux. La couverture par du système Globalstar n'est donc pas mondiale.

01 **2.5. SERVICES PARTICULIERS D'INFORMATION SUR LES GLACES**

01 **2.5.0. GÉNÉRALITÉS.**

07 Des services particuliers d'information sur les glaces sont organisés dans les régions et pendant la période où ces glaces constituent une gêne pour la navigation.

13 Le plus important, en raison de la fréquentation élevée de sa zone, est le Service de recherche des glaces (Patrouille Internationale des Glaces) dont la mission consiste surtout à localiser puis pister les icebergs dans la région des Grands Bancs de Terre-Neuve et de diffuser la position de ces icebergs. Les navires qui traversent cette région des icebergs où patrouille le Service de recherche des glaces pendant la saison des glaces sont tenus d'utiliser les services offerts par ce service et de lui signaler les glaces aperçues. Voir § 2.5.1.

19 Le Groenland Ice Service du service météorologique danois (Danish Meteorological Institute) collecte et fournit également des informations sur les glaces autour du Groenland .

25 Au Canada, deux Services de Trafic Maritime (STM) assurent une information sur les glaces par l'entremise d'un centre directeur et de stations radio de la Garde côtière canadienne ; les services fournis comportent la publication de renseignements à jour sur l'état des glaces, le routage, les aides à la navigation et l'appui de brise-glaces. Les centres directeurs de ces STM sont :

31 — ECAREG Canada pour la zone de trafic de l'Est du Canada (côte Est du Canada au Sud de 60° N) : Golfe du Saint-Laurent, Saint-Laurent jusqu'au méridien 66° W, côtes Sud et Est de Terre-Neuve et côte du Labrador ;

37 — NORDREG Canada pour la zone de trafic de l'Arctique canadien, la baie et le détroit d'Hudson, et les baies d'Ungava et James.

43 Les procédures relatives aux STM canadiens sont présentées en détail dans l'ouvrage du SHOM *Radiocommunications de pilotage, volume 4*.

49 Tous les services particuliers d'information sur les glaces mettent en œuvre des moyens (navires océanographiques, avions, hélicoptères, stations d'observation) spécifiquement affectés à leurs tâches de positionnement et de diffusion. En outre, ils sollicitent du trafic maritime tous renseignements sur les glaces et icebergs observés

55 Une autre particularité liée à l'information sur les glaces consiste en l'usage du code des glaces de la Baltique présenté au sous-chapitre 4.4. Bien que toujours en vigueur, le code des glaces du Groenland n'est plus utilisé en raison de la diffusion par facsimilé des conditions de glaces aux abords du Groenland et n'est donc pas présenté dans le présent ouvrage.

61 Les stations diffusant des informations sur les glaces sont présentées dans l'ouvrage du SHOM en 2 volumes *Stations radiométéorologiques*.

67 Quelques sites Web sont particulièrement dédiés à l'information sur les glaces :

73 — Patrouille internationale des glaces : www.uscg.mil/lantarea/iip/home.html ;

79 — National Ice Center pour les cartes de glaces (toutes mers et Grands Lacs) : www.natice.noaa.gov/ ;

85 — DMI (service météorologique danois) pour les cartes de glaces du Groenland : www.dmi.dk/vejr/gron/index.html (rubrique *Iskort*) ;

91 — Service canadien des glaces : http://ice-glaces.ec.gc.ca.

01 **2.5.1. SERVICE DE RECHERCHE DES GLACES (PATROUILLE INTERNATIONALE DES GLACES).**

01 **2.5.1.1. Présentation.**

07 Le Service de recherche des glaces (Ice Patrol Service) est un service international, également dénommé Patrouille Internationale des Glaces (International Ice Patrol) [IIP].

13 La Patrouille Internationale des Glaces (la Patrouille) fonctionne normalement chaque année du 15 février au 1er juillet. L'ouverture et la fermeture annuelles de la saison sont annoncées par un message Navarea de la zone 4 que le SHOM rediffuse par un avis D. Pendant le reste de l'année, l'étude et l'observation du régime des glaces sont poursuivies par la Patrouille suivant les besoins.

19 L'objectif principal de la Patrouille est de recueillir et de diffuser, à l'intention des navigateurs, des renseignements sur la concentration et l'emplacement des icebergs et de la glace de mer se trouvant au voisinage des Grands Bancs de Terre-Neuve. La diffusion des renseignements est assurée par des stations radio américaines et des stations radio côtières canadiennes.

25 Des aéronefs et navires de la Garde côtière des États-Unis d'Amérique (US Coast Guard) sont placés sous la direction du commandant de la Patrouille et sont utilisés pour la reconnaissance des glaces. Les navires n'appartenant pas à la Patrouille (navires de commerce, de pêche, etc.) participent également au recueil des renseignements : selon leur position, ils doivent ou sont invités à transmettre au service tous renseignements sur les glaces et icebergs observés (§ 2.5.1.4).

31 La Patrouille :

37 — dispose à Groton, CT, d'un bureau qui analyse les rapports concernant les glaces et les conditions météorologiques, calcule la dérive des icebergs en fonction des divers paramètres et diffuse les renseignements pertinents à l'intention des navigateurs ;

43 — met en œuvre les unités nécessaires à l'observation des glaces et dirige les opérations de reconnaissance ;

49 — envoie, lorsque c'est nécessaire, un navire océanographique vers les Grands Bancs de Terre-Neuve pour recueillir des données océanographiques et météorologiques ;

55 — lors des conditions de glace sévères, envoie un navire de surface pour diriger les observations et émettre des bulletins spéciaux relatifs aux glaces (§ 2.5.1.3).

61 L'adresse télégraphique du commandant de la Patrouille Internationale des Glaces est COMINTICEPAT, GROTON, CT.

01 **2.5.1.2. Saison des glaces et zones des patrouilles. —** Les dates de la saison des glaces et les zones de patrouille du Service de recherche des glaces sont fixées par l'appendice au chapitre V de la Convention SOLAS. Les 4 premiers points du premier paragraphe de cet appendice sont reproduits ci-après.

06 « 1. *Saison des glaces* désigne la période de l'année allant du 15 février au 1er juillet.

11 2. *Région des icebergs où patrouille le Service de recherche des glaces* désigne les limites SE, Sud et SW de la région des icebergs dans le voisinage des grands bancs de Terre-Neuve.

16 3. *Routes traversant les régions des icebergs où patrouille le Service de recherche des glaces* désigne :

21 3.1 les routes reliant les ports de la côte Atlantique du Canada (y compris les ports intérieurs accessibles à partir de l'Atlantique Nord par les détroits de Canso et de Cabot) aux ports d'Europe, d'Asie ou d'Afrique accessibles à partir de l'Atlantique Nord par le détroit de Gibraltar ou situés au Nord de ce détroit (à l'exception des routes qui passent au Sud des limites extrêmes de tous les types de glaces) ;

2.5.1.1. — Avion de la Patrouille Internationale des Glaces. (*Photo IIP*).

26 3.2 les routes passant par le cap Race, Terre-Neuve, qui relient les ports de la côte Atlantique du Canada (y compris les ports intérieurs accessibles à partir de l'Atlantique Nord par les détroits de Canso et de Cabot) situés à l'Ouest du cap Race, Terre-Neuve, aux ports de la côte Atlantique du Canada situés au Nord du cap Race, Terre-Neuve ;

31 3.3 les routes reliant les ports des États-Unis d'Amérique situés sur la côte Atlantique et sur la côte du Golfe (y compris les ports intérieurs accessibles à partir de l'Atlantique Nord par les détroits de Canso et de Cabot) aux ports d'Europe, d'Asie ou d'Afrique accessibles à partir de l'Atlantique Nord par le détroit de Gibraltar ou situés au Nord de ce détroit (à l'exception des routes qui passent au Sud des limites extrêmes de tous les types de glaces) ;

36 3.4 les routes passant par le cap Race, Terre-Neuve, qui relient les ports des États-Unis d'Amérique situés sur la côte Atlantique et la côte du Golfe (y compris les ports intérieurs accessibles à partir de l'Atlantique Nord par les détroits de Canso et de Cabot) aux ports de la côte Atlantique du Canada situés au Nord du cap Race, Terre-Neuve.

41 4. Les *limites extrêmes de tous les types de glaces* dans l'océan Atlantique Nord sont définies par la ligne qui relie les points géographiques suivants :

46 A - 42° 23,00' N — 59° 25,00' W J - 39° 49,00' N — 41° 00,00' W

51 B - 41° 23,00' N — 57° 00,00' W K - 40° 39,00' N — 39° 00,00' W

56 C - 40° 47,00' N — 55° 00,00' W L - 41° 19,00' N — 38° 00,00' W

61 D - 40° 07,00' N — 53° 00,00' W M - 43° 00,00' N — 37° 27,00' W

66 E - 39° 18,00' N — 49° 39,00' W N - 44° 00,00' N — 37° 29,00' W

71 F - 38° 00,00' N — 47° 35,00' W O - 46° 00,00' N — 37° 55,00' W

76 G - 37° 41,00' N — 46° 40,00' W P - 48° 00,00' N — 38° 28,00' W

81 H - 38° 00,00' N — 45° 33,00' W Q - 50° 00,00' N — 39° 07,00' W

86 I - 39° 05,00' N — 43° 00,00' W R - 51° 25,00' N — 39° 45,00' W. »

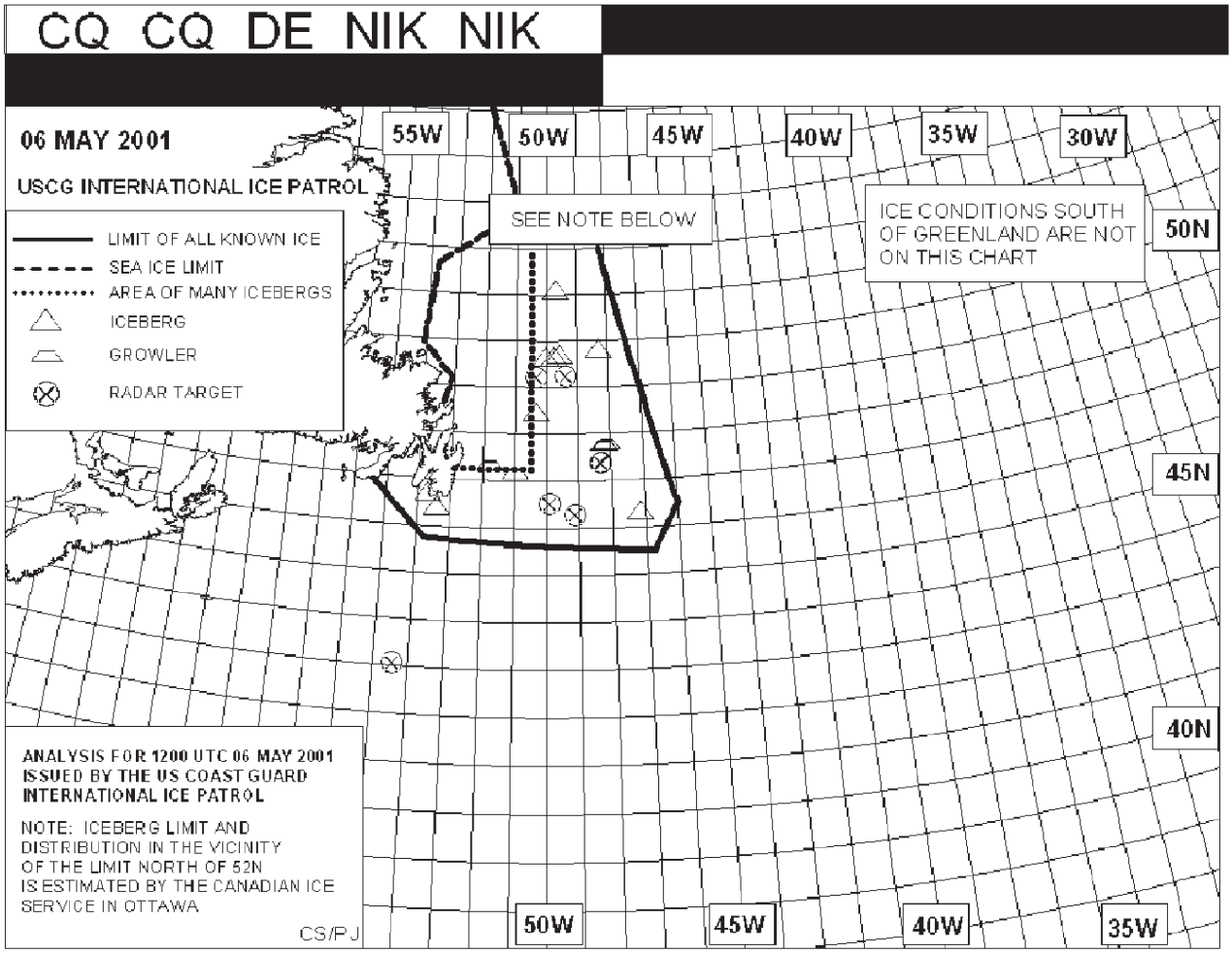
01 **2.5.1.3. Bulletins relatifs aux glaces.**

07 BULLETINS RÉGULIERS. — Chaque jour, la Patrouille fait diffuser deux bulletins (*Ice Patrol Bulletin*) et une carte fac-similé ; ces diffusions font connaître l'étendue des limites estimées de toutes les glaces connues et les concentrations d'icebergs dans les parages des Grands Bancs de Terre-Neuve.

13 Ces bulletins sont émis sur SafetyNET, en NAVTEX, en radiotéléimprimeur, en radiotéléphonie et en fac-similé. La carte fac-similé et les bulletins sont disponibles sur le site Web de la Patrouille.

19 La carte fac-similé peut être également automatiquement obtenue sur demande adressée par télécopie ou par courrier électronique (site Web de la Patrouille, rubriques *Products* puis *Announcement of Services*).

25 Les fréquences radio et les horaires d'émission sont donnés dans l'ouvrage *Stations radiométéorologiques, volume 2* et sur le site Web de la Patrouille (rubriques *Products* puis *Announcement of Services*).



2.5.1.3. – Carte fac-similé de la Patrouille Internationale des Glaces (site Web IIP).

31 *Exemple* de carte fac-similé et de bulletin de la Patrouille *:* figure 2.5.1.3, reproduction de la carte fac-similé du 6 mai 2001, et texte du bulletin du 28 février 2002 12h00 (site Web de la Patrouille).

37 SUBJ : INTERNATIONAL ICE PATROL (IIP) BULLETIN SÉCURITÉ

43 1. 28 FEB 1200 UTC ESTIMATED LIMIT OF ALL KNOWN ICE : FROM 4700 N 5255 W TO 4615 N 5045 W TO 4615 N 5000 W TO 4715 N 4730 W TO 5200 N 4830 W THEN NORTHWARD. ICE LIMIT NORTH OF 52 N IS OBTAINED FROM CANADIAN ICE SERVICE.

49 2. RADAR TARGETS OUTSIDE ICE LIMIT : 4618 N 4637 W, 4623 N 4636 W.

55 3. SEA ICE LIMIT : FROM 4805 N 5250 W TO 4800 N 5130 W TO 4815 N 4925 W TO 5305 N 5310 W.

61 4. MANY ICEBERGS ARE NORTH OF 4730 N AND WEST OF 4900 W.

67 5. IN ACCORDANCE WITH THE 2002 CHANGES TO SOLAS, SHIPS TRANSITING THE REGION GUARDED BY THE ICE PATROL ARE REQUIRED TO USE THE SERVICES PROVIDED DURING THE ICE SEASON.

73 6. USE EXTREME CAUTION WHEN NEAR THE GRAND BANKS AS ICE MAY BE PRESENT. REPORT POSITION AND TIME OF ANY ICE ENCOUNTERED TO COMINTICEPAT VIA CG COMMUNICATIONS STATION NMF, NMN, INMARSAT CODE 42, OR ANY CANADIAN COAST GUARD RADIO STATION. MAKE UNCLASSIFIED SEA SURFACE TEMPERATURE AND WEATHER REPORTS TO COMINTICEPAT EVERY SIX HOURS WITHIN LATITUDES 40 N AND 52 N AND LONGITUDES 39 W AND 57 W.

79 7. ICEBERG CHART FACSIMILE BROADCASTS ARE AT 1600Z AND 1810Z ON FREQUENCIES 6340.5, 9110.0 AND 12750.0 KHZ.

85 BULLETINS SPÉCIAUX. — Ces bulletins, précédés par le signal de sécurité approprié, sont émis sur les fréquences de détresse (2182 kHz phonie) pour signaler la présence d'icebergs hors des limites prévues diffusées par les bulletins réguliers. Ces bulletins spéciaux sont émis normalement par la station de Saint-John (Canada) et de Boston (États-Unis).

91 Un bulletin spécial peut également être diffusé par un navire de la Patrouille (appel de sécurité sur 2182 kHz suivi d'une transmission sur une fréquence BLU de travail), lorsque ce navire piste des glaces en période de mauvaise visibilité ou de brouillard.

01 **2.5.1.4. Concours des navires à la mer. — Tout navire se trouvant** entre les latitudes 40° et 52° Nord et entre les longitudes 39° et 57° Ouest **doit** adresser toutes les six heures à COMINTICEPAT tous les renseignements qu'il détient sur les glaces aperçues, en précisant :

06 — Nom et indicatif du navire ;

11 — Position de la glace (latitude-longitude) ;

16 — Date/heure de l'observation ;

21 — moyen de détection (vue, radar, ou les deux) ;

26 — Taille et forme des icebergs (voir Nota) ;

31 — Concentration de glace (en dixièmes) ;

36 — Épaisseur de la glace (en pieds ou en mètres, à spécifier).

41 Nota : utiliser les spécifications établies par la Patrouille pour la taille (tableau du § 5.2.2.10.2) et la forme des icebergs. Selon ces spécifications, il existe 2 formes d'icebergs :

46 — icebergs de forme tabulaire : icebergs à sommet plat, avec un rapport largeur-hauteur supérieur à 5 ;

51 — icebergs de forme non tabulaire : cette catégorie comprend tous les icebergs qui ne sont pas à sommet plat, comme décrit ci-dessus. Elle inclut les icebergs en dôme, en pente, pointus ou en bloc

56 Il est également recommandé aux navires de signaler l'absence de glace dans la zone définie ci-dessus. En outre, le navire est prié de signaler également ses position, route et vitesse, la visibilité, les températures de l'air et de l'eau de mer en surface, la force et la direction du vent, et la pression barométrique. En effet, la connaissance de ces éléments par la Patrouille est importante pour la prédiction de la dérive des icebergs, la détermination des parages où les icebergs peuvent être rencontrés, et la planification des patrouilles aériennes.

61 Par ailleurs, lorsqu'ils naviguent aux abords ou à l'intérieur des limites estimées de toute glace connue, les navires sont priés de signaler à COMINTICEPAT tous les renseignements possibles sur les glaces aperçues, comme indiqué ci-dessus.

66 **Remarques concernant la transmission des rapports :**

71 a) Si un navire adresse des rapports météorologiques réguliers à METEO Washington, il n'est pas nécessaire qu'il transmette des rapports à COMINTICEPAT, qui reçoit copie de tous les rapports envoyés à METEO Washington.

76 b) Les renseignements sur les glaces aperçues, et les éléments météorologiques (températures, vent,...) peuvent être adressés à COMINTICEPAT GROTON CT via INMARSAT (gratuit en A/C avec le code 42, aux propres frais des navires pour un envoi à COAST GUARD CT), ou à toute station de la garde côtière américaine ou canadienne (Boston, Portsmouth, St Johns, Halifax, ...). Consulter l'ouvrage *Radiocommunications maritimes, volume 3* ou le site Web de la Patrouille (rubriques *Products* puis *Announcement of Services*).

81 c) Les navires ne disposant que d'un seul radiotélégraphiste peuvent avoir des difficultés pour envoyer un rapport toutes les 6 heures ; les rapports, une fois établis, peuvent être gardés en instance jusqu'à la prochaine veille de leur opérateur.

01 ## 2.6. AGENTS MÉTÉOROLOGIQUES DANS LES PORTS — SERVICES DE ROUTAGE

01 ### 2.6.1. AGENTS MÉTÉOROLOGIQUES DANS LES PORTS.

01 #### 2.6.1.1. Rôle des agents météorologiques dans les ports.

07 Dans l'introduction de la *publication n° 9, volume D* de l'OMM, il est indiqué « Une fois au port, l'usager peut obtenir les conseils ou l'aide nécessaire pour résoudre toute question d'ordre météorologique en se mettant personnellement en contact avec l'agent météorologique du port ou le bureau météorologique établi dans ce but soit dans le port lui-même soit hors du port. ».

13 Les agents météorologiques dans les ports jouent un rôle particulièrement important en assurant la liaison entre le service météorologique national et la communauté maritime. Ils remplissent des tâches dont le caractère international est incontestable. Quel que soit le pays du monde dans lequel il se trouve, chaque navire doit pouvoir bénéficier auprès de l'agent météorologique d'une aide d'information et de diffusion, et, s'il est sélectionné (sous-chapitre 3.2), d'une aide pour continuer à remplir ses fonctions de station d'observation météorologique.

19 Vis à vis du navigateur, le rôle des agents météorologiques dans les ports comprend trois principales missions :

25 — une mission de contact avec tous les usagers. Les divers usagers peuvent s'adresser à l'agent météorologique ou à son bureau pour obtenir les diverses informations qu'ils désirent recevoir du service météorologique, par exemple pour savoir de quelle assistance météorologique il leur est possible de bénéficier dans le pays et dans la région où ils se trouvent et au-delà. Dans certains ports, le bureau de l'agent météorologique retransmet les informations météorologiques à la capitainerie et aux compagnies maritimes. Des cartes météorologiques spéciales sont préparées chaque jour à l'aide des informations reçues du service météorologique national. Ces cartes indiquent parfois la tendance prévue. Elles sont affichées dans le bureau de l'agent du port ou distribuées aux intéressés ;

31 — une mission relative aux navires sélectionnés (navires d'observations bénévoles, sous-chapitre 3.2), qui est la tâche principale des agents. L'efficacité du système de l'OMM basé sur le bénévolat pour l'obtention d'observations de navires dépend surtout des initiatives qui sont prises par ces agents. Les agents ont une position qui leur permet d'examiner avec les officiers des navires les problèmes que ceux-ci ont à résoudre, de faire des propositions sur les mesures à prendre, de signaler les changements qui ont pu intervenir dans les procédures et de répondre à toute question qui peut leur être posée. L'agent météorologique participe à la sélection des navires sélectionnés et à la formation météorologique de leurs navigants, et est chargé de contrôler, avec l'aide du service maintenance régional ou local, le bon fonctionnement des installations météorologiques embarquées sur ces navires. Il donne les instructions à suivre et tous les documents utiles, pour vérifier les instruments dont ils disposent, pour récupérer les carnets d'observations remplis et pour indiquer les mesures à prendre pour remédier aux anomalies détectées lors de contrôles antérieurs ;

37 — une mission de fourniture d'informations payantes à caractère technique relevant de la prévision immédiate, à quelques heures, de paramètres météorologiques primordiaux tels que le vent et la pluie pour les opérations portuaires ou de réparation navale. Ces opérations concernent principalement les mouvements des navires et ceux d'embarquement ou de débarquements de marchandises (les mouvements des navires et les opérations de grutage deviennent délicats à partir d'une certaine vitesse du vent), la ventilation des cales ou des marchandises, les opérations de sablage et de peinture qui doivent se faire « à sec », etc.

01 #### 2.6.1.2. Liste des agents météorologiques dans les ports.

07 La liste des adresses et des numéros de téléphone, télex et télécopie des bureaux météorologiques des ports du monde entier est donnée dans l'ouvrage du SHOM en 2 volumes *Stations radiométéorologiques*.

13 Cette liste est tenue à jour à partir de celle disponible sur le site Web de l'OMM (http://www.wmo.ch), rubrique *Recherche* ou *Search*, mot à entrer : "pmo" (Port meteorological officer).

19 En France, seuls Le Havre, Brest et Saint-Nazaire disposent d'un véritable bureau de port météorologique avec personnels spécifiques. Pour tous les autres ports, c'est le Centre départemental de la météorologie (CDM) qui assure ce rôle d'interface entre la météorologie et le monde maritime. Les coordonnées des Centres départementaux de la météorologie sont disponibles sur internet (www.meteo.fr, cliquer en haut à gauche sur Meteo-France puis indiquer le département).

01 ### 2.6.2. SERVICES DE ROUTAGE.

01 #### 2.6.2.1. Remarques générales.

07 Si les navires modernes sont beaucoup moins sensibles aux avaries et aux tempêtes que les voiliers d'autrefois, ils subissent toujours des retards parfois importants et des avaries de coque ou de chargement, qui peuvent aller jusqu'à entraîner leur perte, dues aux conditions météorologiques et à l'état de la mer.

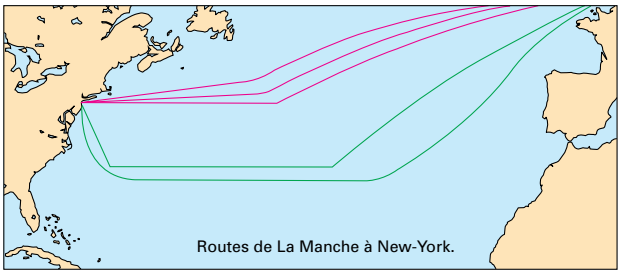
13 En outre, l'évolution technologique tend à construire non pas des navires à tout faire, robustes, aptes à affronter tous les temps et toutes les mers, mais à l'inverse des navires très spécialisés, en fonction de la marchandise à transporter et des régions océaniques fréquentées. Les navires à grande vitesse desservant la Corse, interdits de navigation lorsque la hauteur des vagues dépasse 4 m, sont un exemple de cette évolution. Le transport transocéanique des plates-formes pétrolières est un autre exemple montrant que la navigation maritime a besoin, plus encore qu'autrefois, de prévisions météorologiques détaillées.

19 Ces prévisions météorologiques prennent parfois la forme d'un "routage" météorologique, c'est-à-dire de conseils sur la meilleure route à suivre.

25 Choisir la route à suivre en fonction des conditions météorologiques n'est pas une pratique nouvelle. Plusieurs méthodes sont possibles.

31 Le choix d'une route débute par l'étude des documents climatologiques : *Pilot Charts*, *Instructions Nautiques*, etc. (voir sous-chapitre 2.2). Avec les renseignements climatologiques statistiques fournis par cette documentation et les courbes de réponse du navire au vent et à la mer, le navigateur peut établir un itinéraire.

37 Un exemple est donné en figure 2.6.2.1 pour un navire à propulsion mécanique recherchant un compromis évitant les risques d'icebergs et de brume, et les trajectoires moyennes des fortes dépressions pour la traversée de l'Atlantique Nord.



2.6.2.1. — Exemples de trajets climatologiques.

43 La route ainsi choisie peut être amendée juste avant le départ par une prévision à moyenne échéance (7 jours) obtenue en contactant le service météorologique le plus proche. Par exemple, cette prévision avant le départ peut être déterminante pour un navire allant de la Mer du Nord aux États-Unis. Son capitaine pourra faire le choix optimal entre passer au Nord de l'Écosse ou emprunter le Pas-de-Calais.

49 Une fois en mer, la navigation météorologique tactique consiste à choisir un cap et une vitesse en fonction de l'analyse des prévisions à courte échéance (24 h ou 48 h). Ces prévisions peuvent être obtenues par l'écoute des bulletins radiodiffusés ou, mieux, par l'étude d'une carte météorologique de type isobares et fronts (seul un document graphique permet de visualiser instantanément la situation météorologique actuelle ou prévue sur un grand domaine ; la carte météorologique est pratiquement indispensable pour évaluer empiriquement, sans moyens de calcul, la route à suivre la plus économique et la plus sûre).

55 Enfin la route optimale peut aussi être déterminée par un calcul sur ordinateur. C'est ce que nous appelons dans ce qui suit le "routage météorologique".

01 **2.6.2.2. Les deux philosophies du routage météorologique.**

07 Le calcul de la route optimale est effectué en fonction des prévisions météo-océanographiques (vent, état de la mer, courant, visibilité, présence de glaces), des caractéristiques du navire (comportement en fonction du vent, comportement en fonction des vagues) et des objectifs. Les objectifs des routages météorologiques sont variables. Ils peuvent chercher à déterminer les routes permettant de réduire le plus possible la durée de la traversée, les accidents, la consommation de mazout, ou les routes sur lesquelles les navires de croisière ont le plus de chance de trouver un maximum d'ensoleillement.

13 Mais quels que soient les objectifs du routage, deux philosophies s'opposent :

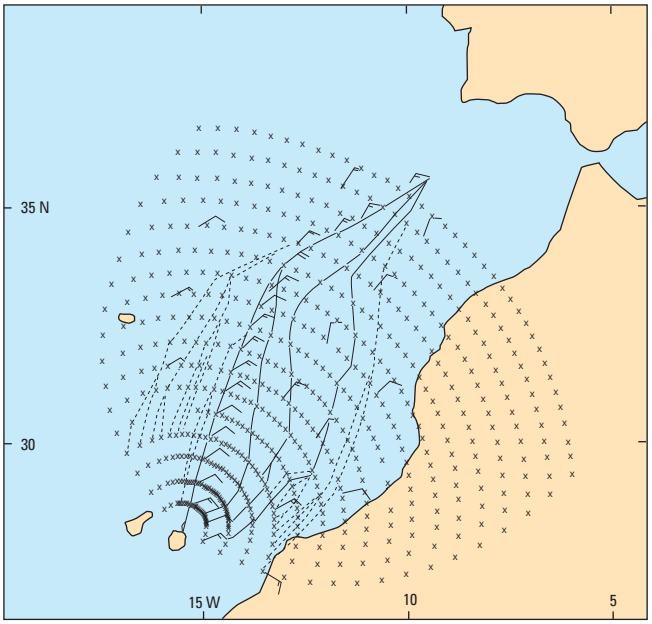
19 a) Le calcul est effectué à terre et le résultat est transmis au navire. Cette formule permet de bénéficier d'une puissance de calcul élevée et de prendre en compte une grande quantité de paramètres. Elle libère le responsable du navire (qu'il s'agisse d'un navire à voile de compétition ou d'un navire de commerce) de toute réflexion sur la route à suivre, celui-ci pouvant alors se concentrer sur la marche proprement dite du navire. En revanche, le capitaine ou le skipper a le sentiment d'être " piloté " depuis la terre par des personnes qui n'ont pas toutes les données en main pour prendre les bonnes décisions. En cas d'avarie due au mauvais temps, il peut y avoir un doute sur les responsabilités entre le capitaine et le routeur.

25 b) Les données météo-océanographiques sont transmises au navire et le calcul est effectué à bord. Cette solution, rendue possible par la puissance de calcul des micro-ordinateurs et la transmission de données par satellite, est plus coûteuse en frais de télécommunications. En revanche, le capitaine du navire a toutes les données en main pour prendre les bonnes décisions et l'envoi des données depuis la terre peut être entièrement automatisé.

01 **2.6.2.3. Le routage des navires à voile.**

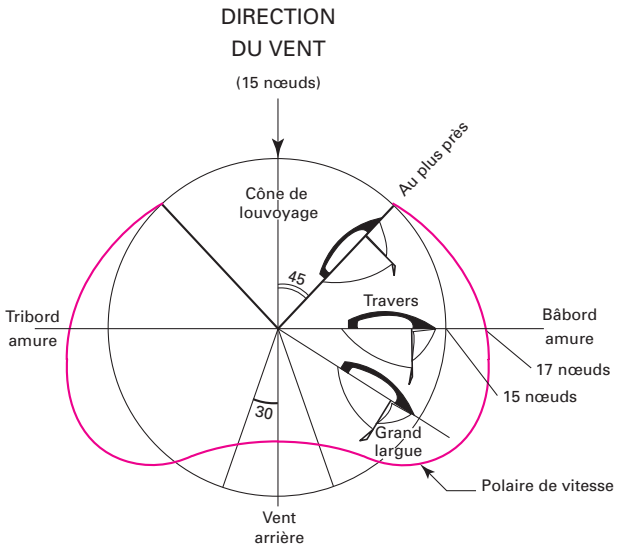
07 Le routage des voiliers de course au large étant une bonne illustration des problèmes rencontrés, il justifie un paragraphe dans cet ouvrage.

13 Le routage d'un voilier de compétition (fig. 2.6.2.3.A) consiste à calculer quelle est la route la plus rapide pour atteindre le point d'arrivée, en fonction des caractéristiques propres du bateau et du vent prévu.



2.6.2.3.A. — Calcul d'une route optimale pour le voilier "Milen" par Météo-France le 5 décembre 1988.

19 Les caractéristiques du voilier sont définies par sa "polaire de vitesse". Il s'agit d'une famille de courbes, ou de tableaux, donnant pour chaque vitesse de vent et pour chaque allure du voilier (angle entre cap réel et direction du vent réel) la vitesse du voilier. Voir la figure 2.6.2.3.B.



2.6.2.3.B. — Polaire de vitesse d'un voilier pour un vent de 15 nœuds.

25 Le vent prévu est disponible sous forme d'une valeur de vent (direction et vitesse) à chaque point d'une grille. Les champs de vent sont renouvelés régulièrement (généralement toutes les 6 heures).

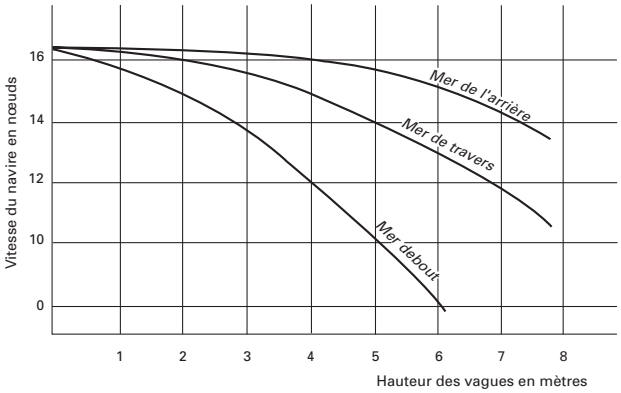
31 La distance séparant les points de grille varie de 10 à 100 km selon qu'on utilise un modèle de prévision à courte échéance (jusqu'à 48 heures) ou à moyenne échéance (jusqu'à 10 jours).

37 Un calcul simple permet de se rendre compte que garder en mémoire toutes les routes possibles pour ne choisir la plus rapide qu'à la fin du calcul, conduit à un volume de données phénoménal capable de saturer les ordinateurs les plus puissants. Le problème consiste donc à ne pas tout garder en mémoire, tout en ayant conscience qu'une route plus lente au début peut s'avérer plus rentable sur l'ensemble du parcours. Autre problème à résoudre : quelles données prendre lorsque la prévision du modèle de prévision du temps ne couvre pas toute la durée de la navigation (traversée océanique supérieure à 7 ou 10 jours) ? On peut choisir de compléter les données prévues par des données climatologiques, ou par des données issues de situations analogues… Les logiciels de routage diffèrent notamment par les solutions retenues pour résoudre ces problèmes.

43 Selon le règlement de l'épreuve, le logiciel est mis en œuvre soit à terre, par un routeur qui suit et conseille le voilier 24 heures sur 24, soit à bord par l'équipage lui-même. Cette dernière solution est de plus en plus souvent retenue par les organisateurs afin d'égaliser les chances des concurrents et de limiter les budgets.

01 **2.6.2.4. Le routage des navires de commerce.**

07 Dans une mer creuse "debout", le tangage s'accentue, cassant l'erre, l'hélice travaille mal et peut s'emballer. Si le navire est lège, il peut donner de violents coups de ballast, susceptibles de provoquer des désarrimages du chargement, des cassures de tôle et des voies d'eau. Il faut alors réduire la vitesse ou changer de route, ce qui, en général, fait perdre moins de temps.



2.6.2.4. — Réduction de vitesse due à la mer pour un navire à propulsion mécanique.

13 Pour un navire de commerce, la finalité même du routage est différente de celle d'un voilier de compétition. Arriver à l'heure prévue pour faciliter la gestion des ports est plus important que la recherche du temps minimum ; éviter les fortes mers qui occasionnent des avaries aux marchandises et économiser le carburant sont aussi des buts à atteindre.

19 Le paramètre météo-océanographique principal n'est plus alors le vent, mais l'état de la mer. Il faut donc utiliser en entrée du programme de routage les données d'un modèle de prévision d'état de la mer capable d'indiquer, point de grille par point de grille, les différentes composantes (hauteur, période et direction) de la mer du vent et des houles.

25 Il faut connaître aussi les courbes de réponse du navire, non seulement en fonction du vent, mais aussi des vagues. Ces courbes de réponse sont élaborées à partir d'essais du navire en bassin de carène et/ou d'une étude numérique de résistance sur houle à partir du plan de formes du navire.

31 Pour mieux se convaincre de l'influence des conditions météorologiques sur la consommation, il n'est pas inutile de rappeler qu'en cas de mauvais temps la résistance à l'avancement du navire varie considérablement en fonction de la houle et du vent. Ainsi, dans des conditions très défavorables, vent de face, navire sur ballast (forte prise au vent) et mer de l'avant, la résistante totale à l'avancement se compose de la résistance en eau calme (40 %), de la résistance ajoutée par la houle (35 %) et de la résistance aérodynamique (25 %).

37 Enfin, le cap à suivre n'est plus le seul paramètre de commande du navire à propulsion mécanique. Celui-ci pouvant choisir aussi sa vitesse, le programme de routage doit indiquer en sortie à la fois le cap et la vitesse à suivre pour éviter les zones de mauvais temps génératrices d'avaries et de retard.

43 Malgré les différences entre routage des voiliers et routage des navires à propulsion mécanique, les méthodes informatiques utilisées sont identiques.

01 **2.6.2.5. Services de routage.**

07 Le chapitre 7 du volume D de la Publication n° 9 de l'OMM présente la liste, avec leurs adresses, des services nationaux de routage météorologique des navires. Le chapitre 7 est téléchargeable sur le site Web de l'OMM (http://www.wmo.ch, rubrique *Recherche* ou *Search*, mot à entrer : "services de routage").

13 À l'exception de quelques grandes courses au large, Météo-France ne fait en principe pas de routage.

01 **2.6.2.6. Bilan et avenir du routage météorologique.**

07 Les services météorologique nationaux et les sociétés privées qui effectuent des routages ont établi le bilan suivant :

13 — le routage météorologique permet tout autant de réduire les durées des traversées maritimes que les dommages dus au mauvais temps ;

19 — les meilleurs résultats sont obtenus durant les mois d'hiver c'est-à-dire en décembre, janvier et février dans l'hémisphère Nord et en juin, juillet et août dans l'hémisphère Sud ; en été, les mers fortes et les grandes houles étant plus rares, la route directe (grand cercle) est la plus économique ;

25 — les gains de temps moyens sont plus importants pour les traversées d'Est en Ouest que pour les traversées d'Ouest en Est, car les vagues qui viennent de l'arrière, prédominantes lors des traversées Ouest-Est, ont peu d'influence sur la vitesse vraie du navire ;

31 — l'influence du routage sur les frais d'exploitation d'un navire se ressent surtout dans les coûts du mazout et des lubrifiants. Il a été calculé que l'économie de mazout pouvait atteindre 12 %.

37 Malgré ce bilan, le routage météorologique des navires de commerce est peu répandu. Mais l'évolution actuelle du transport maritime et des technologies pourraient faire évoluer la situation. Nous avons déjà cité l'évolution vers des navires très spécialisés, aux contraintes d'exploitation limitées, nécessitant un suivi météorologique constant. De plus, de plus en plus de navires sont exploités avec un équipage réduit où le capitaine fait lui-même du quart à la passerelle. Il dispose donc de beaucoup moins de temps pour se consacrer au choix de la route.

43 Enfin, du côté des services météorologiques, les données d'entrée des modèles de routage se font plus détaillées.

49 — Les modèles de prévision de vagues sont à l'image des modèles de prévision du temps : couverture mondiale, échéance atteignant 10 jours pour le modèle du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme.

55 — Des modèles d'océan permettant de connaître et de prévoir pour les jours à venir les courants instantanés (et non plus les courants moyens) et la position des glaces deviennent opérationnels (par exemple, en France, le modèle Mercator qui couvre l'Atlantique et la Méditerranée)

61 — Pour la prévision à moyenne échéance, le Centre européen pour les prévisions à moyenne échéance met en œuvre une "prévision d'ensemble" consistant à rejouer la prévision 50 fois à partir d'états initiaux de l'atmosphère légèrement différents. Cette technique s'applique aussi au routage permettant ainsi de tester la stabilité de la solution retenue et éventuellement d'envisager d'autres évolutions possibles.

67 Ce sont là des possibilités nouvelles pour le routage météorologique qui, une fois testées, pourraient relancer l'intérêt pour cette activité.

CHAPITRE 3

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DES NAVIRES

3.0. Présentation.

3.1. Signalisation par les navires des dangers météorologiques et autres concours requis des navires.

3.1.1. Signalisation des dangers météorologiques.
3.1.1.0. Généralités.
3.1.1.1. Règle 31 : Messages de danger.
3.1.1.2. Règle 32 : Information requise dans les messages de danger.
3.1.1.2.1. Renseignements à fournir.
3.1.1.2.2. Exemples.
3.1.1.3. Remarques concernant les messages de danger.

3.1.2. Autres concours requis des navires.
3.1.2.1. Sauvetage aéromaritime.
3.1.2.2. Localisation des glaces.

3.2. Observations synoptiques.

3.2.1. Navires observateurs volontaires (navires sélectionnés).
3.2.1.1. Système de navires observateurs volontaires (VOS) de l'OMM.
3.2.1.2. Désignation et tâches.
3.2.1.3. Matériel météorologique embarqué.

3.2.2. Horaire, chiffrement et transmission des observations réduites.
3.2.2.1. Horaire des observations
3.2.2.2. Chiffrement des observations.
3.2.2.3. Transmission des observations — Transmission à une station Inmarsat, à une station radio côtière.

3.2.3. Pratique des observations réduites.
3.2.3.1. Nébulosité et vent vrai (Nddff).
3.2.3.2. Visibilité horizontale en surface (VV).
3.2.3.3. Hauteur au dessus de la surface, de la base du nuage le plus bas observé (h).
3.2.3.4. Temps présent et temps passé.
3.2.3.5. Pression atmosphérique.

01

3.0. PRÉSENTATION

07 La connaissance, sur l'ensemble d'une zone, des conditions atmosphériques du moment, est à la base de la prévision météorologique. Si l'observation de l'atmosphère par satellites apporte un immense progrès dans le domaine de la prévision du temps, les éléments mesurés in situ par les stations terrestres et les navires présentent toujours un intérêt considérable. Les observations, ainsi effectuées simultanément sur une vaste région par les stations et les navires, donnent une représentation assez précise des conditions réelles et enrichissent les images fournies par les satellites.

13 Le sous-chapitre 3.1 est consacré aux courts messages que doit émettre, en urgence, **tout navire** rencontrant ou observant des **conditions météorologiques dangereuses pour la navigation** (§ 3.1.1), ainsi qu'aux **autres concours des navires requis** en certaines circonstances (§ 3.1.2) : sauvetage aéromaritime, localisation des glaces.

19 Le sous-chapitre 3.2 traite des **observations synoptiques réduites. Ce sous-chapitre s'adresse non pas aux navires sélectionnés** dans le cadre du système de navires observateurs volontaires de l'OMM, **mais aux navires non sélectionnés.**

25 Normalement chargés des observations synoptiques, les navires sélectionnés et les navires de la Marine Nationale possèdent en effet une documentation et du matériel spécifiques, et leur personnel ont reçu une formation adéquate.

31 Les navires non sélectionnés peuvent pratiquer et transmettre (sans aucun frais) des observations réduites, et leur participation est particulièrement précieuse lors d'une navigation dans les zones à très faible trafic maritime, par exemple dans l'hémisphère Sud.

37 À titre d'information, le système de navires observateurs volontaires de l'OMM est présenté au paragraphe 3.2.1.

01 # 3.1. SIGNALISATION PAR LES NAVIRES DES DANGERS MÉTÉOROLOGIQUES ET AUTRES CONCOURS REQUIS DES NAVIRES

01 ## 3.1.1. SIGNALISATION DES DANGERS MÉTÉOROLOGIQUES.

01 **3.1.1.0.** — Les règles 31 et 32 du chapitre V de l'annexe à la Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (*Convention SOLAS*), reproduites ci-dessous, font obligation au capitaine de tout navire d'émettre un message de danger lorsqu'il observe ou rencontre :
07 — des glaces, épaves et autres dangers immédiats pour la navigation ;
13 — une tempête tropicale ;
19 — des vents de force égale ou supérieure à 10 Beaufort ;
25 — des conditions de givrage.
31 Les règles 31 et 32 du chapitre V de SOLAS sont intégralement reproduites ci-après (§ 3.1.1.1 et 3.1.1.2) [en raison du nombre important d'alinéas, les numérotations **3.1.1.2.1** et **3.1.1.2.2** ont été ajoutées au texte de la règle 32]. La transmission de messages de dangers par un navire est gratuite, et doit être effectuée par tout moyen de transmission dont il dispose.

01 **3.1.1.1. Règle 31** *Messages de danger***.**
07 1) Le capitaine de tout navire qui se trouve en présence de glaces ou d'une épave dangereuses, de tout autre danger immédiat pour la navigation ou d'une tempête tropicale, qui rencontre des températures de l'air inférieures au point de congélation, associées à des vents de force tempête, provoquant de graves accumulations de glace sur les superstructures, ou qui rencontre des vents de force égale ou supérieure à 10 sur l'échelle de Beaufort pour lesquels aucun avis de tempête n'a été reçu, est tenu d'en informer par tous les moyens dont il dispose les navires dans le voisinage, ainsi que les autorités compétentes. Aucune forme spéciale de transmission n'est imposée. L'information peut être transmise soit en clair (de préférence en anglais), soit au moyen du Code international de signaux.
13 2) Chaque Gouvernement contractant prend les mesures nécessaires pour que toute information reçue concernant un danger prévu au paragraphe 1 soit promptement portée à la connaissance des intéressés et communiquée aux autres gouvernements auxquels elle peut être utile.
19 3) La transmission des messages concernant ces dangers est gratuite pour les navires intéressés.
25 4) Tous les messages transmis par voie radioélectrique en vertu du paragraphe 1 sont précédés du signal de sécurité suivant la procédure prescrite par le Règlement des radiocommunications, tel qu'il est défini à la règle IV/2.

01 **3.1.1.2. Règle 32** *Information requise dans les messages de danger.*

01 **3.1.1.2.1.** Les renseignements suivants doivent être fournis dans les messages de danger :

04 1) Glaces, épaves et autres dangers immédiats pour la navigation.
07 — 1. La nature de la glace, de l'épave ou du danger observés.
10 — 2. L'emplacement de la glace, de l'épave ou du danger lors de la dernière observation.
13 — 3. La date et l'heure (temps universel coordonné) auxquelles le danger a été observé pour la dernière fois.

16 2) Cyclones tropicaux*.
19 — 1. Un message signalant qu'un cyclone tropical a été rencontré. Cette obligation devrait être comprise dans un esprit large, et l'information devrait être transmise toutes les fois que le capitaine a lieu de croire qu'un cyclone tropical est en cours de formation ou sévit dans son voisinage.
22 — 2. La date, l'heure (temps universel coordonné) et la position du navire au moment où le danger a été observé pour la dernière fois.
25 — 3. Le plus de renseignements possible concernant :
28 - la pression barométrique** , de préférence corrigée (en indiquant si elle est évaluée en millibars, en millimètres ou en pouces, et si la lecture a été corrigée ou non) ;
31 - la tendance barométrique (le changement survenu dans la pression barométrique au cours des trois dernières heures) ;
34 - la direction vraie du vent ;
37 - la force du vent (échelle de Beaufort) ;
40 - l'état de la mer (calme, modérée, forte, démontée) ;
43 - la houle (faible, modérée, forte) et la direction vraie d'où elle vient. Une indication de la période ou de la longueur de la houle (courte, moyenne, longue) serait également utile ;
46 - la route vraie et la vitesse du navire.

49 * Le terme cyclone tropical est le terme générique utilisé par les services météorologiques nationaux des pays membres de l'Organisation météorologique mondiale. Les termes "ouragan, typhon, cyclone, forte tempête tropicale, etc." peuvent aussi être utilisés en fonction du lieu géographique.
52 ** L'unité internationale normalisée de pression barométrique est l'hectopascal (hPa), qui équivaut numériquement au millibar (mbar).

55 **Observations ultérieures :**

58 3) Lorsqu'un capitaine a signalé un cyclone tropical ou toute autre tempête dangereuse, il est souhaitable mais non obligatoire qu'il effectue des observations ultérieures et les transmette toutes les heures si possible, mais en tout cas à des intervalles n'excédant pas trois heures, aussi longtemps que le navire reste sous l'influence de la tempête.

61 4) Vents de force égale ou supérieure à 10 sur l'échelle de Beaufort, pour lesquels aucun avis de tempête n'a été reçu. Le présent paragraphe vise les tempêtes autres que les cyclones tropicaux mentionnés au paragraphe 2 ; lorsqu'une tempête de ce genre est rencontrée, le message envoyé devrait contenir des renseignements semblables à ceux qui sont énumérés au paragraphe 2, à l'exception des informations relatives à l'état de la mer et à la houle.

64 5) Températures de l'air inférieures au point de congélation associées à des coups de vents violents et provoquant une grave accumulation de glace sur les superstructures.
67 — 1. Date et heure (temps universel coordonné).
70 — 2. Température de l'air.
73 — 3. Température de la mer (si possible).
76 — 4. Force et direction du vent.

01 **3.1.1.2.2. Exemples** *(en français et en anglais)***.**

05 *Glace (Ice)*
09 TTT Glace. Grand iceberg aperçu à 4605 N., 4410 W., à 0800 UTC. 15 mai.
13 TTT Ice. Large berg sighted in 4605N. ; 4410W. ; at 0800 UTC. May 15.

17 *Épave (Derelicts)*
21 TTT Épave. Épave observée presque submergée à 4006 N. ; 1243 W. ; à 1630 UTC. 21 avril.
25 TTT Derelict. Observed derelict almost submerged in 4006 N. ; 1243 W. ; at 1630 UTC.

29 *Danger pour la navigation (Danger to navigation)*
33 TTT Navigation. Bateau phare Alpha pas à son poste. 1800 UTC. 3 janvier.
37 TTT Navigation. Alpha lightship not on station 1800 UTC. January 3.

41 *Tempête tropicale (Tropical Storm)*
45 TTT Tempête. 0030 UTC. 18 août. 2004 N., 11354 E. Baromètre corrigé 994 mbar, tendance à la baisse 6 mbar. Vent NW., force 9, forts grains. Forte houle de l'est. Route 067, 5 noeuds.
49 TTT Storm. 0030 UTC. August 18. 2004 N., 11354 E. Barometer corrected 994 millibars, tendency down 6 millibars. Wind NW., force 9, heavy squalls. Heavy easterly swell. Course 067, 5 knots.

53 TTT Tempête. Les apparences indiquent l'approche d'un ouragan. 1300 UTC. 14 septembre. 2200 N., 7236 W. Baromètre corrigé 29,64 pouces, tendance à la baisse 0,015 pouce. Vent NE., force 8, grains de pluie fréquents. Route 035, 9 noeuds.
57 TTT Storm. Appearances indicate approach of hurricane. 1300 UTC. September 14. 2200 N., 7236 W. Barometer corrected 29.64 inches, tendency down .015 inches. Wind NE., force 8, frequent rain squalls. Course 035, 9 knots.

61 TTT Tempête. Les conditions indiquent la formation d'un cyclone intense. 0200 UTC. 4 mai. 1620 N., 9203 E. Baromètre non corrigé 753 mm tendance à la baisse 5 mm. Vent S., quart SW., force 5. Route 300, 8 noeuds.
65 TTT Storm. Conditions indicate intense cyclone has formed. 0200 UTC. May 4. 1620 N., 9203 E. Barometer uncorrected 753 millimetres, tendency down 5 millimetres. Wind S. by W., force 5. Course 300, 8 knots.

69 TTT Tempête. Typhon dans le S E. 0300 UTC. 12 juin. 1812 N., 12605 E. Le baromètre baisse rapidement. Le vent augmente du nord.
73 TTT Storm. Typhoon to southeast. 0300 UTC. June 12. 1812N., 12605E. Barometer falling rapidly. Wind increasing from N.

77 TTT Tempête. Vent de force 11, pas d'avis de tempête reçu. 0300 UTC. 4 mai. 4830 N., 30 W. Baromètre corrigé 983 mbar, tendance à la baisse 4 mbar, vent S W., force 11 variable, route 260, 6 noeuds.
81 TTT Storm. Wind force 11, no storm warning received. 0300 UTC. May 4. 4830 N., 30 W. Barometer corrected 983 millibars, tendency down 4 millibars. Wind SW., force 11 veering. Course 260, 6 knots.

85 *Givrage (Icing)*
89 TTT formation inquiétante de givre. 1400 UTC. 2 mars. 69 N., 10 W. Température de l'air - 8°C. Température de la mer - 2°C. Vent N E., force 8.
93 TTT experiencing severe icing. 1400 UTC. March 2. 69 N., 10 W. Air temperature minus 8°C. Sea temperature minus 2°C. Wind NE., force 8.

01 **3.1.1.3. Remarques concernant les messages de danger.**

07 **a)** Dans le point 1 de la règle 31, le terme *autorités compétentes* désigne les services météorologiques nationaux, et en particulier Météo-France.

13 **b)** Dans les exemples donnés au paragraphe précédent, le signal de sécurité TTT est celui utilisé en graphie ; en phonie il consiste dans le mot SÉCURITÉ (3 fois).

19 **c)** Les messages de tempête tropicale et de vent de force égale ou supérieure à 10 Beaufort doivent être renouvelés toutes les trois heures au moins, aussi longtemps que le navire reste sous l'influence de la tempête.

25 **d)** Outre ces messages de tempête, il est recommandé d'émettre toutes les trois heures un message d'observations SHIP (ou SHIP réduit) [§ 4.1] aux services météorologiques intéressés.

01 **3.1.2. AUTRES CONCOURS REQUIS DES NAVIRES.**

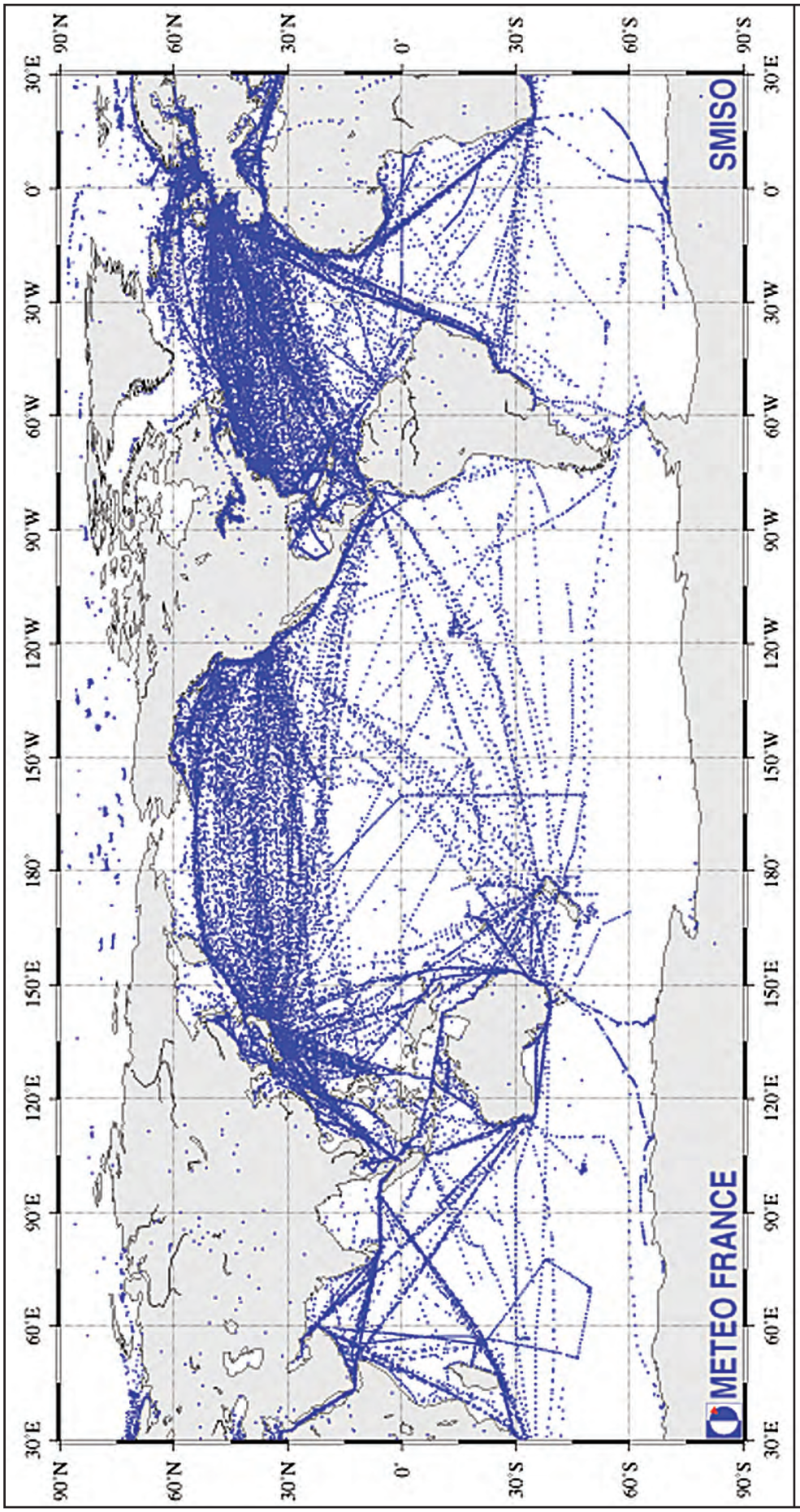
01 **3.1.2.1. Sauvetage aéromaritime.** — En vue d'un amérissage forcé d'aéronef ou au cours d'opérations de recherche d'avions perdus en mer et de sauvetage de naufragés, des navires peuvent être amenés à communiquer à des aéronefs, à certaines autorités ou à des bâtiments sauveteurs, des renseignements météorologiques.

07 Ces renseignements peuvent être fournis en clair dans l'ordre suivant :
13 — Position ;
19 — Pression réduite au niveau de la mer (en hPa) ;
25 — Vent (direction vraie en degrés, vitesse en nœuds) ;
31 — Houle (longueur, hauteur, vitesse et direction des vagues) ;
37 — État de la mer (code S) ;
43 — Visibilité ;
49 — Nuages bas (quantité et altitude de la base pour la couche principale et pour les nuages épars au-dessous de cette couche le cas échéant) ;
55 — Temps présent ;
61 — Remarques éventuelles.

67 On trouvera de plus amples détails relatifs à la participation au sauvetage dans le *Guide du Navigateur, volume 3*.

01 **3.1.2.2. Localisation des glaces.** — Dans les zones où sont organisés des services particuliers d'information sur les glaces, les navires sont priés d'apporter leur concours à ces services.

07 Le concours sollicité par la Patrouille Internationale des Glaces, qui diffuse l'information relative aux glaces et icebergs au large de Terre-Neuve, est explicité au paragraphe 2.5.1.4.



Total des messages SHIP de navires observateurs volontaires reçus en décembre 2001 : 167 389, ce qui représente 5 400 messages par jour pour toutes les mers et océans.

3.2.1.1. — Carte de pointage des observations de navires reçues en décembre 2001.

01 ## 3.2. OBSERVATIONS SYNOPTIQUES

07 Le présent sous-chapitre 3.2 s'adresse aux navires non sélectionnés (commerce, pêche, plaisance) qui, en dehors des conditions météorologiques dangereuses pour la navigation (§ 3.1.1) et de certaines circonstances (§ 3.1.2), peuvent pratiquer et transmettre, **sans aucun frais**, des observations réduites lors d'une navigation dans une région où les observations sont rares, en particulier dans l'hémisphère Sud (fig. 3.2.1.1).

13 Dans un but d'information, le système de navires observateurs volontaires de l'OMM est succinctement présenté au paragraphe 3.2.1. Les paragraphes 3.2.2 et 3.2.3 sont particularisés aux navires non sélectionnés : des conseils pratiques et des recommandations pour effectuer et transmettre des observations réduites y sont présentés.

01 ### 3.2.1. NAVIRES OBSERVATEURS VOLONTAIRES (NAVIRES SÉLECTIONNÉS).

01 **3.2.1.1. Système de navires observateurs volontaires (VOS) de l'OMM.**

07 Le système de navires observateurs volontaires (VOS) de l'OMM est un système international, dont l'origine remonte à 1853, en vertu duquel les navires parcourant les océans et les mers à travers le monde sont recrutés par les services météorologiques nationaux pour relever et transmettre des observations météorologiques. Les navires observateurs volontaires français sont appelés **navires sélectionnés**.

13 La contribution qu'apportent les rapports météorologiques des navires VOS à la météorologie, aux services météorologiques à l'usage des navires et aux études du climat planétaire est unique et irremplaçable, d'autant plus qu'au cours de ces dernières décennies, la prise de conscience accrue du rôle des océans dans le système climatique mondial a accentué davantage encore l'importance des systèmes d'observation météorologique et océanographique en mer.

19 L'un des grands problèmes auxquels la météorologie continue de se heurter tient au fait que, pour de vastes régions océaniques, les données sont insuffisantes pour que l'on puisse fournir des prévisions météorologiques élémentaires, des services météorologiques et océanographiques en mer et effectuer des études du climat.

25 Si les satellites météorologiques contribuent grandement à surmonter ces problèmes, les données provenant de plates-formes plus classiques, en particulier des navires, continuent et continueront à jouer un rôle essentiel pour confirmer sur le terrain des observations effectuées par satellite, pour fournir des observations importantes que les satellites ne peuvent observer, pour apporter une contribution essentielle à l'apport des données nécessaires pour les modèles numériques de prédiction météorologique qui sont à la base de la plupart des prévisions et avis météorologiques actuels, et pour fournir des rapports en temps réel pouvant être utilisés immédiatement pour les services offerts aux navigateurs. Outre leur utilisation pour les modèles numériques de prédiction météorologique, les rapports provenant des navires en mer sont aussi utilisés sur le plan opérationnel, de manière encore plus directe, pour la préparation des prévisions et avis, y compris ceux qui sont destinés au SMDSM, et sont publiés spécifiquement à l'intention des navigateurs.

31 Sans les observations des navires VOS, les navigateurs ne disposeraient pas en temps voulu de services fiables.

37 Les rapports d'observations en temps réel provenant de navires observateurs volontaires sont surtout concentrés le long des principales routes de navigation, essentiellement dans l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord. La figure 3.2.1.1 montre la répartition géographique des rapports météorologiques fournis par les navires sélectionnés français au cours du mois de décembre 2001. On constate qu'il y a dans tous les océans de l'hémisphère Sud de grandes zones pour lesquelles on ne dispose pas ou très peu de données. Cependant, si la répartition des rapports météorologiques était présentée par jour, la couverture des régions de l'Atlantique Nord et du Pacifique Nord apparaîtrait alors très faible, elle aussi.

43 **La participation au système et la transmission de rapports météorologiques n'entraînent aucun frais ni pour le navire ni pour l'exploitant du navire, que le navire soit observateur volontaire ou non.**

01 **3.2.1.2. Désignation et tâches.** — Les navires observateurs volontaires sont désignés par un libre accord entre les armateurs et le service météorologique national, Météo-France pour les navires français (navires sélectionnés).

07 Les navires VOS ou navires sélectionnés sont tenus, dans la mesure du possible, d'effectuer et de transmettre des observations météorologiques, conformément aux instructions reçues du service météorologique. Ce service fournit gratuitement aux navires sélectionnés les instruments et la documentation nécessaires à l'exécution de cette tâche ; il assure, par l'intermédiaire de son personnel (en général un agent de liaison météorologique des ports, voir § 2.6.1), la liaison directe avec les capitaines et les observateurs des navires sélectionnés, ainsi que la vérification et l'entretien du matériel météorologique. Les agents des ports fournissent des conseils sur la technique de l'observation en mer, expliquent comment utiliser le code SHIP, et fournissent des instructions sur la façon de transmettre les observations dans le sens navire-terre en utilisant le matériel de communications par satellite ou de communications de terre.

13 Certains navires de la Marine Nationale contribuent au même service d'observation dans des conditions fixées par les instructions de l'autorité maritime.

01 **3.2.1.3. Matériel météorologique embarqué.** — Le matériel météorologique embarqué comprend des instruments conventionnels et une station météorologique (Pommar ou Batos). Météo-France fournit le matériel à titre de prêt gratuit, et en assure la maintenance lors des escales.

07 Les instruments conventionnels couramment utilisés pour l'exécution des observations, en complément de la station Pommar, ou en secours de la station Batos, sont les suivants :

13 — un baromètre anéroïde type marine, à suspension vibra choc ;

19 — un psychromètre crécelle avec thermomètres ;

25 — un thermomètre permettant la mesure de la température de l'eau de mer ;

31 — un anémomètre électromagnétique à main.

37 La station de télémesure **Pommar** affiche en permanence vitesse et direction du vent moyen ou instantané, température de l'air, température du thermomètre mouillé, température de la mer et pression atmosphérique. Elle comprend aussi une calculatrice programmée pour calculer le vent vrai à partir du vent apparent et de la route du navire (cap et vitesse), ainsi que la température du point de rosée à partir des températures des thermomètres sec et mouillé.

43 Le système **Batos** est une station automatique de mesure. Il se compose de capteurs météorologiques, d'une centrale d'acquisition, d'un PC, d'un terminal Inmarsat C, d'un GPS et d'un compas. Il permet l'acquisition des paramètres mesurés par les capteurs (vent, pression, humidité, températures de l'air et de l'eau) et des paramètres de navigation (compas, GPS). Une interface sur ordinateur permet l'acquisition au clavier des données observées par l'observateur (nuages, état de la mer, ...). Batos permet le contrôle, le traitement automatique de toutes ces données, et leur stockage La constitution automatique des messages et leur transmission par Inmarsat C sont automatiquement pilotées par le système.

49 Une documentation spécifique est délivrée aux navires sélectionnés. Elle comprend des ouvrages de Météo-France (*Guide de l'observateur météorologique en mer*, *Manuel d'exploitation des navires sélectionnés*, et une documentation technique BATOS si une telle station est à bord), des publications de l'OMM (*Atlas international des nuages*, édition abrégée, planche des nuages), et un cours sur les nuages. Des tables et tableaux de travail, des imprimés, carnets d'observations et une calculatrice sont également fournis.

01 3.2.2. HORAIRES, CHIFFREMENT ET TRANSMISSION DES OBSERVATIONS RÉDUITES.

07 Les observations réduites consistent à observer uniquement la hauteur au dessus de la surface, de la base du nuage le plus bas observé, la visibilité horizontale en surface, la nébulosité, la direction et la vitesse du vent, la température de l'air, et enfin la pression au niveau de la mer.

01 **3.2.2.1. Horaires des observations.** — Les observations sont effectuées aux heures rondes synoptiques (00 - 06 - 12 et 18 heures UTC). Dans les zones où les observations sont rares, elles sont également effectuées aux heures rondes synoptiques intermédiaires :

07 — 03 entre les méridiens 30° E et 80° E,
13 — 09 entre les méridiens 30° W et 80° W,
19 — 15 entre les méridiens 90° W et 160° W,
25 — et 21 entre les méridiens 80° E et 170° E.

31 Les observations sont à effectuer et à transmettre dès la première heure synoptique suivant le moment où le navire a quitté le port et fait route jusqu'à la dernière heure synoptique précédant l'entrée au port.

37 Sur rade, les observations ne sont effectuées que sur demande des services météorologiques.

01 **3.2.2.2. Chiffrement des observations.** — La forme réduite du message SHIP à transmettre est la suivante :

07 BBXX D...D YYGGi_w 99$L_aL_aL_a$ $Q_cL_oL_oL_oL_o$
13 41hVV Nddff 1s_nTTT 4PPPP 7wwW_1W_2

19 On trouvera au paragraphe 4.1.3 la description détaillée des groupes du message SHIP. Ces groupes sont cependant succinctement présentés ci-dessous.

25 — Les chiffres du message réduit (99, 41, 1, 4 et 7) sont des indicateurs, invariables.

31 — Groupe YYGGi_w : i_w = 3 si la vitesse du vent en nœuds est estimée, i_w = 4 si la vitesse du vent en nœuds est mesurée à l'aide d'un anémomètre.

37 — Groupe 41hVV : h est la hauteur au dessus de la surface, de la base du nuage le plus bas observé ; VV est la visibilité horizontale en surface.

43 — Groupe Nddff : N est la nébulosité totale ; dd la direction vraie, en dizaines de degrés, d'où souffle le vent ; ff la vitesse du vent en nœuds, estimée ou mesurée.

49 — Groupe 1s_nTTT (température de l'air) : s_n est le signe de la température ; TTT la température de l'air en dixièmes de degré Celsius.

55 — Groupe 4PPP : PPP est la pression au niveau moyen de la mer, en dixièmes d'hectopascal, le chiffre éventuel du millier de la valeur de cette pression étant omis.

61 — Groupe 7wwW_1W_2. Ce groupe indique la temps présent (ww) et le temps passé (W_1W_2).

01 **3.2.2.3. Transmission des observations.** — Les messages SHIP réduits sont à transmettre à une station radio côtière ou une station terrienne côtière INMARSAT appropriée, dans les plus brefs délais : moins d'une demi-heure après l'heure d'observation en Atlantique Nord et en Méditerranée. Toutefois, dans les régions peu fréquentées de l'hémisphère Sud, ils pourront être transmis jusqu'à 24 heures après l'heure de l'observation.

07 Les taxes résultant de la transmission de ces messages sont supportées par les services météorologiques destinataires.

13 La liste des stations radio côtières et des stations terriennes côtières INMARSAT (avec leurs codes d'accès) acceptant les messages météorologiques de navires, ainsi que les zones maritimes desservies par ces stations, figurent dans les ouvrages suivants du SHOM :

19 — *Radiocommunications maritimes, volume 4* (n° 92.4), pour les STC Inmarsat ;

25 — *Radiocommunications maritimes, volume 1, 2 et 3* (n° 92.1, 92.2 et 93.3) pour les stations radio côtières.

31 TRANSMISSION À UNE STATION INMARSAT. — Le code de service 41 permet d'acheminer directement l'observation au service météorologique en relation avec la station terrienne côtière contactée. De plus, le code 41 permet d'imputer les frais de transmission au service météorologique et non au navire.

37 Lors de la transmission du texte du message, les règles suivantes doivent être appliquées :

43 — le code 41 doit précéder l'adresse du message ;

49 — l'indicatif d'appel du navire doit seul figurer au début ;

55 — ensuite, les groupes de l'observation sont transmis en les groupant par deux, afin de former un groupe de 10 chiffres ;

61 — s'il reste un groupe de 5 chiffres, il est transmis en tant que tel.

67 Exemple de transmission : FNEL - 3006499451 - 7012441392

73 TRANSMISSION À UNE STATION RADIO CÔTIÈRE (phonie, radiotélex). — Les trois lettres OBS doivent suivre immédiatement le signal d'appel (QTC) ; ces lettres OBS, placées en tête du préambule du message, indiquent le degré de priorité (6e priorité) des messages météorologiques (Règlement international des radiocommunications). Un exemple de transmission est présenté au tableau 3.2.2.3.

Partie du message	Contenu du message
Préambule	OBS — Nom du navire — Indicatif — N° du télégramme — Nombre de mots — Date — Heure.
Adresse	METEO TOULOUSE.
Texte	BBXX D...D YYGGi_w .....

3.2.2.3. — Exemple de transmission d'un message SHIP.

01 **3.2.3. PRATIQUE DES OBSERVATIONS RÉDUITES.**

07 Les éléments météorologiques qui composent une observation sont soit estimés par l'observateur, soit mesurés à l'aide d'instruments. Pour l'exécution des observations synoptiques, les principes suivants devraient être appliqués :

13 — commencer l'observation une vingtaine de minutes avant l'heure synoptique ;

19 — observer d'abord les éléments qui varient le moins vite et sont le plus long à définir ou à mesurer, et terminer l'observation ;

25 — terminer par la lecture de la pression.

31 Dans les sous-paragraphes 3.2.3.1 à 3.2.3.5 ci-après, le code mentionné est le code SHIP.

37 Les navires non sélectionnés pourront obtenir auprès des agents météorologiques dans les ports (§ 2.6.1) tout renseignement utile concernant le matériel météorologique et la pratique des observations.

01 **3.2.3.1. Nébulosité et vent vrai (Nddff).**

07 L'appréciation de la nébulosité ne pose en principe pas de difficultés.

13 La direction et la vitesse du *vent relatif* peuvent être mesurées à l'aide d'une instrumentation appropriée (girouette et anémomètre). L'observateur devra dans ce cas, pour obtenir le *vent vrai*, tenir compte de la route et de la vitesse du navire au moment de l'observation.

19 La direction du vent vrai peut être mesurée en relevant la direction de propagation des traînées d'écume ou des vagues de la mer du vent. La vitesse du vent vrai, en nœuds, peut être estimée à partir de l'état de la mer à l'aide de l'échelle Beaufort (§ 1.4.1.2).

01 **3.2.3.2. Visibilité horizontale en surface (VV).** — La visibilité, souvent difficile à apprécier, peut cependant être estimée d'après la distance d'amers ou de bâtiments voisins.

07 De nuit, la visibilité doit être estimée comme étant la distance à laquelle certains amers ou points remarquables pourraient être reconnus s'il faisait jour.

01 **3.2.3.3. Hauteur au dessus de la surface, de la base du nuage le plus bas observé (h).** — La présence d'un relief côtier, un passage d'avion pourront dans certains cas faciliter l'observation, de même la vitesse apparente des nuages sera d'autant plus grande que le nuage est bas, enfin l'observateur pourra utilement se guider sur le tableau 3.2.3.3. Les photographies de nuages présentées au paragraphe 1.4.3.2 permettront de faciler l'identification des différents genres de nuages.

Étages et genres		Régions polaires	Régions tempérées	Régions tropicales
Supérieur : C_H	Cirrus Cirrocumulus Cirrostratus	de 3 à 8 km	de 5 à 13 km	de 6 à 18 km
Moyen : C_M	Altocumulus Altostratus Nimbostratus	de 2 à 4 km	de 2 à 7 km	de 2 à 8 km
Inférieur : C_L	Cumulus Cumulonimbus Stratocumulus Stratus	Surface à 2 km		

3.2.3.3. — Altitude de la base des nuages.

01 **3.2.3.4. Temps présent et temps passé.** — Lors de l'estimation des conditions du *temps présent* (ww), l'observateur s'efforcera de tenir compte des éléments météorologiques suivants :

07 — type de précipitations existant actuellement, en distinguant, dans l'ordre : orages, averses, neige, pluie, bruine, brouillard (décades 9, 8, 7, 6, 5, 4 du code) ;

13 — type de précipitations ayant eu lieu dans l'heure précédant l'observation ou au voisinage du lieu d'observation (décades 2 et 1 du code) ;

19 — brume (décade 1 du code) ;

25 — l'état du ciel (décade 0 du code).

31 Les conditions du *temps passé* (W_1W_2) tiennent compte soit du type de précipitations (orages, averses, neige, pluie, bruine, brouillard) qui a pu avoir lieu au cours des six heures ou trois heures précédant l'observation, soit de l'évolution des nuages au cours de ce même laps de temps.

01 **3.2.3.5. Pression atmosphérique.** — La valeur de la pression atmosphérique (PPP) doit être lue au dixième d'hectopascal, le chiffre éventuel du millier de la valeur de cette pression étant omis, à l'heure exacte de l'observation, sur le baromètre (anéroïde si un tel baromètre est à bord).

07 L'observateur doit, pour obtenir la pression atmosphérique réduite au niveau de la mer, ajouter algébriquement à la valeur de la lecture directe, la correction d'altitude du baromètre, soit 0,125 hPa/m. La correction d'altitude qui exprime la pression supplémentaire due au poids de la colonne d'air comprise entre le niveau moyen de la mer et l'altitude du baromètre, dépend de l'altitude du baromètre et, dans une moindre mesure (négligeable à bord d'un navire), de la température et de la pression de l'air. La correction d'altitude ne subira généralement de modifications importantes qu'en cas de variations importantes du tirant d'eau du navire.

13 Le baromètre peut avoir été réglé pour indiquer directement la pression au niveau de la mer. Dans ce cas on tiendra seulement compte de l'éventuelle correction due aux variations de tirant d'eau du navire.

CHAPITRE 4

CODES MÉTÉOROLOGIQUES

4.0. Généralités.

4.0.1. Dispositions principales.

4.0.2. Désignation et liste des messages codés internationaux.
4.0.2.1. Désignation des messages codés internationaux.
4.0.2.2. Liste des messages codés internationaux.

4.0.3. Messages codés décrits dans le présent ouvrage.
— SHIP (FM 13 - X).
— IAC FLEET (FM 46 - IV).
— MAFOR (FM 61 - IV).
— CODE DES GLACES DE LA BALTIQUE (§ 4.4).

4.1. FM 13 - XI Ext — SHIP : messages d'observation en surface provenant d'un navire en mer.

4.1.1. Formes symboliques.

4.1.2. Notes et règles.
4.1.2.1. Notes.
4.1.2.2. Règles.

4.1.3. Description des groupes du message ship.
4.1.3.0. Section 0.
4.1.3.1. Section 1.
4.1.3.1.1 à 4.1.3.10 : groupes de la section 1.
4.1.3.2. Section 2.
4.1.3.2.1 à 4.1.3.2.7 : groupes de la section 2.

4.2. Message codé IAC FLEET.

4.2.1. Forme symbolique.

4.2.2. Notes générales.

4.2.3. Règles.

4.2.4. Description des groupes.

4.3. Message codé MAFOR.

4.3.1. Forme symbolique.

4.3.2. Notes générales et règles.

4.3.3. Description des groupes.

4.4. Code des glaces de la Baltique.

4.4.1. Forme symbolique.

4.4.2. Notes générales.

4.4.3. Règles.

4.4.4. Description des groupes.

01 # 4.0. GÉNÉRALITÉS

01 ## 4.0.1. DISPOSITIONS PRINCIPALES.

07 Un certain nombre de messages types, codés et de caractère international, sont utilisés pour échanger des données entre les services météorologiques et les usagers, et plus particulièrement pour :

13 — transmettre des **observations** effectuées par les stations terrestres, les navires, les stations automatiques (exemple : message SHIP) ;

19 — décrire des cartes météorologiques représentant les conditions météorologiques existantes (analyses) ou prévues (exemple : message IAC FLEET) ;

25 — diffuser des **prévisions** de temps, vent, température, visibilité… par zone géographique (exemple message MAFOR).

31 Ces messages types, de formats standard, sont constitués d'une série de caractères alphanumériques (chiffres et lettres) diffusés par tous les moyens de télécommunication existant (télégraphie, phonie, transmission numérique). Ils sont peu à peu remplacés par des messages entièrement numériques (succession de bits et non de caractères alphanumériques reconnaissables) qui présentent l'avantage de condenser davantage l'information et d'être plus universels (messages de type GRIB et BUFR). Les messages entièrement numériques sont réservés à des échanges d'ordinateur à ordinateur et ne sont donc pas présentés ici.

37 Les messages météorologiques alphanumériques sont constitués de groupes de cinq caractères regroupés en **préambules** (pour certains types de messages seulement, comme le message IAC FLEET) et en **sections** dont l'objet est propre à chacune d'elles, par exemple : systèmes nuageux pour l'une, systèmes frontaux pour une autre, types de temps pour une troisième, etc. La description du message est appelée **forme symbolique (FM)**.

43 Dans la forme symbolique, chaque groupe est désigné sous une forme conventionnelle représentative du type de données qu'il contient. Par exemple, le groupe désigné par "**Nddff**" indique la nébulosité totale (**N**), la direction du vent (**dd**) et la vitesse de celui-ci (**ff).**

49 Chaque groupe fournit une ou plusieurs donnée(s) soit directement (exemple : température en dixième de degré), soit en se référant à une **table de code** (exemple : temps présent).

55 **Inclusion facultative et omission de groupes, données manquantes**. Les groupes entre parenthèses sont les groupes dont l'inclusion dans le message est facultative. Parmi les groupes qui ne sont pas entre parenthèses, certains sont obligatoires, d'autres non. Ceux non obligatoires peuvent être omis si les données sont manquantes ; pour les groupes obligatoires, si les données sont manquantes, on remplace les caractères correspondants par « / ».

01 ## 4.0.2. DÉSIGNATION ET LISTE DES MESSAGES CODÉS INTERNATIONAUX.

01 **4.0.2.1. Désignation des messages codés internationaux.** — Chaque type de message est désigné par son nom de code (SHIP, MAFOR, etc.) ou par le baptême de sa forme symbolique (FM 13 - X, FM 61 - IV, etc.). Toutes les formes symboliques sont désignées par les lettres FM suivies d'un numéro propre au type de message (13 pour le message SHIP, 61 pour le message MAFOR, etc.).

07 Ce numéro est suivi d'un nombre en chiffres romains qui indique la session de la Commission des systèmes de base de l'OMM ayant approuvé la forme en usage ; enfin, lorsque cette forme a été amendée depuis son adoption en session, son baptême comporte le suffixe "Ext".

01 **4.0.2.2. Liste des messages codés internationaux.** — La liste de tous les messages codés internationaux à forme symbolique FM, avec la nature des renseignements transmis, est donnée dans le tableau 4.0.2.2.

07 À cette liste, il faut ajouter deux types de messages codés, dont la forme symbolique ne porte pas de baptême FM. Ils sont utilisés pour signaler les conditions des glaces, l'un en Baltique et sur les cotes SE de la Mer du Nord, l'autre au Groenland ; ils sont communément appelés CODE DES GLACES DE LA BALTIQUE et CODE DES GLACES DU GROENLAND. Bien qu'il demeure en usage, le Code des glaces du Groenland est rarement utilisé en raison de la diffusion par fac-similé des conditions de glaces aux abords du Groenland, et il n'est donc pas décrit dans le présent chapitre.

01 ## 4.0.3. MESSAGES CODÉS DÉCRITS DANS LE PRÉSENT OUVRAGE.

07 Les messages codés décrits dans le présent chapitre sont ceux qui peuvent intéresser tous les navigateurs. Ce sont les messages codés suivants :

13 — SHIP (FM 13 - X) : Observation en surface provenant d'un navire en mer (§ 4.1) ;
— IAC FLEET (FM 46 - IV) : Analyse en forme abrégée (§ 4.2) ;
— MAFOR (FM 61 - IV) : Prévisions pour la navigation maritime (§ 4.3) ;
— CODE DES GLACES DE LA BALTIQUE (§ 4.4).

19 Pour chacun de ces messages, sont donnés dans l'ordre : la forme symbolique, un certain nombre de notes générales, les règles relatives à la rédaction, puis la description des groupes avec les tables de code afférentes à ceux-ci.

25 Les messages codés SHIP, IAC FLEET, MAFOR et le Code des glaces de la Baltique sont diffusés par des stations radio côtières sur radiotéléimprimeur F1 B, en phonie HF (J 3 E ou H 3 E) ou VHF, par NAVTEX, et même encore en graphie A1. La liste et les programmes d'émission des stations radio côtières sont donnés dans les deux volumes de l'ouvrage *Stations radiométéorologiques*.

Nature des renseignements	Nom de code	N° FM
Observations en surface — depuis les stations terrestres — générales	**SYNOP**	**FM 12 - XI Ext.**
	SYNOP MOBIL	**FM 14 - XI Ext.**
pour l'aviation — régulières	**METAR**	**FM 15 - X Ext.**
pour l'aviation — spéciales	**SPECI**	**FM 16 - X Ext.**
par radar	**RADOB**	**FM 20 - VIII**
depuis les stations en mer — en forme complète	**SHIP**	**FM 13 - XI Ext.**
Observations en altitude — de vent — depuis les stations terrestres	**PILOT**	**FM 32 - XI Ext.**
de vent — depuis les stations en mer	**PILOT SHIP**	**FM 33 - XI Ext.**
de vent — depuis les stations terrestres mobiles	**PILOT MOBIL**	**FM 34 - XI Ext.**
de pression, de température, humidité et vent — depuis les stations terrestres	**TEMP**	**FM 35 - XI Ext.**
de pression, de température, humidité et vent — depuis les stations en mer	**TEMP SHIP**	**FM 36 - XI Ext.**
de pression, de température, humidité et vent — depuis une sonde larguée d'un avion	**TEMP DROP**	**FM 37 - XI Ext.**
de pression, de température, humidité et vent — depuis les stations terrestres mobiles	**TEMP MOBIL**	**FM 38 - XI Ext.**
de température et de vent (éventuellement de densité de l'air), par fusée — depuis les stations terrestres	**ROCOB**	**FM 39 - VI**
de température et de vent (éventuellement de densité de l'air), par fusée — depuis les stations en mer	**ROCOB SHIP**	**FM 40 - VI**
depuis des aéronefs de transport — échanges hémisphériques	**CODAR**	**FM 41 - IV**
depuis des aéronefs de transport — autres échanges (code OACI)	**AIREP**	
depuis des aéronefs de transport — compte rendu (système de retransmission par satellite)	**AMDAR**	**FM 42 - XI Ext.**
Analyses et analyses prévues — analyse des glaces	**ICEAN**	**FM 44 - V**
contours — en forme complète	**IAC**	**FM 45 - IV**
contours — en forme abrégée	**IAC FLEET**	**FM 46 - IV**
point de grille	**GRID**	**FM 47 - IX Ext.**
point de grille (en forme abrégée)	**GRAF**	**FM 49 - IX Ext.**
Prévisions aéronautiques — prévision du vent et de la température en altitude	**WINTEM**	**FM 50 - VIII Ext.**
pour un aérodrome	**TAF**	**FM 51 - X Ext**
pour une — zone	**ARFOR**	**FM 53 - X Ext.**
pour une — route	**ROFOR**	**FM 54 - X Ext.**
Prévisions — pour une zone maritime en surface	**MAFOR**	**FM 61 - IV**
observation de la mer en surface le long de la route d'un navire	**TRACKOB**	**FM 62 - VIII Ext.**
observations provenant d'une bouée dérivante	**BUOY**	**FM 18 - XI**
observations bathythermiques	**BATHY**	**FM 63 - XI Ext.**
observations, à diverses profondeurs, de température, salinité et courant, depuis une station en mer	**TESAC**	**FM 64 - XI Ext.**
observations hydrologiques	**HYDRA**	**FM 67 - XI**
prévisions hydrologiques	**HYFOR**	**FM 68 - VI**
observation du spectre des vagues en provenance d'une station en mer	**WAVE OB**	**FM 65 - XI Ext.**
Renseignements spéciaux — moyennes mensuelles — en surface — stations terrestres	**CLIMAT**	**FM 71 - XI**
moyennes mensuelles — en surface — stations météo-océaniques	**CLIMAT SHIP**	**FM 72 - VI**
moyennes mensuelles — en surface — régions océaniques	**NACLI, CLINP, SPCLI, CLISA, INCLI**	**FM 73 - VI**
moyennes mensuelles — en altitude — stations terrestres	**CLIMAT TEMP**	**FM 75 - X**
moyennes mensuelles — en altitude — stations météo-océaniques	**CLIMAT TEMP SHIP**	**FM 76 - X**
messages d'observations atmosphériques — relèvements	**SFAZI**	**FM 81 - I**
messages d'observations atmosphériques — position géographique	**SFLOC**	**FM 82 - I**
messages d'observations atmosphériques — résumé de relèvements	**SFAZU**	**FM 83 - I**
Observations par satellite — interprétation synoptique des données de nuages	**SAREP**	**FM 85 - IX**
télésondage (données de pression, de température et d'humidité en altitude)	**SATEM**	**FM 86 - XI**
de la luminance énergétique en air clair	**SARAD**	**FM 87 - XI**
du vent, de la température en surface, des nuages, de l'humidité et du rayonnement	**SATOB**	**FM 88 - XI**

4.0.2.2. — Liste des messages codés internationaux à forme symbolique FM.

01 **4.1. FM 13 - XI Ext — SHIP : MESSAGES D'OBSERVATION EN SURFACE PROVENANT D'UN NAVIRE EN MER**

07 Le message SHIP (forme symbolique FM 13 SHIP) est utilisé pour le chiffrement des observations synoptiques en surface provenant d'une station en mer avec personnel ou d'une station marine automatique. Il existe une forme réduite du message SHIP que peuvent utiliser les navires non sélectionnés (§ 3.2.2).

13 Certaines données du code SHIP (codes **CH, CL et CM**) sont également utilisées dans la classification des nuages (§ 1.4.3.2) ou sont représentés par des symboles dans les cartes synoptiques ou d'analyse (§ 5.2.1.2).

01 **4.1.1. FORMES SYMBOLIQUES.**

07 Le message SHIP peut avoir une forme complète ou une forme réduite destinée aux navires non sélectionnés.

La forme complète du message SHIP est la suivante :

13 **SECTION 0 :** BBXX D...D YYGGi_w 99$L_aL_aL_a$ $Q_cL_oL_oL_oL_o$

19 **SECTION 1 :** i_Ri_xhVV Nddff (00fff) 1s_nTTT 2$s_nT_dT_dT_d$ 4PPPP 5appp 7wwW_1W_2 8$N_hC_LC_MC_H$ 9GGgg

25 **SECTION 2 :** 222D_sv_s (0$s_sT_wT_wT_w$) (2$P_wP_wH_wH_w$) (3$d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$) (4$P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$) (5$P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$) (6$I_sE_sE_sR_s$ *ou* ICING + langage clair) (8$s_wT_bT_bT_b$) (ICE + : $c_iS_ib_iD_iz_i$ *ou* langage clair)

31 La forme réduite du message SHIP comprend tous les groupes de la section 0 et 5 groupes de la section 1 de la forme complète : BBXX D...D YYGGi_w 99$L_aL_aL_a$ $Q_cL_oL_oL_oL_o$ 41hVV Nddff 1s_nTTT 4PPPP 7wwW_1W_2

01 **4.1.2. NOTES ET RÈGLES.**

01 **4.1.2.1. Notes.**

07 1) Contenu des sections 0, 1 et 2 ; voir tableau 4.1.2.1.

Numéro de la section	Groupe de chiffres symboliques	Contenu
0		Données d'identification (type, indicatif de la station ou indicatif d'appel du navire, numéro d'identification de la bouée, date, heure, position) et unités de mesure de la vitesse du vent.
1		Données destinées aux échanges mondiaux, qui sont communes à la forme symbolique SYNOP et à la forme symbolique SHIP.
2	222	Données maritimes destinées aux échanges mondiaux d'une station en mer ou d'une station côtière.

4.1.2.1. — Contenu des sections.

13 2) Un message d'observation SHIP est désigné par les lettres d'identification **BBXX.**

19 3) La forme symbolique est constituée de groupes de chiffres répartis en section, classés dans l'ordre croissant de leur indicateur numérique, à l'exception des cas suivants :
— tous les groupes de la section 0 et les deux premiers groupes de la section 1 ;
— le groupe **222D_sv_s** qui figure obligatoirement dans un message SHIP si les données sont disponibles.

25 Il découle de ce qui précède :
— que la perte d'information due à une lacune accidentelle dans l'un quelconque de ces groupes est strictement limitée à l'information fournie par ce groupe ;
— qu'il est possible d'établir pour chaque cas particulier les règles régissant l'inclusion ou l'omission des sections et des groupes ;
— qu'il est possible de réduire la longueur du message à un strict minimum en omettant certains groupes à chaque fois que l'on considère que l'information qu'il véhicule n'est pas significative ou si cette information n'est pas disponible en général.

31 Ainsi, tous les groupes de la section 0 doivent être transmis, alors que seuls les 2 premiers groupes de la section 1 et le premier groupe de la section 2 sont obligatoires (se reporter à l'alinéa du paragraphe 4.0.1 relatif à l'inclusion facultative et à l'omission de groupes).

37 Il y a lieu de noter que le mot symbolique ICE de la section 2 joue le rôle d'indicateur numérique pour le dernier groupe de données de la section ou pour l'information équivalente en langage clair.

43 4) Les sections 0 et 1 sont communes au message SHIP et au message SYNOP (FM 12-XI Ext) qui est utilisé pour le chiffrement des observations synoptiques en surface provenant d'une station terrestre avec personnel ou d'une station terrestre automatique.

01 **4.1.2.2. Règles.**

07 1) Le nom de code SHIP n'est pas inclus dans le message.

13 2) Les messages SHIP comprennent les sections 0, 1 et 2 ; la section 2 comprenant toujours le plus grand nombre possible de données.

01 **4.1.3. DESCRIPTION DES GROUPES DU MESSAGE SHIP.**

01 **4.1.3.0. Section 0. Données d'identification et unités de mesures de la vitesse du vent.**

07 Les groupes de la section 0 sont les suivants :
BBXX D...D YYGGi_w 99$L_aL_aL_a$ $Q_cL_oL_oL_oL_o$

01 **4.1.3.0.1. Groupe BBXX.**
BBXX sont les lettres d'identification du message et de la partie du message.
NOTE : il n'y a pas d'espace entre **BB** et **XX**.

01 **4.1.3.0.2. Groupe D...D**.
D...D indique l'indicatif d'appel du navire**.**

07 NOTES :
1) L'indicatif d'appel du navire, distribué par l'UIT, comprend trois caractères alphanumériques ou davantage.

13 2) Les messages d'observation de navires transmis dans la forme symbolique SHIP doivent être précédés par l'indicatif d'appel du navire.

19 3) En l'absence d'un indicatif d'appel de navire, le mot SHIP sera utilisé au lieu de **D**...**D.**

01 **4.1.3.0.3. Groupe YYGGi_w.**

Ce groupe indique la date et l'heure d'observation ainsi que la source et les unités de vitesse du vent.

07 — **YY :** jour du mois (UTC) au cours duquel se situe l'heure réelle d'observation.

13 NOTES :

1) **YY** = 01 signifie 1er jour du mois ; **YY** = 02 signifie 2e jour du mois ; etc.

19 2) Le jour, dans les messages météorologiques, se définît toujours par rapport au temps universel coordonné (UTC) et non par rapport au temps local.

25 — **GG :** heure réelle d'observation arrondie à l'heure entière UTC la plus proche.

31 NOTES :

1) C'est l'heure de la lecture du baromètre.

37 2) Les heures des observations synoptiques principales sont 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC.

43 3) Les heures des observations synoptiques intermédiaires sont 0300, 0900, 1500 et 2100 UTC.

49 — **i_w** : indicateur de la source et des unités de vitesse du vent.

55 Remarque : Les bâtiments français transmettent cette donnée exclusivement en nœuds.

Chiffre du code	i_w — Source et unités de vitesse du vent	
0	Vitesse du vent estimée	chiffrée en mètres/seconde
1	Vitesse du vent mesurée à l'aide d'un anémomètre	
3	Vitesse du vent estimée	chiffrée en nœuds
4	Vitesse du vent mesurée à l'aide d'un anémomètre	

01 **4.1.3.0.4. Groupe 99$L_aL_aL_a$.**

Ce groupe indique la latitude.

07 — **99 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **$L_aL_aL_a$:** latitude en dixièmes de degré.

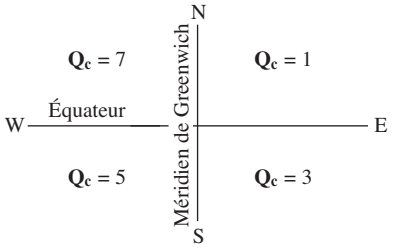
On obtient le chiffre des dixièmes en divisant le nombre de minutes par 6, sans tenir compte du reste.

01 **4.1.3.0.5. Groupe $Q_cL_oL_oL_oL_o$.**

Ce groupe indique le quadrant du globe et la longitude.

07 — **Q_c :** quadrant du globe.

Il sert à distinguer les latitudes Sud ou Nord et les longitudes Est ou Ouest.



13 NOTE : L'observateur est libre de choisir le chiffre à transmettre dans les cas suivants :

19 — lorsque le navire se trouve sur le méridien de Greenwich ou sur le méridien 180° ($L_oL_oL_oL_o$ = 0000 ou 1800 respectivement) : **Qc** = 1 ou 7 (hémisphère Nord) ou **Qc** = 3 ou 5 (hémisphère Sud) ;

25 — lorsque le navire se trouve sur l'équateur ($L_aL_aL_a$ = 000) : **Qc** = 1 ou 3 (longitude Est) ou **Qc** = 5 ou 7 (longitude Ouest).

31 — **$L_oL_oL_oL_o$:** longitude, en dixièmes de degré.

On obtient le chiffre des dixièmes en divisant le nombre de minutes par 6, sans tenir compte du reste.

01 **4.1.3.1. Section 1. Données destinées aux échanges mondiaux.**

07 Les groupes de la section 1 sont les suivants pour un navire :

i_Ri_xhVV Nddff (00fff) $1s_nTTT$ $2s_nT_dT_dT_d$ 4PPPP 5appp $7wwW_1W_2$ $8N_hC_LC_MC_H$ 9GGgg

13 Les groupes $1s_nTTT$, $2s_nT_dT_dT_d$, 4PPPP et 5appp sont inclus toutes les fois que les données sont disponibles.

01 **4.1.3.1.1. Groupe i_Ri_xhVV.**

Toujours inclus dans le message, ce groupe code des indicateurs divers.

07 — **i_R :** indicateur de l'inclusion ou de l'omission des données relatives aux précipitations.

On chiffre **i_R** = 4 car les navires français, sélectionnés ou non, n'effectuent pas de mesures relatives aux précipitations.

13 — **i_x :** indicateur du mode d'exploitation du navire et des données du temps présent et passé.

On chiffre **i_x** = 1 car le temps présent (ww) et le temps passé (W_1W_2) sont systématiquement chiffrés, ainsi que les phénomènes sans importance particulière.

19 — **h :** hauteur au dessus de la surface, de la base du nuage le plus bas observé.

Chiffre du code	h — Hauteurs			
0	0	à	50 m	exclus.
1	50	à	100 m	exclus.
2	100	à	200 m	exclus.
3	200	à	300 m	exclus.
4	300	à	600 m	exclus.
5	600	à	1 000 m	exclus.
6	1 000	à	1 500 m	exclus.
7	1 500	à	2 000 m	exclus.
8	2 000	à	2 500 m	exclus.
9	2 500 m ou plus, ou pas de nuages.			
/	Hauteur de la base des nuages inconnue ou base des nuages à un niveau inférieur et sommets à un niveau supérieur à celui de la station.			

25 NOTES :

1) Une hauteur exactement égale à l'une des limites de deux gammes de valeur est chiffrée dans la gamme la plus élevée ; par exemple, une hauteur de 600 m est signalée à l'aide du chiffre 5.

31 2) Emploi de 9 et de /.

37 — Lorsque le navire se trouve dans le brouillard, dans une tempête de sable ou de poussière, ou dans un chasse-neige élevé, mais que le ciel peut être aperçu à travers le phénomène, **h** se rapporte à la base du nuage le plus bas observé. Si dans les conditions ci-dessus le ciel ne peut être aperçu, **h** est chiffré /.

43 — On chiffre **h** = 9 :

- lorsque le ciel est clair ;
- lorsque la hauteur de la base du nuage le plus bas est égale ou supérieure à 2 500 m.

49 — **VV :** visibilité horizontale en surface.

Chiffre du code	VV — Distance	Chiffre du code	VV — Distance
00	Inférieure à 0,1 km.	83	45 km.
01	0,1 km.	84	50 km.
02	0,2 km.	85	55 km.
03	0,3 km	86	60 km.
VV	V, V km (pour VV compris entre 01 et 50).	87	65 km.
		88	70 km.
50	5 km.	89	Plus de 70 km.
51 à 55	Non utilisés.	90	Moins de 50 m.
56	6 km.	91	De 50 à 200 m exclus.
57	7 km.	92	De 200 à 500 m exclus.
VV	VV - 50 km (pour VV compris entre 56 et 80).	93	De 500 à 1000 m exclus.
		94	De 1 à 2 km exclus.
78	28 km.	95	De 2 à 4 km exclus.
79	29 km.	96	De 4 à 10 km exclus.
80	30 km.	97	De 10 à 20 km exclus.
81	35 km.	98	De 20 à 50 km exclus.
82	40 km.	99	50 km ou plus.

55 NOTES :
1) Pour chiffrer la visibilité en mer, on utilise la décade 90-99 de la table de code VV.
61 2) Lorsque la visibilité n'est pas la même dans différentes directions, on indique pour VV la distance la plus courte.

01 **4.1.3.1.2. Groupe Nddff.**
Ce groupe indique la nébulosité et vent et il figure toujours dans le message.

06 — **N :** nébulosité totale.

Chiffre du code	N — Nébulosité
0	0
1	1 octa ou moins, mais pas sans nuages.
2	2 octas.
3	3 octas.
4	4 octas.
5	5 octas.
6	6 octas.
7	7 octas ou plus, mais pas 8 octas.
8	8 octas.
9	Ciel obscurci par le brouillard et/ou d'autres phénomènes météorologiques.
/	La couverture nuageuse n'est pas discernable pour des raisons autres que le brouillard ou d'autres phénomènes météorologiques, ou aucune observation n'est faite.

11 NOTES :
1) **N** indique la fraction de ciel masquée par les nuages.
16 2) Un ciel pommelé est indiqué au moyen du chiffre de code 7 ou d'un chiffre inférieur puisqu'il y a toujours des interstices entre les Éléments nuageux même s'ils s'étendent sur toute la voûte céleste.
21 3) Si du ciel bleu ou des étoiles sont visibles à travers le brouillard ou autres phénomènes analogues sans aucune trace de nuage, **N** se chiffre 0.
26 4) Si des nuages sont observés à travers ces mêmes phénomènes, la nébulosité est estimée comme si ces phénomènes n'existaient pas.
31 5) La nébulosité totale ne comprend pas la couverture due aux traînées de condensation se dissipant rapidement. Les traînées de condensation persistantes, ainsi que les masses nuageuses qui se sont formées à partir de traînées de condensation, sont chiffrées comme des nuages.

36 — **dd :** direction vraie, en dizaines de degrés, d'ou souffle le vent.

Chiffre du code	dd - Direction d'où souffle le vent	Chiffre du code	dd - Direction d'où souffle le vent	Chiffre du code	dd - Direction d'où souffle le vent
00	Calme	13	125° - 134°	26	255° - 264°
01	5° - 14°	14	135° - 144°	27	265° - 274°
02	15° - 24°	15	145° - 154°	28	275° - 284°
03	25° - 34°	16	155° - 164°	29	285° - 294°
04	35° - 44°	17	165° - 174°	30	295° - 304°
05	45° - 54°	18	175° - 184°	31	305° - 314°
06	55° - 64°	19	185° - 194°	32	315° - 324°
07	65° - 74°	20	195° - 204°	33	325° - 334°
08	75° - 84°	21	205° - 214°	34	335° - 344°
09	85° - 94°	22	215° - 224°	35	345° - 354°
10	95° - 104°	23	225° - 234°	36	355° - 4°
11	105° - 114°	24	235° - 244°	99	Variable, ou toutes directions.
12	115° - 124°	25	245° - 254°		

41 NOTES :
1) La direction du vent indiquée dans les messages est la direction vraie, c'est-à-dire par rapport au Nord géographique.
46 2) Voir notes 2 et 3 sous **ff**, ci-après.

51 — **ff :** vitesse du vent, dans l'unité indiquée par i_w.
56 NOTES :
1) **ff** est chiffré en nœuds ou en m/s comme indiqué par $\mathbf{i_w}$. Les navires français doivent chiffrer **ff** en nœuds.
61 2) Lorsque la vitesse du vent, dans les unités indiquées (en nœuds en France) par $\mathbf{i_w}$ est égale ou supérieure à 99 unités :
— on chiffre 99 pour **ff** dans le groupe **Nddff** ;
66 — le groupe **00fff** est inclus immédiatement après le groupe **Nddff**.
71 3) **dd** et **ff** indiquent respectivement la direction moyenne et la vitesse moyenne du vent observées au cours des 10 minutes précédant l'heure d'observation.Toutefois, lorsqu'au cours de cette période de 10 minutes, les caractéristiques du vent présentent une discontinuité, seules les données postérieures à cette discontinuité doivent être retenues pour établir les valeurs moyennes de la direction et de la vitesse du vent, ce qui a pour effet d'écourter la période.
76 4) En l'absence d'instruments anémométriques, la vitesse du vent est estimée d'après les spécifications de l'échelle Beaufort du vent. La valeur estimée exprimée en chiffres de l'échelle Beaufort, est convertie en m/s ou en nœuds au moyen des vitesses équivalentes du vent spécifiées dans l'échelle Beaufort, c'est cette vitesse qui est signalée pour **ff**.
81 5) La vitesse du vent apparent mesurée à bord d'un navire faisant route doit être corrigée en fonction du cap et de la vitesse du navire, afin d'obtenir la vitesse du vent vrai qui seule doit être indiquée. La correction peut être faite d'après le parallélogramme des vitesses ou au moyen de tables spéciales.

01 **4.1.3.1.3. Groupe (00fff).**
Voir note 2 sous **ff** ci-dessus.

01 **4.1.3.1.4. Groupe $1s_nTTT$.**
Ce groupe indique la température de l'air.

07 — **1 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — $\mathbf{s_n}$: signe de la température.
température supérieure ou égale à zéro : $s_n = 0$
température négative : $s_n = 1$
19 — **TTT :** température de l'air en dixièmes de degré Celsius, son signe étant indiqué par s_n.

01 **4.1.3.1.5. Groupe $2s_nT_dT_dT_d$.**

Ce groupe indique la température du point de rosée.

07 — **2 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **s_n :** signe de la température. - Voir groupe 1snTTT ci-dessus.

19 — **$T_dT_dT_d$** : température du point de rosée, en dixièmes de degré Celsius, son signe étant indiqué par s_n.

25 NOTE : le groupe **29UUU** remplace le groupe **$2s_nT_dT_dT_d$** quand la température du point de rosée n'est pas disponible et que l'humidité de l'air est mesurée (**29** : indicateur de groupe, invariable ; **UUU** : humidité relative de l'air en pourcentage, le premier chiffre est 0 sauf si l'humidité relative est égale à 100%). Cependant, en France, le groupe **29UUU** n'est pas utilisé par les navires sélectionnés.

01 **4.1.3.1.6. Groupe 4PPP.**
Ce groupe indique la pression au niveau de la mer.

07 — **4 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **PPP :** pression au niveau moyen de la mer, en dixièmes d'hectopascal, le chiffre éventuel du millier de la valeur de cette pression étant omis.

19 1) L'hectopascal remplace le millibar comme unité de pression. Cette modification est purement formelle puisque l'expression de la valeur en hectopascal est la même qu'en millibar (1 mb = 1 hPa).
25 2) La lecture de la pression au baromètre doit être effectuée à l'heure normale de l'observation.
31 3) La pression devant être réduite au niveau de la mer, il faut bien tenir compte des différentes corrections affectant la valeur lue.

01 **4.1.3.1.7. Groupe 5appp.**
Ce groupe indique la tendance barométrique.

07 — **5 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **a :** caractéristique de la tendance barométrique pendant les trois heures précédant l'heure de l'observation.
Elle est observée sur le barogramme et permet de décrire le caractère de la variation de la pression atmosphérique pendant les trois heures précédant le moment de l'observation.

Chiffre du code	a — Tendance barométrique	
0	En hausse, puis en baisse ; la pression atmosphérique est la même ou est plus haute que 3 heures auparavant.	
1	En hausse, puis stationnaire ; ou en hausse puis en hausse plus lente.	La pression atmosphérique est plus haute que 3 heures auparavant.
2	En hausse (régulière ou irrégulière).	
3	En baisse ou stationnaire, puis en hausse ; ou en hausse, puis en hausse plus rapide.	
4	Stationnaire, la pression atmosphérique est la même que 3 heures auparavant.	
5	En baisse, puis en hausse ; la pression atmosphérique est la même ou plus basse que 3 heures auparavant.	
6	En baisse, puis stationnaire ; ou en baisse, puis en baisse plus lente.	La pression atmosphérique est plus basse que 3 heures auparavant.
7	En baisse (régulière ou irrégulière).	
8	Stationnaire ou en hausse, puis en baisse ; ou en baisse, puis en baisse plus rapide.	

19 — **ppp :** valeur de la tendance barométrique au niveau du navire pendant les trois heures précédant l'heure de l'observation, exprimée en dixièmes d'hectopascal.

25 NOTES :
1) Quand les données relatives au groupe **5** ne sont pas disponibles, ce groupe peut être soit omis, soit chiffré 5////.
31 2) En France, quand les données ne sont pas disponibles, le groupe **5** est omis.
37 3) La tendance est obtenue de la manière suivante :
a) s'il y a déjà eu lecture du baromètre à mercure trois heures auparavant, la valeur absolue de la tendance est fournie par la différence entre les valeurs de la pression atmosphérique au niveau de la cuvette du baromètre mesurées à l'heure standard **H** et à l'heure standard **H-3**.
b) s'il n'y a pas eu lecture du baromètre à mercure trois heures auparavant, et seulement dans ce cas, la tendance est donnée par la différence observée sur le diagramme du baromètre enregistreur.

01 **4.1.3.1.8. Groupe $7wwW_1W_2$.**
Ce groupe indique la temps présent et temps passé. Le groupe **7wwW1W2** est toujours chiffré dans un message SHIP, y compris dans le cas de phénomènes sans importance particulière observés en mer.

02 — **7 :** indicateur de groupe, invariable.

03 A) TEMPS PRÉSENT TRANSMIS PAR UN NAVIRE : **ww .**

04 **- dizaine 00-49** (ww = 00-49) : pas de précipitations à la station (navire) au moment de l'observation.

- dizaine 00-19 (ww = 00-19) : pas de précipitations, de brouillard, de brouillard glacé (sauf pour 11 et 12), de tempête de poussière, de chasse-neige basse ou élevée à la station (navire) au moment de l'observation ou, exception faite pour 09 et 17, durant l'heure précédente.

00	Évolution des nuages inobservable ou non observée durant l'heure précédente.	
01	Nuages se dissipant ou devenant moins épais.	Changement caractéristique de l'état du ciel durant l'heure précédant l'observation.
02	État du ciel inchangé dans l'ensemble.	
03	Nuages en formation ou en train de se développer.	
04	Visibilité réduite par la fumée, feu de brousse ou de forêt, fumées industrielles ou cendres volcaniques.	
05	Brume sèche.	
06	Poussières en suspension dans l'air d'une manière généralisée, non brassées par le vent, au point d'observation ou ses alentours au moment de l'observation.	
07	Poussières ou sable brassés par le vent au point d'observation ou à ses alentours au moment de l'observation mais absence de tourbillons de poussières ou de sable caractérisés, pas de tempête de poussière ou de sable observée ; ou embruns observés à la station lorsqu'il s'agit de navires.	
08	Tourbillons de poussière ou de sable caractérisés observés au point d'observation ou à ses alentours durant l'heure précédente ou au moment de l'observation, mais pas de tempête de poussière ou de sable.	
09	Tempête de poussière ou de sable observée au moment de l'observation en vue du point d'observation ou à ce point pendant l'heure précédente.	
10	Brume.	
11	Mince couche de brouillard ou de brouillard glacé au point d'observation ; d'une épaisseur n'excédant pas 2 mètres sur terre ou 10 mètres en mer.	En bancs.
12		Plus ou moins continue.
13	Éclairs visibles, tonnerre non perceptible.	
14	Précipitations en vue, n'atteignant pas le sol ou la surface de la mer.	
15	Précipitations en vue, atteignant le sol ou la surface de la mer mais distantes (c'est-à-dire à plus de 5 km à l'estime) de la station.	
16	Précipitations en vue atteignant le sol ou la surface de la mer, près de la station, mais non à la station même.	
17	Orage, mais pas de précipitations au moment de l'observation.	
18	Grains au point d'observation ou en vue de ce point pendant l'heure précédente ou au moment de l'observation.	
19	Trombes (terrestres ou marines) au point d'observation ou en vue de ce point pendant l'heure précédente ou au moment de l'observation.	

- dizaine 20-29 (ww = 20-29) : précipitations, brouillard ou brouillard glacé, ou orage à la station (navire) au cours de l'heure précédente mais non au moment de l'observation.

20	Bruine (ne se congelant pas) ou neige en grain.	Pas sous forme d'averse(s).
21	Pluie (ne se congelant pas).	
22	Neige.	
23	Pluie et neige mêlées ou granules de glace.	
24	Bruine ou pluie se congelant.	
25	Averse(s) de pluie.	
26	Averse(s) de neige, ou de pluie et de neige.	
27	Averse(s) de grêle*, ou de pluie et de grêle*.	
28	Brouillard ou brouillard glacé.	
29	Orage (avec ou sans précipitations).	
	*Grêle, grésil ou neige roulée.	

- dizaine 30-39 (ww = 30-39) : tempête de poussière, tempête de sable, chasse-neige basse ou élevée.

30	Tempête de poussière ou de sable légère ou modérée.	A diminué au cours de l'heure précédente.
31		Sans changement appréciable au cours de l'heure précédente.
32		A commencé ou augmenté au cours de l'heure précédente.
33	Violente tempête de poussière ou de sable.	A diminué au cours de l'heure précédente.
34		Sans changement appréciable au cours de l'heure précédente.
35		A commencé ou augmenté au cours de l'heure précédente.
36	Chasse-neige faible ou modérée.	Généralement basse (en-dessous du niveau de l'œil).
37	Forte chasse-neige.	
38	Chasse-neige faible ou modérée.	Généralement élevée (au-dessus du niveau de l'œil).
39	Forte chasse-neige.	

- dizaine 40-49 (ww = 40-49) : brouillard ou brouillard glacé au moment de l'observation.

40	Brouillard ou brouillard glacé à distance au moment de l'observation mais non au lieu même de l'observation au cours de l'heure précédente, le brouillard ou le brouillard glacé s'étendant jusqu'à un niveau supérieur à celui de l'observateur.	
41	Brouillard ou brouillard glacé en bancs.	
42	Brouillard ou brouillard glacé, ciel visible.	S'est aminci au cours de l'heure précédente.
43	Brouillard ou brouillard glacé, ciel invisible.	
44	Brouillard ou brouillard glacé, ciel visible.	Sans changement appréciable au cours de l'heure précédente.
45	Brouillard ou brouillard glacé, ciel invisible.	
46	Brouillard ou brouillard glacé, ciel visible.	A commencé ou est devenu plus épais au cours de l'heure précédente.
47	Brouillard ou brouillard glacé, ciel invisible.	
48	Brouillard, déposant du givre, ciel visible.	
49	Brouillard, déposant du givre, ciel invisible.	

- dizaine 50-59 (ww = 50-59) : bruine.

50	Bruine sans congélation, intermittente.	Faible au moment de l'observation.
51	Bruine sans congélation, continue.	
52	Bruine sans congélation, intermittente.	Modérée au moment de l'observation.
53	Bruine sans congélation, continue.	
54	Bruine sans congélation, intermittente.	Forte (dense) au moment de l'observation.
55	Bruine sans congélation, continue.	
56	Bruine faible, se congelant.	
57	Bruine modérée ou forte (dense), se congelant.	
58	Bruine et pluie faibles.	
59	Bruine et pluie, modérées ou fortes.	

- dizaine 60-69 (ww = 60-69).

60	Pluie sans congélation, intermittente.	Faible au moment de l'observation.
61	Pluie sans congélation, continue.	
62	Pluie sans congélation, intermittente.	Modérée au moment de l'observation.
63	Pluie sans congélation, continue.	
64	Pluie sans congélation, intermittente.	Forte au moment de l'observation.
65	Pluie continue, ne se congelant pas.	
66	Pluie faible, se congelant.	
67	Pluie modérée ou forte, se congelant.	
68	Pluie (ou bruine) et neige, faibles.	
69	Pluie (ou bruine) et neige, modérées ou fortes.	

- dizaine 70-79 (ww = 70-79) : précipitations solides non sous forme d'averses.

70	Chute intermittente de flocons de neige.	Faible au moment de l'observation.
71	Chute continue de flocons de neige.	
72	Chute intermittente de flocons de neige.	Modérée au moment de l'observation.
73	Chute continue de flocons de neige.	
74	Chute intermittente de flocons de neige.	Forte au moment de l'observation.
75	Chute continue de flocons de neige.	
76	Poudrin de glace (avec ou sans brouillard).	
77	Neige en grains (avec ou sans brouillard).	
78	Étoiles de neige isolées (avec ou sans brouillard).	
79	Granules de glace.	

- dizaine 80-89 (ww = 80-90) : précipitations sous forme d'averses.

80	Averse(s) de pluie faible(s).	
81	Averse(s) de pluie modérée(s) ou forte(s).	
82	Averse(s) de pluie violente(s).	
83	Averse(s) de pluie et de neige mêlées faible(s).	
84	Averse(s) de pluie et de neige mêlées modérée(s) ou forte(s).	
85	Averse(s) de neige faible(s).	
86	Averse(s) de neige modérée(s) ou forte(s).	
87	Averse(s) de grésil ou de neige roulée, avec ou sans pluie ou pluie et neige mêlées.	Faible(s).
88		Modérée(s) ou forte(s).
89	Averse(s) de grêle avec ou sans pluie, ou pluie et neige mêlées sans tonnerre.	Faible(s).
90		Modérée(s) ou forte(s).

- dizaine 90-99 (ww = 91-99) : précipitations avec orage ou après orage.

91	Pluie faible au moment de l'observation.	Orage durant l'heure précédente mais non au moment de l'observation.
92	Pluie modérée ou forte au moment de l'observation.	
93	Faible chute de neige, ou pluie et neige mêlées, ou grêle* au moment de l'observation.	
94	Chute modérée ou forte de neige, ou de neige et de pluie mêlées, ou de grêle* au moment de l'observation.	
95	Orage faible ou modéré, sans grêle* mais avec pluie ou neige, ou pluie et neige mêlées au moment de l'observation.	Orage au moment de l'observation.
96	Orage faible ou modéré avec grêle* au moment de l'observation.	
97	Orage fort sans grêle* mais avec pluie ou neige,ou pluie et neige mêlées au moment de l'observation.	
98	Orage avec tempête de poussière ou de sable au moment de l'observation.	
99	Orage fort avec grêle* au moment de l'observation.	
	*Grêle, grésil ou neige roulée.	

05 **Remarques générales sur le temps présent ww.**

06 **1.** Pour chiffrer **ww**, choisir dans la liste complète le chiffre de code décrivant le mieux le temps au moment de l'observation ou, lorsque cela est explicitement mentionné dans le code, pendant l'heure précédente. On ne doit pas tenir compte des phénomènes qui se sont passés plus d'une heure avant l'observation.

07 **2.** Il faut choisir le chiffre du code le plus élevé qui puisse s'appliquer ; cependant, 17 a la priorité sur les chiffres de 20 à 49.

08 **3.** Dans l'utilisation de **ww** = 01, 02 et 03, aucune limite n'intervient en ce qui concerne l'importance du changement de nébulosité ; **ww** = 00, 01 et 02, peuvent être utilisés lorsque le ciel est clair au moment de l'observation. Dans ce cas, ces spécifications sont interprétées comme suit :
- 00 est utilisé quand les conditions antérieures sont inconnues ;
- 01 est utilisé quand les nuages se sont dissipés au cours de l'heure précédente ;
- 02 est utilisé quand le ciel a été continuellement clair au cours de l'heure précédente.

09 Les éléments à considérer pour apprécier le changement caractéristique de l'état du ciel sont :
- modification du développement vertical ou de l'épaisseur des nuages ;
- modification de la nébulosité ;
- modification de la hauteur de la base des nuages (une élévation étant chiffrée 01 et un abaissement 03).

10 **4. Lithométéores.**

11 Quand un phénomène est dû essentiellement à la présence de lithométéores, le chiffre approprié du code **ww** devrait être choisi indépendamment de la valeur de la visibilité.

12 a) **ww** = 05 est utilisé lorsque la limitation de visibilité est due essentiellement à des lithométéores. Sur les navires français, on note la "brume sèche" (**ww** = 05) seulement lorsque ce lithométéore réduit la visibilité à moins de 5 kilomètres.

13 b) **ww** = 06 correspond au lithométéore "brume de sable". La "brume de sable" peut être distinguée de la "brume sèche" en ce qu'elle est susceptible de produire, sur une surface exposée, un dépôt visible.

14 c) **ww** = 07 correspond au lithométéore "chasse-poussière" ou "chasse-sable" basse ou élevée.

15 **5. Brume et brouillard** (dans tout ce paragraphe, brouillard signifie "brouillard ou brouillard glacé").

16 a) **ww** = 10, 11, 12, 28, 40 à 47 sont utilisés lorsque la limitation de la visibilité est due essentiellement à la présence de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace, et 48, 49, quand la limitation est due essentiellement à la présence de gouttelettes d'eau.

17 b) Le temps présent est noté 10 lorsque la visibilité est réduite par la présence de fines gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace mais reste supérieure ou égale à 1 kilomètre. Sur les navires français, on note la "brume" seulement lorsque les gouttelettes d'eau ou les cristaux de glace en suspension réduisent la visibilité à moins de 5 kilomètres.

18 c) Le temps présent est noté 11 lorsqu'on observe des bancs de brouillard isolés ou une couche de brouillard avec de très larges trous et que la visibilité reste supérieure à 1 kilomètre pour un observateur debout, mais que la visibilité apparente (dans le banc ou la couche) est inférieure à 1 kilomètre. Sur terre, l'épaisseur des bancs de brouillard ne doit pas dépasser 2 mètres et sur mer 10 mètres.

19 d) Le temps présent est noté 12 lorsque, toutes les autres conditions restant les mêmes que dans le cas précédent, la couche de brouillard est uniforme ou montre des trous, la superficie du terrain couverte par le brouillard étant supérieure à celle du terrain visible.

20 e) Pour **ww** = 28, la visibilité doit avoir été inférieure à 1 kilomètre au cours de l'heure précédente par suite de brouillard.

21 f) Dans le cas ou **ww** = 40, la visibilité apparente dans la zone de brouillard est inférieure à 1 kilomètre.

22 Une limite de moins de 1 kilomètre est appliquée à **ww** = 41 à 49.

23 g) En France, les spécifications de **ww** = 44 et 45 sont complétées de manière à lire : "sans changement appréciable ou dont l'évolution n'a pas pu être observée au cours de l'heure précédente".

24 **6. Orages.**

25 Lors du chiffrement pour l'usage synoptique, un orage est considéré comme étant à la station à partir du moment ou le premier coup de tonnerre est entendu, que l'éclair soit visible ou non, que des précipitations se produisent ou non à la station.

26 Un orage est signalé dans le temps présent si le tonnerre est entendu au cours de la période normale d'observation précédant l'heure du message.

27 Un orage est considéré comme ayant pris fin au moment ou le dernier coup de tonnerre est entendu ; cette fin est considérée comme effective si aucun coup de tonnerre n'est entendu au cours des 10 à 15 minutes qui suivent.

28 Par suite, le chiffrement des orages s'effectue comme suit :

29 a) Le tonnerre est entendu dans les 10 minutes précédant l'heure de l'observation :

30 - pas de précipitation à la station au moment de l'observation : **ww** = 17 ;

31 - précipitations ou tempête de poussière ou de sable à la station au moment de l'observation : **ww** = 95, 96, 97, 98 ou 99 selon le cas.

32 b) Le tonnerre n'a plus été entendu dans les 10 minutes précédent l'heure de l'observation, mais a été entendu durant l'heure précédente :

33 - pas de précipitation à la station au moment de l'observation : **ww** = 29 ;

34 - précipitations à la station au moment de l'observation : **ww** = 91, 92, 93 ou 94 selon le cas.

35 **7. Grains.**

36 Pour chiffrer "grains" (**ww** = 18), il convient de tenir compte uniquement des critères suivants :

37 a) Lorsque la vitesse du vent est mesurée : une augmentation soudaine de la vitesse du vent d'au moins 16 nœuds, la vitesse atteignant 22 nœuds ou plus et s'y maintenant pendant une minute au moins ;

38 b) Lorsque la vitesse du vent est estimée : une augmentation soudaine du vent d'au moins 3 degrés sur l'échelle Beaufort, la vitesse atteignant la force 6 et s'y maintenant pendant une minute au moins.

39 Quand un grain a été observé pendant la période couverte par **ww** , deux cas peuvent être considérés pour chiffrer le temps présent :

40 a) Aucune précipitation, aucun orage, ni aucun phénomène susceptible d'être signalé par un chiffre du code du temps présent supérieur à 18 n'a été observé à la station pendant la période couverte par **ww**, dans ce cas, **ww** est chiffré 18 ;

41 b) Des précipitations ou des orages ou d'autres phénomènes susceptibles d'être signalés par un chiffre du code supérieur à 18 ont été observés à la station pendant la période couverte par **ww**, dans ce cas ce sont ces phénomènes qui doivent déterminer le chiffre de code à choisir pour **ww**.

42 **8. Chasse-neige.**

43 Les chiffres 36 et 37 doivent être utilisés lorsque la chasse-neige est limitée aux couches situées au-dessous du niveau de l'œil (défini comme étant situé à 1,80 m au-dessus du sol) et les chiffres 38 et 39 doivent être utilisés lorsque la chasse-neige dépasse le niveau de l'œil.

44 **9. Précipitations.**

45 a) On dira qu'une précipitation est intermittente toutes les fois qu'elle aura subi une ou plusieurs interruptions, au cours de l'heure précédente, sans présenter toutefois le caractère d'averse.

46 b) Pour spécifier l'intensité des précipitations, se baser sur l'intensité observée au moment de l'observation (au cours des 10 minutes précédant l'heure de l'observation).

47 c) Le chiffrement de précipitations se congelant, **ww** = 56, 57, 66 ou 67, est subordonné sur les navires français à l'une ou l'autre des conditions ci-dessous :

48 - quand la température sous abri au moment d'une précipitation sous forme liquide, ou en grande partie liquide, est égale ou inférieure à moins 3 °C, même dans le cas, improbable, où aucun symptôme de glaciation n'est observé au voisinage du point d'observation ;

49 - quand, par température comprise entre 0 °C et moins 3 °C, des grains (granules) de glace claire, existent au sein d'une précipitation liquide (par température positive, le chiffre **ww** = 79 est employé pour un tel phénomène) ;

50 - par température comprise entre 0 °C et moins 3 °C pendant une demi-heure après la chute observée de granules de glace, même si la précipitation est devenue entièrement liquide ;

51 - quelle que soit la température si l'observateur peut constater la formation d'un dépôt de glace sur un objet quelconque.

52 d) Quand le message d'observation synoptique comporte une observation de précipitation se congelant, le message est obligatoirement suivi, sur les navires français, du groupe (**$6I_SE_SE_SR_S$**) dans le cas ou un dépôt de glace se produit sur le navire, ou des mots **ICING NÉANT** dans le cas contraire.

53 e) Les nombres 80 à 90 inclus sont employés lorsque la précipitation se présente comme une averse au moment de l'observation.

54 **Guide récapitulatif pour le chiffrement (ww) du temps présent :** voir le tableau 4.1.3.1.8.A

55 B) W_1W_2 (TEMPS PASSÉ).

Chiffre du code	W_1W_2 – Temps passé
0	Nuages ne couvrant pas plus de la moitié du ciel pendant toute la période considérée.
1	Nuages couvrant plus de la moitié du ciel pendant une partie de la période considérée et couvrant la moitié du ciel, ou moins, pendant l'autre partie.
2	Nuages couvrant plus de la moitié du ciel pendant toute la période considérée.
3	Tempête de sable ou de poussière, ou chasse-neige élevée.
4	Brouillard ou brouillard glacé ou brume sèche épaisse.
5	Bruine.
6	Pluie.
7	Neige, ou pluie et neige mêlées.
8	Averse(s).
9	Orage(s) avec ou sans précipitations.

56 **Règles sur le chiffrement du temps passé.**

57 **1.** Le temps passé en 2 chiffres $\mathbf{W_1W_2}$ donne les conditions météorologiques prédominantes au cours :

58 a) des 6 heures précédentes, pour les observations synoptiques principales (0000, 0600, 1200 et 1800 UTC),

59 b) des 3 heures précédentes, pour les observations synoptiques intermédiaires (0300, 0900, 1500 et 2100 UTC).

60 **2.** Les chiffres du code, pour $\mathbf{W_1}$ et $\mathbf{W_2}$ doivent correspondre aux conditions météorologiques qui ont précédé celles indiquées par le temps présent à l'heure de l'observation, de manière que le temps passé et le temps présent donnent ensemble une description aussi complète que possible pendant les 3 ou 6 heures qui ont précédé l'observation. C'est ainsi que, dans le cas d'averse de pluie au cours de l'heure précédant l'observation (**ww** = 25) $\mathbf{W_1W_2}$ doivent indiquer le caractère général du temps avant l'averse.

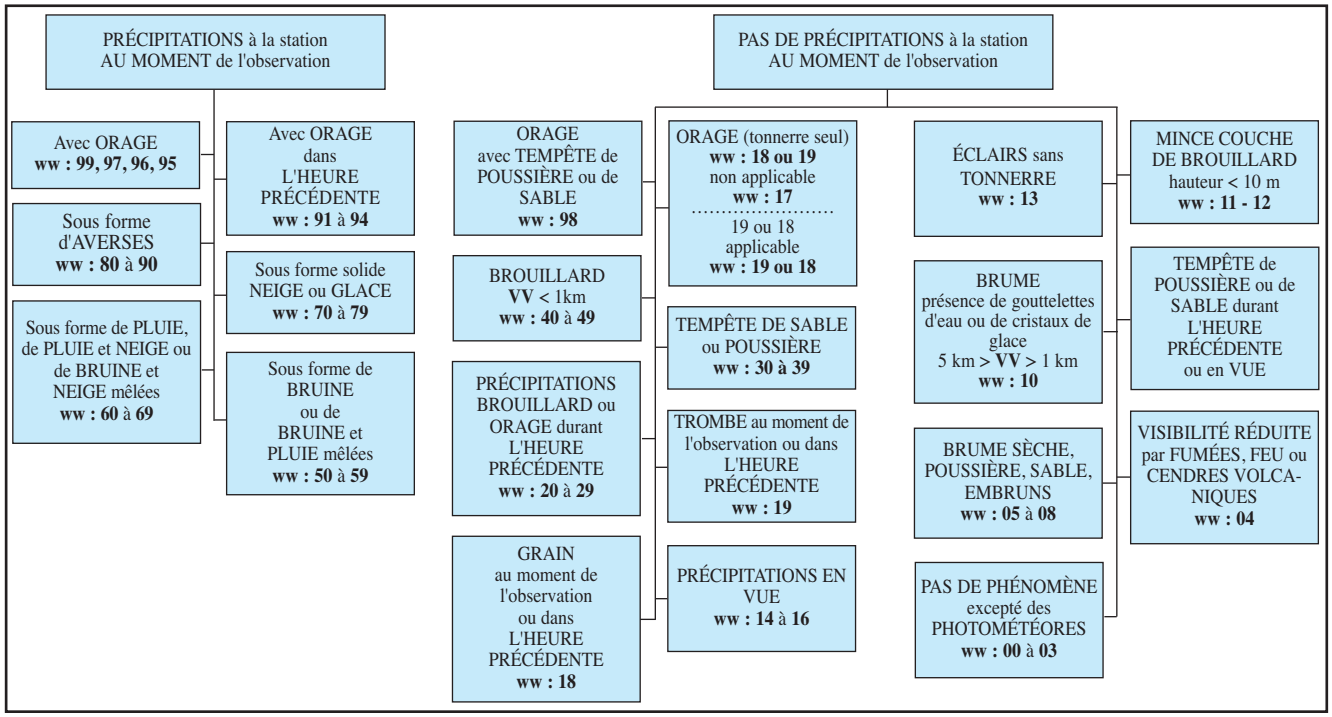
61 **3.** L'application de ce principe permet de décrire le temps passé par plusieurs chiffres du code. On choisit le plus élevé pour $\mathbf{W_1}$ et le deuxième pour $\mathbf{W_2}$.

62 **4.** Pour la première observation de la journée, $\mathbf{W_1}$ et $\mathbf{W_2}$ sont remplacés par les barres obliques // quand l'observateur ne possède aucune information sur le temps passé tel qu'il est défini dans la règle 1 ci-dessus.

63 En France, si, à l'ouverture de la station un seul temps passé est connu on le chiffre $\mathbf{W_1}$ et pour $\mathbf{W_2}$ on met une barre oblique /.

64 **5.** Si un seul type de temps a régné durant la période à laquelle se réfère $\mathbf{W_1}$ et $\mathbf{W_2}$, le chiffre du code correspondant est utilisé à la fois pour $\mathbf{W_1}$ et $\mathbf{W_2}$. De la pluie pendant toute la période se chiffre $\mathbf{W_1W_2}$ = 66.

65 **6.** Si, par exemple, à une heure synoptique principale le temps présent est **ww** = 61, et si au cours des 6 heures précédentes on a observé du brouillard (4), de la neige (7) et de la pluie (6) alors $\mathbf{W_1W_2}$ = 74.



4.1.3.1.8.A. — Guide récapitulatif pour le chiffrement (ww) du temps présent.

01 **4.1.3.1.9. Groupe $8N_hC_LC_MC_H$.**
Ce groupe indique l'étendue et le genre des nuages. Il est toujours inclus, y compris lors de l'absence de nuages ; dans ce cas ce groupe est chiffré 80000.

07 — **8 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **N_h :** étendue de tous les nuages C_L présents ou, en l'absence de nuages C_L, étendue de tous les nuages C_M présents.

19 NOTES :
1) Voir table de code **N** (groupe **Nddff**, § 4.1.3.1.2).
2) Voir notes sous **N** (groupe **Nddff**, § 4.1.3.1.2).
3) En aucun cas, **N_h** ne peut s'appliquer aux nuages du genre **C_H**.

25 — **$C_LC_MC_H$** : différents genres de nuages observés.

31 Les photographies figurant au paragraphe 1.4.3 (classification des nuages) permettront de déterminer les chiffres à transmettre, avec cependant une certaine approximation. L'étude des instructions contenues dans l'*Atlas international des nuages* permettra de déterminer de manière plus exacte ces chiffres.

37 **- C_L :** nuages des genres stratocumulus, stratus, cumulus et cumulonimbus.

Chiffre du code	Spécifications techniques	Spécifications usuelles
0	Pas de nuages **C_L**.	Pas de stratocumulus, de stratus, de cumulus ni de cumulonimbus.
1	Cumulus humilis ou cumulus fractus autres que de mauvais temps*, ou les deux.	Cumulus à faible extension verticale et paraissant aplatis ou cumulus déchiquetés autres que de mauvais temps* ou les deux.
2	Cumulus mediocris ou congestus, avec ou sans cumulus des espèces fractus ou humilis, avec ou sans stratocumulus, tous ayant leur base au même niveau.	Cumulus ayant une extension verticale modérée ou forte, avec en général des protubérances en formes de dômes ou de tours, accompagnés ou non d'autres cumulus ou de stratocumulus, tous ayant leurs bases au même niveau.
3	Cumulonimbus calvus avec ou sans cumulus, stratocumulus ou stratus.	Cumulonimbus dont les sommets ont perdu au moins partiellement la netteté de leurs contours, mais qui ne sont ni nettement fibreux (cirriformes), ni en forme d'enclume ; des cumulus, des stratocumulus ou des stratus peuvent également être présents.
4	Stratocomulus cumulogenitus.	Stratocumulus provenant de l'étalement de cumulus : des cumulus peuvent également être présents.
5	Stratocomulus autres que stratocumulus cumulogenitus.	Stratocumulus ne provenant pas de l'étalement de cumulus.
6	Stratus nebulosus ou stratus fractus autres que de mauvais temps*, ou les deux.	Stratus en nappe ou en couche plus ou moins continue, ou en lambeaux déchiquetés, ou les deux, mais pas de stratus fractus de mauvais temps*.
7	Stratus fractus ou cumulus fractus de mauvais temps*, ou les deux (pannus), généralement au-dessous d'un altostratus ou d'un nimbostratus.	Stratus fractus de mauvais temps ou cumulus fractus de mauvais temps*, ou les deux (pannus), généralement au-dessous d'un altostratus ou d'un nimbostratus.
8	Cumulus et stratocumulus autres que stratocumulus cumulogenitus, ayant leurs bases à des niveaux différents.	Cumulus et stratocumulus autres que ceux formés par étalement de cumulus ; la base des cumulus est à un niveau différent de celle des stratocumulus.
9	Cumulonimbus capillatus (souvent avec enclume) avec ou sans cumulonimbus calvus, cumulus, stratocumulus, stratus ou pannus.	Cumulonimbus, dont la région supérieure est nettement fibreuse (cirriforme), souvent en forme d'enclume ; accompagné ou non de cumulonimbus sans enclume ou sans région supérieure fibreuse, de cumulus, de stratocumulus, de stratus ou de pannus.
/	Nuages **C_L** invisibles par suite d'obscurité, de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable, ou par suite d'autres phénomènes analogues.	Les stratocumulus, les stratus, les cumulus et les cumulonimbus sont invi-sibles par suite de l'obscurité, de la présence de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable ou par suite d'autres phénomènes analogues.

43 * La locution "mauvais temps" se rapporte aux conditions qui existent généralement pendant et immédiatement avant ou après les précipitations.

49 **- C_M** : nuages des genres altocumulus, altostratus, et nimbostratus.

Chiffre du code	Spécifications techniques	Spécifications usuelles	Chiffre du code	Spécifications techniques	Spécifications usuelles
0	Pas de nuages C_M.	Pas d'altocumulus, d'altostratus, ni de nimbostratus.	6	Altocumulus cumulogenitus (ou altocumulus cumulonimbogenitus.	Altocumulus formés par l'étalement de cumulus (ou de cumulonimbus).
1	Altostratus translucidus.	Altostratus dont la majeure partie est semi-transparente et laisse apparaître faiblement le soleil ou la lune, comme au travers d'un verre dépoli.	7	Altocumulus translucidus ou opacus en deux ou plusieurs couches, ou altocumulus opacus en une seule couche, n'envahissant pas progressivement le ciel, ou altocumulus avec altostratus ou nimbostratus.	Altocumulus en deux ou plusieurs couches, généralement opaques par endroit et n'envahissant pas progressivement le ciel ; ou couche opaque d'altocumulus n'envahissant pas progressivement le ciel ; ou altocumulus présents simultanément avec de l'altostratus ou du nimbostratus.
2	Altostratus opacus ou nimbostratus.	Altostratus dont la majeure partie est suffisamment dense pour masquer complètement le soleil ou la lune, ou nimbostratus.			
3	Altocumulus translucidus à un seul niveau.	Altocumulus dont la majeure partie est semi-transparente ; les divers éléments du nuage ne se modifient que lentement et sont tous situés à un seul niveau.	8	Altocumulus castellanus ou altocumulus flocus.	Altocumulus présentant des bourgeonnements en forme de petites tours ou de crénaux, ou altocumulus ayant l'aspect de flocons cumuliformes.
4	Altocumulus translucidus en bancs souvent de forme lenticulaire), changeant continuellement d'aspect et se présentant à un ou plusieurs niveaux.	Altocumulus en bancs dont la majeure partie est semi-tranparente ; ces bancs se présentent à un ou plusieurs niveaux et l'aspect de leurs éléments constitutifs se modifient constamment.	9	Altocumulus d'un ciel chaotique, situés généralement à plusieurs niveaux.	Altocumulus dans un ciel d'aspect chaotique ; ils sont généralement situés à plusieurs niveaux.
5	Altocumulus translucidus en bandes, une ou plusieurs couches d'altocumulus translucidus ou opacus, envahissant progressivement le ciel ; ces altocumulus s'épaississent, en général, dans leur ensemble.	Altocumulus semi-transparents en bandes, ou altocumulus en une ou plusieurs couches sensiblement continues (semi-transparentes ou opaques), ces altocumulus deviennent, en général, plus épais dans leur ensemble.	/	Nuages C_M invisibles par suite d'obscurité, de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable, ou par suite d'autres phénomènes analogues, ou encore par suite de la présence d'une couche continue de nuages situés plus bas.	Les altocumulus, l'altostratus et le nimbostratus sont invisibles par suite de l'obscurité, de la présence de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable ou d'autres phénomènes ana-logues, ou, plus souvent, par suite de la présence d'une couche continue de nuages situés à un niveau plus bas.

55 - $\mathbf{C_H}$: nuages des genres cirrus, cirrocumulus et cirrostratus.

Chiffre du code	Spécifications techniques	Spécifications usuelles
0	Pas de nuages $\mathbf{C_H}$.	Pas de cirrus, de cirrocumulus ni de cirrostratus.
1	Cirrus fibratus, parfois uncinus, n'envahissant pas progressivement le ciel.	Cirrus en forme de filaments, de brins ou de crochets, n'envahissant pas progressivement le ciel.
2	Cirrus spissatus, en bancs ou en gerbes enchevêtrées qui en général n'augmentent pas et semblent être parfois les résidus de la partie supérieure d'un cumulonimbus ; ou cirrus des espèces castellanus ou flocus.	Cirrus denses, en bancs ou en gerbes enchevêtrées qui, en général, n'augmentent pas et semblent être parfois les résidus de la partie supérieure d'un cumulonimbus ; ou cirrus présentant des bourgeonnements en forme de petites tours ou créneaux, ou cirrus ayant l'aspect de flocons cumuliformes.
3	Cirrus spissatus cumulonimbogenitus.	Cirrus denses, ayant souvent la forme d'enclumes : ces cirrus sont les résidus de parties supérieures de cumulonimbus.
4	Cirrus uncinus ou cirrus fibratus, ou les deux, envahissant progressivement le ciel ; ces nuages deviennent, en général, plus épais dans leur ensemble.	Cirrus en forme de crochets ou de filaments, ou les deux, envahissant progressivement le ciel : ces nuages deviennent généralement plus denses dans leur ensemble.
5	Cirrus (souvent en bandes) et cirrostratus seul, envahissant progressivement le ciel ; ces nuages deviennent, en général, plus épais dans leur ensemble, mais le voile continu n'atteint pas 45° au-dessus de l'horizon.	Cirrus (souvent en bandes convergeant vers un ou deux points opposés de l'horizon) et cirrostratus, ou cirrostratus seul : dans les deux cas, ces nuages envahissent progressivement le ciel et deviennent généralement plus denses dans leur ensemble, mais le voile continu n'atteint pas 45° au-dessus de l'horizon.
6	Cirrus (souvent en bandes) et cirrostratus, ou cirrostratus seul, envahissant progressivement le ciel ; ces nuages deviennent, en général, plus épais dans leur ensemble, le voile continu dépasse 45° au-dessus de l'horizon, sans que le ciel soit totalement couvert.	Cirrus (souvent en bandes convergeant vers un ou deux points opposés de l'horizon) et cirrostratus, ou cirrostratus seul : dans les deux cas, ces nuages envahissent progressivement le ciel et deviennent généralement plus denses dans leur ensemble, mais le voile continu dépasse 45° au-dessus de l'horizon, sans que le ciel soit entièrement couvert.
7	Cirrostratus couvrant entièrement le ciel.	Voile de cirrostratus couvrant complètement la voûte céleste.
8	Cirrostratus n'envahissant pas progressivement le ciel et ne le couvrant pas entièrement.	Cirrostratus n'envahissant pas progressivement le ciel et ne couvrant pas complètement la voûte céleste.
9	Cirrocumulus seuls, ou cirrocumulus prédominants parmi les nuages $\mathbf{C_H}$.	Cirrocumulus seuls, ou cirrocumulus cœxistant avec des cirrus ou des cirrostratus, ou avec les deux, les cirrocumulus étant prédominants.
/	Nuages $\mathbf{C_H}$ invisibles par suite d'obscurité, de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable, ou par suite d'autres phénomènes analogues, ou encore par suite de la présence d'une couche continue de nuages situés plus bas.	Les cirrus, les cirrocumulus et les cirrostratus sont invisibles par suite de l'obscurité, de la présence de brouillard, de chasse-poussière, de chasse-sable ou autres phénomènes analogues, ou, plus souvent, par suite de la présence d'une couche continue de nuages situés à un niveau plus bas.

61 N.B. : Bien que ce ne soit pas explicitement indiqué dans le code $\mathbf{C_H}$, des cirrocumulus peuvent être associés aux différentes formes de cirrus et de cirrostratus. Le chiffre 9 du code $\mathbf{C_H}$ ne doit donc être employé que lorsque la nébulosité du cirrocumulus est supérieure à elle seule à celle de tous les autres nuages cirriformes présents.

01 **4.1.3.1.10. Groupe 9GGgg.**

Ce groupe indique l'heure d'observation.

07 — **9 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — **GGgg :** Heure d'observation, en heures et minutes(UTC).

19 NOTES :

1) Le groupe est inclus :

— lorsque l'heure réelle d'observation s'écarte de plus de 10 minutes de l'heure standard **GG** indiquée dans la section 0.

— lorsque cette inclusion est spécifiquement requise par décision régionale.

25 2) L'heure réelle d'observation est l'heure de la lecture du baromètre.

01 **4.1.3.2. Section 2. Données maritimes destinées aux échanges mondiaux.**

07 Les groupes de la section 2 sont les suivants pour un navire :

$222D_sv_s$ $(0s_sT_wT_wT_w)$ $(2P_wP_wH_wH_w)$
$(3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2})$ $(4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1})$ $(5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2})$
$(6I_sE_sE_sR_s$ *ou* ICING + langage clair) $(8s_wT_bT_bT_b)$
(ICE + : $c_iS_ib_iD_iz_i$ *ou* langage clair)

01 **4.1.3.2.1. Groupe $222D_sv_s$.**

Ce groupe indique les déplacements du navire.

07 NOTES :

1) Ce groupe est toujours inclus dans les messages d'observation provenant des navires qui observent les conditions maritimes.

13 **2)** Ce groupe est chiffré :
- **22200** dans le cas d'un navire en position fixe ;
- **222//** dans le cas de navires qui transmettent leurs messages d'observation en forme abrégée ou réduite, sauf lorsqu'ils transmettent les messages d'une zone pour laquelle le centre collecteur de messages météorologiques de navires a demandé d'inclure régulièrement $\mathbf{D_s v_s}$ pour répondre à la demande d'un centre de recherche et de sauvetage.

19 — **222 :** indicateur de la section, invariable.

25 — $\mathbf{D_s}$ **:** direction vraie du déplacement résultant du navire au cours des trois heures précédant l'heure de l'observation.

Chiffre du code	D_s — Direction vraie du déplacement	Chiffre du code	D_s — Direction vraie du déplacement
0	Stationnaire.	6	Ouest.
1	NE.	7	NW.
2	Est.	8	Nord.
3	SE.	9	Inconnue.
4	Sud.	/	Déplacement non chiffré.
5	SW.		

31 — $\mathbf{v_s}$ **:** vitesse moyenne résultante du navire pour les trois heures précédant l'heure de l'observation.

Chiffre du code	v_s — Vitesse moyenne résultante du navire	
0	0 nœud	0 kilomètre par heure
1	1-5 nœuds	1-10 kilomètres par heure
2	6-10 nœuds	11-19 kilomètres par heure
3	11-15 nœuds	20-28 kilomètres par heure
4	16-20 nœuds	29-37 kilomètres par heure
5	21-25 nœuds	38-47 kilomètres par heure
6	26-30 nœuds	48-56 kilomètres par heure
7	31-35 nœuds	57-65 kilomètres par heure
8	36-40 nœuds	66-75 kilomètres par heure
9	Plus de 40 nœuds	Plus de 75 kilomètres par heure
/	Non chiffrée.	

01 **4.1.3.2.2. Groupe $\mathbf{0s_sT_wT_wT_w}$.**
Ce groupe indique la température de l'eau à la surface de la mer.

07 — **0 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — $\mathbf{s_s}$ **:** signe de la température de la mer et type de mesure effectuée.

Chiffre du code	Signe de la température	S_s	Type de mesure
0	Positif ou zéro.	}	Prise d'eau.
1	Négatif.		
2	Positif ou zéro.	}	Seau.
3	Négatif.		
4	Positif ou zéro.	}	Capteur au contact de la coque.
5	Négatif.		
6	Positif ou zéro.	}	Autre méthode.
7	Négatif.		

19 — $\mathbf{T_wT_wT_w}$ **:** température de l'eau à la surface de la mer, en dixièmes de degré Celsius, son signe étant indiqué par $\mathbf{s_s}$.

01 **4.1.3.2.3. Groupe $\mathbf{2P_wP_wH_wH_w}$.**
Ce groupe indique la période et la hauteur des vagues de la mer du vent. Il est toujours inclus. Lorsqu'il n'y a pas de mer du vent, ce groupe est codé **2////**.

07 — **2 :** indicateur de groupe, invariable.

13 — $\mathbf{P_wP_w}$ **:** période des vagues de la mer du vent en secondes.

19 NOTES :
1) C'est le temps qui s'écoule entre le passage de deux crêtes de lames successives devant un point fixe O.
25 2) On signale la valeur moyenne de la période des vagues en ne tenant compte que des plus grosses vagues bien formées du système de vagues observées.
31 3) Voir notes 3, 4 et 5 sous $\mathbf{H_wH_w}$ ci-après.

37 — $\mathbf{H_wH_w}$ **:** hauteur des vagues de la mer du vent en unités de 0,5 mètre.

43 NOTES :
1) On signale la valeur moyenne de la hauteur des vagues (distance entre le creux et la crête) en ne tenant compte que des plus grosses vagues bien formées du système observé.
49 2) La hauteur des vagues inférieures à 0,25 m est chiffrée 00 ; la hauteur des vagues de 0,25 m à moins de 0,75 m est chiffrée 01 ; la hauteur des vagues de 0,75 m à moins de 1,25 m est chiffrée 02, etc.
55 3) Lorsque par mer calme, on n'observe aucune vague, $\mathbf{P_WP_W}$ et $\mathbf{H_WH_W}$ sont chiffrés 00.
61 4) Par mer trop confuse :
— si on ne peut pas estimer la période, $\mathbf{P_WP_W}$ est chiffrée 99 ;
— si on ne peut pas déterminer la hauteur des vagues, $\mathbf{H_WH_W}$ est chiffrée //.
67 5) Lorsque pour toute autre raison, la période et la hauteur des vagues ne sont pas observées, $\mathbf{P_WP_W}$ et $\mathbf{H_WH_W}$ sont chiffrés //.

01 **4.1.3.2.4. Groupes ($\mathbf{3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}}$), ($\mathbf{4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}}$) et ($\mathbf{5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}}$).**
Ces groupes indiquent la direction, la période et la hauteur des vagues de la houle. Ils ne sont utilisés que lorsqu'il est possible de faire une distinction entre la mer du vent et la houle (voir notes in fine).

07 — **3, 4** et **5 :** indicateurs des groupes, invariables.

13 — $\mathbf{d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}}$ **:** direction vraie, en dizaines de degrés d'où viennent les vagues de la houle.
19 Voir au § 4.1.3.1.2 la table du code **dd** du groupe Nddff.

25 — $\mathbf{P_{w1}P_{w1}}$ et $\mathbf{P_{w2}P_{w2}}$ **:** période des vagues de la houle en secondes.

31 — $\mathbf{H_{w1}H_{w1}}$**et** $\mathbf{H_{w2}H_{w2}}$ **:** hauteur des vagues de la houle, exprimée avec les mêmes unités que H_wH_w (§ 4.1.3.2.3).

37 NOTES :
1) Si l'on observe qu'un seul système de houle, il y a lieu :
a) d'indiquer sa direction, sa période et sa hauteur par $\mathbf{d_{w1}d_{w1}}$, $\mathbf{P_{w1}P_{w1}}$, $\mathbf{H_{w1}H_{w1}}$, respectivement ;
b) de chiffrer $\mathbf{d_{w2}d_{w2}}$ au moyen de // ;
c) d'omettre le groupe $\mathbf{5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}}$.
43 2) Si l'on observe un deuxième système de houle, il y a lieu :
a) d'indiquer sa direction, sa période et sa hauteur par $\mathbf{d_{w2}d_{w2}}$, $\mathbf{P_{w2}P_{w2}}$, $\mathbf{H_{w2}H_{w2}}$, respectivement ;
b) de transmettre les données qui correspondent au premier système de houle conformément à la note 1).

01 **4.1.3.2.5. Groupe $\mathbf{6I_sE_sE_sR_s}$.**
Le groupe ($6I_sE_sE_sR_s$ *ou* ICING + langage clair) indique l'accumulation de glace sur les navires.

07 Note : lorsqu'on signale en clair le phénomène d'accumulation de glace sur les navires, cette indication est précédée du mot **ICING.**

13 — **6 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **I_s :** accumulation de la glace sur les navires (origine du givrage sur les navires).

Chiffre du code	I_s — Origine du givrage
1	Givrage dû aux embruns.
2	Givrage dû au brouillard.
3	Givrage dû aux embruns et au brouillard.
4	Givrage dû à la pluie.
5	Givrage dû aux embruns et à la pluie.

25 — **E_sE_s :** épaisseur de la glace accumulée sur le navire. Cette épaisseur est exprimée en centimètres (01 = 1 cm ; 02 = cm, etc).

31 — **R_s :** Vitesse à laquelle la glace s'accumule sur le navire.

Chiffre du code	R_s — Vitesse d'accumulation
0	Absence d'accumulation.
1	Accumulation lente.
2	Accumulation rapide.
3	Fonte ou désagrégation lente.
4	Fonte ou désagrégation rapide.

37 - Lente : 0,6 à 1,2 cm en 12 heures.
- Rapide : plus de 2,5 cm en 4 heures.

01 **4.1.3.2.6. Groupe $8s_wT_bT_bT_b$.**
Ce groupe indique la température du thermomètre mouillé.

07 Note : ce groupe est à transmettre lorsque l'on utilise un thermomètre mouillé pour déterminer la valeur du point de rosée (§ 4.1.3.1.5, groupe $2s_nT_dT_dT_d$).

13 — **8 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **s_w :** signe de la température du thermomètre mouillé et manière dont celle-ci a été déterminée.

Chiffre du code	s_w — Signe et détermination de la température.	
0	Positif ou zéro.	Valeur mesurée de la température du thermomètre mouillé.
1	Négatif.	
2	Mesure sur thermomètre à réservoir recouvert de glace.	
3, 4	Chiffres non utilisés.	
5	Positif ou zéro.	Valeur calculée de la température du thermomètre mouillé.
6	Négatif.	
7	Calcul à partir thermomètre à réservoir recouvert de glace.	

25 — **$T_bT_bT_b$:** température du thermomètre mouillé en dixièmes de degrés Celsius.

01 **4.1.3.2.7. Groupe ICE + $c_iS_ib_iD_iz_i$ *ou* langage clair.**
Le groupe ICE + ciSibiDizi ou ICE + langage clair indique la signalisation des glaces de mer. Voir in fine les remarques générales sur ce groupe ICE (§ 4.1.3.2.7.B) et la correspondance (§ 4.1.3.2.7.C) entre les besoins en ce qui concerne le chiffrement des glaces en mer et les tables de code associées.

03 — **ICE :** préfixe indicateur de groupes signalant de la glace en mer.

05 Lorsque les indications sur les glaces ne sont pas données en code (groupe $c_iS_ib_iD_iz_i$) elles doivent figurer en langage clair à la suite du préfixe indicateur **ICE**.

07 A) LETTRES c_i, S_i, b_i, D_i et z_i.

09 — **c_i :** concentration ou disposition des glaces de mer.

Chiffre du code	c_i — Concentration ou disposition des glaces de mer		
0	Pas de glaces de mer en vue.		
1	Navire dans un chenal ouvert ayant plus de 1,0 mille marin de large, ou navire dans la banquise côtière avec ligne de démarcation au-delà de la limite de visiblité.		
2	Présence de glaces de mer en concentrations inférieures à 3/10 (3/8), eau libre ou banquise très lâche.	La concentration des glaces de mer est uniforme dans la zone d'observation.	Navire dans les glaces à moins de 0,5 mille marin de la lisière des glaces.
3	4/10 à 6/10 (3/8 à moins de 6/8), banquise lâche.		
4	7/10 à 8/10 (6/8 à moins de 7/8), banquise serrée.		
5	9/10 ou plus mais inférieure à 10/10 (7/8 à moins de 8/8), banquise très serrée.		
6	Cordons et bancs de glace, constitués de banquise.	La concentration des glaces de mer n'est pas uniforme dans la zone d'observation.	
7	Cordons et bancs de glace, constitués de banquise serrée ou très serrée, séparés par des zones où la concentration est plus faible.		
8	Banquise côtière avec eau libre, banquise très lâche ou banquise lâche du côté du large de la ligne de démarcation des glaces.		
9	Banquise côtière avec banquise serrée ou très serrée du coté du large de la ligne de démarcation des glaces.		
/	Chiffrement impossible en raison de l'obscurité, du manque de visibilité, ou du fait que le navire se trouve à plus de 0,5 mille marin de la lisière de glaces.		

11 — **S_i :** stade de formation de la glace.

Chiffre du code	S_i — Stade de formation de la glace
0	Nouvelle glace exclusivement (frasil, sorbet, gadoue, shuga).
1	Nilas ou glace vitrée, de moins de 10 cm d'épaisseur.
2	Jeune glace (glace grise, glace blanchâtre), de 10 à 30 cm d'épaisseur.
3	Nouvelle glace et/ou jeune glace prédominante, avec un peu de glace de première année.
4	Glace mince de première année prédominante, avec un peu de nouvelle glace et/ou de jeune glace.
5	Glace mince de première année exclusivement (30 à 70 cm d'épaisseur).
6	Glace moyenne de première année prédominante (70 à 120 cm d'épaisseur), et glace épaisse de première année (> 120 cm d'épaisseur), avec un peu de glace de première année plus mince.
7	Glace moyenne et glace épaisse de première année exclusivement.
8	Glace moyenne et glace épaisse de première année prédominantes, avec un peu de vieille glace (généralement plus de 2 m d'épaisseur).
9	Vieille glace prédominante.
/	Chiffrement impossible en raison de l'obscurité, du manque de visibilité ; ou du fait que seules des glaces d'origine terrestre sont visibles, ou parce que le navire se trouve à plus de 0,5 mille marin de la lisière des glaces.

13 — **b_i :** glaces d'origine terrestre.

Chiffre du code	b_i — Glaces d'origine terrestre
0	Pas de glace d'origine terrestre.
1	1 à 5 icebergs, pas de bourguignons ni de fragments d'iceberg.
2	6 à 10 icebergs, pas de bourguignons ni de fragments d'iceberg.
3	11 à 20 icebergs, pas de bourguignons ni de fragments d'iceberg.
4	Jusqu'à 10 bourguignons et fragments d'iceberg, pas d'iceberg.
5	Plus de 10 bourguignons et fragments d'iceberg, pas d'iceberg.
6	1 à 5 icebergs, avec bourguignons et fragments d'iceberg.
7	6 à10 icebergs, avec bourguignons et fragments d'iceberg.
8	11 à 20 icebergs, avec bourguignons et fragments d'iceberg.
9	Plus de 20 icebergs, avec bourguignons et fragments d'iceberg — grand danger pour la navigation.
/	Chiffrement impossible en raison de l'obscurité, du manque de visibilité, ou du fait que seules des glaces de mer sont visibles.

15 — **D_i :** direction vraie dans laquelle se trouve la lisière principale des glaces.

Chiffre du code	D_i — Direction vraie dans laquelle se trouve la lisière principale des glaces
0	Navires dans le chenal côtier ou le chenal de séparation.
1	Lisière principale des glaces au NE.
2	Lisière principale des glaces à l'Est.
3	Lisière principale des glaces au SE.
4	Lisière principale des glaces au Sud.
5	Lisière principale des glaces au SW.
6	Lisière principale des glaces à l'Ouest.
7	Lisière principale des glaces au NW.
8	Lisière principale des glaces au Nord.
9	Non relevée (navire dans les glaces).
/	Chiffrement impossible en raison de l'obscurité, du manque de visibilité, ou du fait que seules des glaces d'origine terrestre sont visibles.

17 NOTE : si plusieurs lisières des glaces peuvent être déterminées, la plus proche ou la plus importante doit être indiquée.

19 — **z_i :** situation actuelle des glaces et évolution des conditions au cours des trois heures précédentes.

Chiffre du code	Z_i — Situation actuelle et évolution des glaces	
0	Navire en eau libre, avec glace flottante en vue.	Navire dans les glaces
1	Navire dans de la glace facilement pénétrable ; les conditions s'améliorent.	Navire dans les glaces
2	Navire dans de la glace facilement pénétrable ; les conditions ne varient pas.	Navire dans les glaces
3	Navire dans de la glace facilement pénétrable ; les conditions s'aggravent.	Navire dans les glaces
4	Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions s'améliorent.	Navire dans les glaces
5	Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions ne varient pas.	Navire dans les glaces
6	De la glace se forme et les floes se soudent ensemble.	Navire dans les glaces — Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions s'aggravent.
7	Glace soumise à une faible pression.	Navire dans les glaces — Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions s'aggravent.
8	Glace soumise à une pression modérée ou forte.	Navire dans les glaces — Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions s'aggravent.
9	Navire coincé.	Navire dans les glaces — Navire dans de la glace difficilement pénétrable ; les conditions s'aggravent.
/	Chiffrement impossible en raison de l'obscurité ou du manque de visibilité.	

21 B) REMARQUES GÉNÉRALES SUR LE GROUPE **ICE.**

23 La signalisation de glace de mer et de glace d'origine terrestre dans un message SHIP ne remplace pas les messages indiquant la présence de glaces en mer et d'icebergs prescrits par la Convention SOLAS (voir § 3.1.1).

25 Le groupe **$c_iS_ib_iD_iz_i$** est transmis chaque fois que l'on observe de la glace de mer et/ou de la glace d'origine terrestre depuis le navire à l'heure de l'observation.

27 Si le navire franchit une lisière des glaces ou si une telle lisière est aperçue entre les heures d'observation, elle est signalée en language clair, de la manière suivante : "ice edge lat. long." (la position étant indiquée en degrés et minutes).

29 Si le navire se trouvant en haute mer signale une lisière des glaces, la concentration **c_i** et le stade de formation **S_i** ne sont chiffrés que si le navire est suffisamment près de la glace (c'est-à-dire à moins de 0,5 mille marin).

31 Lorsque le navire se trouve dans un chenal ouvert ayant plus de 1,0 mille marin de large, la situation est chiffrée de la manière suivante : **c_i** = 1 et **D_i** = 0. Si le navire se trouve dans la banquise côtière et que la limite de démarcation des glaces se situe au-delà de la limite de visibilité, la situation est chiffrée : **c_i** = 1 et **D_i** = 9.

33 Si aucune glace de mer n'est visible et que le groupe est utilisé uniquement pour signaler de la glace d'origine terrestre, il est chiffré 0/**b_i**/0 ; par exemple, 0/**2**/0 signalerait qu'il y a six à dix icebergs en vue, mais pas de glace en mer.

35 Lors du chiffrement de la concentration ou de la disposition des glaces de mer (code **c_i**), on signale la condition qui est la plus importante pour la navigation.

37 La direction signalée pour la lisière principale des glaces est celle de la partie de cette lisière qui se trouve la plus proche du navire.

39 C) CORRESPONDANCE ENTRE BESOINS ET TABLES DE CODE ASSOCIÉES.

41 On trouvera ci-après la correspondance entre les besoins en ce qui concerne le chiffrement des glaces en mer et les tables de code associées.

43 — **Lettre symbolique c_i.**

45 a) Le premier chiffre du code (0) a pour but d'établir, conjointement avec le chiffre 0 du code **z_i** et le chiffre du code **b_i**, si la glace flottante qui est visible du navire est uniquement de la glace d'origine terrestre.

47 b) À l'intérieur d'une zone d'observation donnée, la concentration et la disposition des glaces peuvent varier presque à l'infini. Toutefois, du pont d'un navire, on ne peut effectuer d'observations précises qu'à l'intérieur d'un champ d'observation restreint. Pour cette raison, et du fait que les variations minimes n'ont qu'une importance temporaire, les seules concentrations et dispositions des glaces qu'on a prévu de chiffrer sont celles qui correspondent à des conditions de navigation nettement différentes les unes des autres. Les chiffres du code de 2 à 9 ont été groupés en deux sections selon que :

— la concentration des glaces à l'intérieur de la zone d'observation est plus ou moins uniforme (chiffres du code de 2 à 5) ;

— il existe des différences marquées dans la concentration ou la disposition des glaces (chiffres du code de 6 à 9).

49 — **Lettre symbolique S_i.**

51 Dans cette table, pour n'importe quelle concentration donnée, les spécifications successives correspondent à des difficultés croissantes pour la navigation ; ainsi, si la concentration est, par exemple, de 8/10, la nouvelle glace n'aura pratiquement pas d'effets sur la navigation, alors qu'au contraire, si la vieille glace prédomine, les conditions seront difficiles et il sera nécessaire de réduire la vitesse et de changer fréquemment de cap.

53 Note : Le *Guide des instruments et des observations météorologiques* de l'OMM explique la corrélation qui existe entre le stade de formation et l'épaisseur de la glace de mer.

55 — **Lettre symbolique b_i.**

57 a) Ce code constitue une échelle correspondant à des risques croissants pour la navigation.

59 b) Les bourguignons et fragments d'iceberg, qui sont beaucoup plus petits et plus bas sur l'eau que les icebergs, sont plus difficiles à voir à l'œil nu ou au radar, notamment lorsque la mer est grosse. Pour cette raison, les chiffres 4 et 5 du code représentent des conditions plus dangereuses que les chiffres 1 à 3.

61 — **Lettre symbolique D_i.**

63 Dans ce code, rien n'est prévu pour signaler la distance du navire à la lisière des glaces. Ceux qui recevront le message d'observation interpréteront la direction indiquée comme étant celle dans laquelle se trouve la partie de la lisière des glaces la plus proche du navire. D'après les chiffres du code utilisés pour signaler la concentration et le stade de formation de la glace, on se rendra compte immédiatement si le navire se trouve dans les glaces ou à moins de 0,5 mille marin de la lisière des glaces. Si le navire se trouve en eau libre, à plus de 0,5 mille marin de la lisière des glaces, on supposera que la lisière des glaces est orientée selon une direction perpendiculaire au relèvement indiqué.

65 — **Lettre symbolique z_i.**

67 a) Cet élément du code vise à :

– définir si le navire se trouve dans la banquise ou si la glace flottante (c'est-à-dire de la glace de mer et/ou de la glace d'origine terrestre) est visible du navire se trouvant en mer libre ;

– fournir une estimation qualitative, qui est fonction des possibilités du navire de naviguer dans les glaces, de la résistance qu'oppose la glace de mer à la pénétration et de l'évolution récente des conditions.

69 b) En signalant l'une quelconque des conditions représentées par les chiffres 1 à 9 de la table de code $\mathbf{z_i}$, on peut faciliter l'interprétation des indications fournies par les deux lettres symboliques $\mathbf{c_i}$ (concentration) et $\mathbf{S_i}$ (stade de formation).

01

4.2. MESSAGE CODÉ IAC FLEET

07 Forme abrégée du message IAC (*International Analyse Code*), le message IAC FLEET [FM 46-IV IAC FLEET] est un message d'analyse en surface ou d'analyse prévue en surface diffusé aux navires.

01 **4.2.1. FORME SYMBOLIQUE**.

01 **4.2.1.1. Synoptique de la forme symbolique.**

PRÉAMBULES (interchangeables) :

— Analyse en surface :	**10001**	**33388**	**0YYG$_c$G$_c$**		
	ou				
— Analyse prévue en surface :	**65556**	**33388**	**0YYG$_c$G$_c$**	**000G$_p$G$_p$**	
SECTION 0 :	**99900**				
	8P$_t$P$_c$PP	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**		**md$_s$d$_s$f$_s$f$_s$**	
Subdivision 0-1	**(000g$_p$g$_p$**	**9P$_t$P$_c$PP**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$)**		
	ou				
	(000g$_p$g$_p$	**7P$_t$P$_c$PP**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**md$_s$d$_s$f$_s$f$_s$)**	
SECTION 1 :	**99911**				
	66F$_t$F$_i$F$_c$	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…**	**md$_s$d$_s$f$_s$f$_s$**
Subdivision 1- 1	**(000g$_p$g$_p$**	**69F$_t$F$_i$F$_c$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…)**	
	ou				
	(000g$_p$g$_p$	**67F$_t$F$_i$F$_c$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…**	**md$_s$d$_s$f$_s$f$_s$)**
SECTION 2 :	**99922**				
	44PPP	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…**	
SECTION 3 :	Section non utilisée (réservée).				
SECTION 4 :	**99944**				
	987w$_s$w$_s$	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…**	
SECTION 5 :	99955				
	(55T$_t$T$_i$T$_c$)	**(555PP)**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**md$_s$d$_s$f$_s$f$_s$**
SECTION 6 :	**88800**				
	77e$_2$uu	**(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)**	
	QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$	**…**	**…**	**(00C$_1$00)**	
Subdivision 6-1	**000g$_p$g$_p$**	**79e$_2$uu**	**(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	
	(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)	**QLaLaLoLo**	**…**		
	ou				
	000g$_p$g$_p$	**76e$_2$uu**	**(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)**	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	
	(9d$_w$d$_w$P$_w$P$_w$)	**QL$_a$L$_a$L$_o$L$_o$**	**…**	**(00C$_1$00)**	
SECTION 7 :	**77744**	**Groupes de vocabulaire**		**44777**	

INDICATEUR DE FIN DE MESSAGE : **19191**

01 **4.2.1.2. Exemple de message IAC FLEET.**
07 On trouvera au sous-chapitre 5.2 un exemple de message IAC FLEET reçu par un navire ansi que le tracé de la carte à partir de ce message.

01 **4.2.2. NOTES GÉNÉRALES.**

07 1) IAC FLEET est le nom de la forme abrégée du code international d'analyse réservée à l'usage maritime.

13 2) La forme symbolique se compose d'un ensemble de préambules interchangeables ainsi que d'un certain nombre de sections, de la manière suivante :

19 a) *Préambules interchangeables :*
25 La première ligne est utilisée dans le cas d'une analyse en surface, la seconde dans celui d'une analyse prévue en surface.

31 b) *Sections :*

Numéro de la section	Groupe de chiffres symboliques	Contenu
0	99900	Systèmes de pression.
1	99911	Systèmes frontaux.
2	99922	Valeurs des isobares.
3	—	(Réservé).
4	99944	Types de temps.
5	99955	Systèmes tropicaux.
6	88800	Température de la mer et vagues.
7	77744	Groupes de vocabulaire.

37 3) Toute section d'une analyse ou d'une analyse prévue peut être répétée autant de fois que cela s'avère nécessaire, ou bien omise, selon le cas.

43 4) La forme symbolique de base des sections 0, 1 et 6 donne des indications détaillées sur les systèmes de pression, les fronts, les vagues et la température à la surface de la mer, à l'heure indiquée dans le préambule. Chacune de ces sections contient une subdivision qui peut être utilisée lorsque des indications plus détaillées sont nécessaires sur les positions et sur les caractéristiques antérieures et futures de ces systèmes ou paramètres. Ces subdivisions sont identifiées par le groupe $\mathbf{000g_pg_p}$; de ce fait, elles peuvent être répétées au sein de la section autant de fois que cela est nécessaire pour fournir des renseignements sur les conditions météorologiques soit antérieures soit futures, ou bien encore sur ces deux conditions à la fois.

49 5) Les sections 0 à 6 et les subdivisions de certaines d'entre elles permettent de décrire, au moyen de lignes dont les contours sont délimités par les groupes de position $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ (ou par une variante de ceux-ci), la valeur donnée d'un paramètre ou un état donné d'un certain élément. La section se compose ainsi d'une succession régulière de séries de groupes, chaque série débutant par un groupe indicateur donnant la nouvelle valeur du paramètre ou de l'élément considéré. Dans certains cas, les groupes de position de chaque série de groupes sont suivis par le groupe de déplacement $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ et par le groupe facultatif $\mathbf{00C_100}$ qui indique le degré de certitude applicable aux renseignements qui viennent juste d'être donnés au moyen des groupes qui précèdent.

55 6) L'emploi de la section 5 (section des systèmes tropicaux) n'empêche pas d'utiliser, le cas échéant, d'autres sections dans la même section générale.

61 7) La section 6 permet d'indiquer, à titre facultatif, la direction et la période des vagues pour chacun des points descriptifs d'une ligne isotherme de la température de la surface de la mer. Chacun des groupes $\mathbf{9d_wd_wP_wP_w}$ se rapporte au groupe de position $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ qui le suit.

67 8) La section 7 permet d'insérer dans le message des phrases explicatives dans un code de vocabulaire. Cette section permet également d'ajouter des remarques en langage clair à la fin de l'analyse ou de l'analyse prévue lorsqu'il est considéré comme nécessaire de souligner la présence d'une ligne de grains.

01 **4.2.3. RÈGLES.**

01 **4.2.3.1. Généralités et préambule**.

07 Le nom de code IAC FLEET n'est pas inclus dans le message. Tout message IAC FLEET se termine par le groupe **19191**.
13 Le préambule approprié est inclus chaque fois que l'analyse ou l'analyse prévue est établie d'après une carte différente et pour chaque type différent.

01 **4.2.3.2. Sections.**

07 Chaque section est identifiée par son groupe de chiffres symboliques. Si le même type de données figure dans deux parties séparées du message, chacune de ces parties constitue une section et est précédée du groupe de chiffres symboliques approprié.
13 Lorsqu'elles sont incluses, les sections se suivent dans l'ordre suivant : sections 0, 1, 2, 4, 5, 6 et 7.
19 L'ordre normalement adopté de chiffrement des données des sections 0, 1, 2, 4 et 5 est le suivant :
25 — Section 0 - *Systèmes de pression* : de l'Ouest vers l'Est, dans l'ordre où ils apparaissent sur la carte ;
31 — Section 1 - *Renseignements sur le front* : les fronts sont décrits successivement, autant que possible d'Ouest en Est ;
37 — Section 2 - *Tracé des isobares* : on commence par donner, dans le sens cyclonique, les points d'une isobare encerclant une région de basse pression, pour terminer en donnant, dans le sens anticyclonique, les points d'une isobare encerclant une région de haute pression ;
43 — Section 4 - *Zone de temps* : de l'Ouest vers l'Est, dans l'ordre où les zones apparaissent sur la carte ;
49 — Section 5 - *Systèmes tropicaux :* décrits comme pour les systèmes de pression ou les renseignements sur les fronts, selon que le système tropical se rapproche davantage de l'une ou de l'autre de ces catégories.

01 **4.2.3.3. Groupes de position.**

07 Le groupe **33388** étant utilisé dans le préambule, les groupes de position prennent la forme $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ pour toutes les sections qui sont incluses dans le message.
13 Dans la forme $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$, lorsque l'on désire définir les positions avec plus de précision, on ajoute, après le groupe $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ le groupe $\mathbf{000L_aL_o}$ dans lequel $\mathbf{L_a}$ et $\mathbf{L_o}$ indiquent respectivement les dixièmes de degré de latitude et de longitude à ajouter.

19 Le groupe de position pour chaque système de pression (section 0) est répété au besoin. Les groupes de position se rapportant à des fronts (section 1), à des isobares (section 2), aux courbes délimitant des zones de types de temps (section 4) et des systèmes tropicaux ressemblant à des fronts (section 5) ne sont donnés qu'une seule fois.

25 Si un système de pression (section 0) ou un système tropical (section 5) est allongé et ouvert, deux points au moins sont transmis pour décrire l'axe du système. La première position et la pression (lorsqu'elle est donnée dans la section 5) se réfèrent au point de pression extrême du système.

31 Nota : Les points de position délimitant l'axe du système peuvent être répétés, au besoin.

01 **4.2.3.4. Groupes de déplacement.**

07 Le groupe de déplacement est donné pour chaque système de pression (section 0), chaque front chaque système tropical (section 5) inclus dans le message. Lorsque le système ou le front est stationnaire, le groupe **mdsfsfs** est chiffré **10000**.

13 Lorsque le système de pression (section 0) ou le système tropical (section 5) est allongé ou ouvert, le groupe $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ se réfère à l'axe du système.

19 Lorsque des fronts (section 1) ou des systèmes tropicaux ressemblant à des fronts (section 5) sont signalés, le groupe $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ se réfère à la partie centrale de l'élément visé. Lorsque deux groupes $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ au moins sont nécessaires pour indiquer le déplacement d'un front ou d'un système tropical, ce front ou ce système tropical est subdivisé par la répétition du groupe $\mathbf{66F_tF_iF_c}$ ou du groupe $\mathbf{55T_tT_iT_c}$ selon les cas.

25 Le groupe $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ indique toujours le déplacement du système ou du front en se référant au dernier point de position donné.

01 **4.2.3.5. Subdivisions des sections 0, 1 et 6.**

07 **a)** Pour indiquer les positions et les caractéristiques d'un système ou d'un ensemble de paramètres à une heure déterminée *antérieure* à celle donnée dans le préambule, on utilise le groupe $\mathbf{9P_tP_cPP}$ dans la subdivision 0-1, ou bien le groupe $\mathbf{69F_tF_iF_c}$ dans la subdivision 1-1, ou bien encore le groupe **79e2uu** dans la subdivision 6-1. Dans chacun de ces cas, le nombre d'heures indiqué par $\mathbf{g_pg_p}$ est *soustrait* de l'heure donnée dans le préambule (par exemple $\mathbf{G_cG_c}$ ou $\mathbf{G_cG_c + G_pG_p}$, selon le cas) pour obtenir l'heure *antérieure* qu'il faut considérer.

13 Nota : Pour fournir des indications sur les diverses positions *antérieures* qu'ont occupées un système ou un ensemble de paramètres, une subdivision peut être répétée, si besoin est.

19 **b)** Pour indiquer les positions et les caractéristiques d'un système ou d'un ensemble de paramètres à une heure déterminée *postérieure* à celle donnée dans le préambule, on utilise le groupe $\mathbf{7P_tP_cPP}$ dans la subdivision 0-1, ou bien le groupe $\mathbf{67F_tF_iF_c}$ dans la subdivision 1-1, ou bien encore le groupe $\mathbf{76e_2uu}$ dans la subdivision 6-1. Dans chacun de ces cas, le nombre d'heures indiqué par **gpgp** est *ajouté* à l'heure donnée dans le préambule (par exemple $\mathbf{G_cG_c}$ ou $\mathbf{G_cG_c + G_pG_p}$, selon le cas) pour obtenir l'heure *future* qu'il faut considérer.

25 Nota : Pour fournir des indications sur les diverses positions que pourront occuper *dans le futur* un système ou un ensemble de paramètres, une subdivision peut être répétée, si besoin est.

01 **4.2.3.6. section 6. : température de la mer et vagues.**

07 Lorsqu'il est inclus dans la section 6 et sa subdivision, le groupe $\mathbf{9d_wd_wP_wP_w}$ indique la direction et la période des vagues à la position donnée par le groupe qui suit.

01 **4.2.3.7. Groupes supplémentaires et renseignements complémentaires.**

07 Des phrases explicatives, prises dans un code de vocabulaire, sont respectivement précédées et suivies par les groupes indicateurs appropriés **77744** et **77444**. Ces phrases explicatives peuvent être insérées n'importe où dans le message, selon le besoin.

13 Pour répondre à des besoins nationaux, des sections complémentaires peuvent être adjointes à la forme symbolique IAC FLEET. La forme symbolique ci-dessus est alors utilisée dans toute la mesure possible, et les sections complémentaires sont ou placées à la fin de l'analyse chiffrée ou de l'analyse prévue chiffrée, ou transmises comme des messages séparés.

01 **4.2.3.8. Correction à un IAC FLEET.**

07 Lorsqu'il est nécessaire de transmettre une correction à l'analyse ou à l'analyse prévue, le correctif commence par les groupes **11133** et $\mathbf{0YYG_cG_c}$.

13 Les corrections qui suivent sont précédées des groupes appropriés ($\mathbf{8P_tP_cPP}$, $\mathbf{66F_tF_iF_c}$, **44PPP**, etc.) et se terminent par le groupe **19191.**

01 **4.2.4. DESCRIPTION DES GROUPES.**

01 **4.2.4.1. Groupes du préambule.**

07 Les préambules sont interchangeables :

13 Analyse en surface :

19 10001 33388 $0YYG_cG_c$

25 *ou*

31 Analyse prévue en surface :

37 65556 33388 $0YYG_cG_c$ $000G_pG_p$

01 **4.2.4.1.1. Groupes 1001 et 33388.**

07 Le groupe **1001** est invariable et il annonce que des données d'analyses suivent.

13 **33388** indique que le groupe de position est de la forme $QL_aL_aL_oL_o$, 333 étant l'indicateur de groupe, invariable.

01 **4.2.4.1.2. Groupe $\mathbf{0YYG_cG_c}$.**

07 Ce groupe indique la date et l'heure d'observation.

13 — **0 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **YY :** jour UTC du mois.

25 NOTES :

31 1) 01 signifie le 1er jour du mois ; 02 le 2e jour du mois ; etc.

37 2) Il s'agit du jour où l'on a observé les données d'après lesquelles la carte est établie.

43 3) Le jour est défini par rapport au temps UTC et non par rapport au temps local.

49 — $\mathbf{G_cG_c}$ **:** heure réelle arrondie à l'heure entière UTC la plus proche de l'heure d'observation des données d'après lesquelles la carte est établie.

01 **4.2.4.1.3. Groupe $000G_pG_p$.**
07 Ce groupe indique l'heure à laquelle la prévision est valable.

13 — **000 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — $\mathbf{G_pG_p}$ **:** nombre d'heures entières à ajouter à GcGc pour obtenir l'heure à laquelle la prévision est valable.

01 **4.2.4.2. Section 0. Systèmes de pression.**

07 Les groupes de la section 0 sont les suivants :
13 99900
19 $8P_tP_cPP \quad QL_aL_aL_oL_o \quad md_sd_sf_sf_s$
25 Ceux de la subdivision 0-1 sont :
31 $000g_pg_p \quad 9P_tP_cPP \quad QL_aL_aL_oL_o$
37 *ou*
43 $000g_pg_p \quad 7P_tP_cPP \quad QL_aL_aL_oL_o \quad md_sd_sf_sf_s$

49 Voir les notes générales 4) et 5) au paragraphe 4.2.2 ainsi que les règles a) et b) au paragraphe 4.2.3.5.
55 **99900** est l'indicateur de section, invariable, annonçant qu'une analyse ou une analyse prévue des systèmes de pression suit.

01 **4.2.4.2.1. Groupe $8P_tP_cPP$.**
07 Ce groupe indique le type et le caractère du système de pression ainsi que la pression à une surface de niveau constant.

13 — **8 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — $\mathbf{P_t}$ **:** type du système de pression.

Chiffre du code	P_t — Type	Chiffre du code	P_t — Type
0	Dépression complexe.	6	Marais barométrique (ou géopotentiel uniforme)
1	Dépression.	7	Dorsale.
2	Dépression secondaire.	8	Col.
3	Creux barométrique.	9	Tempête tropicale.
4	Onde.		
5	Anticyclone		

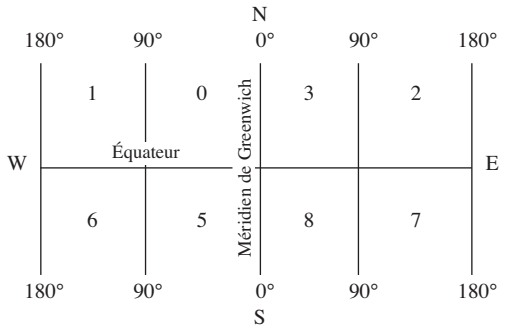
25 — $\mathbf{P_c}$ **:** caractère du système de pression.

Chiffre du code	P_c — Caractère	Chiffre du code	P_c — Caractère
0	Pas de spécification.	6	Se comblant ou s'affaiblissant, sans disparaître.
1	Dépression se comblant ou anticyclone s'affaiblissant.	7	Hausse générale de pression (ou de géopotentiel).
2	Sans grand changement.	8	Baisse générale de pression (ou de géopotentiel).
3	Dépression se creusant ou anticyclone se renforçant.	9	Position incertaine.
4	Évolution complexe.		
5	En formation ou existence supposée (cyclogenèse ou anticyclogenèse).		

31 — **PP :** pression à une surface de niveau constant, en hectopascals entiers (omission des chiffres des centaines et du millier d'hectopascals).
37 Pour un anticyclone ou une dépression, **PP** est la pression au centre. **PP** est la pression la plus élevée le long de l'axe d'une dorsale et la pression la plus basse le long de l'axe du thalweg.

01 **4.2.4.2.2. Groupe $QL_aL_aL_oL_o$.**
07 C'est un groupe de position. Sa forme est indiquée dans le préambule par le groupe 33388. Voir règles au paragraphe 4.2.3.3

13 — **Q :** octant du globe.



19 Le schéma ci-après illustre le chiffrement de ce code.

25 — $\mathbf{L_aL_a}$ **:** latitude exprimée en degré.

31 — $\mathbf{L_oL_o}$ **:** longitude exprimée en degrés, avec omission de la centaine.
37 Dans cette forme on peut apporter une précision au dixième de degré en faisant suivre $\mathbf{QL_aLa_aL_oL_o}$ du groupe $\mathbf{000L_aL_o}$ dans lequel $\mathbf{L_a}$ et $\mathbf{L_o}$ sont les dixièmes de degrés à ajouter respectivement aux coordonnées exprimées par $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$.

01 **4.2.4.2.3. Groupe $md_sd_sf_sf_s$.**
07 Ce groupe, facultatif, indique le déplacement du système ou du front.

13 — **m :** déplacement.

Chiffre du code	m — Caractère du déplacement	Chiffre du code	m — Caractère du déplacement
0	Pas de spécification.	6	Se recourbant.
1	Stationnaire.	7	Accélérant.
2	Sans grand changement.	8	S'incurvant vers la droite.
3	Devenant stationnaire.	9	Prévu comme devant se recourber.
4	Ralentissant.		
5	S'incurvant vers la gauche.		

19 — $\mathbf{d_sd_s}$ **:** direction vraie, en dizaines de degrés, vers laquelle se déplace le système ou le front. Voir code **dd** du groupe **Nddff** (message SHIP, § 4.1.3.1.2).

25 — $\mathbf{f_sf_s}$ **:** vitesse, en nœuds, du système, du front ou de la zone.

31 NOTES :
37 1) Pour des vitesses de vent comprises entre 100 et 199 nœuds, on ajoute 50 à **dd** et on indique pour $\mathbf{f_sf_s}$ le nombre de nœuds au dessus de 100.
43 2) $\mathbf{f_sf_s}$ indique la vitesse du système lorsque celui-ci est à la position indiquée par le ou les groupes précédents.

01 **4.2.4.2.4. Groupe $000g_pg_p$.**
07 Ce groupe détermine l'heure à laquelle se rapportent les renseignements complémentaires.

13 — **000 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — $\mathbf{g_pg_p}$ **:** nombre d'heures à ajouter à, ou à soustraire de, l'heure donnée dans le préambule considéré pour obtenir l'heure à laquelle se rapportent les renseignements complémentaires.

4.2.4.2.5. Autres groupes de la subdivision 0-1.

Ce sont les groupes : $7P_tP_cPP$, $9P_tP_cPP$, $QL_aL_aL_oL_o$ et $md_sd_sf_sf_s$.

Ils sont précédemment décrits aux paragraphes 4.2.4.2.1 à 4.2.4.2.3, avec pour P_tP_cPP le préfixe indicateur invariable "**9**" ou "**7**", selon le cas, comme indiqué dans la forme symbolique.

4.2.4.3. Section 1. Systèmes frontaux.

Les groupes de la section 1 sont les suivants :

99911

$66F_tF_iF_c$ $QL_aL_aL_oL_o$ $QL_aL_aL_oL_o$ … $md_sd_sf_sf_s$

Ceux de la subdivision 1-1 sont :

($000g_pg_p$ $69F_tF_iF_c$ $QL_aL_aL_oL_o$ …)

ou

($000g_pg_p$ $67F_tF_iF_c$ $QL_aL_aL_oL_o$ … $md_sd_sf_sf_s$)

Voir les notes générales 4) et 5) au paragraphe 4.2.2 ainsi que le paragraphe 4.2.3.5 (règle de subdivision des sections).

Les groupes $\mathbf{QL_aL_aL_oL}$ (groupe de position), $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ (déplacement du système ou du front) et $\mathbf{000g_pg_p}$ (heure des renseignements complémentaires) ont été respectivement décrits aux paragraphes 4.2.4.2.2, 4.2.4.2.3 et 4.2.4.2.4.

Le groupe **99911** est le groupe indicateur de section, invariable, annonçant une analyse ou une analyse prévue des systèmes frontaux.

Groupe $66F_tF_iF_c$. Type, intensité et caractère du front.

— **66 :** indicateur de groupe, invariable.

— $\mathbf{F_t}$ **:** type de front. Voir note sous **Fc**.

Chiffre du code	F_t — Type	Chiffre du code	F_t — Type
0	Front quasi stationnaire en surface.	4	Front froid en surface.
1	Front quasi stationnaire en altitude.	5	Front froid en altitude.
2	Front chaud en surface.	6	Occlusion.
3	Front chaud en altitude.	7	Ligne d'instabilité.
		8	Front intertropical.
		9	Ligne de convergence.

— $\mathbf{F_i}$ **:** intensité du front.

Chiffre du code	F_i — Intensité	Chiffre du code	F_i — Intensité
0	Pas de spécification	5	Modérée, peu ou pas de changement.
1	Faible, s'atténuant (y compris frontolyse).	6	Modérée, se renforçant.
2	Faible, peu ou pas de changement.	7	Forte, s'atténuant.
3	Faible, se renforçant (y compris frontogénèse).	8	Forte, peu ou pas de changement.
4	Modérée, s'atténuant.	9	Forte, se renforçant.

— $\mathbf{F_c}$ **:** caractère du front.

Chiffre du code	F_c — Caractère	Chiffre du code	F_c — Caractère
0	Pas de spécification.	4	Intertropical.
1	Zone active du front se réduisant.	5	En formation ou existence supposée.
2	Zone active du front. sans grand changement.	6	Quasi stationnaire.
		7	Avec ondulations.
3	Zone active du front s'étendant.	8	Diffus.
		9	Position incertaine.

NOTE : les fronts intertropicaux sont signalés en utilisant la section tropicale de la forme symbolique.

Autres groupes de la subdivision 1-1 : ils ont été précédemment décrits, les groupes $67F_tF_iF_c$ et $69F_tF_iF_c$ avec le préfixe indicateur invariable "**69**" ou "**67**".

4.2.4.4. Section 2. Valeurs et tracé des isobares.

Les groupes de la section 2 sont les suivants :

99922

44PPP $QL_aL_aL_oL_o$ $QL_aL_aL_oL_o$ …

Ces groupes indiquent la valeur et le tracé des isobares ; chaque valeur d'isobare est indiquée par un groupe **44PPP** constitué du nombre indicateur **44,** invariable, et de la pression **PPP** en hectopascals entiers avec omission du millier éventuel. À chaque valeur d'isobare sont associés des positions ($QL_aL_aL_oL_o$).

4.2.4.5. Section 4. Types de temps.

Les groupes de la section 4 sont les suivants :

99944

$987w_sw_s$ $QL_aL_aL_oL_o$ $QL_aL_aL_oL_o$ …

Le groupe **99944** est le groupe indicateur de section, invariable, annonçant des types de temps.

Le groupe $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ (groupe de position) a été décrit précédemment (§ 4.2.4.2.2).

Groupe $987w_sw_s$. Temps significatif.

— **987 :** indicateur de groupe, invariable.

— $\mathbf{w_sw_s}$ **: temps significatif.**

Chiffre du code	w_sw_s — Temps significatif	Chiffre du code	w_sw_s — Temps significatif
00	Zone de forte houle.	55	Zone de coups de vent (8 Beaufort et plus).
11	Zone de vents frais (6 à 7 Beaufort).	66	Zone de précipitations continues.
22	Zone de nuages moyens.	77	Zone de temps à grains.
33	Zone de nuages bas.	88	Zone de fortes averses.
44	Zone de mauvaise visibilité.	99	Zone d'orages.

4.2.4.6. Section 5. Systèmes tropicaux.

Les groupes de la section 5 sont les suivants :

99955

($55T_tT_iT_c$) (555PP) $QL_aL_aL_oL_o$

$QL_aL_aL_oL_o$ … $md_sd_sf_sf_s$

Le groupe **99955** est le groupe indicateur de section, invariable, annonçant une analyse ou une analyse prévue des systèmes tropicaux.

Les groupes $\mathbf{QL_aL_aL_oL_o}$ (groupe de position) et $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$ (déplacement du système ou du front) ont été respectivement décrits aux paragraphes 4.2.4.2.2 et 4.2.4.2.3.

4.2.4.6.1. Groupe $55T_tT_iT_c$.

Ce groupe indique le type de circulation, l'intensité et la caractéristique du système.

13 — **55 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **T_t :** type du système de circulation tropicale.

Chiffre du code	T_t — Type du système	Chiffre du code	T_t — Type du système
0	Zone de convergence intertropicale.	5	Thalweg dans le courant d'Est.
1	Ligne de cisaillement.	6	Zone dépressionnaire.
2	Ligne ou zone de convergence.	7	Ligne de discontinuité de vitesse du vent.
3	Axe de la zone des calmes équatoriaux.	8	Ligne ou zone de divergence.
4	Thalweg dans le courant d'Ouest.	9	Circulation cyclonique tropicale.

25 — **T_i :** intensité du système tropical.

31 Il existe deux tables de code T_i selon la valeur de T_t :

37 a) Pour $T_t = 0$ à 8, le code T_i est le suivant :

Chiffre du code	T_i (pour $T_t = 0$ à 8) Type du système	Chiffre du code	T_i (pour $T_t = 0$ à 8) Type du système
0	Pas de spécification.	5	Modérée, peu ou pas de changement.
1	Faible, s'atténuant.	6	Modérée, se renforçant.
2	Faible, peu ou pas de changement.	7	Forte, s'atténuant.
3	Faible, se renforçant.	8	Ligne ou zone de changement.
4	Modérée, s'atténuant.	9	Forte, se renforçant.

43 b) Pour **T_t** = 9 (circulation cyclonique tropicale), **T_i** indique la force du vent le plus fort, dans la circulation cyclonique signalée ou s'il s'agit d'une analyse prévue, la plus grande force du vent à laquelle on s'attend à l'heure de l'analyse prévue. Le code **T_i** (pour **T_t** = 9) est donné par le tableau suivant :

Chiffre du code	T_i (pour $T_t = 9$) — Vent le plus fort			
	Échelle Beaufort	Vitesse moyenne		
		en nœuds	en m/s	en km/h
0	Force 10	48-55	24,5-28,4	89-102
1	Force 11	56-63	28,5-32,6	103-117
2	Force 12	64-71	32,7-36,9	118-133
3	Force 12	72-80	37,0-41,4	134-149
4	Force 12	81 ou plus	41,5 ou plus	150 ou plus
5	Force 5	17-21	8,0-10,7	29-38
6	Force 6	22-27	10,8-13,8	39-49
7	Force 7	28-33	13,9-17,1	50-61
8	Force 8	34-40	17,2-20,7	62-74
9	Force 9	41-47	20,8-24,4	75-88

49 — **T_c :** caractéristique du système tropical.

Chiffre du code	T_c — Caractéristique	Chiffre du code	T_c — Caractéristique
0	Pas de spécification	5	Existence incertaine
1	Diffus.	6	Formation supposée.
2	Nettement défini.	7	Position certaine.
3	Quasi stationnaire.	8	Position incertaine.
4	Existence certaine.	9	Déplacement douteux.

01 **4.2.4.6.2. Groupe 555PP.**

07 Ce groupe indique la pression à une surface de niveau constant.

13 — **555 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **PP :** pression à une surface de niveau constant, en hectopascals entiers (omission des chiffres du millier et des centaines).

25 NOTE : pour un anticyclone ou une dépression, la pression est celle du centre ; pour une dorsale, la plus élevée le long de l'axe ; pour un thalweg, la plus basse le long de l'axe.

01 **4.2.4.7. Section 6. Température de la mer et des vagues.**

07 Les groupes de la section 6 sont les suivants :

13 88800
19 $77e_2uu$ $(9d_wd_wP_wP_w)$ $QL_aL_aL_oL_o$ $(9d_wd_wP_wP_w)$
25 $QL_aL_aL_oL_o$ … … $(00C_100)$

31 Ceux de la subdivision 6-1 sont :
37 $000g_pg_p$ $79e_2uu$ $(9d_wd_wP_wP_w)$ $QL_aL_aL_oL_o$
43 $(9d_wd_wP_wP_w)$ QLaLaLoLo …
49 *ou*
55 $000g_pg_p$ $76e_2uu$ $(9d_wd_wP_wP_w)$ $QL_aL_aL_oL_o$
61 $(9d_wd_wP_wP_w)$ $QL_aL_aL_oL_o$ … $(00C_100)$

67 Voir la note générale 7) au paragraphe 4.2.2.

73 Les groupes **$QL_aL_aL_oL_o$** (groupe de position) et **$000g_pg_p$** (heure à laquelle la prévision est valable) ont été respectivement décrits aux paragraphes 4.2.4.2.2 et 4.2.4.1.3.

79 **Groupe 88800 :** groupe indicateur de section, invariable, annonçant des données sur la température et sur les vagues.

01 **4.2.4.7.1. Groupes $77e_2uu$, $79e_2uu$ et $76e_2uu$.**

07 Ces groupes indiquent l'isoplèthe des vagues ou de la température de la mer (pour $79e_2uu$: à une heure antérieure à celle donnée dans le préambule ; pour $76e_2u$: à une heure postérieure à celle donnée dans le préambule).

13 — **77 et 79 :** indicateurs de groupe, invariables.

19 — **e_2 :** type d'isoplèthe et unités des cotes d'isoplèthes uu.

Chiffre du code	e_2 — Type d'isoplèthe / Unités **uu**
0	Hauteur des vagues de la mer : **uu** est exprimé en mètres.
1	Hauteur des vagues de la houle : **uu** en mètres.
2	Hauteur des vagues (vagues de type indéterminé) : **uu** en mètres.
3	Direction des vagues : **uu** en dizaines de degrés.
4	Période des vagues : **uu** en secondes.
9	Température de la mer : **uu** en degrés Celsius entiers.

25 — **uu :** cote d'isoplèthes. Les unités sont indiquées par e_2 ci-dessus.

01 **4.2.4.7.2. Groupe $9d_wd_wP_wP_w$.**

07 Ce groupe indique la direction et la période des vagues.

13 — **9 :** indicateur de groupe, invariable.

— **$d_w d_w$:** direction vraie en dizaines de degrés d'où viennent les vagues.

Codes particuliers :

- $d_w d_w$ = 00 : Calme (pas de vagues).
- $d_w d_w$ = 99 : Vagues confuses, direction indéterminée.

— **$P_w P_w$:** période des vagues, en secondes.

Codes particuliers :

- $P_w P_w$ = 00 en cas de mer calme (pas de vagues),
- $P_w P_w$ = 99 en cas d'impossibilité d'estimer la période par suite de mer confuse,
- $P_w P_w$ = // en cas d'impossibilité d'estimer la période pour toute autre raison.

NOTES :

1) La période des vagues est le temps qui s'écoule entre le passage de deux crêtes de lames successives devant un point fixe (elle équivaut au quotient obtenu en divisant la longueur de la vague par la vitesse de la vague).

2) On signale la valeur moyenne de la période des vagues en ne tenant compte que des plus grosses vagues bien formées du système de vagues observé.

3) On indique que la mer est confuse en utilisant le chiffre code 99 pour **$P_w P_w$**.

4.2.4.7.3. Groupe 00$C_1$00.

Ce groupe indique le degré de certitude concernant la position ou l'existence du système décrit par les groupes qui précèdent.

— **00 :** indicateur de groupe, invariable.

— **C_1 :** degré de certitude.

Chiffre du code	C_1 – Degré de certitude	Chiffre du code	C_1 – Degré de certitude
0	Pas de spécifications.	5	Incertain.
2	Avec certitude	8	Très douteux.

— **00 :** indicateur de fin de groupe, invariable.

4.2.4.8. Section 7.

La section 7 comprend les groupes :

77744 ..... Groupes de vocabulaire 44777

Le groupe 77744 est le groupe indicateur de section, invariable, annonçant des groupes de vocabulaire en langage clair.

le groupe 44777 est le groupe indicateur de fin de section, invariable.

4.2.4.9. Groupe 9191.

Ce groupe invariable indique la fin du message d'analyse ou d'analyse prévue.

01 # 4.3. MESSAGE CODÉ MAFOR

07 Le message MAFOR [FM 61-IV MAFOR] est un message de prévision pour la navigation maritime destiné aux navires.

01 ## 4.3.1. FORME SYMBOLIQUE.

01 ### 4.3.1.1. Synoptique de la forme symbolique.

07 MAFOR YYG_1G_1/
13 $0AAAa_m$ $1GDF_mW_m$
19 ($2VST_xT_n$) ($3D_KP_wH_wH_w$)

01 ### 4.3.1.2. Exemple de message MAFOR.

07 On trouvera ci-dessous un message Mafor diffusé sur VHF le 29 mai 2001 matin par le centre canadien de Thunder Bay (Grands lacs).

13 MAFOR 2914
19 Superior West. 11100 11900 15900 Waves 1 Metre or less.
25 Superior East. 11720 12730 13730 14700 Waves near 1 metre building to near 2 this afternoon then lowering to 1 or less near midnight.
31 Whitefish. 11720 13730 14720 Waves near 1 metre building to near 2 this afternoon then lowering to 1 or less overnight.
37 Huron North. 11720 11730 15730 Waves 1 to 2 metres.
43 Huron South. 13820 14830 11820 Waves 1 metre or less building to 1 to 2 near noon then to near 2 this evening.
49 Georgian. 16730 Waves 1 to 2 metres.

01 ## 4.3.2. NOTES GÉNÉRALES ET RÈGLES.

07 1) Le nom de code MAFOR (Maritime Forecast) est inséré en tête du message pour indiquer qu'il s'agit des prévisions pour la navigation maritime chiffrées individuelles. Si plusieurs de ces messages sont groupés dans une même émission, ce nom de code MAFOR figure uniquement dans l'en-tête du collectif.

13 2) Le groupe **YYG_1G_1/** est utilisé pour indiquer la date (jour du mois) et l'heure (UTC) qui marquent le début de la période de validité de l'ensemble de la prévision ou de la série de prévisions. Si le message comporte des prévisions pour plusieurs zones (**AAA**), il n'est pas nécessaire de répéter ce groupe.

19 3) La série de groupes **$1GDF_mW_m$**, (**$2VST_xT_n$**) et (**$3D_KP_wH_wH_w$**) est répétée autant de fois que cela est nécessaire pour décrire l'évolution des conditions météorologiques prévues dans une zone déterminée mais il convient de ne pas perdre de vue la nécessité de n'employer que le nombre de groupes strictement nécessaire.
25 Le premier groupe **$1GDF_mW_m$** dans lequel **G** = 1-8 et, le cas échéant, le ou les groupe(s) facultatif(s) suivant(s) se rapportent au temps prévu pendant la période commençant à l'heure indiquée par le groupe **YYG_1G_1/** et dont la durée est spécifiée par **G**.
31 Tout nouveau groupe **$1GDF_mW_m$** (**G** = 1-8) décrit de nouvelles conditions et indique la période pendant laquelle celles-ci persisteront ; cette période fait suite immédiatement à celle spécifiée dans le précédent groupe **$1GDF_mW_m$** (**G** = 1-8).
37 Si un phénomène est prévu comme pouvant se produire occasionnellement au cours de la même période, toute suite de groupes **$1GDF_mW_m$** (**$2VST_xT_n$**) (**$3D_KP_wH_wH_w$**) avec **G** = 1-8 est complétée par un groupe **$1GDF_mW_m$** avec **G** = 9.

43 **Remarque :** Il est entendu que la valeur attribuée à chacun des éléments entrant dans la prévision est nécessairement approximative ; cette valeur devrait donc être interprétée comme représentant la moyenne la plus probable d'une gamme de valeurs dans laquelle peut se situer l'élément au cours de la période de validité de la prévision, dans la zone considérée.

01 ## 4.3.3. DESCRIPTION DES GROUPES.

07 Le nom de code MAFOR est inséré en tête du message (voir § 4.3.2, note 1).

01 ### 4.3.3.1. Groupe YYG_1G_1/.

07 Ce groupe indique la date et heure (UTC) du début de la période de validité.

13 — **YY :** jour du mois (UTC) indiquant la date à laquelle commence la période de validité de l'ensemble de la prévision ou de la série de prévisions.
19 NOTES :
25 1) **YY** = 01 pour le 1er jour du mois ; **YY** = 02 pour le 2e jour du mois ; etc.
31 2) Le jour, dans les messages météorologiques, se définit toujours par rapport au temps universel coordonné (UTC) et non par rapport au temps local.

37 — **G_1G_1 :** heure du début de la période à laquelle se réfère la prévision, en heures entières (UTC).
43 NOTE : quand la période à laquelle se réfère la prévision commence à minuit UTC, **G1G1** est chiffré 00.

49 — **/ :** indicateur de fin de groupe, invariable.

01 ### 4.3.3.2. Groupe $0AAAa_m$.

07 Le groupe **$0AAAa_m$** indique la zone maritime ou la partie de cette zone à laquelle l'ensemble de la prévision ou de la série de prévisions se rapporte. Ce groupe peut être remplacé par le nom géographique de la zone considérée (voir exemple, § 4.3.1.2).

13 — **0 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **AAA :** zone maritime.
25 Les zones sont désignées par un nombre à trois chiffres AAA. Les numéros AAA des zones, auxquelles la station émettant le message MAFOR se réfère, sont indiquées dans l'ouvrage en 2 volumes du SHOM *Stations radiométéorologiques*.

31 — **a_m** : partie de la zone maritime.

Chiffre du code	a_m — Partie de la zone AAA	Chiffre du code	a_m — Partie de la zone AAA
0	Ensemble de la zone.	5	Quadrant SW.
1	Quadrant NE.	6	Moitié Ouest.
2	Moitié Est.	7	Quadrant NW.
3	Quadrant SE.	8	Moitié Nord.
4	Moitié Sud.	9	Reste de la zone.

01 ### 4.3.3.3. Groupe $1GDF_mW_m$.

07 Le groupe **$1GDF_mW_m$** indique la période sur laquelle porte la prévision, la direction et la force du vent prévu et le temps prévu.
13 — **1 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — **G :** période sur laquelle porte la prévision.

Chiffre du code	G — Période
0	Résumé des conditions météorologiques dans la zone de prévision au début de la période à laquelle se réfère la prévision.
1	Prévision valable pour une période de 3 h.
2	Prévision valable pour une période de 6 h.
3	Prévision valable pour une période de 9 h.
4	Prévision valable pour une période de 12 h.
5	Prévision valable pour une période de 18 h.
6	Prévision valable pour une période de 24 h.
7	Prévision valable pour une période de 48 h.
8	Prévision valable pour une période de 72 h.
9	Occasionnellement.

25 — **D :** direction vraie d'où soufflera le vent en surface.

Chiffre du code	D — Direction vraie	Chiffre du code	D — Direction vraie
0	Calme.	5	SW.
1	NE.	6	Ouest.
2	Est.	7	NW.
3	SE.	8	Nord.
4	Sud.	9	Variable.

31 — $\mathbf{F_m}$ **:** force prévue du vent en surface.

Chiffre du code	F_m — Force Beaufort	Chiffre du code	F_m — Force Beaufort
0	0-3	5	8
1	4	6	9
2	5	7	10
3	6	8	11
4	7	9	12

37 — $\mathbf{W_m}$ **:** temps prévu.

Chiffre du code	W_m — Temps prévu
0	Visibilité moyenne à bonne (supérieure à 5 km).
1	Risque d'accumulation de glace sur les superstructures. (température de l'air comprise entre 0 et - 5°C).
2	Fort risque d'accumulation de glace sur les superstructures (températures inférieures à - 5°C).
3	Brume (visibilité de 1 à 5 km).
4	Brouillard (visibilité inférieure à 1 km).
5	Bruine.
6	Pluie.
7	Neige, ou pluie et neige mêlées.
8	Temps à grains, avec ou sans averses.
9	Orages.

01 **4.3.3.4. Groupe ($2VST_xT_n$).**

07 Ce groupe facultatif donne les prévisions de la visibilité, de l'état de la mer et des températures maximales et minimales de l'air.

13 — **2 :** indicateur de groupe, invariable.

19 —**V :** visibilité en surface prévue

Chiffre du code	V — Visibilité	Chiffre du code	V — Visibilité
0	Inférieure à 50 m.	5	De 2 à 4 km.
1	De 50 à 200 m.	6	De 4 à 10 km.
2	De 200 à 500 m.	7	De 10 à 20 km.
3	De 500 à 1000 m.	8	De 20 à 50 km.
4	De 1 à 2 km.	9	50 km ou plus.

25 — **S :** état de la mer prévu. Décrit au paragraphe 1.4.2.1, le code S est rappelé ci-dessous.

Chiffre du code	S — Termes descriptifs	Hauteurs en mètres	Chiffre du code	S — Termes descriptifs	Hauteurs en mètres
0	Calme (sans rides).	0	5	Forte.	2,5 à 4
1	Calme (ridée).	0 à 0,1	6	Très forte.	4 à 6
2	Belle (vaguelettes).	0,1 à 0,5	7	Grosse.	6 à 9
3	Peu agitée.	0,5 à 1,25	8	Très grosse.	9 à 14
4	Agitée.	1,25 à 2,5	9	Enorme.	Dépassant 14

31 NOTES :

37 1) L'état de la mer est défini comme étant l'état d'agitation de la mer résultant de plusieurs facteurs tels que le vent, la houle, les courants, l'angle entre le vent et la houle, etc.

43 2) Pour chiffrer une hauteur correspondant à la limite entre deux chiffres du code, on code du moins élevé de ces chiffres. Exemple : une hauteur de 4 m se chiffre 5.

49 — $\mathbf{T_x}$: température maximale de l'air prévue.

Chiffre du code	T_x — Température	Chiffre du code	T_x — Température
0	Inférieure à - 10°C.	5	+ 5 à + 10°C.
1	- 10 à - 5°C.	6	+ 10 à + 20°C.
2	- 5 à - 1°C.	7	+ 20 à + 30°C.
3	Environ 0°C (+/- 1°C).	8	Supérieure à + 30°C.
4	+ 1 à + 5°C.	9	Température non prévue.

55 — $\mathbf{T_n}$ **:** température minimale de l'air prévue.

61 Même code que pour $\mathbf{T_x}$ ci-dessus.

01 **4.3.3.5. Groupe ($3D_KP_wH_wH_w$).**

07 Ce groupe indique, en tant qu'éléments facultatifs, la direction, la période et la hauteur des vagues prévues

13 — **3 :** indicateur de groupe, invariable.

19 — $\mathbf{D_K}$ **:** direction vraie d'où viendra la houle.

Chiffre du code	D_k — Direction vraie	Chiffre du code	D_k — Direction vraie
0	Calme.	5	SW.
1	NE.	6	Ouest.
2	Est.	7	NW.
3	SE.	8	Nord.
4	Sud.	9	Vagues confuses.

25 On indique la direction d'où viennent les vagues dont la période est la plus longue lorsqu'on prévoit des vagues venant de plusieurs directions.

31 — **P_w :** période des vagues prévue.

Chiffre du code	P_w — Période	Chiffre du code	P_w — Période
0	10 secondes.	6	6 secondes.
1	11 secondes.	7	7 secondes.
2	12 secondes.	8	8 secondes.
3	13 secondes.	9	9 secondes.
4	14 secondes ou plus.	/	Calme ou période non déterminée.
5	5 secondes ou moins.		

37 NOTES :

43 1) La période des vagues est le temps qui s'écoule entre le passage de deux crêtes de lames successives devant un point fixe (elle équivaut au quotient de la longueur de la vague par sa vitesse).

49 2) On prévoit la valeur moyenne de la période des vagues en ne tenant compte que des plus grosses vagues bien formées du système de vagues prévu.

55 — **H_wH_w :** hauteur des vagues prévue, en unités de 0,5 mètre.

61 (01 = 0,5 m ; 02 = 1 m ; etc.).

67 NOTES :

73 1) On signale ou prévoit la valeur moyenne de la hauteur des vagues (distance verticale entre creux et crête) en ne tenant compte que des plus grosses vagues bien formées du système de vagues observé ou prévu.

79 2) La hauteur des vagues inférieure à 0,25 m est chiffrée 00, la hauteur des vagues de 0,25 m à moins de 0,75 m est chiffrée 01.

01 # 4.4. CODE DES GLACES DE LA BALTIQUE

01 ## 4.4.1. FORME SYMBOLIQUE.

07 ICE
13 AA $1A_BS_BT_BK_B$ $2A_BS_BT_BK_B$ … $nA_BS_BT_BK_B$
19 BB $1A_BS_BT_BK_B$ $2A_BS_BT_BK_B$ … $n'A_BS_BT_BK_B$
25 CC $1A_BS_BT_BK_B$ … etc. … … … $n''1A_BS_BT_BK_B$
31 .....etc.

01 ## 4.4.2. NOTES GÉNÉRALES.

07 1) Ce type de message codé est émis par l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, les États Baltes, la Finlande, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, la Russie et la Suède, pour signaler les conditions de glace dans les chenaux, les zones portuaires, les zones côtières et le long des routes de navigation sélectionnées en Baltique ainsi que sur les côtes SE de la Mer du Nord.

13 2) **AA**, **BB**, etc., désignent des *régions* de l'État émetteur et les chiffres **1** à **n** (**n** n'excédant pas **9**), placés en tête des groupes de données, correspondent à des *zones* de la région considérée. Les régions et leur subdivision en zones sont précisées, pour chaque État, dans l'ouvrage *Stations Radiométéorologiques – volume 1 (961-RNA)*.

01 ## 4.4.3. RÈGLES.

07 1) Lorsqu'une zone est libre de glace, le groupe correspondant peut être omis. Cependant, lorsqu'une zone devient libre de glace, le groupe correspondant doit être chiffré sous la forme **n0//K_B** pendant les deux premiers jours après que cette zone soit devenue libre de glace et omis le troisième jour si elle continue à être libre.

13 2) Lorsque toutes les zones d'une région sont libres de glace, tous les groupes de cette région sont omis.

01 ## 4.4.4. DESCRIPTION DES GROUPES.

01 ### 4.4.4.1. Groupes ICE, AA, BB, etc.

07 Le groupe **ICE** est le code de début de message. Les groupes **AA, BB, CC,** etc. sont les régions de l'État émetteur pour lesquelles sont signalées des conditions de glace.

01 ### 4.4.4.2. Groupes $nA_BS_BT_BK_B$.

07 Ces groupes indiquent les conditions de glace pour une zone n.

13 — **n :** numéro de la zone de la région que mentionne la paire de lettres (AA, BB, …) qui précède.

19 — **A_B :** concentration et condition de la glace.

Chiffre du code	A_B — Condition et concentration de la glace.
0	Libre de glace.
1	Eau libre — Concentration inférieure à 1/10.
2	Banquise très lâche — Concentration entre 1 et 4/10.
3	Banquise lâche — Concentration de 4 à 6/10.
4	Banquise serrée — Concentration de 7 à 8/10.
5	Banquise très serrée — Concentration de 9 à 9 + /10 *.
6	Banquise compacte, y compris banquise consolidée — Concentration 10/10.
7	Banquise côtière avec banquise extérieure.
8	Banquise côtière.
9	Chenal dans la banquise très serrée ou compacte ou le long de la limite de la banquise côtière.
/	Impossible à chiffrer.

25 * 9 + /10 correspond à une concentration de 10/10 avec de petites ouvertures.
31 NOTE : le plus grand chiffre du code est prioritaire pour le déchiffrement.

37 — **S_B :** phase de développement de la glace.

Chiffre du code	S_B — Phase de développement de la glace.
0	Nouvelle glace ou nilas sombre (moins de 5 cm d'épaisseur).
1	Nilas clair (5 à 10 cm d'épaisseur) ou glace vitrée.
2	Glace grise (10 à 15 cm d'épaisseur).
3	Glace blanchâtre (15 à 30 cm d'épaisseur). —
4	Glace mince de 1ère année, 1er stade (30 à 50 cm d'épaisseur).
5	Glace mince de 1ère année, 2ème stade (50 à 70 cm d'épaisseur).
6	Glace moyenne de 1ère année (70 à 120 cm d'épaisseur).
7	Glace d'une épaisseur inférieure à 15 cm prédominante avec quelques glaces plus épaisses.
8	Glace d'une épaisseur de 15 à 30 cm prédominante avec quelques glaces dont l'épaisseur est supérieure à 30 cm.
9	Glace dont l'épaisseur est supérieure à 30 cm avec quelques glaces dont l'épaisseur est inférieure.
/	Pas d'information.

43 NOTE : si **A_B** est chiffré 0, **S_B** est chiffré /.

49 — **T_B :** aspect de la glace (voir NOTES page suivante).

Chiffre du code	T_B — Aspect de la glace.
0	Glace en crêpes, glaçons, sarrasins ayant moins de 20 m d'extension
1	Petits floes : de 20 à 100 m d'extension.
2	Floes moyens : de 100 à 500 m d'extension.
3	Grands floes : de 500 à 2 000 m d'extension.
4	Immenses ou géants floes : plus de 2 000 m d'extension ou glace plane.
5	Glace entassée ou empilée.
6	Gadoue compacte ou shuga, ou sarrasins compacts.
7	Glace hummockée ou glace tourmentée.
8	Trous de fonte ou nombreuses mares sur la glace.
9	Glace pourrie.
/	Pas d'information.

55 NOTES relatives au code $\mathbf{T_B}$:

61 1) Les chiffres **0** ou **4** sont utilisés seulement si la concentration est inférieure à 7/10 et qu'aucune glace compacte n'est présente. Dans ce cas, $\mathbf{T_B = 4}$ signifie : immenses ou géants floes. Les chiffres **4** à **9** sont utilisés lorsque la concentration est supérieure à 7/10. Dans ce cas, $\mathbf{T_B = 4}$ signifie : glace plane.

67 2) Si $\mathbf{A_B}$ est chiffré **0**, $\mathbf{T_B}$ est chiffré /.

73 — $\mathbf{K_B}$ **:** effet de la glace sur la navigation.

Chiffre du code	K_B — Effet de la glace sur la navigation.
0	Navigation normale.
1	Navigation difficile ou dangeureuse pour les navires en bois sans protection contre la glace.
2	Navigation difficile pour les navires non renforcés ou de faible puissance construits en fer ou en acier. Navigation non recommandée.
3	Navigation possible sans l'assistance d'un brise-glace aux navires de forte puissance solidement construits et dont la coque a été renforcée pour la navigation dans les glaces.
4	Navigation normale dans un chenal ou dans un chenal préalablement ouvert par un brise-glace, sans l'assistance d'un brise-glace.
5	L'assistance d'un brise-glace ne peut être accordée qu'aux navires adaptés à la navigation dans les glaces et d'un certain tonnage.
6	L'assistance d'un brise-glace ne peut être accordée qu'aux navires construits pour la navigation dans les glaces et d'un certain tonnage.
7	L'assistance d'un brise-glace ne peut être accordée aux navires qu'après une autorisation spéciale.
8	Navigation provisoirement interrompue.
9	Navigation interrompue.
/	Pas d'information.

CHAPITRE 5

ANNEXES

5.1. Annexe A - Synthèse des caractéristiques météorologiques.

5.1.1. Caractéristiques météorologiques par bassin.
5.1.2. État de la mer. Zones et périodes de mauvais temps.

5.2. Annexe B - Symbolisme, tracé et utilisation des cartes météorologiques.

5.2.1. Symboles reportés sur les cartes synoptiques ou d'analyse.
5.2.2. Système international de symboles pour le pointage des glaces en mer.
5.2.3. Tracé des cartes synoptiques et d'analyse.
5.2.4. Utilisation des cartes météorologiques.
5.2.4.1. Cartes en surface.
5.2.4.2. Cartes d'altitude.
5.2.4.3. Champs de vents et cartes de mer et de houle.

5.3. Annexe C - L'activité et les services marine de Météo-France.

5.3.1. L'activité marine de Météo-France.
5.3.2. Les services marine de Météo-France.
5.3.2.1. Navifax.
5.3.2.2. Navifax Direct.
5.3.2.3. Bulletin marine personnalisé.
5.3.2.4. Certificat d'intempérie.
5.3.2.5. Navicap.
5.3.2.6. Les services Internet de Météo-France.
5.3.2.7. Le service Navimail.
5.3.2.8. Le Minitel.
5.3.2.9. Les répondeurs téléphoniques.

5.4. Annexe D - Unités et formules - Tables météorologiques.

5.4.1. Unités et formules.
5.4.2. Tables météorologiques.

5.5. Annexe E - Signaux visuels d'avis de tempête de jour et de nuit.

5.5.1. Signaux internationaux.
5.5.2. Signaux nationaux.

5.6. Annexe F - Vocabulaires météorologiques.

5.6.0. Présentation.
5.6.1. Définitions des principaux termes utilisés en météorologie.
5.6.2. Glossaire anglais-français.
5.6.3. Glossaire espagnol-français.
5.6.4. Glossaire français-anglais-espagnol.
5.6.5. Abréviations communes internationales utilisées dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX international.
5.6.6. Abréviations utilisées par Météo-France dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX national.

01

5.1. ANNEXE A SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES

01

5.1.1. CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES PAR BASSIN.

07 On trouvera ci-après la synthèse des caractéristiques météorologiques des cinq bassins suivants : Océan Atlantique Nord, Océan Atlantique Sud, Mer Méditerranée, Océan Indien et Océan Pacifique.

13 On pourra se reporter aux planisphères illustrant :
19 — la température moyenne de l'air au dessus du sol : figures 1.1.2.2.A (en janvier) et 1.1.2.2.B (en juillet) ;
25 — la température de surface de la mer en août : figure 1.1.2.3.B ;
31 — la pression moyenne de surface et la ZCIT : figures 1.1.3.3.A (en janvier) et 1.1.3.3.B (en juillet) ;
37 — le vent moyen en surface et la ZCIT : figures 1.1.6.1.A (en janvier) et 1.1.6.1.B (en juillet) ;
43 — les grands courants océaniques : figure 1.1.8.2.1.A ;
49 — l'état de la mer (H1/3) : figures 5.1.2.1.A (en février) et 5.1.2.1.B (en août) ;
55 — les zones et périodes de mauvais temps : figures 5.1.2.2.A et 5.1.2.2.B.

61 La vision climatologique de planisphère ne doit pas faire oublier que certains des phénomènes cités peuvent se produire hors des périodes indiquées.

01

5.1.1.1. Océan Atlantique Nord.

07 L'Atlantique Nord est marqué par la présence de l'anticyclone des Açores et de la dépression d'Islande. Cette dernière est beaucoup plus creuse en hiver qu'en été.

13 Au Sud de l'anticyclone des Açores, dans les régions tropicales, circulent des ondes d'Est, accompagnées de nuages et de grains. En été et à l'automne, quand la mer est chaude, environ une onde sur dix évolue en tempête tropicale. La saison cyclonique s'étend de juin à novembre, le maximum d'activité se regroupant entre août et octobre.

19 Au Nord de l'anticyclone des Açores, l'automne et l'hiver sont marqués par la recrudescence du nombre de dépressions extratropicales prenant naissance sur les côtes nord-américaines et se dirigeant vers les basses pressions centrées sur l'Islande. Au printemps et en été, le phénomène dangereux dominant est le brouillard d'advection. Dû à la remontée des masses d'air chaud et humide sur une surface maritime froide (courant du Labrador), il apparaît dès le mois de mai au Sud de Terre-Neuve et se développe en été vers la Nouvelle-Écosse et le Labrador. Il atteint son développement géographique maximum et son occurrence la plus importante en juillet.

25 La zone "Terre-Neuve, Labrador, Nouvelle-Écosse" est également sujette à des précipitations liquides ou solides, souvent givrantes, en janvier et février.

01

5.1.1.2. Océan Atlantique Sud.

07 L'Atlantique Sud est en général plus froid que l'Atlantique Nord du fait de l'interaction avec l'Antarctique. Les hautes pressions subtropicales (anticyclone de Sainte-Hélène) dominent entre l'équateur et le 35° S. La partie Est de cet anticyclone connaît en général un ciel clair et peu de précipitations. En revanche la partie Ouest est plus instable (nuages, averses). Les averses sont fréquentes aux latitudes équatoriales.

13 Les influences continentales arrivent à se faire sentir à proximité des côtes Ouest de l'Afrique et des côtes Est de l'Amérique du Sud :
19 — le Golfe de Guinée est soumis à des visibilités côtières réduites pendant la saison sèche d'octobre à février, principalement par des poussières ou de la brume sèche auxquelles peuvent se superposer bruine et bancs de brouillards matinaux entre décembre et mars. Pendant la saison des pluies (de mai à octobre), les brumes et les brouillards sont plus rares, mais peuvent se prolonger toute la journée ou même sur plusieurs jours. Un autre phénomène de stratus bas, brouillards ou brumes matinales se rencontre entre mai et septembre sur la côte africaine, au Sud de Pointe Noire (Congo) jusqu'au Cap, du fait de la rencontre de l'air continental chaud et humide avec le courant de Benguela (courant froid remontant du Sud, parallèlement à la côte) ;
25 — sur les eaux froides du Sud, les côtes des Malouines et de la Géorgie du Sud connaissent en hiver austral une forte occurrence de brouillard/stratus bas dus au relief : 47 jours/an aux Malouines et 28 jours/an en Géorgie du Sud.

01

5.1.1.3. Mer Méditerranée.

07 La Méditerranée, mer fermée entourée de reliefs, est caractérisée par des hivers doux, des étés chauds et secs et des vents pouvant varier rapidement à la fois dans le temps et dans l'espace.

13 Les golfes du Nord où les vents viennent majoritairement de terre (Golfe du Lion, Golfe de Gênes et Mer Adriatique) sont les principaux centres de perturbations en hiver.
19 Printemps et été voient le nombre de perturbations, toujours localisées au Nord du bassin, diminuer à peu près de moitié.

25 L'automne, du fait d'une température de la mer supérieure à celle de l'air, est sujet à des précipitations intenses sous forme d'orage, notamment près du relief côtier.

01

5.1.1.4. Océan Indien.

07 Le bassin de l'Océan Indien est soumis au régime des moussons :
13 — d'avril à août, la ZCIT est fortement décalée vers le Nord, jusqu'aux contreforts de l'Himalaya. Les alizés de l'hémisphère Sud sont aspirés par les basses pressions de l'équateur météorologique et franchissent l'équateur géographique. La force de Coriolis s'inversant en franchissant l'équateur, leur direction passe de Sud-Est dans l'hémisphère Sud à Sud-Ouest dans l'hémisphère Nord. C'est la mousson d'été qui apporte les pluies sur le continent Indien et le Sud-Est asiatique. Dans l'hémisphère Sud, la circulation circumpolaire des dépressions peut remonter jusqu'au 40° S et s'accompagner de vents forts, de nuages et de précipitations jusqu'au voisinage du 30° S. En avril, quelques cyclones tropicaux peuvent encore se manifester au Sud du 20° S.
19 — de septembre à mars, la ZCIT est redescendue au voisinage de l'équateur. Un régime de NE est en place sur le Nord de l'Océan Indien : c'est la mousson sèche d'hiver. De forts phénomènes tourbillonnaires, pouvant évoluer en cyclones tropicaux, sont présents au Nord de l'équateur de septembre à décembre et au Sud du 20° S, entre le Nord-Ouest australien et la côte Est africaine, de décembre à mars. Hors ces phénomènes et en latitude moyenne, le temps est généralement clément. La zone de circulation circumpolaire des dépressions est repoussée au-delà du 50° S.

01 **5.1.1.5. Océan Pacifique**.

07 **Le Pacifique Nord.**

13 En **été**, une large zone de hautes pressions quasi permanentes occupe les latitudes subtropicales du Pacifique Nord et repousse les éventuelles perturbations au-delà du 40° N. La ZCIT est à sa position la plus septentrionale au tout début de l'été et s'étend des Philippines à Panama aux environs du 10° N où elle est synonyme de ciels couverts. Coïncidant avec cette poussée Nord de la ZCIT, la saison cyclonique débute en mai/juin simultanément à l'Est et à l'Ouest du bassin. Elle est cependant plus active et dure plus longtemps à l'Ouest, où le nombre moyen de cyclones approche les 30 par an et où son activité peut perdurer jusqu'en décembre, qu'à l'Est où il se limite annuellement à une quinzaine de cyclones et où le calme revient en général en octobre.

19 En **automne et en hiver**, le golfe d'Alaska est la zone où se succèdent le plus grand nombre de dépressions extratropicales de tout l'hémisphère Nord. La ZCIT est en hiver (boréal) à son point le plus Sud, entre l'équateur et le 10° N à l'Est du méridien 180° et pénétrant dans l'hémisphère Sud à l'Ouest de ce même méridien, toujours accompagnée de forte nébulosité, de fortes averses et d'orages. Dans la zone tropicale au Nord de la ZCIT, les faibles nébulosités, la chaleur et les vents d'Est à NE sont la règle.

25 Au **printemps**, le Nord du Pacifique est encore plus nuageux qu'en hiver. Le grand nombre de dépressions et la rencontre de masses d'air chaudes avec des températures de surface encore froides maintiennent une forte couverture nuageuse. Très localement, sur les Aléoutiennes, ces mauvaises conditions se rencontrent 8 fois sur 10.

31 **Le Pacifique Sud.**

37 Le Pacifique, au même titre que l'Atlantique, voit sa partie Sud beaucoup moins soumise aux influences continentales que le Nord. La variabilité saisonnière est moindre dans le Pacifique Sud que dans le Pacifique Nord. Le Pacifique Sud est en général plus chaud et moins sujet aux fortes amplitudes thermiques.

43 Les dépressions circulent sans obstacle au Sud du 40° S où nuages, précipitations et vents forts sont présents toute l'année. Une zone de hautes pressions quasi permanentes influence le temps entre l'équateur et le 40° S depuis l'Amérique du Sud jusqu'à la côte Est de l'Australie. Une forte subsidence sur sa partie Est donne majoritairement des ciels clairs à l'exception de la côte sud-américaine où, toute l'année, des visibilités réduites ou des stratus bas peuvent apparaître au Sud du 40° S. En été, brouillards et stratus bas peuvent remonter jusqu'au Pérou. Ce phénomène est dû au refroidissement de l'air chaud et humide par le courant côtier de Humbold (courant froid, parallèle à la côte, remontant du Sud).

49 La convection sur la partie Ouest du Pacifique Sud donne par contre un temps à caractère généralement plus nuageux et instable. Les averses convectives sont fréquentes aux latitudes tropicales, spécialement au niveau de la ZCIT. Cette ZCIT oscille "normalement", de façon saisonnière, de part et d'autre de l'équateur géographique sur la partie Ouest du bassin, mais ne le franchit quasiment jamais sur sa partie Est. Le Pacifique Sud-Est ne connaît en général pas de phénomènes cycloniques alors qu'en moyenne une quinzaine de ces tempêtes ou cyclones affecte le Pacifique Sud-Ouest chaque année.

55 Mais le Pacifique Sud connaît certaines années des perturbations climatiques majeures. Le phénomène ENSO (El Niño Southern Oscillation) entraîne des pluies sur la partie Est, une sécheresse sur l'Australie et l'Indonésie, et une augmentation du nombre total des phénomènes tropicaux avec déplacement vers l'Est.

01 **5.1.2. ÉTAT DE LA MER. ZONES ET PÉRIODES DE MAUVAIS TEMPS.**

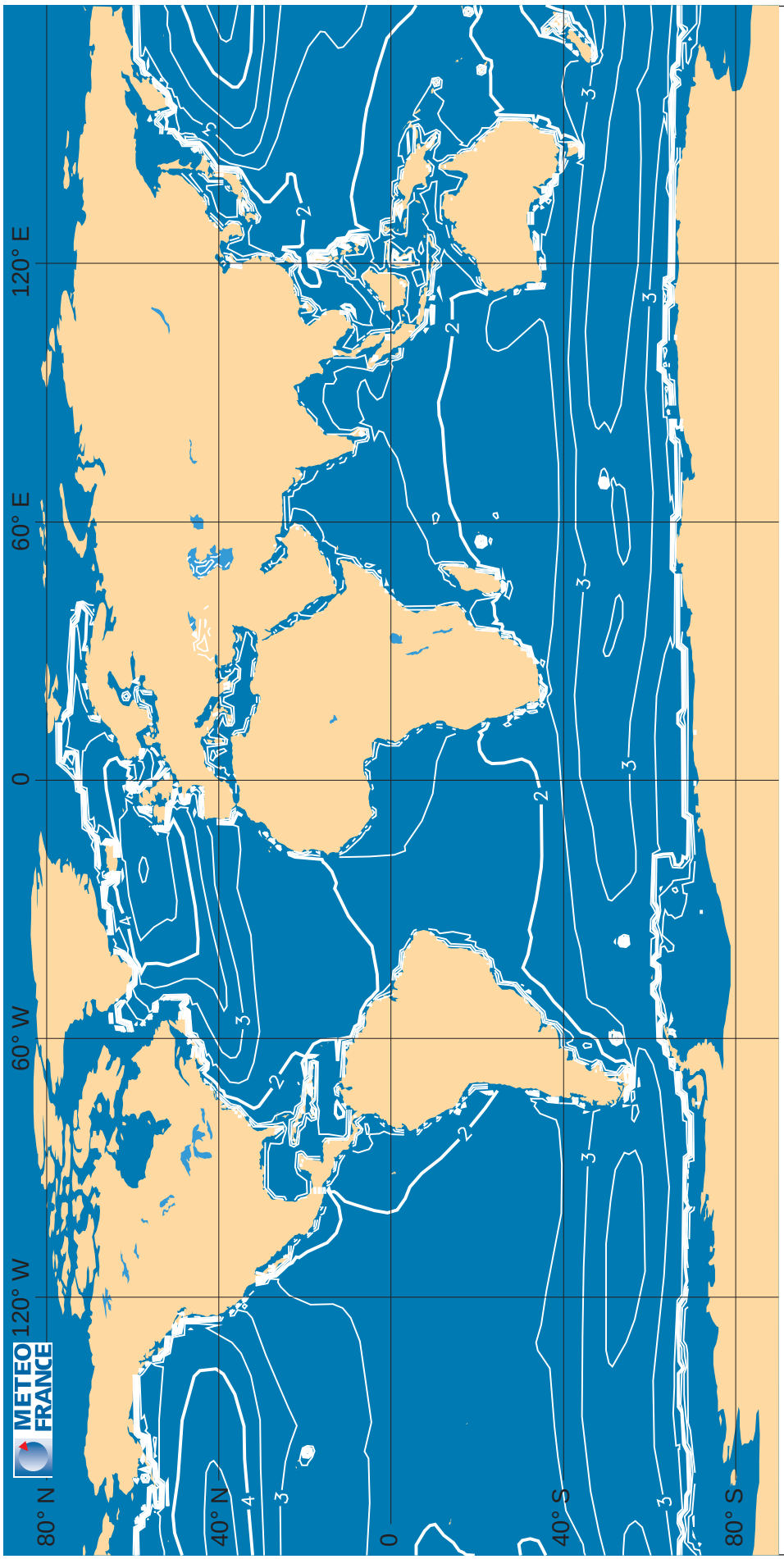
01 **5.1.2.1. État de la mer. Figures 5.1.2.1.A et 5.1.2.1.B.**

07 Les figures 5.1.2.1.A et 5.1.2.1.B présentent la moyenne du tiers des vagues les plus hautes (H1/3) en février et en août. Les moyenne mensuelles sont établies sur la période 1995-2000. Les isolignes sont tracées de 0,5 en 0,5 m, celles de 2 m et 4 m sont renforcées.

13 Malgré la courte durée de la période considérée (1995 – 2000), ces deux planches donnent une bonne idée des " mauvais coins " de la planète.

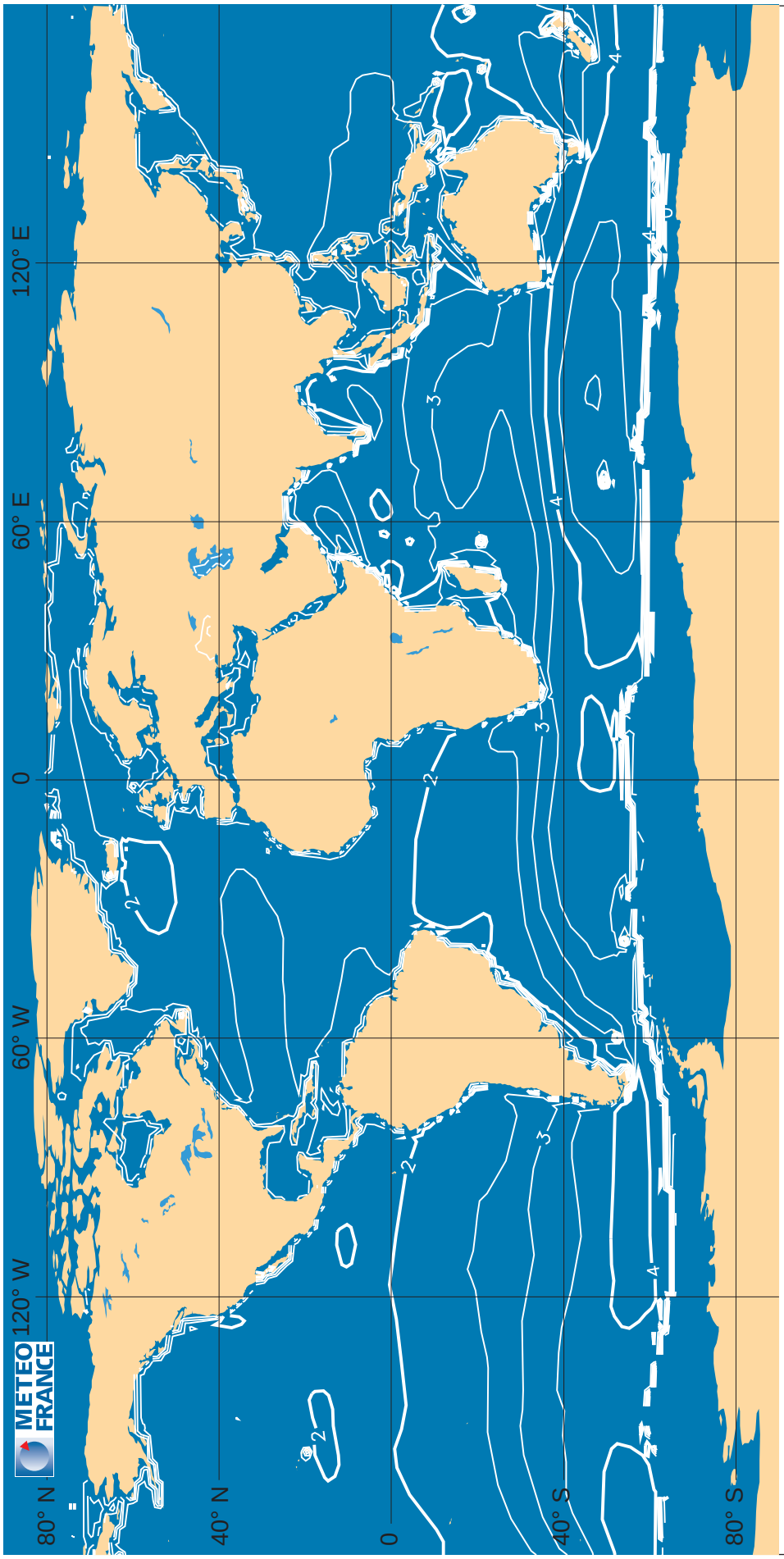
01 **5.1.2.2. Zones et périodes de mauvais temps. Figures 5.1.2.2.A et 5.1.2.2.B.**

07 Les figures 5.1.2.2.A et 5.1.2.2.B présentent sur un planisphère les zones et périodes de mauvais temps.



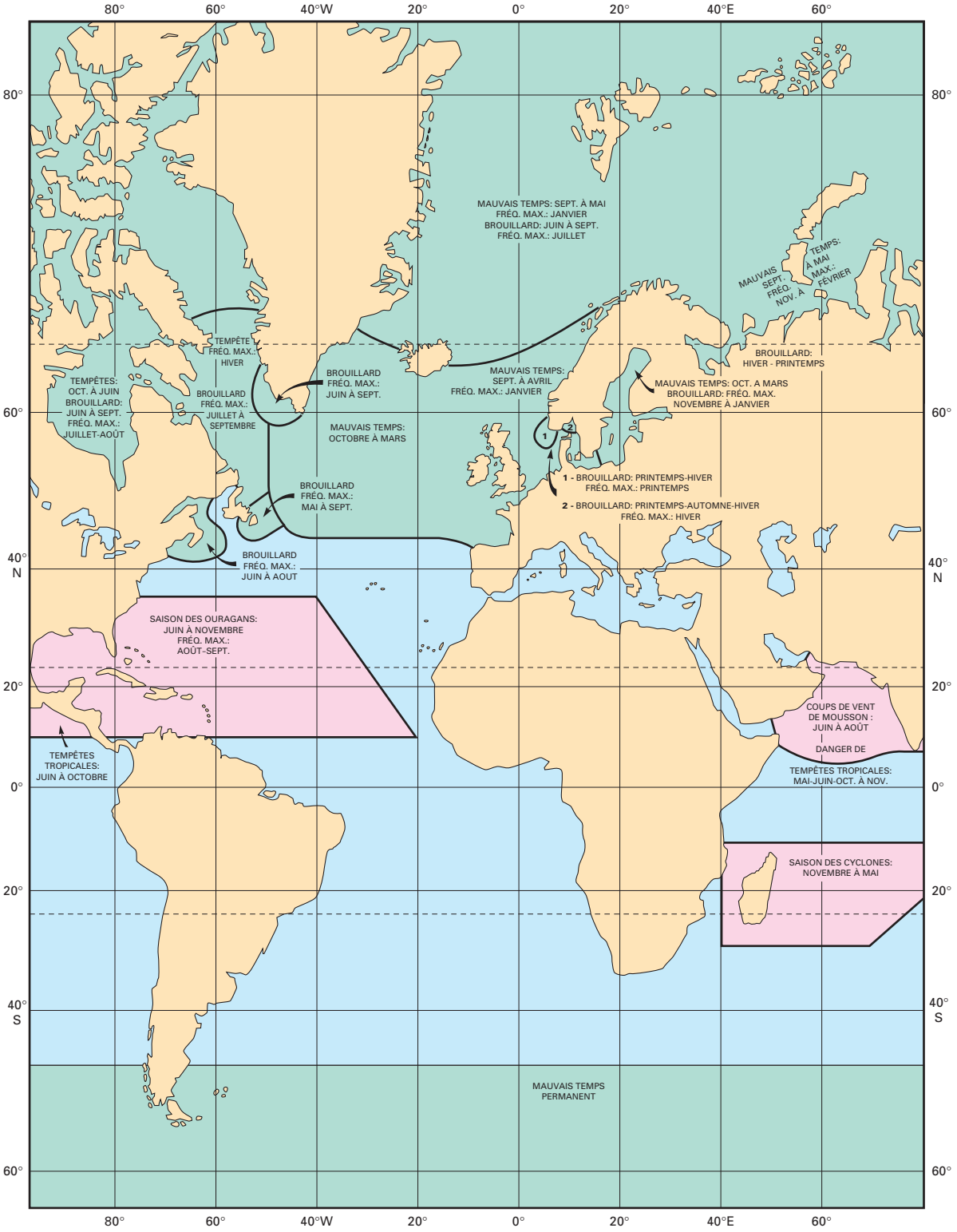
En février, la hauteur H1/3 des vagues atteint 5 m au Sud de l'Islande, vers 55 N. C'est la valeur la plus grande de la carte, elle est supérieure à celle du Pacifique Nord (4,5 m maxi) et aux valeurs des mers australes (3,5 m entre 50 S et 60 S).

5.1.2.1.A. — Moyenne du tiers des vagues les plus hautes (H 1/3) en février.

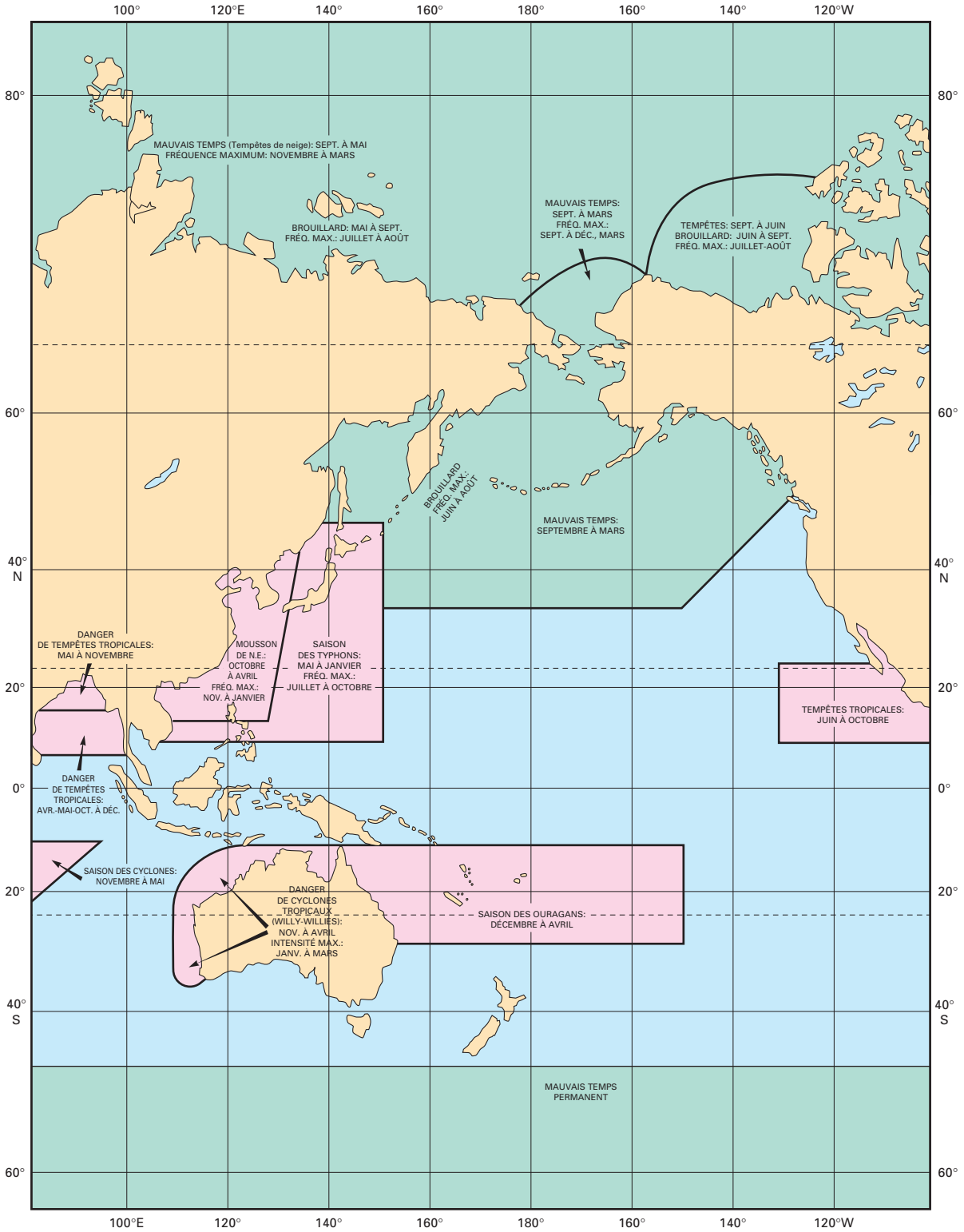


En août, les hauteurs moyenne des vagues tombent à de faibles valeurs en hémisphère Nord (2 m), alors qu'en hémisphère Sud où règne l'hiver, elles atteignent 4 m, voire 5 m dans l'Océan Indien. On notera également une valeur élevée d'état de la mer (3,5 m) en Océan Indien Nord, au large des côtes de Somalie, due à la persistance des vents de la mousson de Sud-Ouest.

5.1.2.1.B. — Moyenne du tiers des vagues les plus hautes (H 1/3) en août.



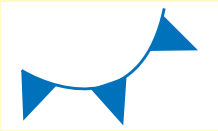
5.1.2.2.A. — Zones et périodes de mauvais temps (à l'Est de 100° W et à l'Ouest de 80° E).



5.1.2.2.B. — Zones et périodes de mauvais temps (à l'Est de 80° E et à l'Ouest de 100° W).

Les fronts actifs

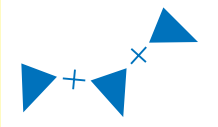
Nette rotation du vent, rafales, variation de température et précipitations marquées



Front froid : au sol, arrivée d'air plus froid

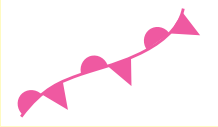
Front chaud : au sol, arrivée d'air plus chaud

Occlusion : masse d'air chaud rejetée en altitude



Front froid se frontolysant : perdant son activité

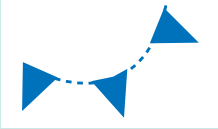
Front chaud se frontolysant : perdant son activité



Front quasi-stationnaire

Les pseudo-fronts

Zone de transition de masse d'air, variation de température mais pas ou peu de rotation du vent, pas ou peu de précipitations



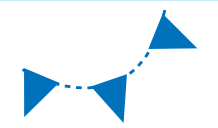
Pseudo-front froid

Pseudo-front chaud

Les fronts dédoublés

Fronts dégénérés soumis à une rapide circulation d'altitude

Trace en altitude d'un front froid dédoublé : zone de précipitations



Trace au sol d'un front froid dédoublé : équivalent à un pseudo-front froid

Risque d'averse entre la trace en altitude et la trace au sol

Les perturbations tropicales

Ouragan : vent force 12 Beaufort (vitesse du vent > à 117 km/h)

Tempête tropicale : vent force 8 à 11 Beaufort (vitesse du vent entre 62 et 117 km/h)

Dépression tropicale : vent < à force 8 Beaufort (vitesse du vent < 62 km/h)

Les isobares et les centres d'action

Les isobares tracées de 5 en 5 hPa (1015 hPa renforcée)

Centre de l'anticyclone ou de la dépression

5.2.1.1. — Symboles des fronts, perturbations tropicales et centres d'action utilisés dans les cartes d'origine Météo-France.

01

5.2. ANNEXE B SYMBOLISME, TRACÉ ET UTILISATION DES CARTES MÉTÉOROLOGIQUES

01 **5.2.1. SYMBOLES REPORTÉS SUR LES CARTES SYNOPTIQUES OU D'ANALYSE.**

01 **5.2.1.1. Symboles des fronts, perturbations tropicales et centres d'action.**

07 Le symbolisme des fronts, des perturbations tropicales et des centres d'action est regroupé dans la planche 5.2.1.1. À partir de ce symbolisme, d'autres combinaisons, non représentées ici, sont possibles : front pseudo quasi-stationnaire, front quasi-stationnaire en frontolyse, occlusion se dissipant.

01 **5.2.1.2. Symboles représentant les données du code SHIP.** (Code SHIP : § 4.1.3).

07 **— Nébulosité totale** (code **N** du groupe **Nddff**) : voir tableau 5.2.1.2.A

Chiffre du code	0	1	2	3	4	5
Symbole	Ciel clair	Traces ou 1 octa	2 octas	3 octas	4 octas	5 octas
Chiffre du code	6	7	8	9	/	
Symbole	6 octas	7 octas	8 octas	Ciel invisible	Non mesurée	

5.2.1.2.A. — Symboles de nébulosité totale.

13 **— Types de nuages** (groupe $\mathbf{8N_hC_LC_MC_H}$) : le tableau 5.2.1.2.B donne les symboles correspondant aux chiffres des codes $\mathbf{C_L}$, $\mathbf{C_M}$ et $\mathbf{C_H}$. La signification des abréviations du nom des nuages (As, Cs, Cu, Ns, etc.) est indiquée dans la figure 1.4.3.1 (classification des nuages).

Chiffre du code	C_L		C_M		C_H	
1		Cu		As		Ci
2		Cu		As ou Ns		Ci
3		Cb		Ac		Ci
4		Sc		Ac		Ci
5		Sc		Ac		Ci et Cs
6		St		Ac cugen		Cs
7		St fr		Ac et As		Cs
8		Cu Sc		Ac orageux		Cs
9		Cb		Ac orageux		Cc
0	Pas de nuages					

5.2.1.2.B. — Symboles des nuages.

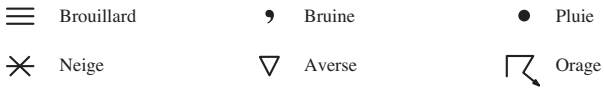
19 **— Vent** (groupe **Nddff**) : la direction (**dd**) est indiquée par une hampe de flèche orientée de la direction d'où le vent souffle vers le centre du cercle et aboutissant à la circonférence ; la vitesse (**ff**) est indiquée en queue de flèche par des barbules, des demi-barbules et des flammes pleines.

25 Les barbules, demi-barbules et flammes pointent vers la gauche de la flèche dans l'hémisphère Nord (comme représenté ci-dessus) et vers la droite dans l'hémisphère Sud.

31 **— Caractéristique de la variation de la pression** (code **a** du groupe **5appp**) : voir le tableau ci-dessous.

Chiffre du code a	0	1	2	3	4
Caractéristique					
Chiffre du code a	5	6	7	8	
Caractéristique					

37 **— Temps présent** (**ww**) et **temps passé** ($\mathbf{W_1W_2}$) [groupe $\mathbf{7wwW_1W_2}$]. Pour rendre la carte plus suggestive, ces paramètres sont pointés à l'aide de symboles formés au moyen des éléments suivants :



43 La représentation de tous les codes $\mathbf{wwW_1W_2}$ est donnée par le tableau 5.2.1.2.F :

	TEMPS PRÉSENT (ww)										Chiffre du code	TEMPS PASSÉ W_1W_2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
00											0	
10											1	
20											2	
30											3	
40											4	
50											5	
60											6	
70											7	
80											8	
90											9	

5.2.1.2.F. — Représentation des codes ww W_1 W_2.

49 — **Houle et mer du vent** (groupe $\mathbf{2P_wP_wH_wH_w}$) : la direction de la houle est représentée à l'aide d'une flèche à hampe ondulée indiquant le sens de déplacement des vagues.

55 Exemple d'une houle du 270 pour 12 s et 3,5 m : ⟿ 1207 (07 : chiffre du code $\mathbf{H_wH_w}$).

61 Deux flèches ondulées entrecroisées représentent des vagues confuses ($\mathbf{d_Wd_W}$ = 99) :

67 — **Mouvement du navire** (code $\mathbf{v_s}$ du groupe $\mathbf{222D_sv_s}$) **:** la route est indiquée par une flèche et la vitesse par le chiffre du code **vs** à la pointe de la flèche. Exemple d'un navire qui s'est déplacé dans le NE à 15 nœuds : ↗3

01 **5.2.2. SYSTÈME INTERNATIONAL DE SYMBOLES POUR LE POINTAGE DES GLACES EN MER.**

01 **5.2.2.1. Utilisation.**

07 Les cartes synoptiques et les cartes prévues des glaces que les centres nationaux des glaces diffusent (radio fac-similé, Internet, etc.), principalement pour faciliter les activités maritimes opérationnelles, sont élaborées en utilisant le système international de symboles pour le pointage des glaces en mer.

13 Ce système international peut éventuellement être complété par d'autres symboles déterminés en fonction des besoins régionaux ou nationaux, à condition qu'ils ne fassent pas double emploi avec le système international et qu'ils ne soient pas en contradiction avec lui. C'est le cas au Canada, où les pratiques comportent certaine additions mineures aux symboles du système international ; quelques unes de ces additions sont indiquées dans ce qui suit.

19 On trouvera au sous-paragraphe 5.2.2.18 un tableau récapitulatif des principaux symboles et codes utilisés. Une carte fac-similé de la Patrouille Internationale des glaces est reproduite pour exemple d'utilisation de ces symboles internationaux au sous-paragraphe 5.2.2.19. On trouvera également au chapitre 2 deux exemples de cartes fac-similé des glaces du service météorologique danois (fig. 2.3.2.7.A et B).

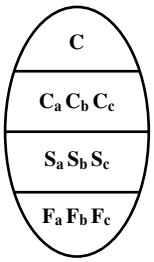
01 **5.2.2.2. Éléments principaux.**

07 Le système englobe des éléments et des aspects des glaces qu'il est possible de classer sous les rubriques suivantes :

13 a) Concentration (C) ;	b) Stade de formation (S) ;	c) Forme de la glace (F) ;
19 d) Processus dynamiques ;	e) Ouvertures d'eau ;	f) Topographie ;
25 g) Épaisseur de la glace ;	h) Phases de la fonte ;	i) Caractéristiques de la surface ;
31 j) Glace d'origine terrestre ;	k) Limites ;	l) Cordons et plaques.

01 **5.2.2.3. Symbole principal.**

07 Les données fondamentales concernant la concentration, le stade de formation (les quantités de trois classes d'âge au plus) et la forme de la glace (dimension des floes) sont contenues dans une figure ovale simple en forme d'œuf (figure ci-contre). Pour indiquer les observations des glaces tirées d'image radar, on ne doit pas utiliser l'ovale.

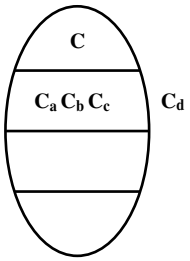


13 Dans les figures et tableaux présentés ci-après (§ 5.2.2.3 à § 5.2.2.15) où l'on donne des gammes d'épaisseur, de tailles de floes ou autres dimensions, on choisit la valeur de code la plus élevée lorsque la valeur coïncide avec la limite entre deux intervalles.

19 Les symboles $\mathbf{C_a\ C_b\ C_c}$ et $\mathbf{F_a\ F_b\ F_c}$ correspondent respectivement à $\mathbf{S_a\ S_b\ S_c}$.

25 Voir les exemples d'utilisation de l'œuf au § 5.2.2.17.

31 CONCENTRATION (C).



C — Concentration totale de la glace dans la zone, indiquée en dixièmes (voir tableau ci-dessous).

NOTE : Il est possible d'indiquer des gammes de concentration.

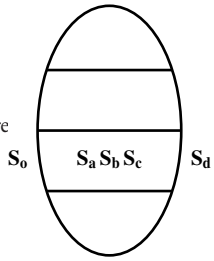
$\mathbf{C_aC_bC_c}$ — Concentrations partielles, en dixièmes, de la glace qui se classe au premier ($\mathbf{C_a}$), au deuxième ($\mathbf{C_b}$) et au troisième ($\mathbf{C_c}$) rang pour son épaisseur. $\mathbf{C_d}$ n'est indiquée que lorsque $\mathbf{S_d}$ (stade de formation) l'est aussi.

NOTE : Toute concentration inférieure à 1/10 n'est pas mentionnée. Les 10/10 d'un stade de formation sont indiqués par **C**, $\mathbf{S_a}$ et $\mathbf{F_a}$ ou $\mathbf{C\ S_a\ F_p\ F_s}$.

Concentration totale	Symbole (**C**)	Concentration totale	Symbole (**C**)
Libre de Glace		6/10	6
Moins de 1/10	0	7/10	7
1/10	1	8/10	8
2/10	2	9/10	9
3/10	3	Plus de 9/10 mais moins de 10/10	9 +
4/10	4	10/10	10
5/10	5	Indéterminée ou inconnue	x

37 STADE DE FORMATION (S).

43 $\mathbf{S_a\ S_b\ S_c}$ — Stade de formation de la glace qui se classe au premier ($\mathbf{S_a}$), au deuxième ($\mathbf{S_b}$) et au troisième ($\mathbf{S_c}$) rang pour son épaisseur et dont les concentrations sont indiquées respectivement par $\mathbf{C_a}$, $\mathbf{C_b}$ et $\mathbf{C_c}$ (voir la table et les symboles ci-après).



49 NOTES :

1) S'il reste plusieurs stades de formation après la sélection de $\mathbf{S_a}$ et $\mathbf{S_b}$, $\mathbf{S_c}$ devrait indiquer celle des classes restante dont la concentration est la plus forte (voir également la note 2).

2) En général, il y a lieu de limiter $\mathbf{S_a}$, $\mathbf{S_b}$ et $\mathbf{S_c}$ à trois classes significatives. Exceptionnellement, il est possible d'indiquer d'autre classes de la manière suivante :

$\mathbf{S_o}$ — Stade de formation de glace plus épaisse que $\mathbf{S_a}$ mais dont la concentration est inférieure à 1/10 ;
$\mathbf{S_d}$ — Stade de formation de n'importe quelle autre classe restante.

3) La concentration n'est indiquée ni pour $\mathbf{S_o}$ ni pour $\mathbf{S_d}$.

Classification numérique de la Nomenclature (§ 1.4.4.1)	Stade de formation	Épaisseur	Symbole S	Autre symbole
	Aucun stade de formation.	—	0	
2.1	Nouvelle glace.	—	1	*
2.2	Nilas ; glace vitrée.	< 10 cm	2	⊗
2.4	Jeune glace.	10-30 cm	3	
2.4.1	Glace grise.	10-15 cm	4	
2.4.2	Glace blanchâtre.	15-30 cm	5	
2.5	Glace de première année.	30-200 cm	6	
2.5.1	Glace mince de première année.	30-70 cm	7	
2.5.1a	Glace mince de première année, premier stade.	30-50 cm	8	
2.5.1b	Glace mince de première année, deuxième stade.	50-70 cm	9	
2.5.2	Glace moyenne de première année.	70-120 cm	1 •	
2.5.3	Glace épaisse de première année.	> 120 cm	4 •	
2.6	Vieille glace.		7 •	
2.6.1	Glace de deuxième année.		8 •	
2.6.2	Glace de plusieurs années.		9 •	
10.4	Glace d'origine terrestre.		▲•	▲
	Indéterminé ou inconnu.		x	

55 NOTES :

1) Utilisation des symboles (chiffres) : sur la ligne horizontale sur laquelle figurent $\mathbf{S_o\ S_a\ S_b\ S_c\ S_d}$ ne marquer qu'un seul point (.) pour faire la distinction entre les classes de glace dont l'épaisseur est supérieure à 70 cm (symboles de 1. à 9.) et les classes de glace d'épaisseur inférieure à 70 cm (symboles 1 à 9). Chaque chiffre de code à la gauche du (.) est considéré comme affecté d'un (.).

Exemples ($\mathbf{S_o}$, $\mathbf{S_a}$, $\mathbf{S_b}$, $\mathbf{S_c}$ étant indiqués par leurs numéros dans la nomenclature, § 1.4.4.1) :

$\mathbf{S_a}$ = 2.5.2.
$\mathbf{S_b}$ = 2.5.1.
$\mathbf{S_c}$ = 2.4.
} Symbole : (1·7 3) •

$\mathbf{S_a}$ = 2.6.
$\mathbf{S_b}$ = 2.5.3.
$\mathbf{S_c}$ = 2.5.
} Symbole : (7 4·6) •

$\mathbf{S_o}$ = 2.6.
$\mathbf{S_a}$ = 2.5.3.
$\mathbf{S_b}$ = 2.5.1.
$\mathbf{S_c}$ = 2.4.
} Symbole : 7 (4·7 3)

$\mathbf{S_a}$ = 2.5.1a.
$\mathbf{S_b}$ = 2.4.2.
$\mathbf{S_c}$ = 2.1.
} Symbole : (8 5 1) •

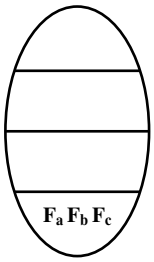
$\mathbf{S_o}$ = 2.5.2.
$\mathbf{S_a}$ = 2.5.1a.
$\mathbf{S_b}$ = 2.4.2.
$\mathbf{S_c}$ = 2.1.
} Symbole : 1• (8 5 1)

2) Le point qui permet de faire la distinction entre classes de stade de formation devrait être placé au milieu entre le sommet et la base des chiffres.

61 FORME DE LA GLACE (F).

Deux variantes peuvent se présenter suivant l'état de la glace observé :

67 **a) Première variante F_a F_b F_c** — Forme de la glace (taille des floes) correspondant respectivement à S_a, S_b et S_c (voir la table ci-dessous).

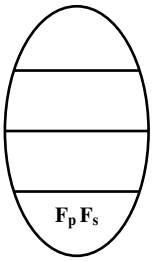


73 NOTES :

1) Toute absence d'information sur l'une ou l'autre de ces formes de glace devrait être indiquée par un "X" dans la position correspondante.

2) S'il y a un nombre suffisant d'icebergs pour qu'il soit possible d'indiquer une concentration, on peut marquer F_a = 9, le symbole correspondant pour S_a et la concentration partielle correspondante C_a (voir l'exemple).

3) S'il n'y a que deux stades de formation, on marque un tiret (-) à la place de F_c pour distinguer ces cas de ceux où l'on indique F_p et F_s.



79 **b) Deuxième variante F_p F_s** — Les floes de taille prédominante (F_p) et de taille secondaire (F_s) sont indiqués indépendamment de S_a, S_b et S_c (voir la table ci-dessous).

85 NOTE : n'utiliser que le symbole F_p si l'on ne signale que la taille prédominante de floes (forme de glace) [voir les exemples au § 5.2.2.17].

Forme	Extension (note 3)	Symbole (**F**)	Forme	Symbole (**F**)
Glace en crêpes.		0	Banquise côtière, bourguignons	
Petit glaçon ; sarrasins.	< 2 m	1	ou floebergs.	8
Glaçon.	2 - 20 m	2	Icebergs.	9
Petit floe.	20 - 100 m	3		
Floe moyen.	100 - 500 m	4	Indéterminée ou inconnue.	x
Grand floe.	500 - 2000 m	5		(pour F_a,
Immense floe.	2 - 10 km	6		F_b, F_c
Floe géant.	> 10 km	7		seulement)

91 NOTES :

1) En général, la forme de la nouvelle glace n'est pas indiquée lorsque ce stade de formation figure sous S_a S_b ou S_c. On utilise le symbole x - indéterminée.

2) En général, le symbole 8 représente la banquise côtière et il est utilisé pour de nombreux stades de formation **S**. Toutefois, lorsqu'on utilise le symbole de la glace d'origine terrestre ▲, le symbole 8 indique la présence de bourguignons ou de floebergs.

3) L'extension est spécifique au Canada où elle désigne la plus grande dimension horizontale.

01 **5.2.2.4. Symboles pour représenter les processus dynamiques.**

07 — Tassement → ← — Cisaillement ⇄

13 — Divergence ← → — Dérive ⟶

25 Procédures supplémentaires (facultatives) :

31 — Tassement → 1 ← Léger tassement

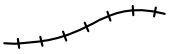
→ 2 ← Tassement considérable

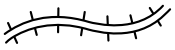
→ 3 ← Tassement puissant

37 — Dérive : (en dixièmes de nœuds) ⟶ (par exemple, 15 = 1,5 nœud).

01 **5.2.2.5. Symboles pour représenter des ouvertures d'eau.**

07 — Fissure (symbole indiquant la présence de fissures dans la zone).

13 — Fissure  (symbole indiquant la présence d'une fissure à un endroit donné).

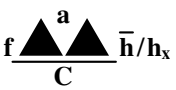
19 — Chenal ou 

25 — Chenal gelé (il est possible de modifier l'orientation des traits transversaux pour les distinguer d'autres hachures).

31 Procédures complémentaires (facultatives) :

37 — Chenal (largeur) (la largeur du chenal est donnée en mètres ou en kilomètres, par exemple 100 - 300 m, ou en milles marins).

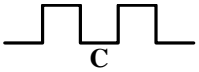
01 **5.2.2.6. Symboles pour représenter des caractéristiques topographiques.**

07 — Crêtes/hummocks 

C — Concentration (couverture surfacique), en dixièmes.
f — Fréquence en nombre par mille marin (**f** remplace **C**).
h — Hauteur moyenne, en décimètres.
h_X — Hauteur maximale, en décimètres.
a — Classification de la crête (voir la table ci-contre).

Classification de la crête	Symbole (**a**)
Nouvelle crête.	1
Crête érodée.	2
Crête très érodée.	3
Vieille crête.	4
Crête consolidée.	5

13 NOTE : Les valeurs de **C** ou **f**, **h** et **h_X** sont données lorsqu'elles sont connues.

19 — Chevauchement des glaces 

25 Si elle est connue, indiquer la concentration comme dans le cas qui précède.

31 — Barrière due à une embâcle de sarrasins

01 **5.2.2.7. Symboles pour représenter l'épaisseur de la glace.**

07 — Épaisseur mesurée $\boxed{t_E}$ (t_E en centimètres).

13 — Épaisseur estimée $\boxed{t_E}$ (exemple : $\boxed{35}$)

19 Si plusieurs mesures ont été effectuées, on indique aussi bien l'épaisseur moyenne que l'épaisseur maximale de la manière suivante : $\boxed{30/40_X}$.

01 **5.2.2.8. Symboles pour représenter les phases de la fonte.**

07 — Phases de la fonte

Phase de la fonte	Symbole (m_S)	Phase de la fonte	Symbole (m_S)
Pas de fonte.	0	Nombreux trous de fonte	5
Quelques mares.	1	Glace asséchée.	6
De nombreuses mares.	2	Glace pourrie.	7
Glace inondée.	3	Quelques mares gelées.	8
Quelques trous de fonte.	4	Toutes les mares sont gelées.	9
		Indéterminée ou inconnue.	x

01 **5.2.2.9. Symboles pour représenter les caractéristiques de la surface.**

07 — Couverture de neige

C — Concentration (couverture surfacique), en dixièmes.
s — Hauteur de la couche de neige (voir table ci-dessous).

13 L'orientation du symbole indique la direction des sastrugi de la manière suivante :

Hauteur de la couche de neige	Symbole (**s**)	Hauteur de la couche de neige	Symbole (**s**)
Pas de neige.	0	Jusqu'à 50 cm.	5
Jusqu'à 5 cm.	1	Jusqu'à 75 cm.	6
Jusqu'à 10 cm.	2	Jusqu'à 100 cm.	7
Jusqu'à 20 cm.	3	Plus de 100 cm.	8
Jusqu'à 30 cm.	4	Inconnue.	9

01 **5.2.2.10. Symboles pour représenter les glaces.**

YY est le jour du mois où la glace a été vue.
nn est le nombre d'individus observés (bourguignons, icebergs ou fragments d'icebergs). Ce nombre est codé comme suit (code ICEAN) :

nn	Code	nn	Code
aucun	00	20 à 29	22
1	01	30 à 39	23
2	02	40 à 49	24
3	03	50 à 99	25
4	04	100 à 199	26
etc... jusqu'à 19	19	200 à 499	27
1 à 9	20	> 500	28
10 à 19	21	Aucune indication, le comptage étant impossible	99

01 **5.2.2.10.1. Glace d'origine terrestre.**

07 — Bourguignon et/ou fragment d'iceberg

13 — Iceberg (de taille non définie)

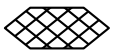
19 — Iceberg, petit

25 — Iceberg, moyen

31 — Iceberg, grand

37 — Iceberg, très grand

43 — S'il s'agit d'un iceberg tabulaire, on barre d'un trait horizontal l'un des symboles qui précèdent, par exemple

49 — Île de glace 

55 — Objectif radar (on soupçonne qu'il s'agit d'un iceberg)

61 NOTE : on peut utiliser les symboles de la colonne de droite lorsqu'il y a de nombreux icebergs, mais que l'on n'en connaît pas le nombre.

01 **5.2.2.10.2. Spécification des icebergs** (établie par la Patrouille Internationale des Glaces, § 2.5.1).

Taille	Hauteur (m)	Longueur (m)
Bourguignon et fragment d'iceberg.	inférieure à 5	inférieure à 15
Icerberg, petit.	5 – 15	15 – 60
Iceberg, moyen.	16 – 45	61 – 122
Iceberg, grand.	46 – 75	123 – 213
Iceberg, très grand.	plus de 75	plus de 213

07 NOTE : La taille ne se rapporte qu'à la partie qui émerge. Si la hauteur et la longueur d'un iceberg correspondent à des classes de tailles différentes, indiquer la taille supérieure. Il est possible de marquer la dimension (en km) d'un iceberg tabulaire ou d'une île de glace sous le symbole.

01 **5.2.2.10.3. Glace d'origine maritime.**

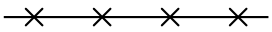
07 — Floeberg

01 **5.2.2.11. Symboles pour représenter les limites.**

07 — Couche de nuages sous l'aéronef

13 — Limite des observations visuelles

19 — Limite des observations radar

25 — Lisière des glaces détectée par radar 

31 — Lisière ou ligne de démarcation observée (à l'œil ou par satellite)

37 — Lisière ou ligne de démarcation estimée

01 **5.2.2.12. Symbole pour représenter les cordons et les plaques.**

07 — Cordons et plaques **C**

13 C : concentration, en dixièmes, de la glace dans la zone des cordons et des plaques (facultatif).

19 Le symbole **C** est indiqué dans la section réservée à la forme de la glace de la figure ovale principale (voir l'exemple).

01 **5.2.2.13. Procédures complémentaires pour indiquer la concentration totale.**

07 Afin de faciliter la lecture de la carte, il est possible de hachurer les zones couvertes de glace en fonction de la concentration totale de la glace. Il est possible de hachurer la totalité ou une partie seulement des zones de concentration des glaces.

13 Il conviendrait d'utiliser les symboles représentés ci-dessous (§ 5.2.2.14) chaque fois que l'on hachure. Il n'y a pas de règle internationale en ce qui concerne l'espacement ou l'épaisseur des traits : l'épaisseur peut être la même pour toutes les zones hachurées ou varier en fonction de l'épaisseur de la glace.

01 **5.2.2.14. Symboles pour hachurer la concentration totale des glaces de mer.**

07 Banquise côtière ■ ou ▨ et variation des hachures à l'échelon national pour indiquer le stade de formation (voir note 1 ci-dessous).

Concentration	Définition	Symbole	Concentration	Définition	Symbole
10/10	Glace consolidée compacte.		<1/10	Eau libre.	
9-10/10	Glace très serrée.				
7-9/10	Glace serrée.		0	Libre de glace.	
4-6/10	Glace lâche.	(espacement des traits double de celui de la représentation de la glace serrée).		Bergy water.	
1-3/10	Glace très lâche.			Présence de nouvelle glace (voir note 2) ci-dessous)	(les symboles peuvent être disséminés).

13 NOTES :

19 1) Le symbole de la banquise côtière peut aussi servir pour les immenses floes individuels à condition qu'il n'y ait aucun risque de confondre ceux-ci avec la banquise côtière.

25 2) Lorsqu'on utilise des étoiles disséminées pour indiquer la présence de nouvelle glace, il est facultatif d'indiquer la proportion réelle de glace à ce stade de formation par rapport à la concentration totale.

01 **5.2.2.15. Symboles complémentaires à utiliser à l'échelon régional.**

07 Symbole adopté dans la région de la Mer Baltique :

13 — Glace plane (espacement des traits double de celui de la représentation de la glace serrée).

01 **5.2.2.16. Codage couleur des cartes de glaces canadiennes.**

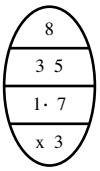
07 L'application de couleurs permet de rendre plus claires les cartes de glaces, et les utilisateurs peuvent ainsi évaluer plus rapidement les conditions de glaces générales. Le service des glaces du Canada a élaboré un code standard de couleurs pour les cartes, présenté au tableau 5.2.2.16. Des couleurs distinctes sont utilisées pour indiquer les types de glaces et des hachures pour la concentration totale.

Type de glace	Concentration				
	1-3/10	4-6/10	7-8/10	9-9+/10	10/10
Nouvelle					
Grise					
Blanchâtre					
Première année					
Vieille					
Libre de glaces					
Eau libre					
Banquise côtière					

5.2.2.16. – Code standard canadien de couleurs pour les cartes de glace.

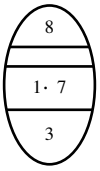
01 **5.2.2.17. Exemples d'utilisation du symbole oval.**

07 *Exemple 1*



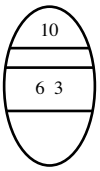
8 dixièmes de glace ; 3 dixièmes de glace moyenne de première année et 5 dixièmes de glace mince de première année ; la taille des floes de glace moyenne de première année est inconnue ; les floes de glace mince de première année sont de petite taille.

13 *Exemple 2*



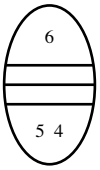
8 dixièmes de glace ; glace moyenne de première année et glace mince de première année dont les concentrations partielles ne sont pas indiquées ; les floes prédominants sont de petites taille.

19 *Exemple 3*



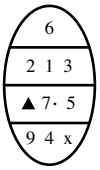
10 dixièmes de glace ; glace de première année et glace jeune dont les concentrations partielles ne sont pas indiquées ; aucune information sur la forme de la glace (cet exemple s'applique en particulier aux données satellitaires).

25 *Exemple 4*



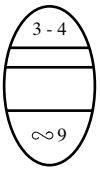
6 dixièmes de glace sous forme de floes moyens et de grands floes ; les stades de formation ne sont pas indiqués ni, par conséquent, les concentrations partielles.

31 *Exemple 5*



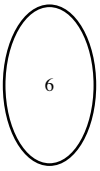
6 dixièmes de glace ; 2 dixièmes d'icebergs, un dixième de vieille glace et 3 dixièmes de glace blanchâtre ; les floes de vieille glace sont de taille moyenne.

37 *Exemple 6*



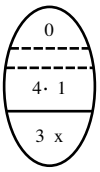
3 à 4 dixièmes de glace mince de première année de 30 à 50 cm d'épaisseur ; en cordons et en plaques où la concentration est de 9 dixièmes. (Il est inutile d'indiquer la concentration partielle pour un seul stade de formation).

43 *Exemple 7*



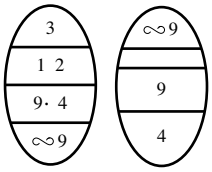
6 dixièmes de glace ; aucun autre détail n'est indiqué.

49 *Exemple 8*



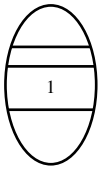
Moins d'un dixième de glace. Il y a de la glace épaisse de première année en petits floes et de la jeune glace, mais la concentration totale est inférieure à un dixième.

55 *Exemple 9*



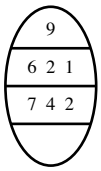
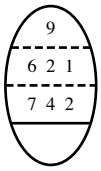
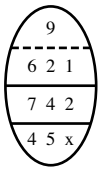
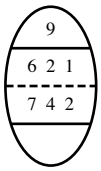
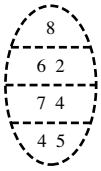
La concentration totale est de 3 dixièmes ; un dixième de glace de plusieurs années, 2 dixièmes de glace grise. La glace est partiellement répartie en cordons et en plaques où la concentration est de 9 dixièmes de glace de plusieurs années en floes moyens.

61 *Exemple 10*



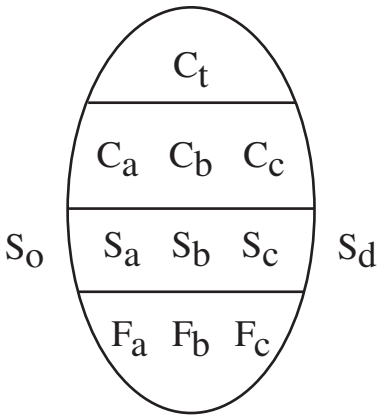
Nouvelle glace ; pas d'indication sur la concentration ou sur la taille des floes.

67 *Autres exemples* : En général, on utilise pour tous les symboles des traits pleins pour les données observées et des tirets pour les valeurs estimatives. Pour marquer des valeurs estimatives dans la figure ovale, se reporter aux exemples du tableau suivant :

Données connues	Données estimatives	Données manquantes	Symboles
Concentration, concentrations partielles et stade de formation.		Taille des floes.	
Concentration.	Concentrations partielles et stade de formation.	Taille des floes.	
Concentration, stade de formation et taille des floes.	Concentrations partielles.		
Concentration et concentrations partielles.	Stade de formation.	Taille des floes.	
	Toutes les données.		

01 **5.2.2.18. Récapitulatif des principaux symboles et codes utilisés.**

07 Le tableau 5.2.2.18 présente un récapitulatif des principaux symboles et codes utilisé dans les cartes de glaces de mer.



C_t	Concentration totale de glace, en dixièmes
$C_aC_bC_c$	Concentration partielle du premier (C_a), deuxième (C_b) et troisième (C_c) type de glace en épaisseur, si elles sont de 1/10 ou plus. S'il n'y a qu'une catégorie d'épaisseur présente, C_a est égal à C_t, et le second niveau est laissé en blanc.
$S_aS_bS_c$	Stade de formation (âge) des concentrations indiquées par C_a C_b et C_c.
S_oS_d	Stade de formation (âge) des types de glace restants. On indique par S_o une trace de glace plus épaisse/vieille que S_a et par S_d un type de glace plus mince signalé lorsqu'il y a quatre types de glace ou plus.
$F_aF_bF_c$	Forme de glace prédominante (taille des floes) correspondant respectivement à S_a, S_b et S_c.

Stades de formation ($S_oS_aS_bS_cS_d$)

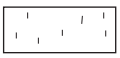
Élément	Épaisseur	Code
Nouvelle glace	< 10 cm	1
Nilas, glace vitrée	< 10 cm	2
Jeune glace	10-30 cm	3
Glace grise	10-15 cm	4
Glace blanchâtre	15-30 cm	5
Glace de première année	≥ 30 cm	6
Glace mince de première année	30-70 cm	7
Glace moyenne de première année	70-120 cm	1·
Glace épaisse de première année	> 120 cm	4·
Vieille glace		7·
Glace de deuxième année		8·
Glace de plusieurs années		9·
Glace d'origine terrestre		▲·
Indéterminée ou inconnue		X

Tailles des floes ($F_aF_bF_c$)

Élément	Extension	Code
Glace en crêpe		0
Petits glaçons, sarrasins, sarrasins agglomérés	< 2 m	1
Glaçons	2-20 m	2
Petit floes	20-100 m	3
Floes moyens	100-500 m	4
Grands floes	500-2000 m	5
Floes immenses	2-10 km	6
Floes géants	> 10 km	7
Banquise côtière, bourguignons ou floebergs		8
Icebergs		9
Indéterminée, inconnue ou sans forme		X
Glace de cordons de concentration **C**.		S C

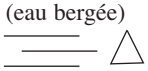
Symboles de hachurage.

Eau libre

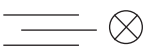


Banquise côtière

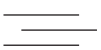
Bergy water (eau bergée)



Eau avec cibles radar



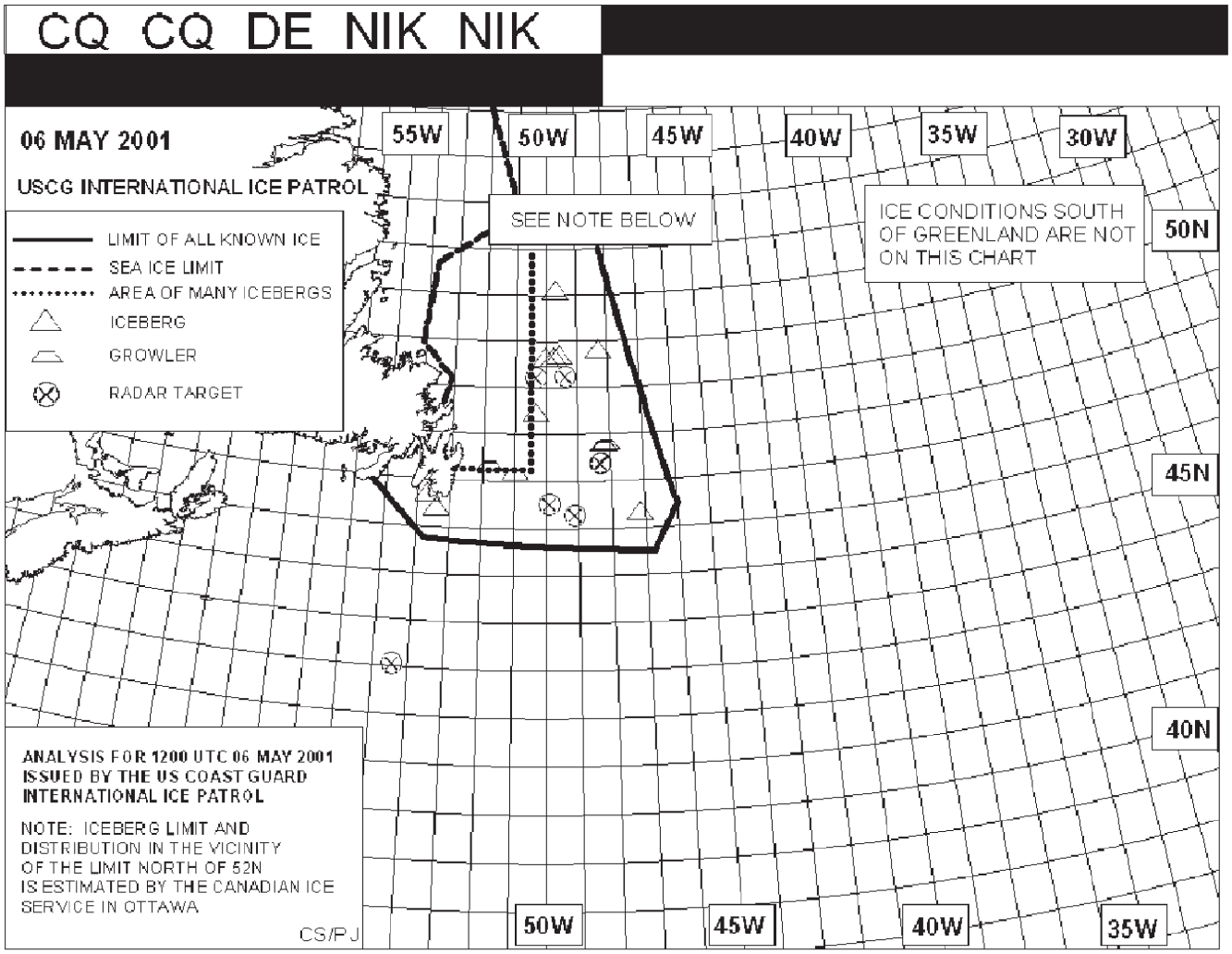
Libre de glace



5.2.2.18. – Principaux symboles et codes utilisés pour les cartes de glaces de mer.

01 **5.2.2.19. Exemple de carte de glaces.**

07 La figure 5.2.2.19 reproduit une carte fac-similé des glaces de la Patrouille Internationale des glaces. Voir également les figures 2.3.2.7.A et B, exemples de cartes fac-similé des glaces du service météorologique danois.



5.2.2.19. – Carte fac-similé de la Patrouille Internationale des glaces.

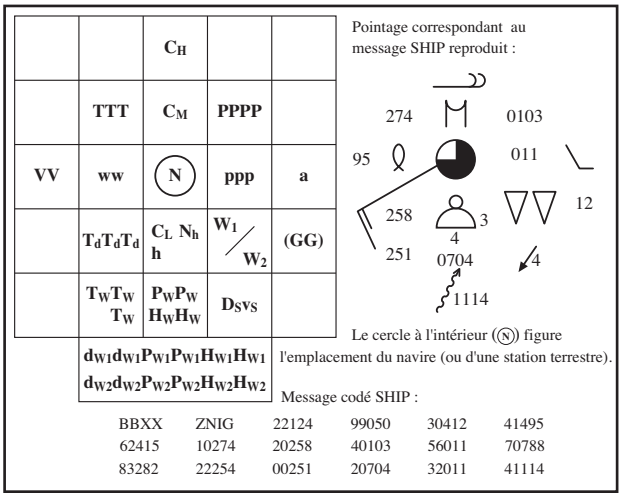
01 **5.2.3. TRACÉ DES CARTES SYNOPTIQUES ET D'ANALYSE.**

07 Les indications pour tracer manuellement une carte synoptique ou une carte d'analyse sont présentées ci-après, pour le navigateur qui aurait à élaborer de telles cartes et qui n'aurait pas de logiciel adapté pour les visualiser.

13 Les cartes peuvent être établies sur une carte marine à petite échelle (ou sa photocopie).

01 **5.2.3.1. Tracé des cartes pointées d'observations synoptiques.**

07 Sur les cartes pointées d'observations synoptiques, des chiffres et des symboles sont disposés autour de chaque station d'observations, conformément à la figure 5.2.3.1. Ces chiffres et symboles qui représentent les données du message codé SHIP peuvent être également reportés sur les cartes d'analyse selon la même disposition. Tous les symboles pouvant être utilisés sur les cartes ont été présentés au paragraphe 5.2.1.



5.2.3.1. — Exemple de pointage d'observation synoptique.

13 Nota relatif à la figure 5.2.3.1 :

19 - GG n'est inscrit que si l'heure de l'observation est différente de l'heure du réseau de la carte.

25 - En France, TTT, $T_dT_dT_d$ et $T_WT_WT_W$ sont pointés TT, T_dT_d, T_WT_W, le dixième de ° C étant omis ; PPPP est pointé PPP, les chiffres des milliers et des centaines de hPa étant omis.

31 Les abréviations telles que **ww**, $\mathbf{W_1W_2}$, $\mathbf{C_L}$, $\mathbf{C_M}$, $\mathbf{C_H}$, $\mathbf{N_h}$, **h**, $\mathbf{d_Wd_W}$, $\mathbf{v_s}$ … faisant référence aux groupes du code SHIP (§ 4.1.3), les observations sont pointées comme indiqué ci-après.

37 **— Nébulosité totale :** elle est indiquée dans le cercle par le symbole approprié correspondant au chiffre du code **N** (groupe **Nddff**).

43 **— Hauteur de la base du nuage le plus bas** (**h**) [§ 4.1.3.1.1] et **étendue des nuages** (**Nh**) [§ 4.1.3.1.9] : elles sont indiquées par les chiffres de ces deux codes. Ces deux chiffres s'inscrivent respectivement à droite et sous le symbole de $\mathbf{C_L}$ (voir ci-après).

49 **— Types de nuages** (groupe $\mathbf{8N_hC_LC_MC_H}$) : on porte les symboles, correspondant aux chiffres des codes $\mathbf{C_L}$, $\mathbf{C_M}$ et $\mathbf{C_H}$.

55 **— Vent** (groupe **Nddff**) : sa direction (**dd**) est indiquée par une hampe de flèche orientée de la direction d'où le vent souffle vers le centre du cercle et aboutissant à la circonférence ; sa vitesse (**ff**) est indiquée en queue de flèche par des barbules, des demi-barbules et des flammes pleines.

61 **— Visibilité** (**VV**) et **pression** (groupe **4PPP**) : ces éléments sont pointés tels qu'ils apparaissent dans le message (visibilité en code **VV**, pression en dixièmes d'hectopascal, chiffre du millier éventuel omis).

67 **— Variation de la pression** (groupe **5appp**) (§ 4.1.3.1.7) : inscrire la valeur de la variation et porter le symbole correspondant au chiffre (code **a**) de la caractéristique.

73 **— Températures de l'air** (groupe $\mathbf{1s_nTTT}$), **du point de rosée** (groupe $\mathbf{2s_nT_dT_dT_d}$) et **de la mer** (groupe $\mathbf{0s_sT_wT_wT_w}$) On inscrit la température réelle en degrés Celsius, les valeurs négatives étant précédées du signe – .

79 **— Temps présent** (**ww**) et **temps passé** ($\mathbf{W_1W_2}$) **:** les symboles des paramètres du groupe $\mathbf{7wwW_1W_2}$ (§ 5.2.1.2) permettent de rendre la carte plus suggestive.

85 **— Houle et mer du vent :** les renseignements relatifs aux vagues de la houle sont pointés sous les données de la mer du vent. Inscrire les chiffres des codes pour la période et la hauteur. Voir exemples au paragraphe 5.2.1.2.

91 **— Mouvement du navire** (code $\mathbf{v_s}$ du groupe $\mathbf{222D_sv_s}$) **:** voir exemple au § 5.2.1.2.

01 **5.2.3.2. Tracé des cartes d'analyse en surface.**

07 Le tracé des cartes d'analyse isobares et fronts et des cartes de prévision s'effectue suivant les règles présentées ci-après.

13 Dans ce qui suit, les abréviations $\mathbf{F_t}$, **PP**, $\mathbf{P_c}$, $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$, ..., $\mathbf{G_cG_c}$ font référence aux groupes du code IAC FLEET (§ 4.2.4).

19 Pour un dépouillement manuel du message, avant tout pointage, il est recommandé de séparer, d'une part les différentes sections du message (groupes commençant par 999…), d'autre part chacun des individus de la section (groupes commençant par 8…, 66… et 44…).

25 On commence par pointer la position des centres des individus isobariques qui vont caractériser la situation. À côté du point figuratif on indique la nature de l'individu (D, A suivant qu'il s'agit d'une dépression ou d'un anticyclone), la pression de ce point indiquée par **PP** (en ajoutant le chiffre des centaines et éventuellement celui des milliers), ainsi que les indications utiles données par le chiffrement de $\mathbf{P_c}$ (se creuse, se comble, en formation…). La pression au niveau de la mer variant en général entre 950 et 1050 hPa, on peut sans ambiguïté chiffrer la pression à l'aide de deux chiffres.

31 On figure par une flèche, au-dessus de laquelle est portée la vitesse en nœuds, la direction prévue du déplacement de l'individu (groupe $\mathbf{md_sd_sf_sf_s}$).

37 On joint ensuite par une ligne continue la suite des points décrivant chaque type de front. Les symboles des types de fronts correspondants aux chiffres de $\mathbf{F_t}$ sont représentés à la figure 5.2.3.2.

43 On symbolise par des flèches, comme pour les principaux individus isobariques, les déplacements pour les diverses parties des perturbations et on inscrit en clair le long des fronts les caractéristiques éventuelles fournies par $\mathbf{F_i}$ (intensité) et $\mathbf{F_c}$ (caractère évolutif).

49 Les fronts épousent généralement, dans la direction de leur sens de déplacement, une forme convexe semblable à celle prise par une voile sous l'effet du vent.

Chiffre du code F_t	Type de front	Représentation (pointes dans la direction de propagation)
0	Quasi stationnaire en surface	
1	Quasi stationnaire en altitude	
2	Chaud en surface	
3	Chaud en altitude	
4	Froid en surface	
5	Froid en altitude	
6	Occlusion	
7	Ligne d'instabilité	
8	Zone de convergence intertropicale	
9	Ligne de convergence	

5.2.3.2. — Symboles de fronts.

55 Le sommet du secteur chaud d'une perturbation encore non occluse se trouve au centre du minimum dépressionnaire ; lorsque la perturbation est occluse, le sommet du secteur chaud s'éloigne de celui-ci. Le point triple de l'occlusion se situe alors soit dans un thalweg prolongeant le minimum dépressionnaire, soit dans un autre minimum. Quant à l'occlusion, elle s'enroule autour du minimum.

61 On trace en noir les isobares décrites dans la troisième partie du message d'analyse, en mentionnant pour chacune d'elles leur cote en hPa.

67 Chacune des courbes tracées doit être souple, ne présentant des cassures plus ou moins accentuées qu'à son intersection avec un front (bien souvent ce point figure parmi ceux décrivant le front), et s'emboîter dans la courbe de cote supérieure.

73 On trace ensuite par interpolation les isobares manquantes de façon à disposer d'un réseau homogène de courbes cotées de 5 en 5 hPa (de 4 en 4 hPa lorsqu'on utilise des analyses anglo-saxonnes).

79 On s'aide, pour tracer ces lignes interpolées, des valeurs de pressions données dans la première section pour les principaux centres isobariques.

85 On n'oublie pas enfin de pointer sur la carte d'analyse, outre l'heure du réseau utilisé (donnée par $\mathbf{G_cG_c}$), l'observation propre du navire qui aura pu être effectuée à cette heure (tout au moins la pression, le vent, la tendance), ainsi que les observations des bâtiments qui auraient pu être interceptées. Ces éléments apporteront des compléments d'information précieux et permettront parfois de préciser la position et l'intensité des fronts qui risquent d'intéresser le bâtiment.

91 Il convient enfin de se méfier des erreurs qui peuvent affecter le chiffrement du message (erreur de chiffrement, erreur lors des manipulations radio, etc.). On s'en aperçoit généralement assez facilement.

01 **5.2.3.3. Exemple de tracé d'une carte d'analyse**.

07 On trouvera ci-dessous à titre d'exemple :

13 — le texte d'un message d'analyse IAC FLEET (tableau 5.2.3.3.A) ;

19 — une carte sur laquelle ne sont reportés que les seuls renseignements figurant dans ce message (fig. 5.2.3.3.B) ;

25 — l'aspect définitif de cette même carte après interpolation des isobares manquantes (fig. 5.2.3.3.C) ;

10001	33388	02006				
99900						
82189	06228					
81283	05810					
81379	05024	00725				
81005	32505	38000				
85323	03327					
99911						
66460	04132	04725	05122	70850		
66250	05122	04719	04316	04112	00835	
66440	04112	04304	34701	35003		
66210	35003	34501	04201			
66660	35003	35302	05805	06013		
66457	34315	34919	35218	35315		
66600	35315	35111	35009			
66250	35315	35417				
66450	35417	35622	35925			
66250	35925	35624	35424			
66657	35925	36325	36419	36715	36803	06805
66800	02403	32401	32405			
99922						
44015	04032	04225	04316	04412	04208	34000
	33802	33811				
44015	33712	33710	33504	33601		
	03204	03010	02712			
44020	07314	07318	07325	07335		
44010	04710	04402	34501	34707	34608	34306
	34308	34510	34413	34614	34811	34814
	34718	34921	36435			
44005	04733	04428	04618	05010	04804	34701
	34702	35106	35707	35402	36602	36605
	36215	35925	36426	37010	07002	06819
	06926	06835				
44000	36002	06511	06632			
44995	05935	05930	05728	05330	04725	04819
	0518	05421	05618	05310	05303	35401
	06003	06415	06335			
44990	06110	06114	06018	05715		
44990	04824	04920	05325	05128	04824	
44985	05508	05707	06014	05914	05508	
19191						

5.2.3.3.A. — Message d'analyse IAC FLEET.

31 L'interprétation sommaire de la situation générale et du temps rencontré par un navire faisant route de Brest vers l'Ouest, à partir de la carte ainsi tracée, est présentée au paragraphe 5.2.4.1.2.

01 **5.2.4. UTILISATION DES CARTES MÉTÉOROLOGIQUES.**

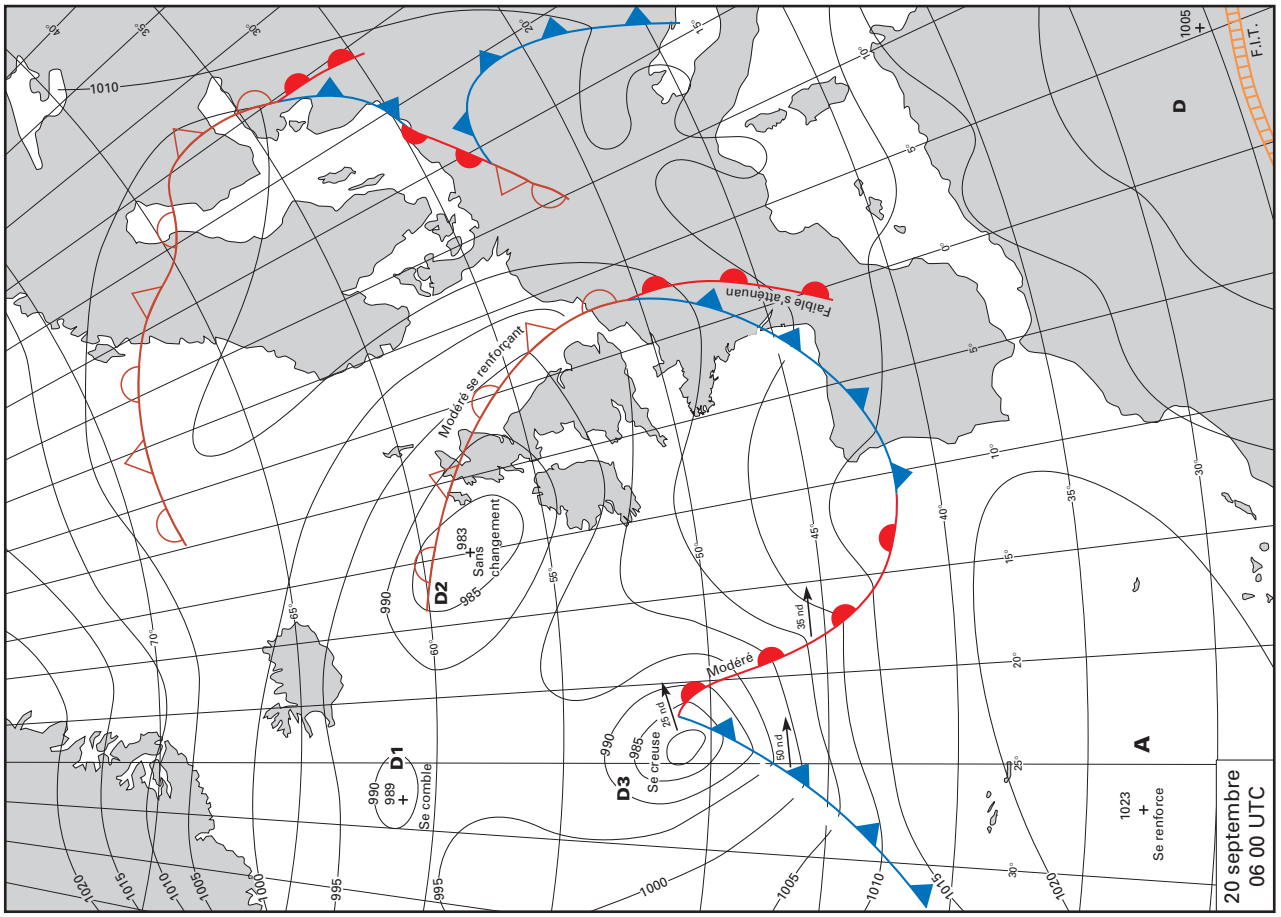
07 Les informations qui suivent sont des bases pour comprendre et interpréter sommairement une carte météorologique, et elles peuvent donc s'avérer utiles au navigateur. En effet, une bonne compréhension de la situation météorologique et une bonne information sur son évolution ultérieure, constituent des éléments essentiels pour la sécurité du navigateur. C'est en exploitant les prévisions météorologiques que le navigateur pourra éventuellement infléchir sa route afin de ménager son bâtiment et prendre les dispositions nécessaires à la sauvegarde des personnes à bord, du navire et de sa cargaison.

13 Rappel :

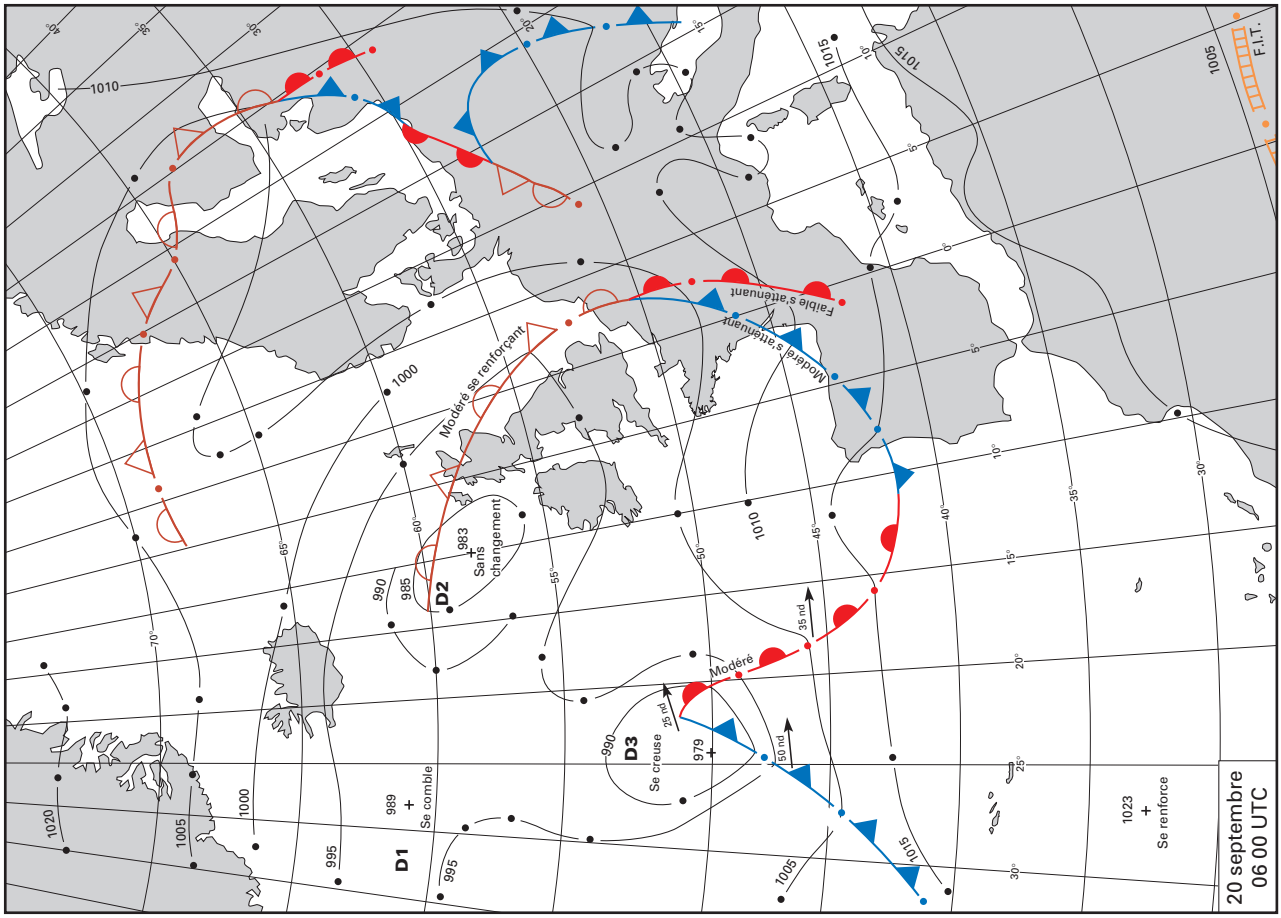
19 — les différents types de cartes qui font l'objet du présent paragraphe (analyse en surface, 500 hPa, prévision des isobares et des fronts, vents, houle, mer, glaces, etc.) ont été présentées au sous-chapitre 2.3 ;

25 — le symbolisme international utilisé pour la présentation des cartes est présenté au paragraphe 5.2.1.

31 Pour les cartes de glaces, se reporter au paragraphe 5.2.2.



5.2.3.3.C. — Aspect définitif de la carte d'analyse après interpolation.



5.2.3.3.B. — Tracé de la carte d'analyse d'après le message.

01 **5.2.4.1. Cartes en surface.**

07 On trouvera ci-après quelques règles pratiques (§ 5.2.4.1.1) pour utiliser une carte météorologique de surface (carte pointée d'observation, carte d'analyse, carte préiso). Ces règles simples concernent la déduction du vent, la rotation du vent au passage d'un front, les déplacement des fronts, la vitesse de déplacement d'une perturbation, les faits observés et pouvant être vérifiés sur la carte du temps présent, ...

13 L'interprétation sommaire d'une carte d'analyse est présentée au paragraphe 5.2.4.1.2.

01 **5.2.4.1.1. Rappel de quelques règles pratiques.**

04 **A) Déduction du vent**.
Remarque : la précision en direction et en vitesse des cartes de prévision de vents (champs de vents) est très largement supérieure à celle des règles présentées ci-dessous.

07 DIRECTION DU VENT (§ 1.1.4.2). — En mer, dans l'hémisphère Nord, le vent « rentre » vers les basses pressions d'une dépression et « sort » d'un anticyclone vers les basses pressions, avec un angle d'environ 15° avec les isobares. Aux latitudes inférieures à 20°, on doit utiliser les champs de vent.

10 En outre, des effets locaux (relief, détroits embouchures, grains, brise,...) peuvent modifier de manière importante le vent synoptique.

13 VITESSE DU VENT (§ 1.1.4.2). — Plus les isobares sont serrées, plus le vent est fort. L'abaque présentée au paragraphe 1.4.1.1 permet de calculer la vitesse du vent géostrophique, vitesse qu'il faut multiplier par 0,7 pour obtenir la vitesse du vent réel sur mer. On tient ensuite compte de la courbure des isobares et enfin du caractère stable ou instable de la masse d'air.

16 — **Correction de courbure des isobares.** La vitesse du vent réel est à minorer de 5 nœuds pour une courbure cyclonique importante, à majorer de 5 nœuds pour une courbure anticyclonique moyenne, et de 10 nœuds pour une courbure anticyclonique importante.

19 **— Correction de stabilité.** La vitesse du vent réel est à diminuer de 5 nœuds pour une masse d'air stable (air plus chaud que la mer, ou secteur chaud des dépressions), et à augmenter de 5 nœuds si l'air est instable (air plus froid que la mer, ou vent de Nord-Ouest à l'arrière des fronts froids) et même 10 nœuds si la différence de température air-mer est importante. Ainsi l'hiver sur la côte Atlantique, par vent d'Est, 15 nœuds à la côte donnent en général 25 nœuds au large.

22 **B) Variation des conditions météorologiques au passage d'un front.**
Les fronts représentent un changement de masse d'air associé à une convergence du vent en surface due à une variation rapide (en moins d'une heure) de sa direction ou de sa vitesse. Cette variation rapide du vent est représentée sur les cartes météorologiques par une cassure (changement de courbure) des isobares au passage des fronts (fig. 5.2.4.1.1.A et 5.2.4.1.1.B).

25 **C) Déplacement des perturbations, des fronts et des anticyclones.**

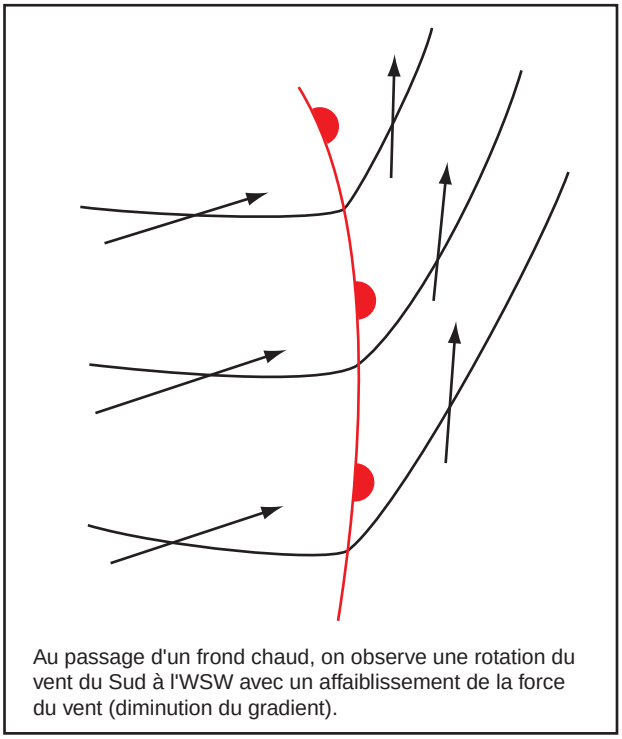
28 DÉPLACEMENT DES PERTURBATIONS AUX LATITUDES TEMPÉRÉES. — Lorsqu'elle est active, c'est à dire quand elle est jeune ou mature, une perturbation se déplace approximativement dans la direction des isobares du secteur chaud, dans le sens du vent et à une vitesse d'environ 0,8 fois la vitesse du vent dans ce secteur.

31 Une dépression en voie d'occlusion ralentit.

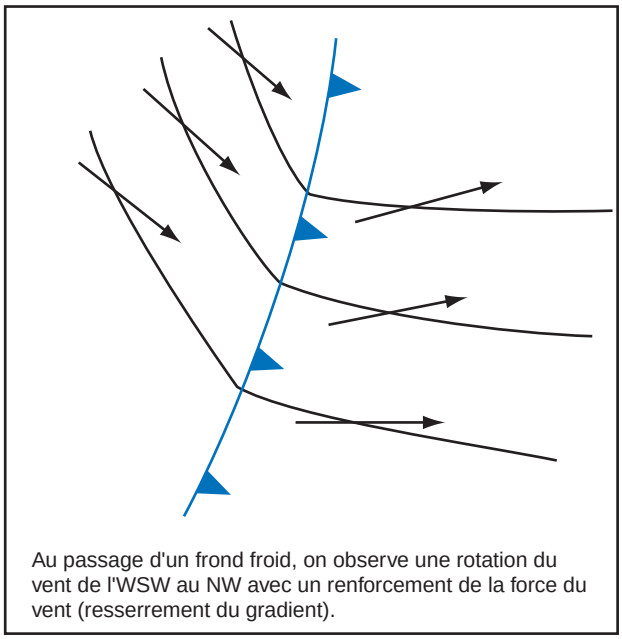
34 La direction et la vitesse de déplacement d'une dépression sont normalement indiquées sur les cartes d'analyse.

37 Une dépression et sa perturbation associée mettent en moyenne 3 à 5 jours pour traverser l'Atlantique Nord (mais les dépressions tempétueuses peuvent ne mettre que 24 heures)

40 DÉPLACEMENT DES FRONTS. Figures 1.1.6.4.A, 5.2.4.1.1.C et 5.2.4.1.1.D.

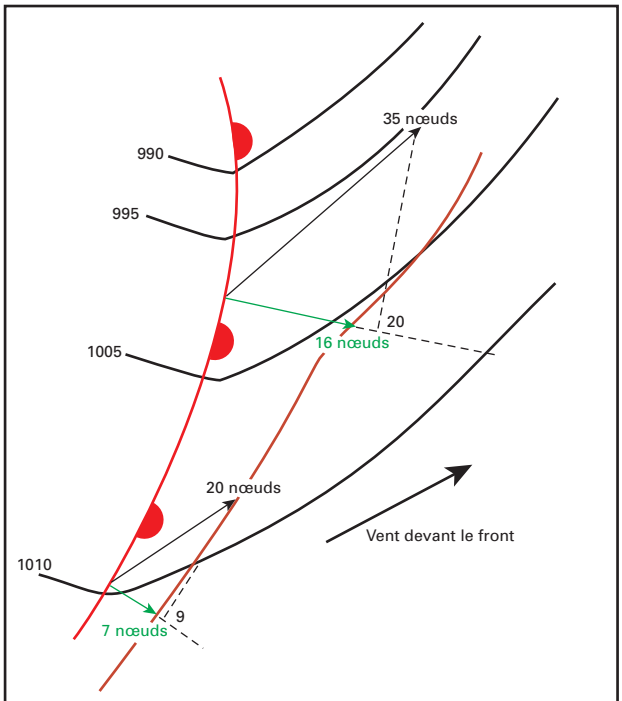


5.2.4.1.1.A. — Passage d'un frond chaud.



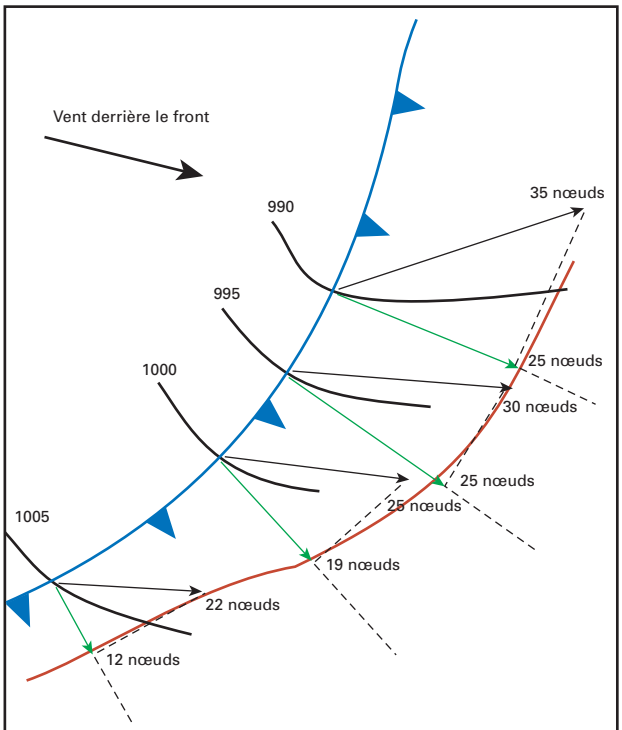
5.2.4.1.1.B. — Passage d'un frond froid.

43 Les **fronts chauds** se déplacent approximativement suivant la normale au front ; leur vitesse de déplacement sur mer est voisine de 0,8 fois la vitesse de la composante du vent perpendiculaire au front.



En vert, direction et vitesse de déplacement du front.
En orange, ligne estimée de déplacement du front.

5.2.4.1.1.C. — Déplacement d'un front chaud.



En vert, direction et vitesse de déplacement du front.
En orange, ligne estimée de déplacement du front.

5.2.4.1.1.D. — Déplacement d'un front froid.

46 Les **fronts froids** se déplacent suivant la perpendiculaire au front ; leur vitesse de déplacement est voisine de la vitesse de la composante du vent perpendiculaire au front.

49 Les fronts peuvent continuer de se déplacer même si la dépression devient stationnaire ou occluse, et en ce cas, ils tournent autour de la dépression. Un front qui devient parallèle aux isobares devient stationnaire et perd de son activité.

52 DÉPLACEMENT DES ANTICYCLONES. — Le déplacement des anticyclones subtropicaux, tels que celui des Açores, est difficile à prévoir à partir d'une carte d'observation en surface. En général ils s'affaiblissent à l'arrivée d'un front froid engendré par une dépression circulant au Nord et se rétablissent à l'arrière du front.

55 **D) Faits observés et pouvant être vérifiés sur la carte du temps présent.**

58 On peut facilement observer les faits suivants :

61 — l'effet du front froid est plus sensible que celui du front chaud (rotation du vent plus nette, changement de temps plus marqué) ;

64 — l'occlusion ne donne pas lieu à une rotation du vent marquée ;

67 — le secteur chaud de la perturbation (entre front chaud et front froid) a généralement les caractéristiques d'une masse d'air stable : vent régulier, visibilité mauvaise, ciel couvert, précipitations sous forme de pluie ou bruine plus ou moins continue (pas d'averses). Mais, en été notamment, on rencontre des secteurs chauds constitués d'une masse d'air intrinsèquement instable (masse d'air issue du Sahara ou de la péninsule Ibérique). Ces secteurs chauds sont le siège d'orages ;

70 — le front froid traduit le passage rapide d'une masse d'air stable (secteur chaud) à une masse d'air instable (secteur froid de la perturbation). Le vent devient irrégulıer en force et en directıon. Des éclaircies apparaissent, les nuages deviennent cumuliformes, la visibilité s'améliore. Les précipitations se présentent sous forme d'averses. C'est le temps à grains des marins ;

73 — un front froid étant toujours associé à un talweg (axe de basse pression), les observations présentent une tendance barometrique en baisse à l'avant du front, en hausse à l'arrière ;

76 — bien que le front froid traduise le passage d'une masse d'air chaud à une masse d'air froid, cela n'apparaît pas toujours nettement sur la température de l'air pointée sur les cartes. En effet, la température au sol varie aussi avec l'ensoleillement, et celui-ci est toujours plus important dans l'air froid que dans l'air chaud. La variation de température n'est en fait sensible que l'hiver ou la nuit, lorsque l'ensoleillement est faible ou inexistant ;

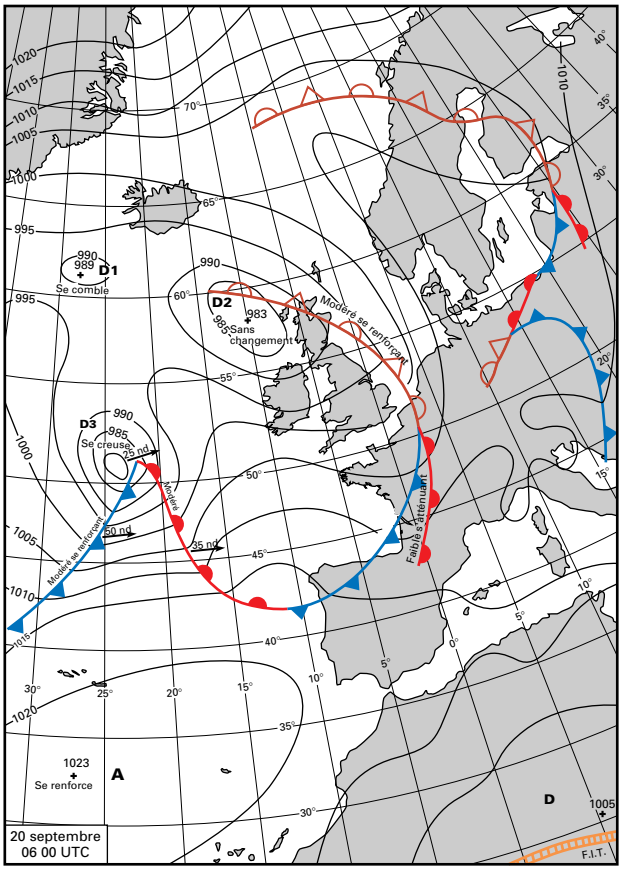
79 — en revanche, le passage du front froid entraîne une baisse de l'humidité, mise en évidence par la baisse de la température du point de rosée.

82 L'observation personnelle (baromètre, aspect du ciel, état de la mer, direction et force du vent) permet de comparer le temps local aux données d'ensemble, et peut permettre d'en déduire que l'on va vers une situation stationnaire, une aggravation ou une amélioration. Dans ces observations, le baromètre a un rôle essentiel d'alerte d'une aggravation locale dépassant les prévisions des bulletins et avis associés.

01 **5.2.4.1.2. Interprétation d'une carte.**

06 L'interprétation d'une carte d'analyse nécessite une grande expérience qui ne s'acquiert qu'à la suite d'une longue pratique. L'exemple présenté ici est celui de la carte d'analyse tracée à partir d'un message IAC FLEET (§ 5.2.3.3). À la suite de cette interprétation sommaire, on trouvera une description du temps rencontré par un navire faisant route de Brest vers l'Ouest à la vitesse de 20 nœuds.

11 La figure 5.2.4.1.2 présentée ici est la même que la figure 5.2.3.3.B, mais réduite.



5.2.4.1.2. — Carte d'analyse.

16 *a) Interprétation de la situation générale :*

21 La carte d'analyse (fig. 5.2.4.1.2) met en évidence la présence d'un courant de perturbations d'Ouest circulant le long de la face septentrionale de l'anticyclone des Açores (anticyclone centré par 33° N — 27° W) qui occupe une position très voisine de sa position normale à cette époque.

26 La dépression D1 en voie de comblement n'offre que peu d'intérêt.

31 La dépression D2 qui intéresse surtout la navigation en Mer du Nord accompagne une perturbation déjà fortement occluse. Elle ne se déplacera que lentement vers le NNE, freinée dans son mouvement par la présence des hautes pressions relatives sur le Sud de la Scandinavie.

36 La dépression D3 déjà profonde (979 hPa) [elle a déjà fait l'objet d'un avis de coup de vent], qui abordera l'Irlande tôt dans la matinée du 21, intéresse la zone des atterrages d'Europe. Des vents de 35 nœuds environ (force 8 Beaufort) se font sentir dans les secteurs méridionaux et occidentaux jusqu'à 450 M du centre environ.

41 L'air tropical qui alimente le secteur chaud de la perturbation D3 est sans doute devenu assez stable à la suite de son long trajet vers des latitudes de plus en plus septentrionales.

46 L'air froid antérieur situé à l'Ouest de la dorsale qui sépare les perturbations D2 et D3 sera lui aussi relativement stable (effet de divergence provoqué par la dorsale associé à un déplacement vers des régions plus froides et une inversion en altitude liée au front chaud de la perturbation D3), tandis que l'air froid qui, à l'Est de cette dorsale, alimente la dépression D2, sera plus instable.

51 La dépression D3 est alimentée en air froid par de l'air polaire direct devenu très instable à la suite de sa descente directe de la pointe Sud du Groenland. Le front froid lié à cette dépression et la "traîne" qui le suit seront sans doute très actifs.

56 *b) Temps rencontré par un navire partant de Brest :*

61 Le 20 septembre vers 10 heures UTC, route à l'Ouest à 20 nœuds.

66 À l'appareillage : vent d'Ouest d'environ 15 à 18 nœuds, bonne visibilité, ciel assez nuageux (5 à 6/8) par cumulus moyennement développés et stratocumulus, très faible risque d'averse, mer belle à peu agitée. Le baromètre est en hausse très faible puis reste stationnaire.

71 Après le passage de la dorsale, au début de l'après-midi, les vents se renforcent et s'orientent lentement et progressivement vers le SE. Le baromètre est en baisse. Les cirrus émissaires du front chaud commencent à apparaître dans les trous du stratocumulus en même temps que les cumulus s'aplatissent (instabilité limitée par l'inversion frontale devenant de plus en plus basse).

76 Dans le courant de l'après-midi, la baisse du baromètre s'accentue, le vent du SSE force jusque vers 30 nœuds, la mer devient plus dure, le ciel se couvre peu à peu d'une couche rapidement continue d'altostratus doublée de nuages bas de mauvais temps. La pluie commence à tomber.

81 Le passage du front chaud (vers 19 h) est marqué par une rotation des vents au Sud suivie d'une saute de vent au SW. La pluie ne diminue guère car l'occlusion de la perturbation s'effectue de façon très rapide. Le ciel reste couvert. La visibilité diminue jusque vers 5 M. La mer reste très agitée.

86 Le front froid est rencontré vers 20 heures. Son passage est caractérisé par une ligne de grains bien marquée avec saute de vent à l'Ouest puis au NW et renforcement passager du vent qui, dans les rafales, peut dépasser 40 nœuds, tandis que le baromètre monte franchement.

91 Le passage de gros cumulonimbus provoque de fortes averses au cours desquelles la visibilité est très réduite.

96 Une fois le front froid passé, après une assez belle éclaircie, le bâtiment reste jusqu'au lever du jour dans une zone de traîne et d'instabilité caractéristique avec un vent de NW de 35 nœuds soufflant par rafales, mer forte, ciel peuplé (5 à 6/8) de gros cumulus ou cumulonimbus dont les plus importants s'accompagnent d'averses.

01 **5.2.4.2. Cartes d'altitude.**

07 Destinées presque uniquement à l'usage des spécialistes prévisionnistes (§ 2.3.2.3.2), les cartes d'analyse en altitude décrivent la circulation de l'atmosphère à un niveau de pression donné. Une carte d'altitude représente, sous forme de courbes de niveau, l'altitude géopotentielle d'une surface isobare. Les cartes d'altitude les plus utilisées sont les cartes 500 hPa (voir figure 1.1.6.1.D).

13 La surface définie par les isolignes présente des zones de hauts géopotentiels (zones anticycloniques), liés à la présence d'air chaud, et des zones de bas géopotentiels (zones dépressionnaires), liés à la présence d'air froid.

19 Une carte d'altitude se lit et s'utilise comme une carte de pression au niveau de la mer. La direction du vent est parallèle aux isolignes et se déduit de la même façon qu'avec une carte de surface. Il n'y a pas de règle pour déduire la vitesse du vent, mais plus les isolignes sont serrées, plus le vent est fort.

25 La carte d'altitude 500 hPa permet de prévoir grossièrement l'évolution des phénomènes au sol et leur déplacement, notamment celui des centres d'action. Le déplacement des phénomènes est rapide lorsque les isolignes ont une faible courbure, stationnaire ou lent pour de fortes courbures.

01 **5.2.4.3. Champs de vents et cartes de mer et de houle.**

07 Les cartes (champs) de vents (§ 2.3.2.5), les cartes de vagues et les cartes de houle (§ 2.3.2.6) sont à utiliser conjointement avec les cartes de pression.

13 La précision en direction et en vitesse des vents prévus dans les champs de vents est très largement supérieure à celle calculée à l'aide d'abaques (§ 1.4.1.1). Néanmoins, un usage critique est toujours de mise. En matière de météorologie, il est bon de comparer en permanence ce que l'on observe sur place et ce qui est prévu.

01 # 5.3. L'ACTIVITÉ ET LES SERVICES MARINE DE MÉTÉO-FRANCE

01 ## 5.3.1. L'ACTIVITÉ MARINE DE MÉTÉO-FRANCE.

07 L'activité "marine" de Météo-France concerne à la fois le domaine atmosphérique et celui de la couche superficielle des océans. Elle comprend la prévision, mais aussi l'observation en mer, la collecte et l'archivage informatique des données, la climatologie, l'instrumentation, la recherche.

01 ### 5.3.1.1. La prévision marine.

07 Météo-France est responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité diffusée en mer.

13 À Toulouse, au sein du service de prévision marine, une vingtaine de personnes travaillent à temps plein, 24 heures sur 24, à la rédaction des bulletins large et grand large.
19 À Boulogne, le Havre, Brest, Bordeaux et Aix-en-Provence, les services de prévision rédigent les bulletins côte. De plus, tous les centres départementaux de la météorologie de bord de mer rédigent des bulletins rivage.
25 Outre-mer, chaque département ou territoire dispose d'une centre Météo-France qui élabore les bulletins grand large, large et côte correspondants.

31 Outre la rédaction des bulletins réguliers, les services de prévision assurent diverses assistances : bulletins spécialisés pour des opérations d'offshore, pour les besoins de la Marine nationale, pour des routages météorologiques en course au large, etc.

37 Par ailleurs, la Direction de la prévision (Toulouse) élabore et met à la disposition des usagers, par différents moyens (§ 5.3.2), différents documents :
43 — des cartes d'analyse fronts et isobares, tracées par les prévisionnistes, disponibles à 0 h, 6 h, 12 h et 18 h UTC ;
49 — des cartes de prévision fronts et isobares, tracées par les prévisionnistes pour les échéances 12, 24, 36, 48 et 72 heures ;
55 — des cartes de données numériques brutes (pression, vent, température de la mer, état de la mer, surcote ou décote du niveau de la mer, ...), issues directement des modèles de prévision et tracées automatiquement en aval de ces modèles.

01 ### 5.3.1.2. L'observation en mer.

07 Dans le cadre de l'OMM, Météo-France contribue au réseau mondial d'observation en mer de la Veille météorologique mondiale (§ 2.1.2.1).
13 — 70 navires, équipés de matériel météorologique et suivis par Météo-France, effectuent des observations météorologiques au cours de leurs navigations. Quatre d'entre eux, assurant régulièrement la traversée Le Havre/les Antilles, complètent les observations en surface par des mesures en altitude (radiosondage). Les navires de la Marine nationale participent également à cet effort d'observation en mer.
19 — Six bouées ancrées sont financées totalement ou partiellement par Météo-France. Elles sont situées comme suit : une au Sud-Ouest de l'Irlande, une dans le Golfe de Gascogne, une entre la Corse et le continent, une dans le golfe du Lion et deux au large des Antilles. Météo-France est également impliqué dans divers programmes de bouées dérivantes, notamment en Atlantique et dans l'océan Indien. Les bouées dérivantes mesurent moins de paramètres météorologiques que les bouées ancrées, mais sont beaucoup moins chères à mettre en œuvre (certaines peuvent être mises à l'eau par avion). En outre, leur suivi (par Argos) renseigne les océanographes sur les courants marins.
25 — Météo-France participe aux programmes européens de satellites météorologiques (Meteosat et le futur Metop) ou d'observation de la Terre (Jason, Envisat). Les satellites sont des outils irremplaçables pour assurer une veille météorologique continue des conditions météorologiques en mer.

01 ### 5.3.1.3. La climatologie.

07 Les données des navires, des bouées et des satellites sont échangées entre les services météorologiques du monde entier. Météo-France contribuant à l'effort de collecte et d'archivage de l'information, il a accès en retour à ces données pour mener différentes études à caractère climatologique.

01 ### 5.3.1.4. La recherche.

07 Par son "effet mémoire", l'océan exerce une influence prépondérante sur le climat. Les recherches menées sur l'évolution climatiques font donc appel à des "modèles couplés océan-atmosphère". Le développement de la partie océan de ces modèles nécessite des campagnes de mesures en mer menées conjointement par les laboratoires de recherche météorologique et océanographique, français et étrangers. En France, le CNRS, l'Ifremer, l'IRD (Institut de recherche pour le développement), le SHOM, le CNES et Météo-France collaborent pour réaliser ces recherches. Ces six organismes sont notamment associés pour la mise en œuvre opérationnelle de Mercator. Mercator est un modèle d'océan, couvrant l'Atlantique Nord, l'Atlantique tropical et la Méditerranée. Le modèle fournit une analyse et une prévision à 15 jours d'échéance pour les principaux paramètres océanographiques : courants, température, salinité, en surface et en profondeur. Le modèle est lancé une fois par semaine.

13 Les actions de recherche menées par Météo-France dans le domaine de la météorologie marine comprennent également :
19 — le développement des modèles de prévision des vagues ;
25 — le développement de modèles utilisés pour calculer des dérives de nappes de polluants ou de conteneurs perdus en mer. Dans le cadre du Système d'intervention d'urgence en cas de pollution de la mer (SIUPM) mis en place en 1994 par l'OMM, pour fournir une assistance météorologique aux opérations d'urgence en haute mer en cas de pollution de celle-ci, les océans et mers sont divisés en zones de responsabilité qui correspondent aux zones METAREA, et Météo-France est responsable de la zone II ;
31 — le développement de modèles de prévision de surcotes ;
37 — la mise au point des bouées dérivantes et de leurs capteurs.

01 ### 5.3.1.5. La formation.

07 L'École nationale de la météorologie organise des stages de formation à la météorologie maritime ouverts aux agents de Météo-France et au personnel des services météorologiques étrangers.
13 Au chapitre formation, il faut également mentionner l'existence de *Met Mar*, revue trimestrielle de Météo-France entièrement dédiée à la météorologie marine et à l'océanographie.

01 ## 5.3.2. LES SERVICES MARINE DE MÉTÉO-FRANCE.

07 Par ses services marine, Météo-France propose une gamme complète de produits, dont certains sont disponibles en ligne sur son site Web. Les services les plus importants sont sommairement présentés ci-après. On trouvera de plus amples détails dans le *Guide Marine* (§ 5.3.2.6) et sur le site www.meteo.fr.

01 **5.3.2.1. Navifax.**

07 Conçu par Météo-France pour répondre avec souplesse et à moindre coût aux besoins réguliers ou ponctuels des navigateurs, Navifax fonctionne sur le mode d'un serveur de télécopies accessible 24 heures sur 24 et est consultable sur abonnement.

13 Disponible sur simple appel avec un numéro unique accessible de France comme de l'étranger (05 61 07 85 55), Navifax met à la disposition du navigateur, en « libre service », l'ensemble des prévisions marines de Météo-France sous forme de bulletins ou de cartes, et permet donc au navigateur d'obtenir en fonction de ses besoins :

19 — les bulletins réguliers côtes, large, grand large et les avis de vents forts (BMS) ;

25 — les cartes détaillées de vent et de pression sur les zones de la Manche, du Golfe de Gascogne et de Méditerranée occidentale, et des compositions de cartes à diverses échéances ;

31 — les cartes de fronts et isobares (analyses et préisos) sur l'Atlantique Nord ;

37 — les cartes de vent, de pression, d'état de la mer et de température de surface de la mer sur l'Atlantique Nord, l'Europe occidentale et la Méditerranée.

01 **5.3.2.2. Navifax Direct.**

07 Navifax Direct est une version simplifiée de Navifax, fonctionnant sans abonnement ni paiement préalable. Il permet de recevoir un dossier de météo marine, 24 heures sur 24, directement sur son télécopieur. Navifax Direct délivre un seul dossier météo marine (bulletin et/ou carte) par appel. Il n'est pas accessible depuis l'étranger, ni via une installation numérique, ni depuis un téléphone mobile (GSM, Inmarsat-B, Mini-M).

13 Le catalogue Navifax Direct propose les cartes, bulletins à courte et moyenne échéance et les BMS sur différentes zones d'Europe occidentale (Manche et mer d'Iroise, Golfe de Gascogne, Méditerranée occidentale, large de l'Europe occidentale, Atlantique Nord sur la route Europe-Antilles) ainsi que les bulletins en anglais préparés pour le SMDSM.

01 **5.3.2.3. Bulletin marine personnalisé.**

07 Certaines navigations et activités en mer comme celles des plates-formes offshore ou des navires câbliers requièrent une plus grande finesse et précision d'assistance météo-océanique. C'est pourquoi Météo-France propose des bulletins marine personnalisés, disponibles au choix en français ou en anglais.

13 Il suffit de définir en accord avec Météo-France, la zone maritime, la route ou le port sur lesquels l'on désire bénéficier du Bulletin marine personnalisé, les échéances de prévisions allant jusqu'à 72 heures.

19 Chaque jour, un bulletin quotidien est spécialement rédigé à l'intention du client. Outre les différents paramètres météo-océaniques, le bulletin indique les éventuels dépassements de seuils. Sur demande et sur devis, un spécialiste chargé du suivi permanent de la navigation ou des travaux en mer ou portuaires peut être mis à disposition par Météo-France.

01 **5.3.2.4. Certificat d'intempérie.**

07 L'activité maritime, comme toute activité économique, peut souffrir d'aléas indépendants de la compétence des hommes, dont les conséquences financières peuvent être lourdes. Fourni a posteriori et sur demande, le Certificat d'intempérie est une attestation sur les conditions météorologiques marines, pour les besoins professionnels chargés de l'instruction des dossiers (assureurs, etc.).

01 **5.3.2.5. Navicap.**

07 Navicap est un produit de météo marine conçu pour être affiché dans les capitaineries, les ports de plaisance, les écoles de voile et les bases nautiques. Destiné aux plaisanciers confirmés ou occasionnels, Navicap leur permet de comprendre la situation météorologique, de juger de son évolution et de décider de prendre la mer.

13 Navicap regroupe sur deux pages (en couleur ou en noir et blanc) une carte météorologique sur l'Europe et le proche Atlantique, le bulletin côtier de sécurité, deux cartes de vent, un bulletin local rivage, les horaires des marées du jour avec la hauteur de marnage, le tout adapté à la zone du port abonné (5 zones : Corse, Golfe du Lion, Golfe de Gascogne, Bretagne, Manche et Mer du Nord).

01 **5.3.2.6. Les services Internet de Météo-France.**

07 L'adresse Internet www.meteo.fr permet d'accéder à l'ensemble des services Internet de Météo-France, de métropole et d'outre-mer. Le site comprend des produits gratuits et des produits payants.

13 Pour ce qui concerne les activités marine de Météo-France, l'adresse www.meteo.fr/marine permet d'accéder directement à la page d'accueil marine.

19 La partie gratuite comprend notamment :

25 — toute l'information du *Guide Marine*, régulièrement tenue à jour (www.meteo.fr/marine, puis " Guide marine "). Le *Guide Marine* de Météo-France concerne uniquement la métropole et présente tous les moyens de recevoir par radio et par moyens télématiques un bulletin de météo marine. Il est principalement destiné aux plaisanciers. La version papier du *Guide marine*, tirée chaque année à près de 300 000 exemplaires, est distribuée gratuitement ;

31 — tous les bulletins de sécurité en temps réel ;

37 — de très nombreuses cartes (cartes des fronts et isobares analysées toutes les 6 heures et prévues jusqu'à échéance de 24 heures, cartes des vents disponibles pour des prévisions jusqu'à 72 heures, cartes de hauteur et de direction des vagues de mer disponibles pour des prévisions jusqu'à 48 heures, cartes de hauteur disponibles pour des prévisions jusqu'à 48 heures) ;

43 — diverses informations didactiques (développements sur les tempêtes et les cyclones tropicaux, commentaires de situations météorologiques, etc.) ;

49 — diverses informations sur les produits et services de Météo-France ;

55 — une adresse pour poser des questions : **marine@meteo.fr**.

61 La partie payante permet de se procurer les bulletins à moyenne échéance (jusqu'à 7 jours) et les cartes isobares et fronts pour les échéances 36, 48 et 72 heures.

01 **5.3.2.7. Le service Navimail.**

07 Navimail est un service de fourniture sur demande d'information météorologique sous forme de données numériques (vent, pression, vagues, température de surface de la mer), de bulletins de sécurité et d'images satellite, via le courrier électronique (e-mail).

13 Navimail est accessible à tous ceux qui disposent d'un équipement de télécommunication supportant l'e-mail (ligne téléphonique, GSM, Globalstar, Iridium et tous standards Inmarsat).

19 A bord, l'affichage et le traitement des données (codées au format "Grib") s'effectuent sur micro-ordinateur à l'aide de logiciels fournis gratuitement par Météo-France (www.meteo.fr/marine/navimail). Associés à d'autres aides à la navigation (GPS, cartographie électronique...), ils permettent une utilisation interactive des informations météorologiques.

Deux systèmes de facturation sont disponibles pour utiliser Navimail.

Les clients possédant une adresse du type mon.bateau@inmarsat.francetelecom.fr ont accès directement au service, les données étant facturées sur leur facture télécom usuelle.

Tous les autres clients peuvent prendre un abonnement en points sur le site Internet de Météo-France (www.meteo.fr). Leur compte sera géré à la manière d'un porte-monnaie électronique.

5.3.2.8. Le Minitel.

Les adresses Minitel sont :

— 3615 METEO + mot-clé MER pour la métropole ;

— 3615 METEO + GUADELOUPE, GUYANE, MARTINIQUE, POLYNESIE, REUNION pour les Dom/Tom.

5.3.2.9. Les répondeurs téléphoniques.

Météo-France met en œuvre plusieurs répondeurs téléphoniques en métropole et dans les Dom/Tom.

Pour se procurer les numéros de ces répondeurs :

— pour la métropole, consulter le *Guide Marine* ou le site www.meteo.fr ;

— pour la Nouvelle Calédonie, consulter le site www.meteo.nc ou contacter le centre de Météo-France à Nouméa ;

— pour la Guadeloupe et la Martinique consulter le site www.meteo.gp ;

— pour les autres Dom/Tom, contacter les centres de Météo-France dans ces Dom/Tom.

01 # 5.4. ANNEXE D
UNITÉS ET FORMULES - TABLES MÉTÉOROLOGIQUES

01 **5.4.1. UNITÉS ET FORMULES.**

01 **5.4.1.1. Unités et symboles.**

06 Les principales unités du Système International sont : le kilogramme (kg), le mètre (m), la seconde (s), et le Kelvin (K).

11 Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde.
16 Le kilogramme est l'unité de masse ; il est égal à la masse du prototype international du kilogramme.
21 La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.
26 Le Kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau.

31 Nota : la valeur du mille marin (1852 m) correspond à la valeur moyenne obtenue, pour une latitude de 45°, de la minute de latitude sur l'ellipsoïde terrestre.

36 — Force : le Newton (N) [unité SI : $m.kg.s^{-2}$]

41 — Pression : le Pascal (Pa) [définition : $N.m^{-2}$, unité SI : $m^{-1}.kg.s^{-2}$]
46 En météorologie , on utilise l'hectopascal (hPa) avec 1 hPa = 1 millibar.

51 — Température : le Kelvin (K) et le degré Celsius (C).
56 Pour mémoire : degré Farenheit (F).

61 — Distance (système métrique) : km, m, cm, mm
66 Pour mémoire : 1 pouce (inch) = 2,54 cm.

71 — Vitesses : le nœud (1852 m/h), le m/s et le km/h
76 1 m/s vaut environ 2 nœuds.

01 **5.4.1.2. Formules.**

07 — Variation verticale de la pression :
13 0,13 hPa par mètre (environ 1 hPa pour 8 m) dans les basses couches de l'atmosphère.

19 — Conversion des lectures barométriques de millimètres de mercure (Hg) en hectopascals, et conversion en hectopascals des tendances exprimées en millimètres de mercure (pour les navires disposant de diagrammes de baromètres enregistreurs gradués en millimètres de mercure) :
25 760 mm de Hg = 1013,254 hPa (valeur moyenne de la pression au niveau de la mer)
31 1 mm de Hg = 1013,254 /760 hPa = 1,333224 hPa

37 — Conversion des pouces (inches) de mercure en hectopascals et en millimètres de mercure, et inversement :
43 1 pouce de Hg = 33,8639 hPa
49 1 pouce de Hg = 25,4 mm de Hg
55 1 hPa = 0,029530 pouce de Hg
61 1 mm de Hg = 0,03937008 pouce de Hg
67 29,9213 pouces de Hg = 760 mm de Hg = 1013,25 hPa

73 — Conversion des degrés Farenheit (F) en degrés Celsius (C) :
79 C = 5/9 (F - 32)

01 **5.4.2. TABLES MÉTÉOROLOGIQUES.**

01 **5.4.2.1. Table de conversion des lectures barométriques de millimètres de mercure (Hg) en hectopascals.**

07 Voir le tableau 5.4.2.1.

01 **5.4.2.2. Tables pour déterminer le point de rosée.**

07 Le point de rosée peut être déterminé avec précision à l'aide des tables psychrométriques (à ventilation forcée) ou d'une manière approximative par la table de tension maxima de la vapeur d'eau.

01 **5.4.2.2.1. Tables psychrométriques (à ventilation forcée).**
07 Les tables psychrométriques (tableau 5.4.2.2.1) permettent de déterminer le point de rosée t_d et l'humidité relative U connaissant la température du thermomètre mouillé t' et la différence t – t' des températures des thermomètres sec et mouillé (° C).
13 Le point de rosée est donné en dixièmes de degré Celsius, les températures au-dessous du trait noir sont négatives.
19 L'humidité relative est donnée en pour-cent.

01 **5.4.2.2.2. Table de tension maxima de la vapeur d'eau (F).**
07 Si l'on ne dispose pas d'un psychromètre, mais seulement d'un hygromètre, la table présentée au tableau 5.4.2.2.2 permet de déterminer approximativement le point de rosée.
13 Ayant mesuré l'humidité relative U sur l'hygromètre, puis ayant déterminé la valeur de F (tension maximale de vapeur d'eau correspondant à la température actuelle t) à partir de la température t et de la table 5.4.2.2.2, la formule U = f / F permet de calculer f (tension actuelle de vapeur d'eau dans l'air).
19 Le point de rosée est la température à laquelle f devient maximale. Il suffit d'entrer à nouveau dans la table comme si f était la tension maximale et de lire la température correspondante.

25 **Exemple :**
31 La température de l'air est de 16,6° C et l'hygromètre indique une humidité relative de 71 %. Dans la table 5.4.2.2.2, la tension maximale pour 16,6° C est F = 18,9 hPa (en grisé dans la table).
37 On a donc : U = 100 f / F, soit 71 = f / 18,9 ce qui donne f = 13,4 hPa.
43 En entrant dans la table avec une tension de 13,4 hPa (en grisé dans la table), on trouve une température du point de rosée de 11,3° C.

01 **5.4.2.3. Table de conversion des degrés Farenheit en degrés Celsius.**

07 Voir le tableau 5.4.2.3.

mm de Hg	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Hectopascals									
710	946,6	946,7	946,9	947,0	947,1	947,3	947,4	947,5	947,7	947,8
711	947,9	948,1	948,2	948,3	948,5	948,6	948,7	948,9	949,0	949,1
712	949,2	949,4	949,5	949,6	949,8	949,9	950,0	950,2	950,3	950,4
713	950,6	950,7	950,9	951,0	951,1	951,3	951,4	951,5	951,7	951,8
714	951,9	952,1	952,2	952,3	952,5	952,6	952,7	952,9	953,0	953,1
715	953,2	953,4	953,5	953,6	953,8	953,9	954,0	954,2	954,3	954,4
716	954,6	954,7	954,9	955,0	955,1	955,3	955,4	955,5	955,7	955,8
717	955 9	956,1	956,2	956,3	956,5	956,6	956,7	956,9	957,0	957,1
718	957,2	957,4	957,5	957,6	957,8	957,9	958,0	958,2	958,3	958,4
719	958,6	958,7	958,9	959,0	959,1	959,3	959,4	959,5	959,7	959,8
720	959,9	960,1	960,2	960,3	960,5	960,6	960,7	960,9	961,1	961,1
721	961,2	961,4	961,5	961,6	961,8	961,9	962,0	962,2	962,3	962,4
722	962,6	962,7	962,9	963,0	963,1	963,3	963,4	963,5	963,7	963,8
723	963,9	964,1	964,2	964,3	964,5	964,6	964,7	964,9	965,0	965,1
724	965,2	965,4	965,5	965,6	965,8	965,9	966,0	966,2	966,3	966,4
725	966,6	966,7	966,9	967,0	967,1	967,3	967,4	967,5	967,7	967,8
726	967,9	968,1	968,2	968,3	968,5	968,6	968,7	968,9	969,0	969,1
727	969,2	969,4	969,5	969,6	969,8	969,9	970,0	970,2	970,3	970,4
728	970,6	970,7	970,9	971,0	971,1	971,3	971,4	971,5	971,7	971,8
729	971,9	972,1	972,2	972,3	972,5	972,6	972,7	972,9	973,0	973,1
730	973,2	973,4	973,5	973,6	973,8	973,9	974,0	974,2	974,3	974,4
731	974,6	974,7	974,9	975,0	975,1	975,3	975,4	975,5	975,7	975,8
732	975,9	976,1	976,2	976,3	976,5	976,6	976,7	976,9	977,0	977,1
733	977,2	977,4	977,5	977,6	977,8	977,9	978,0	978,2	978,3	978,4
734	978,6	978,7	978,9	979,0	979,1	979,3	979,4	979,5	979,7	979,8
735	979,9	980,1	980,2	980,3	980,5	980,6	980,7	980,9	981,0	981,1
736	981,2	981,4	981,5	981,6	981,8	981,9	982,0	982,2	982,3	982,4
737	982,6	982,7	982,9	983,0	983,1	983,3	983,4	983,5	983,7	983,8
738	983,9	984,1	984,2	984,3	984,5	984,6	984,7	984,9	985,0	985,1
739	985,2	985,4	985,5	985,6	985,8	985,9	986,0	986,2	986,3	986,4
740	986,6	986,7	986,9	987,0	987,1	987,3	987,4	987,5	987,7	987,8
741	987,9	988,1	988,2	988,3	988,5	988,6	988,7	988,9	989,0	989,1
742	989,2	989,4	989,5	989,6	989,8	989,9	990,0	990,2	990,3	990,4
743	990,6	990,7	990,9	991,0	991,1	991,3	991,4	991,5	991,7	991,8
744	991,9	992,1	992,2	992,3	992,5	992,6	992,7	992,9	993,0	993,1
745	993,2	993,4	993,5	993,6	993,8	993,9	994,0	994,2	994,3	994,4
746	994,6	994,7	994,9	995,0	995,1	995,3	995,4	995,5	995,7	995,8
747	995,9	996,1	996,2	996,3	996,5	996,6	996,7	996,9	997,0	997,1
748	997,2	997,4	997,5	997,6	997,8	997,9	998,0	998,2	998,3	998,4
749	998,6	998,7	998,9	999,0	999,1	999,3	999,4	999,5	999,7	999,8

mm de Hg	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Hectopascals									
750	999,9	1000,1	1000,2	1000,3	1000,5	1000,6	1000,7	1000,9	1001,0	1001,1
751	1001,2	1001,4	1001,5	1001,6	1001,8	1001,9	1002,0	1002,2	1002,3	1002,4
752	1002,6	1002,7	1002,9	1003,0	1003,1	1003,3	1003,4	1003,5	1003,7	1003,8
753	1003,9	1004,1	1004,2	1004,3	1004,5	1004,6	1004,7	1004,9	1005,0	1005,1
754	1005,2	1005,4	1005,5	1005,6	1005,8	1005,9	1006,0	1006,2	1006,3	1006,4
755	1006,6	1006,7	1006,9	1007,0	1007,1	1007,3	1007,4	1007,5	1007,7	1007,8
756	1007,9	1008,1	1008,2	1008,3	1008,5	1008,6	1008,7	1008,9	1009,0	1009,1
757	1009,2	1009,4	1009,5	1009,6	1009,8	1009,9	1010,0	1010,2	1010,3	1010,4
758	1010,6	1010,7	1010,9	1011,0	1011,1	1011,3	1011,4	1011,5	1011,7	1011,8
759	1011,9	1012,1	1012,2	1012,3	1012,5	1012,6	1012,7	1012,9	1013,0	1013,1
760	1013,2	1013,4	1013,5	1013,6	1013,8	1013,9	1014,0	1014,2	1014,3	1014,4
761	1014,6	1014,7	1014,9	1015,0	1015,1	1015,3	1015,4	1015,5	1015,7	1015,8
762	1015,9	1016,1	1016,2	1016,3	1016,5	1016,6	1016,7	1016,9	1017,0	1017,1
763	1017,2	1017,4	1017,5	1017,6	1017,8	1017,9	1018,0	1018,2	1018,3	1018,4
764	1018,6	1018,7	1018,9	1019,0	1019,1	1019,3	1019,4	1019,5	1019,7	1019,8
765	1019,9	1020,1	1020,2	1020,3	1020,5	1020,6	1020,7	1020,9	1021,0	1021,1
766	1021,2	1021,4	1021,5	1021,6	1021,8	1021,9	1022,0	1022,2	1022,3	1022,4
767	1022,6	1022,7	1022,9	1023,0	1023,1	1023,3	1023,4	1023,5	1023,7	1023,8
768	1023,9	1024,1	1024,2	1024,3	1024,5	1024,6	1024,7	1024,9	1025,0	1025,1
769	1025,2	1025,4	1025,5	1025,6	1025,8	1025,9	1026,0	1026,2	1026,3	1026,4
770	1026,6	1026,7	1026,9	1027,0	1027,1	1027,3	1027,4	1027,5	1027,7	1027,8
771	1027,9	1028,1	1028,2	1028,3	1028,5	1028,6	1028,7	1028,9	1029,0	1029,1
772	1029,2	1029,4	1029,5	1029,6	1029,8	1029,9	1030,0	1030,2	1030,3	1030,4
773	1030,6	1030,7	1030,9	1031,0	1031,1	1031,3	1031,4	1031,5	1031,7	1031,8
774	1031,9	1032,1	1032,2	1032,3	1032,5	1032,6	1032,7	1032,9	1033,0	1033,1
775	1033,2	1033,4	1033,5	1033,6	1033,8	1033,9	1034,0	1034,2	1034,3	1034,4
776	1034,6	1034,7	1034,9	1035,0	1035,1	1035,3	1035,4	1035,5	1035,7	1035,8
777	1035,9	1036,1	1036,2	1036,3	1036,5	1036,6	1036,7	1036,9	1037,0	1037,1
778	1037,2	1037,4	1037,5	1037,5	1037,6	1037,9	1038,0	1038,2	1038,3	1038,4
779	1038,6	1038,7	1038,8	1039,0	1039,1	1039,3	1039,4	1039,5	1039,7	1039,8
780	1039,9	1040,1	1040,2	1040,3	1040,5	1040,6	1040,7	1040,9	1041,0	1041,1
781	1041,2	1041,4	1041,5	1041,6	1041,8	1041,9	1042,0	1042,2	1042,3	1042,4
782	1042,6	1042,7	1042,9	1043,0	1043,1	1043,3	1043,4	1043,5	1043,7	1043,8
783	1043,9	1044,1	1044,2	1044,3	1044,5	1044,6	1044,7	1044,9	1045,0	1045,1
784	1045,2	1045,4	1045,5	1045,6	1045,8	1045,9	1046,0	1046,2	1046,3	1046,4
785	1046,6	1046,7	1046,9	1047,0	1047,1	1047,3	1047,4	1047,5	1047,7	1047,8
786	1047,9	1048,1	1048,2	1048,3	1048,5	1048,6	1048,7	1048,9	1049,0	1049,1
787	1049,2	1049,4	1049,5	1049,6	1049,8	1049,9	1050,0	1050,2	1050,3	1050,4
788	1050,6	1050,7	1050,9	1051,0	1051,1	1051,3	1051,4	1051,5	1051,7	1051,8
789	1051,9	1052,1	1052,2	1052,3	1052,5	1052,6	1052,7	1052,9	1053,0	1053,1

5.4.2.1. — Table de conversion des lectures barométriques de millimètres (mm) de Hg en hectopascals.

Tableau 5.4.2.2.1 (Tables psychrométriques, à ventilation forcée).

t-t' / t'	0,0		0,2		0,4		0,6		0,8		1,0		1,2		1,4		1,6		1,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	400	100	400	99	399	98	399	96	399	95	398	94	398	93	398	92	397	91	397	89	40
39	390	100	390	99	389	98	389	96	389	95	388	94	388	93	388	92	387	90	387	89	39
38	380	100	380	99	379	97	379	96	379	95	378	94	378	93	377	91	377	90	377	89	38
37	370	100	370	99	369	97	369	96	368	95	368	94	368	93	367	91	367	90	367	89	37
36	360	100	360	99	359	97	359	96	358	95	358	94	358	92	357	91	357	90	356	89	36
35	350	100	350	99	349	97	349	96	348	95	348	93	347	92	347	91	347	90	346	89	35
34	340	100	340	99	339	97	339	96	338	95	338	93	337	92	337	91	336	90	336	89	34
33	330	100	330	99	329	97	329	96	328	95	328	93	327	92	327	91	326	90	326	88	33
32	320	100	320	99	319	97	319	96	318	95	318	93	317	92	317	91	316	89	316	88	32
31	310	100	309	99	309	97	308	96	308	94	307	93	307	92	306	91	306	89	305	88	31
30	300	100	299	99	299	97	298	96	298	94	297	93	297	92	296	90	296	89	295	88	30
29	290	100	289	99	289	97	288	96	288	94	287	93	287	92	286	90	285	89	285	88	29
28	280	100	279	98	279	97	278	96	278	94	277	93	276	91	276	90	275	89	275	87	28
27	270	100	269	98	269	97	268	95	267	94	267	93	266	91	266	90	265	88	264	87	27
26	260	100	259	98	259	97	258	95	257	94	257	92	256	91	255	90	255	88	254	87	26
25	250	100	249	98	249	97	248	95	247	94	247	92	246	91	245	89	244	88	244	87	25
24	240	100	239	98	239	97	238	95	237	94	236	92	236	91	235	89	234	88	233	86	24
23	230	100	229	98	228	97	228	95	227	94	226	92	225	90	225	89	224	87	223	86	23
22	220	100	219	98	218	97	218	95	217	93	216	92	215	90	214	89	213	87	213	86	22
21	210	100	209	98	208	97	208	95	207	93	206	92	205	90	204	88	203	87	202	85	21
20	200	100	199	98	198	96	197	95	196	93	195	91	195	90	194	88	193	87	192	85	20
19	190	100	189	98	188	96	187	95	186	93	185	91	184	90	183	88	182	86	181	85	19
18	180	100	179	98	178	96	177	94	176	93	175	91	174	89	173	88	172	86	171	84	18
17	170	100	169	98	168	96	167	94	166	93	165	91	164	89	162	87	161	86	160	84	17
16	160	100	159	98	158	96	157	94	155	92	154	90	153	89	152	87	151	85	150	83	16
15	150	100	149	98	148	96	146	94	145	92	144	90	143	88	142	87	140	85	139	83	15
14	140	100	139	98	136	96	136	94	135	92	134	90	132	88	131	86	130	84	128	83	14
13	130	100	129	98	127	96	126	94	125	92	123	90	122	88	120	86	119	84	118	82	13
12	120	100	119	98	117	96	116	93	114	91	113	89	111	87	110	85	108	83	107	81	12
11	110	100	109	98	107	95	105	93	104	91	102	89	101	87	099	85	097	83	096	81	11
10	100	100	098	98	097	95	095	93	094	91	092	89	090	86	089	84	087	82	085	80	10
9	090	100	088	98	087	95	085	93	083	90	081	88	080	86	078	84	076	82	074	80	9
8	080	100	078	97	076	95	075	93	073	90	071	88	069	85	067	83	065	81	063	79	8
7	070	100	068	97	066	95	064	92	062	90	060	87	058	85	056	83	054	80	052	78	7
6	060	100	058	97	056	95	054	92	052	89	050	87	047	84	045	82	043	80	041	77	6
5	050	100	048	97	046	95	043	92	041	89	039	86	037	84	034	81	032	79	030	76	5
4	040	100	038	97	035	94	033	91	031	88	028	86	026	83	023	81	021	78	018	75	4
3	030	100	028	97	025	94	023	91	020	88	017	85	015	82	012	80	009	77	007	74	3
2	020	100	018	97	015	94	012	91	009	87	007	85	004	82	001	79	002	76	005	73	2
1	010	100	007	97	004	93	002	90	001	87	004	84	007	81	011	78	014	75	017	72	1
0	000	100	003	96	006	93	009	90	012	86	015	83	018	80	022	77	025	74	029	71	0
- 1	010	100	013	96	017	93	020	89	023	86	026	82	030	79	034	76	037	73	041	70	- 1
- 2	020	100	023	96	027	92	030	89	034	85	038	81	041	78	045	75	049	71	053	68	- 2
- 3	030	100	034	96	037	92	041	88	045	84	049	81	053	77	057	73	062	70	066	67	- 3
- 4	040	100	044	96	048	91	052	87	056	83	060	80	065	76	069	72	074	68	079	65	- 4
- 5	050	100	054	95	058	91	063	87	067	83	072	78	077	74	082	71	087	67	092	63	- 5
- 6	060	100	064	95	069	91	074	86	079	82	084	77	089	73	094	68	100	65	106	61	- 6
- 7	070	100	075	95	080	90	085	85	090	81	095	76	101	72	107	67	113	63	120	59	- 7
- 8	080	100	085	95	090	89	096	84	102	79	107	75	114	70	120	65	127	61	134	57	- 8
- 9	090	100	095	94	101	89	107	83	113	78	120	73	126	68	134	63	141	59	149	54	- 9
-10	100	100	106	94	112	88	118	82	135	77	132	71	140	66	147	61	156	56	165	51	- 10

t-t' / t'	2,0		2,2		2,4		2,6		2,8		3,0		3,2		3,4		3,6		3,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	397	88	396	87	396	86	396	85	395	84	395	83	395	82	394	81	394	80	394	79	40
39	387	88	386	87	386	86	385	85	385	84	385	83	384	82	384	81	384	80	383	79	39
38	376	88	376	87	376	86	375	85	375	84	374	83	374	82	374	81	373	80	373	79	38
37	366	88	366	87	365	86	365	85	365	83	364	82	364	81	363	80	363	79	363	78	37
36	356	88	356	87	355	85	355	84	354	83	354	82	354	81	353	80	353	79	352	78	36
35	346	88	345	86	345	85	344	84	344	83	344	82	343	81	343	80	342	79	342	78	35
34	336	87	335	86	335	85	334	84	334	83	333	82	333	81	332	79	332	79	331	78	34
33	325	87	325	86	324	85	324	84	323	82	323	81	322	80	322	79	322	78	321	77	33
32	315	87	315	86	314	85	314	83	313	82	313	81	312	80	312	79	311	78	311	77	32
31	305	87	304	85	304	84	303	83	303	82	302	81	302	80	301	79	301	77	300	76	31
30	295	86	294	85	293	84	293	83	292	82	292	80	291	80	291	78	290	77	290	76	30
29	284	86	284	85	283	84	283	83	282	81	281	80	281	79	280	78	280	77	279	76	29
28	274	86	273	85	273	83	272	82	272	81	271	80	270	79	270	77	269	76	268	75	28
27	264	86	263	84	262	83	262	82	261	81	260	79	260	78	259	77	258	76	258	75	27
26	253	85	253	84	252	83	251	82	251	80	250	79	249	78	249	77	248	75	247	74	26
25	243	85	242	84	242	83	241	81	240	80	239	79	239	77	238	76	237	75	236	74	25
24	233	85	232	84	231	82	230	81	230	80	229	78	228	77	227	76	226	74	226	73	24
23	222	85	221	83	221	82	220	80	219	79	218	78	217	76	217	75	216	74	215	73	23
22	212	84	211	83	210	81	209	80	208	79	207	77	207	76	206	75	205	73	204	72	22
21	201	84	200	82	200	81	199	80	198	78	197	77	196	75	195	74	194	73	193	72	21
20	191	84	190	82	189	81	188	79	187	78	186	76	185	75	184	74	183	72	182	71	20
19	180	83	179	82	178	80	177	78	176	77	175	76	174	74	173	73	172	72	171	70	19
18	170	83	169	81	168	80	166	78	165	77	164	75	163	74	162	72	161	71	170	70	18
17	159	83	158	81	157	79	156	78	155	76	153	75	152	73	150	72	151	70	149	69	17
16	148	82	147	80	146	79	145	77	144	75	142	74	141	72	140	71	139	69	137	68	16
15	138	81	136	80	135	78	134	76	133	75	131	73	130	72	129	70	127	69	126	67	15
14	127	81	126	79	124	77	123	76	122	74	120	72	119	71	117	69	116	68	114	66	14
13	116	80	115	78	113	77	112	75	110	73	109	72	107	70	106	68	104	67	103	65	13
12	015	80	104	78	102	76	101	74	099	72	097	71	096	69	094	67	093	66	091	64	12
11	094	79	093	77	091	75	089	73	088	72	086	70	084	68	083	67	081	65	079	63	11
10	083	78	082	76	080	74	078	73	076	71	074	69	073	67	071	65	069	64	067	62	10
9	072	78	070	76	069	74	067	72	065	70	063	68	061	66	059	64	057	63	055	61	9
8	061	77	059	75	057	73	055	71	053	69	051	67	049	65	047	63	044	61	042	60	8
7	050	76	048	74	046	72	043	70	041	68	039	66	037	64	034	62	032	60	029	58	7
6	039	75	036	73	034	71	032	69	029	66	027	64	024	62	022	61	019	59	016	57	6
5	027	74	025	72	022	70	019	67	017	65	014	63	012	61	009	59	006	57	003	55	5
4	015	73	013	71	010	68	007	66	004	64	002	62	001	60	004	58	007	55	100	54	4
3	004	72	001	70	002	67	005	65	008	62	011	60	014	58	018	56	021	54	024	52	3
2	008	71	011	68	014	66	018	63	021	61	024	58	028	56	031	54	035	52	039	50	2
1	020	70	024	67	027	64	031	62	034	59	038	57	042	54	046	52	050	50	054	48	1
0	032	68	036	65	040	63	044	60	048	57	052	55	056	52	060	50	065	48	069	45	0
- 1	045	67	049	64	053	61	057	58	062	55	066	53	070	50	075	48	080	45	085	43	- 1
- 2	058	65	062	62	067	59	071	56	076	53	081	51	086	48	091	45	097	43	103	40	- 2
- 3	071	63	075	10	080	57	085	54	091	51	096	48	102	45	108	43	114	40	121	38	- 3
- 4	084	62	089	58	095	55	100	52	106	49	112	46	119	43	126	40	133	37	140	34	- 4
- 5	098	60	103	56	110	53	116	49	122	46	129	43	137	40	144	37	152	34	161	31	- 5
- 6	112	57	118	54	125	50	132	47	139	43	147	40	156	37	164	34	174	31	184	28	- 6
- 7	126	55	134	51	141	47	149	44	157	40	166	37	176	33	187	30	198	27	210	24	- 7
- 8	142	52	150	48	158	44	167	41	177	37	187	33	199	30	211	26	225	23	241	20	- 8
- 9	157	50	166	45	176	41	187	36	198	33	210	29	224	26	239	22	257	19	278	15	- 9
- 10	174	47	I84	42	196	38	208	33	221	29	236	25	253	21	273	17	297	14	327	10	-10

t-t' / t'	4,0		4,2		4,4		4,6		4,8		5,0		5,2		5,4		5,6		5,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	393	78	393	77	393	76	392	75	392	74	392	74	391	73	391	72	391	71	390	70	40
39	383	78	383	77	382	76	382	75	382	74	381	73	381	72	380	71	380	71	380	70	39
38	373	78	372	77	372	76	371	75	371	74	371	73	370	72	370	71	370	70	369	69	38
37	362	77	362	76	361	75	361	74	361	73	360	73	360	72	359	71	359	70	359	69	37
36	352	77	351	76	351	75	351	74	350	73	350	72	349	71	349	70	349	69	348	69	36
35	341	77	341	76	341	75	340	74	340	73	339	72	339	71	338	70	338	69	338	68	35
34	331	76	331	75	330	74	330	73	329	72	329	71	328	70	328	70	327	69	327	68	34
33	321	76	320	75	320	74	319	73	319	72	318	71	318	70	317	69	317	68	316	67	33
32	310	76	310	75	309	74	309	73	308	72	308	71	307	70	307	69	306	68	305	67	32
31	300	75	299	74	299	73	298	72	297	71	297	70	296	69	296	68	295	67	295	66	31
30	289	75	288	74	288	73	287	72	287	71	286	70	286	69	285	68	284	67	284	66	30
29	278	74	278	73	277	72	277	71	276	70	275	69	275	68	274	67	274	66	273	65	29
28	268	74	267	73	267	72	266	71	265	70	265	69	264	68	263	67	263	66	262	65	28
27	257	74	256	72	256	71	255	70	254	69	254	68	253	67	252	66	252	65	251	64	27
26	246	73	246	72	245	71	244	70	244	69	243	68	242	67	241	66	241	65	240	64	26
25	236	73	235	71	234	70	233	69	233	68	232	67	231	66	230	65	230	64	229	63	25
24	225	72	224	71	223	70	223	69	222	67	221	66	220	65	219	64	219	63	218	62	24
23	214	71	213	70	212	69	212	68	211	67	210	66	209	65	208	64	207	62	206	61	23
22	203	71	202	70	201	69	200	67	200	66	199	65	198	64	197	63	196	62	195	61	22
21	192	70	191	69	190	69	189	67	188	65	187	64	186	63	185	62	184	61	184	60	21
20	181	70	180	68	179	67	178	66	177	65	176	64	175	62	174	61	173	60	172	59	20
19	170	69	169	68	168	66	167	65	166	64	165	63	164	62	162	60	161	59	160	58	19
18	159	68	158	67	157	66	155	64	154	63	153	62	152	61	151	60	150	58	148	57	18
17	147	67	146	66	145	65	144	63	143	62	141	61	140	60	139	59	138	57	136	56	17
16	136	67	135	65	133	64	132	63	131	61	130	60	128	59	127	58	125	56	124	55	16
15	125	66	123	64	122	63	120	62	119	60	118	59	116	58	115	56	113	55	112	54	15
14	113	65	111	63	110	62	108	61	107	59	105	58	104	57	102	55	101	54	099	53	14
13	101	64	100	62	098	61	096	60	095	58	093	57	091	55	090	54	088	53	086	52	13
12	089	63	088	61	086	60	084	58	082	57	081	56	079	54	077	53	075	52	073	50	12
11	077	62	075	60	074	59	072	57	070	56	068	54	066	53	064	52	062	50	060	49	11
10	065	61	063	59	061	57	059	56	057	54	055	53	053	52	051	50	049	49	046	47	10
9	053	59	050	58	048	56	046	54	044	53	042	51	039	50	037	49	035	47	032	46	9
8	040	58	038	56	035	55	033	53	031	51	028	50	026	48	023	47	021	45	018	44	8
7	027	57	024	55	022	53	019	51	017	50	014	48	011	47	009	45	006	44	003	42	7
6	014	55	011	53	008	51	006	50	003	48	000	46	003	45	006	43	009	42	012	40	6
5	000	53	003	51	006	50	009	48	012	46	015	45	018	43	022	41	025	40	029	38	5
4	014	52	017	50	020	48	024	46	027	44	031	43	034	41	038	39	042	38	046	36	4
3	028	50	031	48	035	46	039	44	043	42	047	40	051	39	055	37	059	35	063	34	3
2	043	48	047	46	051	44	055	42	059	40	063	38	068	36	073	34	078	33	083	31	2
1	058	45	062	43	067	41	071	39	076	37	081	35	086	34	092	32	097	30	103	28	1
0	074	43	079	41	084	38	089	37	095	35	100	33	106	31	112	29	119	27	125	25	0
- 1	091	41	096	38	102	36	108	34	114	32	121	30	128	28	135	26	142	24	150	22	- 1
- 2	109	38	115	36	121	33	128	31	135	29	143	27	151	25	160	23	169	21	179	19	- 2
- 3	127	35	135	33	142	30	150	28	159	26	168	23	178	21	188	19	200	17	212	15	- 3
- 4	148	32	156	29	165	27	175	24	185	22	196	20	209	17	222	15	237	13	254	11	- 4
- 5	170	28	180	26	191	23	203	21	216	18	230	16	246	13	265	11	»	»	»	»	- 5
- 6	195	25	207	22	221	19	236	17	253	14	273	12	»	»	»	»	»	»	»	»	- 6
- 7	224	21	239	18	257	15	277	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	- 7
- 8	258	16	279	13	304	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	- 8
- 9	303	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	- 9
-10																					- 10

t-t' / t'	6,0		6,2		6,4		6,6		6,8		7,0		7,2		7,4		7,6		7,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	390	69	390	68	389	68	389	67	388	66	388	65	388	64	387	64	387	63	387	62	40
39	379	69	379	68	379	67	378	66	378	66	378	65	377	64	377	63	377	62	376	62	39
38	369	69	368	68	368	67	368	66	367	65	367	64	367	64	366	63	366	62	365	61	38
37	358	68	358	67	357	66	357	66	357	65	356	64	356	63	355	62	355	62	355	61	37
36	348	68	347	67	347	66	346	65	346	64	346	63	345	63	345	62	344	61	344	60	36
35	337	67	337	66	336	66	336	65	335	64	335	63	334	62	334	61	333	61	333	60	35
34	326	67	326	66	325	65	325	64	352	63	324	63	324	62	323	61	323	60	322	60	34
33	316	66	315	65	315	65	314	64	314	63	313	62	313	61	312	60	312	60	311	59	33
32	305	66	304	65	304	64	303	63	303	62	302	61	302	61	301	60	301	59	300	58	32
31	294	65	294	65	293	64	293	63	292	62	291	61	291	60	290	59	290	58	289	58	31
30	283	65	283	64	282	63	282	62	281	61	280	60	280	59	279	59	279	58	278	57	30
29	272	64	272	63	271	62	271	62	270	61	269	60	269	59	268	58	267	57	267	56	29
28	261	64	261	63	260	62	259	61	259	60	258	59	258	58	257	57	256	57	256	56	28
27	250	63	250	62	249	61	248	60	248	59	247	58	246	58	246	57	245	56	244	55	27
26	239	63	239	62	238	61	237	60	236	59	236	58	235	57	234	56	233	55	233	54	26
25	228	62	227	61	227	60	226	59	225	58	224	57	223	56	223	55	222	54	221	53	25
24	217	61	216	60	215	59	214	58	214	57	213	56	212	55	211	54	210	54	209	53	24
23	206	60	205	59	204	58	203	57	202	56	201	55	200	55	199	54	198	53	198	52	23
22	194	60	193	59	192	58	191	57	190	56	189	55	188	54	187	53	187	52	186	51	22
21	183	59	182	58	181	57	180	56	179	55	178	54	177	53	175	52	174	51	173	50	21
20	171	58	170	57	169	56	168	55	167	54	166	53	164	52	163	51	162	50	161	49	20
19	159	57	158	56	157	55	156	54	155	53	153	52	152	51	151	50	150	49	149	48	19
18	147	56	146	55	145	54	143	53	142	52	141	51	140	50	138	49	137	48	136	47	18
17	135	55	134	54	132	53	131	52	130	51	128	50	127	49	126	48	124	47	123	46	17
16	123	54	121	53	120	52	119	51	117	50	116	49	114	47	112	46	111	45	110	44	16
15	110	53	109	52	107	51	106	49	104	48	103	47	101	46	100	45	098	44	096	43	15
14	097	52	096	50	094	49	093	48	091	47	089	46	088	45	086	44	084	43	083	42	14
13	085	50	083	49	081	48	079	47	078	46	076	45	074	43	072	42	070	41	068	40	13
12	072	49	070	48	068	47	066	45	064	44	062	43	060	42	058	41	056	40	054	39	12
11	058	48	056	46	054	45	052	44	050	43	048	42	045	40	043	39	041	38	039	37	11
10	044	46	042	45	040	44	037	42	035	41	033	40	030	39	028	38	025	36	023	35	10
9	030	44	028	43	025	42	023	41	020	39	017	38	015	37	012	36	009	35	007	33	9
8	015	43	013	41	010	40	007	39	004	37	001	36	002	35	004	34	007	33	010	32	8
7	000	41	003	39	006	38	009	37	012	35	015	34	019	33	022	32	025	31	029	29	7
6	016	39	019	37	022	36	026	35	029	33	033	32	037	31	040	30	044	28	048	27	6
5	032	37	036	35	040	34	044	32	047	31	051	30	056	28	060	27	064	26	060	25	5
4	050	34	054	33	058	31	062	30	067	29	071	27	076	26	081	25	086	23	092	22	4
3	068	32	073	30	078	29	083	27	088	26	093	25	096	23	104	22	110	21	117	19	3
2	088	29	093	28	099	26	104	25	110	23	117	22	123	20	130	19	138	18	145	16	2
1	109	27	115	25	122	23	129	22	136	20	144	19	152	17	160	16	169	15	179	13	1
0	132	24	140	22	148	20	156	19	165	17	175	16	185	14	196	13	208	11	222	10	0
- 1	159	20	168	13	178	17	188	15	200	14	212	12	226	11	»	»	»	»	»	»	- 1
- 2	189	17	201	15	214	13	228	12	244	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	- 2
- 3	226	13	242	11	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	- 3
- 4																					- 4
- 5																					- 5
- 6																					- 6
- 7																					- 7
- 8																					- 8
- 9																					- 9
- 10																					- 10

t-t' / t'	8,0		8,2		8,4		8,6		8,8		9,0		9,2		9,4		9,6		9,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	396	61	386	61	386	60	385	59	385	59	385	58	384	57	384	56	384	56	383	55	40
39	376	61	375	60	375	60	375	59	374	58	374	57	373	57	373	56	373	56	372	55	39
38	365	61	365	60	364	59	364	58	363	58	363	57	363	56	362	56	362	55	262	54	38
37	354	60	354	59	353	59	353	58	353	57	352	56	352	56	351	55	351	54	351	54	37
36	343	60	343	59	343	58	342	57	342	57	341	56	341	55	340	54	340	54	340	53	36
35	333	59	332	58	332	58	331	57	331	56	330	55	330	55	329	54	349	53	328	53	35
34	322	59	321	58	321	57	320	56	320	56	319	55	319	54	318	53	318	53	317	52	34
33	311	58	310	57	310	56	309	56	309	55	308	54	308	53	307	53	307	52	306	51	33
32	300	57	299	57	299	56	298	55	298	54	297	54	296	53	296	52	295	51	295	51	32
31	289	57	288	56	287	55	287	54	286	54	286	53	285	52	285	52	284	51	283	50	31
30	277	56	277	55	276	55	276	54	275	53	274	52	274	52	273	51	273	50	272	49	30
29	266	56	266	55	265	54	264	53	264	52	263	52	262	51	262	50	261	49	260	49	29
28	255	55	254	54	253	53	253	52	252	52	251	51	251	50	250	49	249	49	249	48	28
27	243	54	243	53	242	53	241	52	241	51	240	50	239	49	238	49	238	48	237	47	27
26	232	53	231	53	230	52	230	51	229	50	228	49	227	49	227	48	226	47	225	46	26
25	220	53	219	52	219	51	218	50	217	49	216	49	215	48	215	47	214	46	213	46	25
24	209	52	208	51	207	50	206	49	205	48	204	48	203	47	202	46	202	45	201	45	24
23	197	51	196	50	195	49	194	48	193	48	192	47	191	46	190	45	189	44	188	44	23
22	185	50	184	49	183	48	182	47	181	47	180	46	179	45	178	44	177	43	176	43	22
21	172	49	171	48	170	47	169	46	168	46	167	45	166	44	165	43	164	42	163	42	21
20	160	48	159	47	158	46	157	45	155	45	154	44	153	43	152	42	151	41	150	41	20
19	147	47	146	46	145	45	144	44	143	43	141	43	140	42	139	41	138	40	136	39	19
18	135	46	133	45	132	44	131	43	129	42	128	41	127	41	125	40	124	39	123	38	18
17	122	45	120	44	119	43	117	42	116	41	115	40	113	39	112	39	110	38	108	37	17
16	108	43	107	43	105	42	104	41	102	40	101	39	099	38	097	37	096	36	094	36	16
15	095	42	093	41	091	40	090	39	088	38	086	38	085	37	083	36	081	35	079	34	15
14	081	41	079	40	077	39	075	38	074	37	072	36	070	35	068	34	066	33	064	33	14
13	066	39	064	38	062	37	060	36	058	35	056	35	054	34	052	33	050	32	048	31	13
12	052	38	049	37	047	36	045	35	043	34	041	33	038	32	036	31	034	30	031	29	12
11	036	36	034	35	032	34	029	33	027	32	024	31	022	30	019	29	016	28	014	27	11
10	020	34	013	33	015	32	012	31	010	30	007	29	004	28	001	27	002	26	005	26	10
9	004	32	001	31	002	30	005	29	008	28	011	27	014	26	018	25	021	24	024	24	9
8	014	30	017	29	020	28	024	27	027	26	031	25	034	24	038	23	042	22	046	21	8
7	032	28	036	27	040	26	044	25	048	24	052	23	056	22	060	21	065	20	069	19	7
6	052	26	056	25	061	24	065	23	070	22	074	21	079	20	084	19	090	18	095	17	6
5	074	24	078	22	083	21	089	20	094	19	100	18	106	17	112	16	118	15	125	14	5
4	097	21	103	20	109	19	115	17	122	16	129	15	136	14	143	13	151	12	160	11	4
3	123	18	130	17	138	16	145	15	154	13	162	12	172	11	182	10	»	»	»	»	3
2	154	15	162	14	122	13	182	11	193	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2
1	190	12	202	11	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
0																					0
- 1																					- 1
- 2																					- 2
- 3																					- 3
- 4																					- 4
- 5																					- 5
- 6																					- 6
- 7																					- 7
- 8																					- 8
- 9																					- 9
-10																					- 10

t-t' / t'	10,0		10,2		10,4		10,6		10,8		11,0		11,2		11,4		11,6		11,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	383	55	382	54	382	53	382	53	381	52	381	51	381	51	380	50	380	50	380	49	40
39	372	54	372	53	371	53	371	52	370	51	370	51	370	50	369	50	369	49	369	48	39
38	361	54	361	53	360	52	360	52	359	51	359	50	359	50	358	49	358	49	357	48	38
37	350	53	350	52	349	52	349	51	348	50	348	50	348	49	357	49	347	48	346	47	37
36	339	52	339	52	338	51	338	50	337	50	337	49	336	49	336	48	336	47	335	47	36
35	328	54	328	51	327	51	327	50	326	49	326	49	352	48	325	47	324	47	324	46	35
34	317	51	316	51	316	50	315	49	315	49	314	48	314	47	313	47	313	46	312	46	34
33	306	51	305	50	305	49	304	49	303	48	303	47	302	46	302	46	301	46	301	45	33
32	294	50	294	49	293	49	293	48	292	47	291	47	291	46	290	45	290	45	289	44	32
31	283	49	282	49	282	48	281	48	280	47	280	46	279	45	279	45	278	44	277	44	31
30	271	49	271	48	270	47	269	47	269	46	268	45	268	45	267	44	266	43	266	43	30
29	260	48	259	47	258	47	258	46	257	45	256	45	256	44	255	43	254	43	254	42	29
28	248	47	247	47	247	46	246	45	245	44	244	44	244	43	243	43	242	42	241	41	28
27	236	46	235	46	235	45	234	44	233	44	232	43	232	42	231	42	230	41	229	40	27
26	224	46	223	45	223	44	222	44	221	43	220	42	219	41	219	41	218	40	217	40	26
25	212	45	211	44	210	43	209	43	209	42	208	41	207	41	206	40	205	39	204	39	25
24	200	44	199	43	198	42	197	42	196	41	195	40	194	40	193	39	192	38	191	38	24
23	187	43	186	42	185	41	184	41	183	40	182	39	181	39	180	38	179	37	178	37	23
22	175	42	173	41	172	40	171	40	170	39	169	38	168	38	167	37	166	36	165	36	22
21	162	41	160	40	159	39	158	39	157	38	156	37	155	37	154	36	153	35	151	35	21
20	148	40	147	39	146	38	145	38	144	37	142	36	141	35	140	35	139	34	137	33	20
19	135	39	134	38	132	37	131	36	130	36	128	35	127	34	126	34	124	33	123	32	19
18	121	37	120	37	119	36	117	35	116	34	114	34	113	33	111	32	110	32	108	31	18
17	107	36	106	35	104	35	102	34	101	33	099	32	098	32	096	31	095	30	093	30	17
16	093	35	091	34	089	33	088	32	086	32	084	31	082	30	081	29	079	29	077	28	16
15	078	33	076	32	074	32	072	31	070	30	068	29	066	29	064	28	062	27	060	27	15
14	062	32	060	31	058	30	056	29	054	29	052	28	050	27	047	26	045	26	043	25	14
13	046	30	044	29	041	29	039	28	037	27	035	26	032	25	030	25	027	24	025	23	13
12	029	28	026	28	024	27	021	26	019	25	016	24	014	24	011	23	008	22	005	22	12
11	011	27	008	26	006	25	003	24	000	23	003	23	006	22	009	21	012	20	016	20	11
10	008	25	011	24	014	23	017	22	021	21	024	21	027	20	031	19	035	18	038	18	10
9	028	23	032	22	035	21	039	20	043	19	047	18	051	18	055	17	059	16	063	15	9
8	050	20	054	20	058	19	062	18	067	17	072	16	076	15	081	15	087	14	092	13	8
7	074	18	079	17	084	16	089	16	094	15	100	14	106	13	112	12	118	12	125	11	7
6	101	16	107	15	113	14	119	13	126	12	133	11	141	10	148	10	»	»	»	»	6
5	132	13	139	12	147	11	155	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5
4	169	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4
3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3
2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
0																					0

t-t' / t'	12,0		12,2		12,4		12,6		12,8		13,0		13,2		13,4		13,6		13,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	379	48	379	48	378	47	378	47	378	46	377	46	377	45	377	45	376	44	376	44	40
39	368	48	368	47	367	47	367	46	367	46	366	45	366	45	365	44	365	44	365	43	39
38	357	47	357	47	356	46	356	46	355	45	355	45	355	44	354	44	354	43	353	42	38
37	346	47	345	46	345	46	344	45	344	45	344	44	343	43	343	43	342	42	342	42	37
36	335	46	334	46	334	45	333	45	333	44	332	43	332	43	331	42	331	42	331	41	36
35	323	46	323	45	322	44	322	44	321	43	321	43	320	42	320	42	319	41	319	41	35
34	312	45	311	44	311	44	310	43	310	43	309	42	309	42	308	42	308	41	307	40	34
33	300	44	300	44	299	43	299	43	298	42	298	41	297	41	297	40	296	40	295	39	33
32	289	44	288	43	288	42	287	42	286	41	286	41	285	40	285	40	284	39	284	39	32
31	277	43	276	42	276	42	275	41	275	41	274	40	273	40	273	39	272	38	271	38	31
30	265	42	264	42	264	41	263	40	263	40	262	39	261	39	261	38	260	38	259	37	30
29	252	41	252	41	251	40	251	40	250	39	250	39	249	38	248	37	248	37	247	36	29
28	241	41	240	40	239	39	239	39	238	38	237	38	237	37	236	37	235	36	234	36	28
27	229	40	228	39	227	39	226	38	225	37	225	37	224	36	223	36	222	35	222	35	27
26	216	39	215	38	214	38	214	37	213	37	212	36	211	35	210	35	209	34	209	34	26
25	203	38	203	37	202	37	201	36	200	36	198	35	198	34	197	34	196	33	195	33	25
24	190	37	190	36	189	36	188	35	187	35	186	34	185	33	184	33	183	32	182	32	24
23	177	36	176	36	175	35	174	34	173	34	172	33	171	32	170	32	169	31	168	31	23
22	164	35	163	34	162	34	160	33	159	33	158	32	157	31	156	31	155	30	154	30	22
21	150	34	149	33	148	33	147	32	146	31	144	31	143	30	142	30	140	29	139	29	21
20	136	33	135	32	133	31	132	31	131	30	130	30	128	29	127	29	126	28	124	27	20
19	122	32	120	31	119	30	117	30	116	29	114	28	113	28	112	27	110	27	109	26	19
18	107	30	105	30	104	29	102	28	100	28	099	27	097	27	096	26	094	25	092	25	18
17	091	29	090	28	088	28	086	27	084	26	083	26	081	25	079	25	077	24	076	23	17
16	075	27	073	27	071	26	070	26	068	25	066	24	064	24	062	23	060	23	058	22	16
15	058	26	056	25	054	25	052	24	050	23	048	23	046	22	044	22	041	21	039	20	15
14	041	24	039	24	036	23	034	22	032	22	029	21	027	21	024	20	022	19	019	19	14
13	022	23	020	22	017	21	014	21	012	20	009	19	006	19	003	18	000	18	002	17	13
12	002	21	000	20	003	19	006	19	010	18	013	18	016	17	019	16	023	16	026	15	12
11	019	19	022	13	026	18	029	17	033	16	036	16	040	15	044	14	048	14	052	13	11
10	042	17	046	16	050	16	054	15	058	14	063	14	067	13	072	12	077	12	082	11	10
9	068	15	073	14	077	13	082	13	088	12	093	11	099	10	104	10	»	»	»	»	9
8	097	13	103	12	109	11	115	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8
7	132	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7
6																					6
5																					5
4																					4
3																					3
2																					2
1																					1

t-t' / t'	14,0		14,2		14,4		14,6		14,8		15,0		15,2		15,4		15,6		15,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	376	43	375	43	375	42	374	42	374	41	374	41	373	40	373	40	373	39	372	39	40
39	364	43	364	42	364	42	363	41	363	41	362	40	362	40	362	39	361	39	361	38	39
38	353	42	353	41	352	41	352	40	351	40	351	40	350	39	350	39	350	38	349	38	38
37	342	41	341	41	341	40	340	40	340	39	339	39	339	38	338	38	338	38	338	37	37
36	330	41	330	40	329	40	329	39	328	39	328	38	327	38	327	37	326	37	326	36	36
35	318	40	318	40	317	39	317	39	316	38	316	38	316	37	315	37	315	36	314	36	35
34	307	39	306	39	306	38	305	38	305	37	304	37	304	37	303	36	303	36	302	35	34
33	295	39	294	38	294	38	293	37	293	37	292	36	292	36	291	35	290	35	290	34	33
32	283	38	282	38	282	37	281	37	281	36	280	36	279	35	279	35	278	34	278	34	32
31	271	37	270	37	270	36	269	36	268	35	268	35	267	34	266	34	266	33	265	33	31
30	259	37	258	36	257	36	257	35	256	35	255	34	255	34	254	33	253	33	253	32	30
29	246	36	245	35	245	35	244	34	243	34	243	33	242	33	241	32	240	32	240	31	29
28	234	35	233	24	232	34	231	33	230	33	230	32	229	32	228	31	227	31	227	31	28
27	221	34	220	34	219	33	218	33	217	32	217	32	216	31	215	31	214	30	213	30	27
26	208	33	207	33	206	32	205	32	204	31	203	31	202	30	202	30	201	29	200	29	26
25	194	32	193	32	193	31	192	31	191	30	190	30	189	29	188	29	187	28	186	28	25
24	181	31	180	31	179	30	178	30	177	29	176	29	175	28	174	28	173	27	172	27	24
23	167	30	166	30	165	29	164	29	163	28	161	28	160	27	158	27	158	26	157	26	23
22	153	29	151	29	150	28	149	28	148	27	147	27	146	26	144	26	143	25	142	25	22
21	138	28	137	27	135	27	134	26	133	26	131	25	130	25	129	24	127	24	126	24	21
20	123	27	121	26	120	26	119	25	117	25	116	24	114	24	113	23	111	22	110	22	20
19	107	26	106	25	104	24	102	24	101	23	099	23	098	22	096	22	094	21	093	21	19
18	091	24	089	24	087	23	086	23	084	22	082	22	080	21	079	21	077	20	075	20	18
17	074	23	072	22	070	22	068	21	066	21	064	20	062	20	060	19	058	19	056	19	17
16	056	21	054	21	052	20	049	20	047	19	045	19	043	18	041	18	038	17	036	17	16
15	037	20	035	19	032	19	030	18	027	18	025	17	022	17	020	16	017	16	014	15	15
14	016	18	014	18	011	17	008	17	006	16	003	16	000	15	003	15	006	14	009	14	14
13	005	16	008	16	012	15	015	15	018	14	021	14	025	13	028	13	032	12	036	12	13
12	029	15	032	14	037	14	041	13	044	12	048	12	052	11	027	11	061	11	065	10	12
11	056	13	061	12	065	12	070	11	074	11	079	10	084	10	»	»	»	»	»	»	11
10	087	11	092	10	098	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	10
9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9
8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8
7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7

t-t' / t'	16,0		16,2		16,4		16,6		16,8		17,0		17,2		17,4		17,6		17,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	372	38	371	38	371	37	371	37	370	37	370	36	370	36	369	35	369	35	368	35	40
39	360	38	360	37	360	37	359	36	359	36	359	36	358	35	358	35	357	34	357	34	39
38	349	37	348	37	348	36	348	36	347	35	347	35	346	35	346	34	345	34	345	33	38
37	337	37	337	36	336	36	336	35	335	35	335	34	334	34	334	34	334	33	333	33	37
36	325	36	325	36	324	35	324	35	324	34	323	34	323	33	322	33	322	33	321	32	36
35	314	36	313	35	313	34	312	34	312	34	311	33	310	33	310	32	309	32	309	32	35
34	302	35	301	34	300	34	300	33	299	33	299	33	298	32	298	32	297	31	297	31	34
33	289	34	289	34	288	33	288	33	287	32	287	32	286	31	285	31	285	31	284	30	33
32	277	33	276	33	276	32	275	32	275	32	274	31	273	31	273	30	272	30	272	29	32
31	265	33	264	32	263	32	263	31	262	31	261	30	261	30	260	30	259	29	259	29	31
30	252	32	251	31	251	31	250	30	249	30	248	30	248	29	247	29	246	28	246	28	30
29	239	31	238	30	238	30	237	30	236	29	235	29	235	28	234	28	233	28	232	27	29
28	226	30	225	30	224	29	224	29	223	28	222	28	221	27	220	27	220	27	219	26	28
27	213	29	212	29	211	28	210	28	209	27	208	27	207	27	207	26	206	26	205	25	27
26	199	28	198	28	197	27	196	27	195	27	194	26	193	26	192	25	191	25	191	24	26
25	185	27	184	27	183	26	182	26	181	26	180	25	179	25	178	24	177	24	176	24	25
24	171	26	169	26	168	25	167	25	166	25	165	24	164	24	163	23	162	23	161	23	24
23	156	25	155	25	153	24	152	24	151	24	150	23	149	23	148	22	146	22	145	21	23
22	141	24	139	24	138	23	137	23	135	22	134	22	133	22	132	21	130	21	129	20	22
21	125	23	123	23	122	22	121	22	119	21	118	21	116	20	115	20	113	20	112	19	21
20	108	22	107	21	105	21	104	20	102	20	101	20	099	19	097	19	096	18	094	18	20
19	091	21	089	20	088	20	086	19	084	19	083	18	081	18	079	18	077	17	076	17	19
18	073	19	071	19	069	18	067	18	066	17	064	17	062	17	060	16	058	16	056	15	18
17	054	18	052	17	050	17	048	16	045	16	043	16	041	15	039	15	036	14	034	14	17
16	034	16	031	16	029	15	026	15	024	15	021	14	019	14	016	13	013	13	011	13	16
15	012	15	009	14	006	14	003	13	000	13	003	13	006	12	009	12	012	11	015	11	15
14	012	13	016	12	019	12	022	12	026	11	029	11	033	11	036	10	040	10	»	»	14
13	039	11	043	11	047	11	051	10	055	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13
12	070	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	

t-t' / t'	18,0		18,2		18,4		18,6		18,8		19,0		19,2		19,4		19,6		19,8		t-t' / t'
	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	t_d	U	
40	368	34	368	34	367	33	367	33	366	33	366	32	366	32	365	32	365	31	365	31	40
39	357	34	356	33	356	33	355	32	355	32	354	32	354	31	353	31	353	31	353	30	39
38	345	33	344	33	344	32	343	32	343	32	342	31	342	31	342	31	341	30	341	30	38
37	333	32	332	32	323	32	331	31	331	31	330	31	330	30	329	30	329	29	329	29	37
36	321	32	320	31	320	31	319	31	319	30	318	30	318	30	317	29	317	29	317	28	36
35	308	31	308	31	307	30	307	30	306	30	306	29	305	29	305	29	304	28	304	28	35
34	297	30	296	30	295	30	294	29	294	29	293	29	293	28	292	28	292	27	291	27	34
33	284	30	283	29	282	29	282	29	281	28	281	28	289	28	280	27	279	27	278	26	33
32	271	29	270	29	270	28	269	28	268	28	268	27	267	27	267	26	266	26	265	26	32
31	528	28	257	28	257	28	256	27	255	27	254	26	254	26	253	26	253	25	252	25	31
30	245	28	244	27	244	27	243	26	242	26	241	26	241	25	240	25	239	25	238	24	30
29	232	27	231	26	230	26	229	26	229	25	228	25	227	24	226	24	225	24	225	23	29
28	218	26	217	25	216	25	215	25	215	24	214	24	213	24	212	23	211	23	210	23	28
27	204	25	203	25	202	24	201	24	200	23	199	23	199	23	198	22	197	22	196	22	27
26	190	24	189	24	188	23	187	23	186	23	185	22	184	22	183	21	183	21	181	21	26
25	175	23	174	23	173	22	172	22	171	22	170	21	169	21	167	21	166	20	165	20	25
24	160	22	159	22	157	21	156	21	155	21	154	20	153	20	152	20	150	19	149	19	24
23	144	21	143	21	141	20	140	20	139	20	138	19	136	19	135	18	134	18	133	18	23
22	128	20	126	20	125	19	123	19	122	18	121	18	119	18	118	17	116	17	115	17	22
21	110	19	109	18	107	18	106	18	104	17	103	17	101	17	100	16	098	16	097	16	21
20	093	18	091	17	089	17	088	16	086	16	084	16	082	15	081	15	079	15	077	14	20
19	074	16	072	16	070	16	068	15	066	15	064	15	062	14	060	14	058	13	056	13	19
18	053	15	051	15	049	14	047	14	045	14	043	13	040	13	038	13	036	12	033	12	18
17	032	14	029	13	027	13	024	13	022	12	019	12	017	11	018	11	011	11	009	10	17
16	008	12	005	12	002	12	001	11	004	11	007	10	010	10	013	10	»	»	»	»	16
15	018	11	021	10	025	10	028	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	15
14	»»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	14

5.4.2.2.1. — Tables psychrométriques (à ventilation forcée).

t	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
40	738									
39	699	703	707	711	715	719	722	726	730	734
38	663	666	670	674	677	681	685	688	692	696
37	628	631	635	638	642	645	649	652	656	659
36	594	597	601	604	607	611	614	617	621	623
35	562	565	569	572	575	578	581	584	588	591
34	532	535	538	541	544	547	550	553	556	559
33	503	506	508	511	514	517	520	523	526	529
32	476	478	481	484	487	489	492	495	497	500
31	449	452	454	457	460	462	465	467	470	473
30	424	426	429	431	434	436	439	441	444	447
29	401	403	405	408	410	412	415	417	419	422
28	378	380	382	385	387	389	391	394	396	398
27	357	359	361	363	365	367	369	371	374	376
26	336	338	340	342	344	346	348	350	352	354
25	317	319	321	323	324	326	328	330	332	334
24	298	300	302	304	306	307	309	311	313	315
23	281	282	284	286	288	289	291	283	295	297
22	264	266	268	269	271	272	274	276	277	279
21	249	250	252	253	255	257	258	260	261	263
20	234	235	237	238	240	241	243	244	246	247
19	220	221	222	224	225	226	228	229	231	232
18	206	207	209	210	211	213	214	215	217	218
17	194	195	196	197	198	200	201	202	203	205
16	182	183	184	185	186	187	189	190	191	192
15	170	171	173	174	175	176	177	178	179	180
14	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
13	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
12	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
11	131	132	133	134	135	136	136	137	138	139
10	123	124	124	125	126	127	128	129	130	130
9	115	115	116	117	118	118	119	120	121	122
8	107	108	109	109	110	111	112	112	113	114
7	100	101	102	102	103	104	104	105	106	107
6	93	94	95	95	96	97	97	98	99	100
5	87	88	89	89	90	90	91	92	92	93
4	81	82	83	83	84	84	85	85	86	87
3	76	76	77	77	78	78	79	80	80	81
2	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
1	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70
0	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65
-0	61	61	60	60	59	59	58	58	58	57
-1	57	56	56	55	55	55	54	54	53	53
-2	53	52	52	51	51	51	50	50	49	49
-3	49	48	48	48	47	47	47	46	46	46
-4	45	45	45	44	44	44	43	43	43	42
-5	42	42	41	41	41	40	40	40	40	39
-6	39	39	38	38	38	38	37	37	37	36
-7	36	36	36	35	35	35	34	34	34	34
-8	33	33	33	33	32	32	32	32	31	31
-9	31	31	30	30	30	30	29	29	29	29
-10	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27
-11	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
-12	24	24	24	24	24	24	23	23	23	23
-13	23	22	22	22	22	22	22	21	21	21
-14	21	21	21	20	20	20	20	20	20	19

5.4.2.2.2. – Table de tension maxima de la vapeur d'eau (F), en dixièmes d'hectopascal. (Source Météo France)

F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
– 112	**– 80**	– 73	– 58	– 34	– 37	**5**	**– 15**	44	7	83	28
– 111	– 79	– 72	– 58	– 33	– 36	6	– 14	**45**	7	84	29
– 110	– 79	– 71	– 57	– 32	– 36	7	– 14	46	8	**85**	29
– 109	– 78	**– 70**	– 57	– 31	**– 35**	8	– 13	47	8	86	**30**
– 108	– 78	– 69	– 56	**– 30**	– 34	9	– 13	48	9	87	31
– 107	– 77	– 68	– 56	– 29	– 34	**10**	– 12	49	9	88	31
– 106	– 77	– 67	**– 55**	– 28	– 33	11	– 12	**50**	**10**	89	32
– 105	– 76	– 66	– 54	– 27	– 33	12	– 11	51	11	**90**	32
– 104	– 76	**– 65**	– 54	– 26	– 32	13	– 11	52	11	91	33
– 103	**– 75**	– 64	– 53	**– 25**	– 32	14	**– 10**	53	12	92	33
– 102	– 74	– 63	– 53	– 24	– 31	**15**	– 9	54	12	93	34
– 101	– 74	– 62	– 52	– 23	– 31	16	– 9	**55**	13	94	34
– 100	– 73	– 61	– 52	– 22	**– 30**	17	– 8	56	13	**95**	**35**
– 99	– 73	**– 60**	– 51	– 21	– 29	18	– 8	57	14	96	36
– 98	– 72	– 59	– 51	**– 20**	– 29	19	– 7	58	14	97	36
– 97	– 72	– 58	**– 50**	– 19	– 28	**20**	– 7	59	**15**	98	37
– 96	– 71	– 57	– 49	– 18	– 28	21	– 6	**60**	16	99	37
– 95	– 71	– 56	– 49	– 17	– 27	22	– 6	61	16	**100**	38
– 94	**– 70**	**– 55**	– 48	– 16	– 27	23	**– 5**	62	17	101	38
– 93	– 69	– 54	– 48	**– 15**	– 26	24	– 4	63	17	102	39
– 92	– 69	– 53	– 47	– 14	– 26	**25**	– 4	64	18	103	39
– 91	– 68	– 52	– 47	– 13	**– 25**	26	– 3	**65**	18	104	**40**
– 90	– 68	– 51	– 46	– 12	– 24	27	– 3	66	19	**105**	41
– 89	– 67	**– 50**	– 46	– 11	– 24	28	– 2	67	19	106	41
– 88	– 67	– 49	**– 45**	**– 10**	– 23	29	– 2	68	**20**	107	42
– 87	– 66	– 48	– 44	– 9	– 23	**30**	– 1	69	21	108	42
– 86	– 66	– 47	– 44	– 8	– 22	31	– 1	**70**	21	109	43
– 85	**– 65**	– 46	– 43	– 7	– 22	32	**0**	71	22	**110**	43
– 84	– 64	**– 45**	– 43	– 6	– 21	33	1	72	22	111	44
– 83	– 64	– 44	– 42	**– 5**	– 21	34	1	73	23	112	44
– 82	– 63	– 43	– 42	– 4	**– 20**	**35**	2	74	23	113	**45**
– 81	– 63	– 42	– 41	– 3	– 19	36	2	**75**	24	114	46
– 80	– 62	– 41	– 41	– 2	– 19	37	3	76	24	**115**	46
– 79	– 62	**– 40**	**– 40**	– 1	– 18	38	3	77	**25**	116	47
– 78	– 61	– 39	– 39	**0**	– 18	39	4	78	26	117	47
– 77	– 61	– 38	– 39	1	– 17	**40**	4	79	26	118	48
– 76	**– 60**	– 37	– 38	2	– 17	41	**5**	**80**	27	119	48
– 75	– 59	– 36	– 38	3	– 16	42	6	81	27	**120**	49
– 74	– 59	**– 35**	– 37	4	– 16	43	6	82	28	121	49

Formule de conversion : $C = \frac{5}{9}\ (F - 32)$

5.4.2.3. — Conversion des degrés Farenheit (F) en degrés Celsius (C).

01

5.5. ANNEXE E
SIGNAUX VISUELS D'AVIS DE TEMPÊTE DE JOUR ET DE NUIT

07 Les signaux visuels d'avis de tempête de jour et de nuit, internationaux et nationaux sont représentés dans les planches 5.5.1. et 5.5.2. ci-après. Ils sont extraits de la *Publication n° 9, volume 4* de l'OMM.

01 **5.5.1. SIGNAUX INTERNATIONAUX.**

07 Les signaux visuels internationaux d'avis de tempête sont représentés à la planche 5.5.1.

13 Plusieurs signaux de jour peuvent être arborés simultanément, le cas échéant, par exemple :

19 — pour avertir qu'un coup de vent va débuter dans le quadrant SW et changer ensuite de direction. Dans ce cas, la direction initiale est indiquée par les cônes ;

25 — pour indiquer la direction d'un grand frais prévu. Dans ce cas, le ballon est hissé simultanément avec les cônes appropriés.

De jour	*De nuit*	Signification
●	○ ●	Vent fort (6 ou 7 Beaufort) de direction quelconque.
▲	● ●	Coup de vent ou tempête (égal ou supérieur à 8 Beaufort) débutant dans le quadrant NW. Voir nota.
▼	○ ○	Coup de vent ou tempête (égal ou supérieur à 8 Beaufort) débutant dans le quadrant SW. Voir nota.
▲▲	● ○	Coup de vent ou tempête (égal ou supérieur à 8 Beaufort) débutant dans le quadrant NE. Voir nota.
▼▼	○ ●	Coup de vent ou tempête (égal ou supérieur à 8 Beaufort) débutant dans le quadrant SE. Voir nota.
▭		Saute de vent dans le sens des aiguilles d'une montre. *(La couleur du pavillon est indifférente)*
▭▭		Saute de vent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. *(La couleur du pavillon est indifférente)*
✚	● ● ●	Ouragan (12 Beaufort), vent de direction quelconque.

5.5.1. — Signaux visuels internationaux d'avis de tempête.

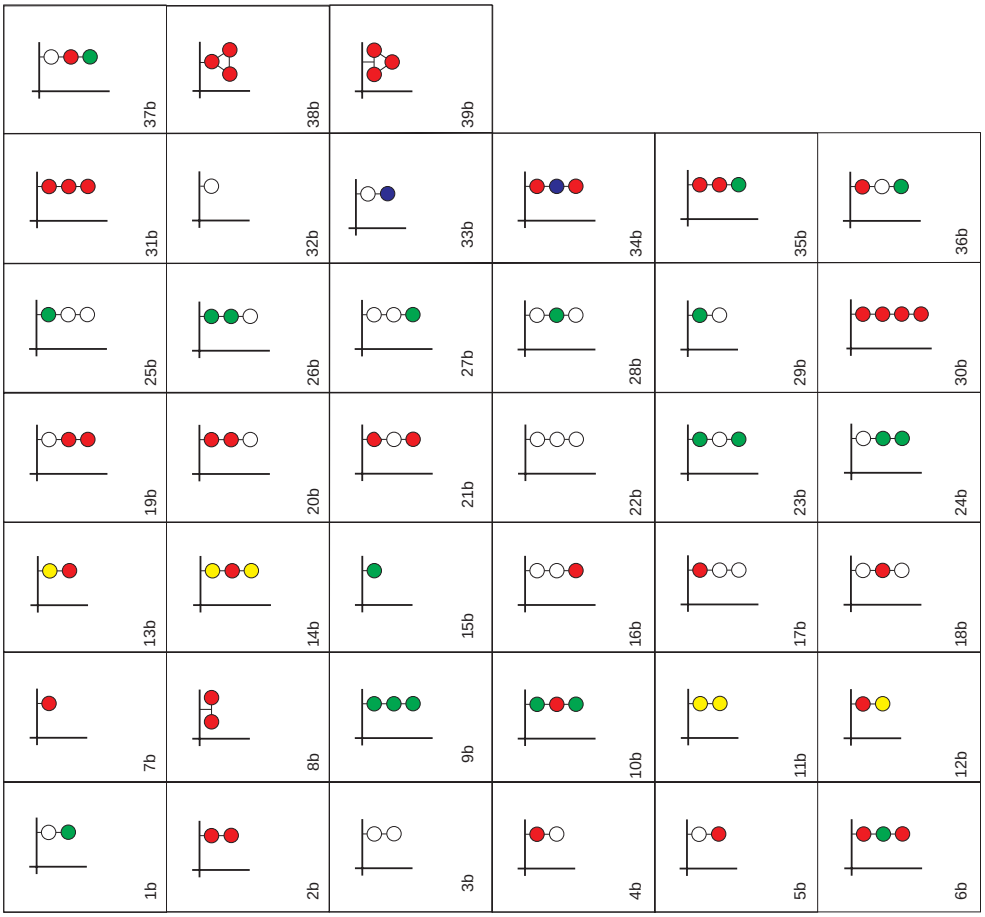
31 Nota : ou vent fort de 7 Beaufort (grand frais), si les circonstances locales exigent l'indication de la direction du vent.

01 **5.5.2. SIGNAUX NATIONAUX.**

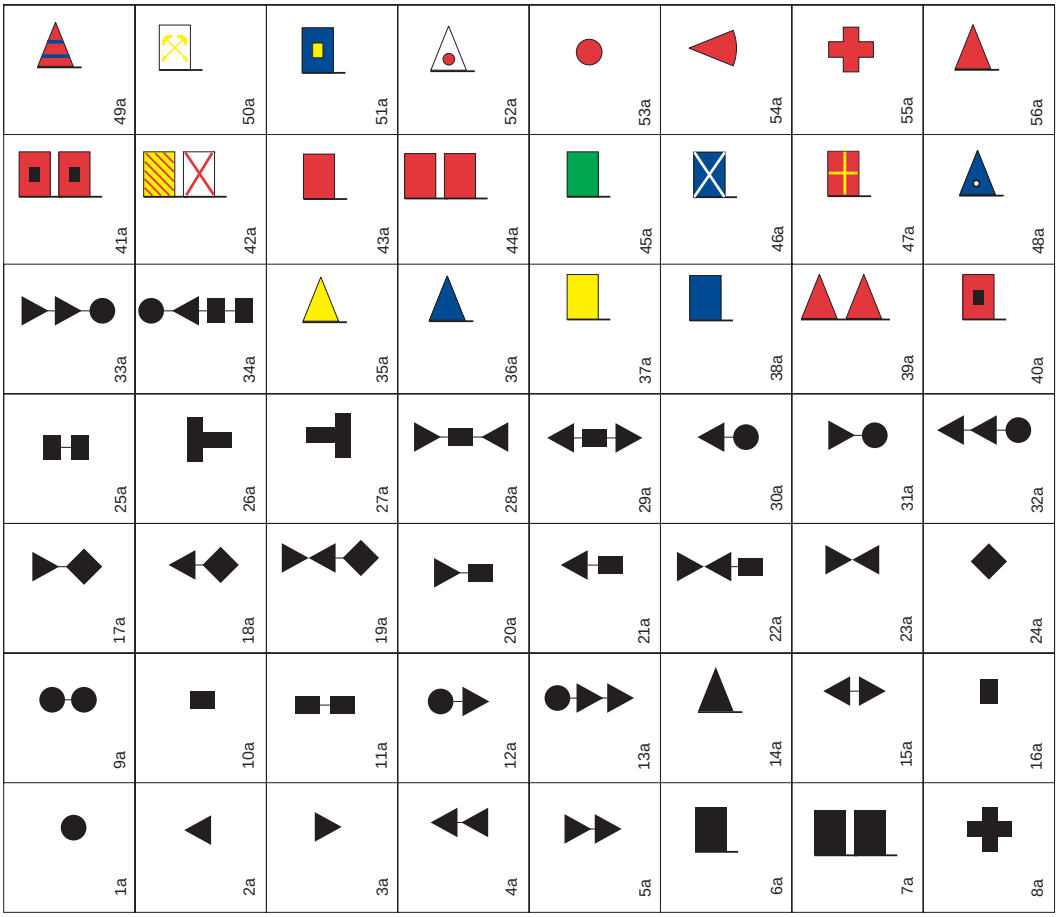
07 Certains ports étrangers, par exemple en Afrique du Sud ou en Inde, utilisent pour des besoins locaux des signaux visuels nationaux d'avis de tempête. À quelques exceptions près, ces signaux sont distincts, par leur apparence et leurs spécifications, des signaux internationaux.

13 Les planches 5.5.2.A et 5.5.2.B regroupent respectivement les signaux nationaux de jour (identifiés par un numéro suivi de la lettre « a ») et de nuit (identifiés par un numéro suivi de la lettre « b »).

19 Les signaux nationaux sont indiqués dans les *Instructions Nautiques* concernées, avec leur numéro-lettre correspondant et leur signification.



B. — Signaux de nuit.



A. — Signaux de jour.

5.5.2. — Signaux visuels nationaux d'avis de tempête. (Source OMM).

5.6. ANNEXE F VOCABULAIRES MÉTÉOROLOGIQUES

5.6.0. PRÉSENTATION.

Le présent appendice, consacré entièrement aux vocabulaires de météorologie maritime, est constitué des six parties suivantes :
— liste des *définitions*, en français, des termes adoptés par l'OMM et regroupés selon les domaines fondamentaux de la météorologie (§ 5.6.1) ;
— glossaire *anglais-français* (§ 5.6.2) ;
— glossaire *espagnol-français* (§ 5.6.3) ;
— glossaire *français-anglais-espagnol*, dans lequel les termes et expressions sont présentés selon les rubriques générales des bulletins et avis météorologiques (§ 5.6.4).
— abréviations communes internationales utilisées dans les bulletins réguliers diffusés par les stations NAVTEX international (§ 5.6.5).
— abréviations utilisées par Météo France pour la production de ses bulletins réguliers diffusés en français par les stations NAVTEX national (§ 5.6.6.).

Remarques :
a) En ce qui concerne les glaces, les glossaires mentionnés ci-dessus ne citent que les termes généraux ; pour plus de précision il convient de se reporter aux paragraphes 1.4.4.1 à 1.4.4.3 qui donnent la nomenclature officielle, en français et en anglais, relative à ce domaine.
b) Les noms par lesquels on désigne les cyclones tropicaux selon leur lieu de formation, figurent au paragraphe 1.2.3.2 ; ces noms sont simplement rappelés dans le glossaire du paragraphe 5.6.4.
c) En ce qui concerne les noms de vents locaux, seuls les plus connus sont mentionnés (§ 5.6.4).

5.6.1. DÉFINITIONS DES PRINCIPAUX TERMES UTILISÉS EN MÉTÉOROLOGIE.

Dans le répertoire ci-après, seuls figurent, sauf exceptions alors indiquées, les termes les plus courants et leurs définitions extraites du *Vocabulaire météorologique international* (Publication n° 182 édition 1992 de l'OMM).

Ce répertoire est présenté selon les huit rubriques suivantes :
— météorologie pratique (§ 5.6.1.1) ;
— structure mécanique et thermodynamique de l'atmosphère en général (§ 5.6.1.2) ;
— rayonnement et température (§ 5.6.1.3) ;
— pression atmosphérique (§ 5.6.1.4) ;
— vent (§ 5.6.1.5) ;
— mer (§ 5.6.1.6) ;
— vapeur d'eau et hydrométéores (§ 5.6.1.7) ;
— phénomènes divers et influences (§ 5.6.1.8).

5.6.1.1. Météorologie pratique.

Analyse ou *diagnostic :* En météorologie synoptique, étude détaillée l'état présent de l'atmosphère.

Mètre géopotentiel (mgp) : Unité métrique de hauteur géopotentielle employée dans l'atmosphère. Le mètre géopotentiel est relié numériquement au mètre géométrique par la relation :
1 mètre géopotentiel = 9,8/g mètres géométriques
(g = accélération locale de la gravité en ms^{-2}).

Observation synoptique : Observation en surface ou en altitude effectuée à une heure standard.
Prévision à courte (très courte) échéance : Prévision, de période de validité inférieure à environ trois jours (12 heures pour une prévision à très courte échéance). Voir nota ci-après.
Prévision à moyenne échéance : Prévision pour une période de validité qui s'étend généralement de 3 à 10 jours de la date de diffusion. Voir nota ci-après.
Prévision à longue échéance : Prévision dont la période de validité est généralement de plus de 10 jours.
Nota : Météo-France utilise des définitions légèrement différentes pour les prévisions. Elles sont les suivantes :
- *Prévision immédiate*, prévision dont la période de validité est limitée aux six heures qui suivent son élaboration ;
- *Prévision à très courte échéance*, prévision dont la période de validité s'étend de six heures à 24 heures ;
- *Prévision à courte échéance*, prévision dont la période de validité s'étend comprend les jours J+1 et J+2 ;
- *Prévision à moyenne échéance*, prévision dont la période de validité s'étend de J+3 à J+7.

5.6.1.2. Structure mécanique et thermodynamique de l'atmosphère en général.

.....genèse : Processus de formation ou d'intensification d'une circulation cyclonique (*cyclogenèse*), ou, par des influences physiques (rayonnement) ou cinématiques (mouvement de l'air), d'un front ou d'une zone frontale (*frontogenèse*).
.....lyse : Processus d'affaiblissement ou même de cessation d'une circulation cyclonique (*cyclolyse*), ou d'un front ou d'une zone frontale (*frontolyse*).
Action de blocage : Processus atmosphérique, d'une durée appréciable, provoquant dans les latitudes moyennes des interruptions méridiennes du courant zonal normal de la circulation générale.

Advection : Processus de transport des propriétés d'une masse d'air par le champ de vitesse de l'atmosphère.
Anticyclone - Aire de haute pression - Haute pression : Région de l'atmosphère où la pression est élevée par rapport au voisinage au même niveau.
Centre d'action : Dépression, ou anticyclone, de grande étendue et quasi stationnaire, qui détermine le mouvement des perturbations atmosphériques sur une grande région.
Circulation atmosphérique : Mouvements atmosphériques au-dessus de la surface de la Terre.
Circulation anticyclonique : Circulation atmosphérique liée à un anticyclone.
Circulation cyclonique : Circulation atmosphérique liée à une dépression.

Circulation méridienne :
a) composante de la circulation atmosphérique, selon un méridien, vers le Nord ou vers le Sud ;
b) circulation atmosphérique le long, au moins approximativement, des méridiens.
Circulation zonale - Courant ou *Flux zonal :*
a) composante de la circulation atmosphérique le long d'un parallèle terrestre, vers l'Est ou vers l'Ouest ;
b) circulation atmosphérique le long, ou presque, des parallèles terrestres.

Comblement d'une dépression : Hausse temporelle de la pression au centre d'une dépression (inverse de *creusement*).
Confluence : Resserrement progressif, dans le sens de l'écoulement, des lignes de courant (voir *diffluence*).

20 *Col barométrique* : Région de faible gradient de pression (pression presque uniforme), où les surfaces isobares sont en forme de selle, et qui apparaît entre deux dépressions et deux anticyclones disposés alternativement en croix.

21 *Courant-jet :* Courant d'air tubulaire aplati, quasi horizontal, généralement près de la tropopause, axé sur une ligne de vitesse maximale et caractérisée par de grandes vitesses et par de forts cisaillements verticaux et horizontaux du vent. L'*axe du courant-jet* est l'axe le long duquel les vitesses du vent sont les plus fortes à un niveau donné (par exemple 250 hPa)

22 *Courant zonal :* voir *circulation zonale*.

23 *Courant méridien :* Vent orienté du Sud au Nord ou vice versa.

24 *Crête barométrique - Crête de haute pression* : Région de l'atmosphère dans laquelle la pression est élevée par rapport aux régions voisines au même niveau. Sur les cartes synoptiques, elle est représentée par un système d'isobares ou d'isohypses presque parallèles, en forme de U et dont la concavité est dirigée cers un anticyclone.

25 *Creusement d'une dépression* : Diminution temporelle de la pression au centre d'une dépression (inverse de *comblement*).

27 *Creux barométrique* : Région de l'atmosphère dans laquelle la pression est basse par rapport aux régions voisines au même niveau (*thalweg*). Un creux barométrique est représenté sur la carte synoptique par un système d'isobares ou d'isohypses presque parallèles et en forme approximative de V dont la concavité est ouverte vers les basses pressions.

28 *Cyclogenèse :* Processus de formation ou d'intensification d'une circulation cyclonique.

29 *Cyclolyse :* Processus d'affaiblissement ou même de cessation d'une circulation cyclonique.

30 *Cyclone tropical :*

31 a) dans la littérature d'origine anglo-saxonne, terme générique désignant une dépression d'échelle synoptique, non accompagnée d'un système frontal, prenant naissance au-dessus des eaux tropicales ou subtropicales, et présentant une convection organisée et une circulation cyclonique caractérisée du vent de surface ;

32 b) dans la littérature de langue française, dépression des régions tropicales au sein de laquelle la vitesse maximale du vent atteint 64 noeuds (voir au sous-chapitre 1.2 la terminologie relative aux perturbations tropicales).

33 *Dépression - Cyclone - Basse pression - Zone de basse pression* : Région de l'atmosphère où la pression est basse par rapport au voisinage au même niveau.

34 *Dépression extra-tropicale* : Système dépressionnaire se développant à des latitudes situées en dehors des tropiques.

35 *Dépression orographique - Dépression sous le vent* : Dépression qui se forme sous le vent (à l'arrière) d'un élément orographique faisant obstacle au vent.

36 *Dépression principale* : La plus importante ou la plus ancienne d'une famille de dépressions.

37 *Dépression secondaire* : Dépression se rattachant à une autre plus importante ou plus ancienne (*dépression principale*).

38 *Dépression thermique* : Dépression résultant des températures élevées provoquées par un échauffement intense de la surface terrestre.

39 *Dépression tropicale* : Dépression prenant naissance au-dessus des eaux tropicales ou subtropicales et présentant une convection organisée et une circulation cyclonique caractérisée du vent de surface, la vitesse maximale du vent restant inférieure à 34 nœuds.

40 *Diffluence* : Séparation progressive, dans le sens de l'écoulement, des lignes de courant (voir *confluence*).

41 *Dorsale* : Terme synonyme de *crête*, quoique généralement employé pour décrire une crête barométrique se déplaçant rapidement entre deux dépressions ou creux (thalwegs).

42 *Équateur thermique :* Ligne qui circonscrit la Terre et relie tous les points où la température moyenne annuelle est maximale sur chaque méridien.

43 *Famille de dépressions* : Série de dépressions se formant successivement.

44 *Front* :

45 a) interface ou zone de transition entre des masses d'air de densité (température, humidité) différente s'accompagnant d'une convergence du vent ;

46 b) ligne d'intersection de la surface séparant deux masses d'air avec une autre surface ou avec le sol.

47 Nota : une simple limite entre deux masses d'air, non accompagnée de convergence du vent, donc sans activité en termes de précipitation, prend le nom de « pseudo-front ».

48 *Front chaud* : Front non occlus se déplaçant de façon telle que l'air chaud remplace l'air froid.

49 *Front d'altitude* : Front existant en altitude mais ne se prolongeant pas jusqu'à la surface terrestre.

50 *Front froid* : Front non occlus se mouvant de façon telle que la masse d'air froid succède à la masse d'air chaud.

51 *Frontogenèse* : Processus de formation ou d'intensification d'un front ou d'une zone frontale par des influences physiques (par exemple rayonnement) ou cinématiques (par exemple champ de mouvement de l'air).

52 *Front intertropical - Front équatorial :* Front quasi permanent séparant l'alizé boréal de l'alizé austral ou constituant la limite extrême d'une mousson tropicale (terme employé pour phénomène terrestre), voir *zone de convergence intertropicale (ZCIT)*.

53 *Frontolyse* : Processus d'atténuation ou même d'évanouissement d'un front ou d'une zone frontale par des influences physiques (par exemple rayonnement) ou cinématiques (par exemple champ de mouvement de l'air).

54 *Front occlus - Occlusion frontale :* Association de deux fronts, qui se forme lorsqu'un front froid rattrape un froid chaud ou quasi stationnaire.

55 *Front secondaire* : Front qui sépare deux masses d'air de même origine mais dont les caractères thermiques sont différents en raison de différences d'âge ou de parcours.

56 *Front stationnaire*, *quasi stationnaire* : Front stationnaire (position inchangée ou presque inchangée sur les cartes synoptiques successives) ou presque (par convention, front ayant une vitesse de moins de 5 nœuds).

57 *Goutte froide d'altitude* : Vaste volume d'air froid s'étant séparé de la masse d'air froid des latitudes plus élevées lors de la formation d'une dépression d'altitude. Se traduit souvent par des précipitations importantes.

58 *Ligne de courant* : En tout point d'un fluide, ligne tangente à la vitesse instantanée du fluide en ce point. Représente la trajectoire suivie par les particules d'air.

59 *Ligne d'instabilité* : Ligne ou bande d'activité convective non frontale.

60 *Occlusion* : Processus de formation d'un front occlus.

61 *Occlusion chaude (* ou *froide) - Occlusion à caractère de front chaud (froid)* : Occlusion se traduisant par une masse d'air à l'arrière du front occlus plus chaud (ou plus froid) que l'air à l'avant du front.

62 *Occlusion rétrograde* : Front occlus pris dans la circulation à l'arrière d'une dépression. Une occlusion rétrograde se déplace généralement vers le Sud ou le SE (dans l'hémisphère Nord) tandis que le front occlus d'origine se déplace vers l'Est ou le NE.

63 *Onde cyclonique - Onde frontale* : Ondulation le long d'un front de surface correspondant au premier stade de développement d'une dépression extra-tropicale.

64 *Ouragan* : Nom donné à une perturbation tropicale au sein de laquelle la vitesse du vent atteint ou dépasse 64 nœuds (vent d'ouragan) dans l'Atlantique Nord, les Caraïbes, le golfe du Mexique et l'Est du Pacifique Nord.

65 *Perturbation atmosphérique* :
66 a) en général, toute interruption d'un état d'équilibre de l'atmosphère ;
67 b) aux latitudes tempérées, ensemble front chaud, secteur chaud et front froid liés à une dépression ;
68 c) par extension, toute zone de mauvais temps liée à un front.
69 *Perturbation tropicale :*
70 a) terme générique désignant une dépression d'échelle synoptique, non accompagnée d'un système frontal, prenant naissance au-dessus des eaux tropicales ou subtropicales, et présentant une convection organisée et une circulation cyclonique caractérisée du vent de surface ;
71 b) vents de surface légers et indices de circulation cyclonique.

72 *Point triple* : Point de jonction, sur une carte synoptique, des fronts chaud, froid et occlus.

73 *Pseudo-front :*
74 a) ligne ou surface de discontinuité de la température ou d'autres éléments météorologiques dans l'atmosphère inférieure, résultant directement d'une modification des caractéristiques de la surface sous-jacente (par exemple discontinuité de la température liée aux propriétés différentes d'une surface continentale et d'une surface océanique adjacente) ;
75 b) à petite échelle, dans un orage, front entre l'air refroidi par la précipitation et l'air plus chaud environnant.

76 *Régénération d'une dépression* : Creusement d'une dépression qui était en voie de comblement.

77 *Surface frontale* : Surface de séparation de deux masses d'air.

78 *Tempête* :
79 a) aux latitudes tempérées, vent dont la vitesse est comprise entre 48 et 55 nœuds (force 10 de l'échelle Beaufort) ;
80 b) dans la littérature anglo-saxonne, perturbation atmosphérique comportant des variations des champs de pression et de vent dominants, dont l'échelle va des tornades (1 km) à celles des cyclones extra-tropicaux (2 000 à 3 000 km).
81 *Tempête tropicale* : perturbation des régions tropicales au sein de laquelle le vent est compris entre 34 et 63 nœuds.

82 *Thalweg* (ou *Talweg*) :
83 a) région allongée dans laquelle la pression atmosphérique est relativement basse (*creux barométrique*) ;
84 b) ligne le long de laquelle les pressions sont plus basses et où la courbure cyclonique des isobares ou des isohypses est maximale.

85 *Trajectoire* : Courbe, lieu des positions successives du centre d'un système synoptique déterminé, tel qu'une dépression.

86 *Typhon* : Nom donné à une perturbation tropicale caractérisée par des vents soutenus d'une vitesse maximale de 64 nœuds ou plus près du centre dans l'Ouest du Pacifique Nord (Mer de Chine notamment).

87 *Zone de convergence intertropicale (ZCIT)* : Zone étroite où les alizés des deux hémisphères se rejoignent, voir *front intertropical*.

01 **5.6.1.3. Rayonnement et température.**

07 *Couche d'inversion* : Couche de l'atmosphère dans laquelle la température augmente ou reste constante avec l'altitude.

13 *Inversion de rayonnement* : Inversion de la température produite par refroidissement dû au rayonnement du sol, d'une surface de neige ou de glace, de la partie supérieure d'une couche nuageuse, etc…
19 *Inversion de subsidence* : Inversion de température causée par le réchauffement adiabatique d'une couche d'air en subsidence (§ 5.6.1.5).

25 *Isotherme* : Ligne, lieu des points d'une même valeur de température de l'air.

31 *Rayonnement total résultant - Bilan radiatif - Bilan du rayonnement total* : Différence entre les flux de rayonnement (solaire et terrestre) dirigés vers le bas et vers le haut (à un niveau donné) et incidents, réfléchis ou diffusés (à la surface d'un corps).

01 **5.6.1.4. Pression atmosphérique.**

07 *Dépression complexe* : Zone de pression relativement basse dans laquelle on trouve plus d'un centre de basse pression.

13 *Isallobare* : Ligne des points d'égale variation de pression pendant un intervalle de temps donné.
19 *Isobare* : Ligne des points d'égale pression, sur une surface donnée (surface horizontale, plan de coupe verticale, etc…).
25 *Isohypse* ou *ligne isohypse* : Ligne joignant les points d'égale hauteur géopotentielle (voir *mètre géopotentiel*, § 5.6.1.1) sur une surface donnée, généralement sur une surface isobare.

31 *Marais barométrique* : Dépression de faible gradient horizontal de pression.

37 *Noyau de baisse* (*hausse*) *de pression* : Système d'isallobares fermées entourant une région de baisse (hausse) maximale de pression dans un intervalle de temps donné.

43 *Système de pression* : Terme désignant une entité de la circulation atmosphérique à l'échelle des dépressions, soit habituellement un anticyclone ou une dépression, moins souvent une crête ou un thalweg.

01 **5.6.1.5. Vent.**

03 *Accalmie du vent* : Diminution marquée de la vitesse du vent.

05 *Ascendance* : Mouvement vertical de l'air dirigé vers le haut et de faible extension.

07 *Brise :*
09 a) en général, vent faible à modéré (brise de terre, de mer, de lac, brise de pente, voir § 1.1.4.3) ;
11 b) dans l'échelle Beaufort, vitesse de vent de 4 à 27 nœuds.

13 *Brise de terre* : Vent des régions côtières, soufflant la nuit du sol ferme vers une grande surface d'eau, par suite du refroidissement nocturne du sol.

15 *Brise de mer - Brise de lac* : Vent des régions côtières, soufflant le jour à partir d'une grande surface d'eau (mer ou lac) vers le sol ferme par suite du réchauffement diurne du sol.

17 *Cisaillement du vent* : Variation locale de la direction ou de la vitesse du vent.

19 *Convection* : Mouvements internes organisés dans une couche d'air, entraînant des transferts verticaux de chaleur, de quantité de mouvement, etc…

21 *Coup de vent* : Vent dont la vitesse est comprise entre 34 et 40 nœuds (force 8 de l'échelle Beaufort).

23 *Effet venturi* : accélération locale du vent et apparition de rafales dans certains endroits lorsque le vent souffle dans un passage étroit en montagne ou dans une gorge.

25 *Fœhn* : Vent réchauffé et asséché par mouvement descendant, en général du coté sous le vent d'une montagne.

27 *Grain* : Phénomène atmosphérique caractérisé par un accroissement soudain et très important de la vitesse du vent d'une durée de l'ordre de quelques minutes et s'amortissant plutôt rapidement ; il est souvent accompagné d'averses ou d'orages.

29 *Grain orageux* : Grain accompagné d'orage.

31 *Isogone :* Ligne des points de même direction du vent.

33 *Isotache - Isotaque* (prononcé isotaque) - *Isanémone* : Ligne des points d'égale vitesse du vent.

35 *Ligne de cisaillement* : Ligne le long de laquelle il y a une variation abrupte de la composante horizontale du vent parallèle à cette ligne.

37 *Ligne de grains* : Ligne non frontale ou bande étroite d'orages (avec ou sans grains).

39 *Mousson :* Vent de la circulation générale de l'atmosphère caractérisé par une direction régulière et par un changement marqué de cette direction d'une saison à l'autre. Le terme est généralement limité au cas où la cause primaire est le réchauffement différentiel (changement de sens de l'été à l'hiver) entre un continent et l'océan avoisinant.

41 *Ouragan* : Voir au paragraphe 5.6.1.2.

43 *Rafale* : Hausse brève et soudaine de la vitesse du vent par rapport à sa valeur moyenne.

45 *Saute de vent* : Variation brusque de la direction du vent.

47 *Subsidense* : Lent affaissement d'une masse d'air sur une vaste région, généralement accompagné d'une divergence horizontale dans les couches inférieures. L'air en subsidence se comprime et se réchauffe, et sa stabilité initiale est généralement augmentée.

49 *Tempête* : Aux latitudes tempérées, vent dont la vitesse est comprise entre 48 et 55 nœuds (force 10 de l'échelle Beaufort).

51 *Tempête tropicale* : Vitesse maximale du vent de 34 à 47 nœuds.

53 *Thermique* : Ascendance se produisant localement au-dessus d'une surface terrestre plus chaude que son environnement immédiat.

55 *Trajectoire* : Courbe, lieu des positions successives d'une particule d'air mobile.

57 *Vent anabatique* : Vent remontant une pente ; ne s'applique habituellement qu'au vent soufflant vers le sommet d'une colline ou d'une montagne et dû à un fort réchauffement de la surface de la pente.

59 *Vent catabatique* : Vent descendant dû à ce que la densité de l'air sur une pente y est plus grande qu'horizontalement à quelque distance de celle-ci. Ce vent est associé à un refroidissement de la surface de la pente.

61 *Vent dominant* : Vent dont la direction, en un lieu donné, a une fréquence nettement supérieure à celle des vents des autres directions.

63 *Vent du gradient - Vent gradiental* : Vent théorique correspondant à l'équilibre entre la force horizontale de pression, la force déviante horizontale et la force centrifuge due à la courbure de la trajectoire de l'air, supposées agir seules sur l'air. Il souffle parallèlement aux isobares ou aux isohypses.

65 *Vent géostrophique* : Vent théorique correspondant à l'équilibre entre la force horizontale de pression et la force déviante horizontale supposées agir seules sur l'air. Il souffle parallèlement aux isobares ou aux isohypses rectilignes.

67 *Vent relatif - Vent apparent* : Vecteur vent par rapport à un objet mobile. La vitesse du vent apparent est la différence géométrique entre la vitesse du vent vrai et celle de l'objet.

69 *Vent variable* : Vent dont la direction subit des changements fréquents.

71 *Vent vrai* : Vecteur vent par rapport à la surface terrestre. Dans le cas d'un objet en mouvement, c'est la somme vectorielle du vent apparent et de la vitesse de l'objet.

73 *Violente tempête* : Vent dont la vitesse est comprise entre 56 et 63 nœuds (force 11 de l'échelle beaufort).

01 **5.6.1.6. Mer.**

07 *État de la mer* : Agitation locale de la mer, due à l'effet combiné du vent et de la houle.

13 *Fetch* : Longueur du trajet au-dessus de la mer d'un vent soufflant d'une direction et avec une vitesse approximativement uniformes.

19 *Hauteur significative des vagues* $H_{1/3}$: Hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes. Caractérise l'état de la mer (§ 1.1.8.1).

25 *Houle :* Tout système de vagues se propageant hors de sa zone de génération.

01 **5.6.1.7. Vapeur d'eau et hydrométéores.**

04 *Averse* : Précipitation, souvent de courte durée et forte, tombant de nuages convectifs. Une averse est caractérisée par son début et sa fin brusques, et généralement par ses variations fortes et rapides d'intensité.

07 *Base d'un nuage* : Le niveau le plus bas d'un nuage ou d'une couche nuageuse.

10 *Brouillard* : Suspension dans l'atmosphère de très petites gouttelettes d'eau, en général microscopiques, réduisant la visibilité horizontale à la surface du globe à moins de 1 kilomètre.

13 *Brouillard au sol* : Brouillard de rayonnement de faible extension verticale, fréquemment dense, laissant souvent voir les étoiles et le soleil.

16 *Brouillard d'advection - Brouillard marin :* Brouillard se formant dans la partie inférieure d'une masse d'air humide qui se déplace au-dessus d'une surface (terre ou eau) plus froide.
19 *Brouillard de mélange* : Brouillard léger et de courte durée, produit par le mélange de deux masses d'air humides mais non saturées et de températures différentes.
22 *Brouillard de rayonnement* : Brouillard dû à un refroidissement par rayonnement nocturne de la surface terrestre, qui à son tour refroidit l'air adjacent à un degré suffisant pour entraîner la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.
25 *Brouillard d'évaporation :* Brouillard produit dans une masse d'air froide et stable par évaporation rapide à la surface d'une eau chaude sous-jacente.
28 *Brume* : Suspension dans l'atmosphère de microscopiques gouttelettes d'eau ou de particules hygroscopiques, réduisant la visibilité en surface à moins de 5 kilomètres.

31 *Chasse-neige basse :* Ensemble de particules de neige soulevées par le vent à faible hauteur au-dessus du sol. La visibilité n'est pas sensiblement réduite au niveau de l'œil.
34 *Chasse-neige élevée :* Neige soulevée par le vent à des hauteurs suffisantes au-dessus du sol pour réduire la visibilité horizontale au niveau de l'œil.

37 *Ciel clair* : Ciel dont la nébulosité est inférieure à un octa.
40 *Ciel couvert* : Ciel dont la nébulosité est égale à huit octas.
43 *Ciel peu nuageux :* Ciel dont la nébulosité est égale à un ou deux octas.
46 *Ciel nuageux* : Ciel dont la nébulosité est supérieure à quatre octas.
49 *Ciel très nuageux* : Ciel dont la nébulosité est égale à six ou sept octas.

52 *Éclaircie* :
55 a) diminution de la nébulosité lorsqu'elle est élevée ;
58 b) moment où cette diminution se produit ;
61 c) trouée dans une couche nuageuse couvrant tout le ciel.

64 *Plafond* :
67 a) hauteur, au-dessus de la surface terrestre, de la base de la couche nuageuse la plus basse dont la nébulosité dépasse une valeur déterminée ;
70 b) visibilité verticale dans une couche ayant sa base en surface et qui obscurcit complètement le ciel.

73 *Précipitation* : Hydrométéore qui se présente sous forme d'une chute de particules. Les formes de précipitation sont la pluie, la bruine, la neige, la neige en grains, la neige roulée, le poudrin de glace, la grêle, le grésil et les granules de glace.

01 **5.6.1.8. Phénomènes divers et influences.**

07 *Brume de sable* : Suspension dans l'atmosphère de petites particules de sable ou de poussière, qui ont été soulevées du sol antérieurement au moment de l'observation par une tempête de sable ou de poussière.
13 *Brume sèche* : Suspension dans l'atmosphère de particules sèches, extrêmement petites, invisibles à l'œil nu et suffisamment nombreuses pour donner à l'air un aspect d'opalescence.

19 *El Niño :* Réchauffement anormal de l'océan au large de la côte Ouest de l'Amérique du Sud, habituellement accompagné par de fortes pluies dans les régions côtières du Pérou et du Chili.

25 *Orage* : Décharges brusques d'électricité atmosphérique, se manifestant par une lueur brève et intense (éclair) et par un bruit sec ou un roulement sourd (tonnerre). Les orages sont associés aux nuages convectifs (cumulonimbus) et sont, le plus souvent, accompagnés de précipitation sous la forme d'averses de pluie ou de grêle ou, occasionnellement, de neige, de neige roulée, de grésil ou de grêle.

31 *Visibilité horizontale* : Distance maximale à laquelle un observateur peut voir et identifier un objet situé à proximité du plan horizontal sur lequel il se trouve lui-même.
37 *Visibilité oblique* : Distance maximale à laquelle un observateur peut voir et identifier un objet situé ni à la même altitude ni sur la même verticale que lui.
43 *Visibilité verticale* : Distance maximale à laquelle un observateur peut voir et identifier un objet sur la même verticale que lui, vers le haut ou vers le bas.

01 5.6.2. GLOSSAIRE ANGLAIS-FRANÇAIS.

Air mass	Masse d'air.
Air pocket	Trou d'air.
Air stream	Courant de vent.
Aloft	En altitude.
Antarctic air	Air antarctique.
Anticyclogenesis	Anticyclogénèse.
Anticyclolysis	Anticyclolyse.
Anti-trade (wind)	Contre-alizé.
Arctic air	Air arctique.
Area	Zone.
Area of high pressure	Zone de hautes pressions.
Area of low pressure	Zone de basses pressions.
At times	De temps à autre.
Back (clockwise)	Dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (*exemple :* rotation du vent).
Bay ice	Glace de baie.
Belt of high pressure	Ceinture de hautes pressions.
Belt of low pressure	Ceinture de basses pressions.
Bergy-bit	Fragment d'iceberg.
Blizzard (storm warning)	Blizzard (Avis de tempête).
Blowing snow	Chasse-neige élevée.
Brash-ice	Sarrasin. Glace flottante.
Break	Éclaircie.
Break up (ices)	Débâcle (glaces).
Breakers	Brisants.
Breaking up	Se dissolvant.
Breeze	Brise.
- fresh breeze	bonne brise.
- gentle breeze	petite brise.
- land breeze	brise de terre.
- light breeze	légère brise.
- moderate breeze	jolie brise.
- sea breeze	brise de mer.
- strong breeze	vent frais.
Bumpiness	Remous atmosphérique, agitation de l'air.
Buoyancy	Poussée d'Archimède (hydrostatique).
Broken sky	Ciel très nuageux.
Bush (spout)	Buisson (trombe).
Burst	Invasion, éclatement ou irruption (mousson).
Calm	Calme.
Canal	Chenal, passe.
Ceiling	Plafond.
Cell	Cellule.
Chart	Carte.
- contour chart	carte d'isohypses, carte isobarique.
- upper-air chart	carte d'altitude.
- surface (synoptic) chart	carte (synoptique) de surface.
Choppy (sea)	Hachée (mer).
Clearance (*ou* clearing up)	Éclaircie.
Cloud	Nuage.
- anvil cloud	nuage en enclume.
- funnel cloud	nuage en entonnoir.
Col	Col barométrique.
Cold air	Air froid.
Cold front	Front froid.
Cold occlusion	Occlusion à caractère de front froid.
Continental air	Air continental.
Continuous	Continu.
Cyclogenesis	Cyclogénèse.
Cyclolysis	Cyclolyse.
Damp	Humide.
Dawn	Aude.
Decreasing	Décroissant.
Deepen (to)	Se creuser.
Dew (point)	Rosée (point de)
Disturbance	Perturbation.
Doldrums	Pot-au-noir
Drifting snow	Chasse-neige basse.
Drift-ice	Banquise, glace à la dérive.
Drizzle	Bruine.
Dry	Sec.
Duststorm	Tempête de poussière.
Early	Tôt.
Eddy	Remous, tourbillon.
Equatorial air	Air équatorial.
Extensive	Étendu.
Fair	Beau.
Fast-ice	Banquise côtière.
Field of ice	Champ de glace.
Filling up	Se comblant.
Floe (Ice floe)	Floe. Glace de mer.
Fog (— bank)	Brouillard (banc de —)
Forecast	Prévision.
- long-range f.	p. à longue échéance.
- medium-range f.	p. à moyenne échéance.
- short-range f.	p. à brève échéance.
Freezing	Gelée, gel.
Freezing rain	Pluie se congelant.
Freshening	Fraîchissant.
Front	Front.
- cold front	front froid.
- intertropical front	front intertropical.
- polar front	front polaire.
- secondary cold front	front froid secondaire.
- trailing front	front à traîne.
- upper front	front en altitude.
- warm front	front chaud.
Frontal wave	Onde frontale.
Frontogenesis	Frontogénèse.
Frontolysis	Frontolyse.
Frost	Gelée, gel.
Funnnel	Entonnoir de trombe.
Further outlook	Évolution probable.
Gale	Coup de vent.
Gale warning	Avis de coup de vent.
General inference	Prévision générale.
General statement	Situation générale.
Gentle breeze	Petite brise.
Glassy (sea).	Sans rides (mer).
Glaze	Givre transparent.
Good	Bon.
Growler (ice)	Bourguignon (glace).
Gust	Rafale.
Gustiness	Turbulence.
Hail	Grêle.
- hailstone	grêlon.
- small hail	grésil.
Haze	Brume sèche.
Heavy	Lourd (gros).
High	Haut *ou* Anticyclone.
High pressure (Ridge of)	Crête barométrique.

High (sea) ..... grosse (mer).
Horse latitudes ..... Zones des calmes équatoriaux.
Hummocked ice ..... Glace hummockée.
Hurricane ..... Ouragan.
Hurricane warning ..... Avis d'ouragan.

Ice ..... Glace.
- drift ice ..... pack (ou banquise).
- level ice ..... glace unie.
- new ice ..... glace nouvelle.
- pack ice ..... pack (ou banquise).
- polar ice ..... glace polaire.
- winter ice ..... glace de l'année.
- young ice ..... jeune glace.
Iceberg ..... Iceberg.
Ice-edge ..... Lisière de glace.
Ice field (*ou* Field of ice) Champ de glace.
Ice floe (ou Floe) ..... Floe. Glace de mer.
Ice limit ..... Limite des glaces.
Ice needles ..... Aiguilles de glace.
Ice pellets ..... Granulés de glace, grésil.
Ice shelf ..... Talus (ou falaise) de glace.
Icing ..... Givrage (des navires).
Increasing ..... Croissant, augmentant.
In patches ..... Par plaques.

Jet-stream ..... Courant-jet

Lag ..... Retard, décalage, inertie (baromètre)
Lapse rate ..... Gradient vertical.
Late ..... Tard.
Later ..... Plus tard.
Levanter (local wind) .... Levante (vent local).
Light air ..... Très légère brise.
Lightning ..... Éclairs.
Line ..... Ligne.
Line squall ..... Grain en ligne.
Local time ..... Heure locale.
Long-range forecast ..... Prévision à longue échéance.
Low ..... Bas *ou* Dépression.
Lull (wind) ..... Accalmie (du vent).

Maritime air ..... Air maritime.
Medium-range forecast .. Prévision à moyenne échéance.
Mist - Misty ..... Brume - Brumeux
Moderate - Moderating .. Modéré - Se calmant.
Moderate (sea) ..... Agitée (mer)
Moist air- Moisture ..... Air humide - Huminité.
Monsoon ..... Mousson.
- summer monsoon ..... mousson d'été.
- winter monsoon ..... mousson d'hiver.

Near gale ..... Grand frais.
Neck ..... Couloir de basses pressions.
Northen lights ..... Aurore boréale.
Now and then ..... Par moments.

Occlusion ..... Occlusion.
- cold occlusion ..... occlusion à caractère de front froid.
- warm occlusion ..... occlusion à caractère de front chaud.
Outbreak ..... Invasion, Poussée.
Overcast ..... Couvert (ciel).

Pack-ice (*ou* Drift-ice) .. Pack, Banquise.
Pancake-ice ..... Glace en crêpes.
Path (depression) ..... Trajectoire (dépression).

Phenomenal (sea) ..... énorme (mer)
Polar air ..... Air polaire.
Polar ice ..... Glace polaire.
Poor ..... Mauvais.
Prevailing wind ..... Vent dominant.

Quickly ..... Rapidement.

Rain ..... Pluie.
Rain and snow mixed .... Pluie et neige mêlées.
Range (temperature) ..... Amplitude.
Rear (depression) ..... Traîne.
Recurve (to) ..... Se recourber.
Reversal .... Renversement (vent).
Ridge (of high pressure) Crête barométrique.
Rime ..... Givre blanc.
Rippled (sea) ..... Ridée (mer).
Rising . ..... En hausse.
Roaring forties ..... 40e rugissants (vents d'W, zone de 40° S).
Rough (sea) ..... Forte (mer).

Sandstorm ..... Tempête de sable.
Scuds ..... Nuages bas de mauvais temps.
Sea .... Mer. État de la mer :
- glassy .... sans rides
- rippled .... ridée
- smooth (wavelets) ..... belle (vaguelettes)
- slight .... peu agitée
- moderate .... agitée
- rough .... forte
- very rough ..... très forte
- high .. .. grosse
- very high . ..... très grosse
- phenomenal ..... énorme.
Settled ..... Stable, établi.
Shift of wind ..... Saute de vent.
Shore lead ..... Chenal côtier.
Short-range forecast ..... Prévision à brève échéance.
Shower ..... Averse.
- passing shower ..... averse passagère.
Sky ..... Ciel.
- overcast sky ..... ciel couvert.
- (very) cloudy sky. ..... ciel (très) nuageux.
- sky slightly clouded ..... ciel peu nuageux.
Sleet ..... Giboulée, pluie et neige mêlées.
Slight ..... Léger (faible).
Slight (sea) ..... Peu agitée (mer)
Sludge (*ou* Slush) ..... Gadoue, neige fondue ou fondante.
Small hail ..... Grésil.
Smoke ..... Fumée.
Smooth - Smoothing .... Uni, sans turbulence - Lissage.
Smooth (wavelets) (sea) Belle (vaguelettes) (mer).
Snow ..... Neige.
Spout (water s.) ..... Trombe (t. marine).
Spreading ..... S'étendant.
Squall ..... Grain.
Stable air mass ..... Masse d'air stable.
Storm ..... Tempête.
- storm warning ..... avis de tempête.
Strong ..... Fort.
Strong gale ..... Fort coup de vent.
Subtropical air ..... Air subtropical.
Summer monsoon ..... Mousson d'été.
Sunrise ..... Lever du soleil.
Sunset ..... Coucher du soleil.

Surf	Déferlement.
Surge	Lame.
Swell	Houle.
Synoptic situation	Situation synoptique.
Thaw	Dégel.
Thunder	Tonnerre.
Thunderstorm	Orage.
Tornado	Tornade.
Track	Trajet.
Trade winds (Trades)	Alizés.
Tropical air	Air tropical.
Tropical cyclone	Cyclone tropical.
Trough	Creux barométrique.
Trough line	Thalweg, ligne de creux.
Typhoon	Typhon.
Universal Time (UT)	Temps universel.
- coordinated u.t. (UTC)	Temps universel coordonné.
Unstable air mass	Masse d'air instable.
Upper front	Front en altitude.
Veer (clockwise)	Dans le sens des aiguilles d'une montre (*exemple :* rotation du vent).
Violent storm	Violente tempête.
Vorticity	Tourbillonnaire.
Warm air	Air chaud.
Warning	Avis. Avertissement.
Water spout	Trombe marine.
Wave	Vague.
- cold wave	vague de froid.
- heat wave	vague de chaleur.
Wavelet	Vaguelette.
Weak (to)	S'affaiblir.
Wedge	Dorsale.
Wet	Humide.
Whirlwind	Tourbillon de vent.
Widely	Étendu.
Widespread	Étendu.
Wind	Vent.
- anti-trade wind	contre-alizé.
- offshore wind	vent de terre.
- trade wind	alizé.
- wind lull	accalmie du vent.
- wind reversal	renversement du vent.
- wind-shift line	ligne de discontinuité de la direction du vent.
Winter monsoon	Mousson d'hiver.
Zone time	Heure du fuseau.

01 **5.6.3. GLOSSAIRE ESPAGNOL-FRANÇAIS**

Aclaramiento (*ou* Claro) ..	Éclaircie.
Agujas de hielo	Aiguilles de glace.
Aire	Air.
- aire antártico	air antarctique.
- aire ártico	air arctique.
- aire cálido	air chaud.
- aire continental	air continental.
- aire ecuatorial	air équatorial.
- aire frío	air froid.
- aire polar	air polaire.
- aire subtropical	air subtropical.
- aire tropical	air tropical.
Agitado (mar)	Hachée (mer).
Alba	Aube.
Alisios (vientos alisios) ..	Alizés.
Alto (a)	Haut(e).
- altas presiones	hautes pressions.
Amaine del viento.....	Accalmie (du vent).
Anticiclón	Anticyclone.
Arrastre eólico alto de nieve.....	Chasse-neige élevée
Área	Zone.
Aumentado	Croissant.
A veces	De temps à autre.
Aviso	Avis.
- aviso de huracán	avis d'ouragan.
- aviso de temporal	avis de tempête.
- aviso de viento duro	avis de coup de vent.
Bache	Remous atmosphérique, agitation
.....	de l'air.
Bajo(a)	Bas(se).
- bajas presiones	basses pressions.
Bancos (en)	(En) plaques.
Bandejón	Floe. Glace de mer.
Blizzard	Blizzard.
Borrasca (*ou* temporal duro)	Violente tempête.
Brisa	Brise.
- brisa débil	petite brise.
- brisa de mar	brise de mer.
- brisa de tierra	brise de terre.
- brisa fresca	bonne brise.
- brisa fuerte	vent frais.
- brisa moderada	jolie brise.
- brisa muy débil	légère brise.
Bueno	Bon.
Cálido(a)	Chaud(e).
Calima	Brume sèche.
Calmo(a)	Calme.
Camas acuatoriales	Pot-au-noir.
Canal costero	Chenal côtier.
Cencellada	Givre.
- cencellada blanca	givre blanc.
- cencellada transparente	givre transparent.
Chaparrón - Chubasco	Averse.
Chubasco	Averse.
Ciclogénesis	Cyclogénèse.
Ciclolísis	Cyclolyse.
Ciclón tropical	Cyclone tropical.
Cielo.....	Ciel.
- cielo cubierto	ciel couvert.
- cielo (muy) nuboso.....	ciel (très) nuageux.
- cielo poco nuboso	ciel peu nuageux.
Cinarra (*ou* Gragea)	Neige en grains.
Cinturon	Ceinture.
- cinturon de altas presiones	ceinture de hautes pressions.
- cinturon de bajas presiones	ceinture de basses pressions.
Chorro	Jet.
Claro(a)	Clair(e) *ou* Éclaircie.
Collado	Col barométrique.
Continuo	Continu.
Contralisio	Contre-alizé.
Corriente en chorro	Courant-jet
Cresta de alta presion	Crête barométrique.
Desglaciación (hielo).	Débâcle (glaces).
Día	Jour.
- los proximos dias	les prochains jours.
Disipándose	Se dissolvant.
Disminuyendo	Décroissant.
Duro(a)	Fort(e).
En bancos	Par plaques.
Embubo de la tromba	Entonnoir de trombe.
Empuje ascensional	Poussée d'Archimède (hydro-statique).
Estable	Stable.
Este	Est (Levant).
Evolucíon probable ulterior	Évolution probable.
Extendiéndose	S'étendant.
Extenso	Étendu.
Frente	Front.
- frente (casi) estacionario ...	front (quasi) stationnaire
- frente de arrastre	front à traîne
- frente caliente	front chaud.
- frente en altitud	front en altitude.
- frente frío	front froid.
- frente frío secundario	front froid secondaire.
- frente intertropical	front intertropical.
- frente polar	front polaire.
Frescachón (*ou* Viento fuerte)	Grand frais.
Frio(a)	Froid(e).
Frontogénesis	Frontogénèse.
Frontolisis	Frontolyse.
Fuerte	Fort.
Gradiente vertical	Gradient vertical.
Grados	Degrés.
Gragea (*ou* Cinarra)	Neige en grains.
Granizo	Grêle.
Grumo (*ou* Pasta)	Gadoue,neige fondante ou fondue.
Gruñon	Bourguignon (glace).
Helada	Gelée, gel.
Hielo	Glace.
- hielo a la deriva	pack (ou banquise).
- hielo amonticulado	glace hummockée.
- hielo de bahia	glace de baie.
- hielo de invierno	glace d'hiver, glace de l'année.
- hielo fijo	banquise côtière.
- hielo granulado	granulés de glace, grésil.
- hielo nuevo	glace nouvelle.
- hielo plano	glace unie.
- hielo polar	glace polaire.
- barrera de hielo	talus ou falaise de glace (shelf).
- borde del hielo	lisière de glace.

Hielo	Glace *(suite)*
- campo de hielo	champ de glace.
- escombro de hielo	sarrasin, glace flottante.
- limite de hielo	limite des glaces.
Hora	Heure.
- hora del huso	heure du fuseau.
- hora de verano	heure d'été.
- hora local	heure locale.
- cuarenta y ocho horas	48 heures.
- diez y ocho horas	18 heures.
- doce horas	12 heures.
- seis horas	6 heures.
- treinta y seís horas	36 heures.
- veinticuatro horas	24 heures.
Hoy	Aujourd'hui.
Huracán	Ouragan.
Inestable	Instable.
Inmediatamente	Immédiatement.
Intermitente	Intermittent.
Latitudes de calmas acuatoriales	Zones des calmes équatoriaux.
Leve	Léger, Faible.
Línea	Ligne.
Llenandose	Se comblant.
Llovizna	Bruine.
Lluvia	Pluie.
Luego (*ou* Más tarde)	Plus tard.
Malo(a)	Mauvais(e).
Mañana	Demain *ou* Matinée.
Mapa	Carte.
- mapa de contornos (isohipsas)	carte d'isohypses
- mapa (sinóptico) de superficie	carte (synoptique) de surface.
- mapa en altitud	carte d'altitude
Mar	Mer.
Mar de fondo	Houle.
Marea	Marée.
Masa	Masse.
- masa de aire estable	masse d'air stable.
- masa de aire inestable	masse d'air instable.
Más tarde (*ou* Luego)	Plus tard.
Medio(a)	Demi(e), Moitié.
Mediodía	Midi (12 heures).
Moderado(a)	Modéré(e).
Monzón	Mousson.
- irrupció de la m.	éclatement, irruption de la m.
- monzón de invierno	mousson d'hiver.
- monzón de verano	mousson d'été.
Neblina	Brume.
Niebla (banco de —)	Brouillard (banc de —).
Nieve	Neige.
Nivel del mar	Niveau de la mer.
Noche	Nuit.
Nortada (viento local)	Norther (vent local).
Norte	Nord.
Nube	Nuage.
- nube de embudo	nuage en entonnoir
- nube en yunque	nuage en enclume
Oclusíon	Occlusion.
- o. con carácter de frente caliente	o. à caractère de front chaud
- o. con carácter de frente frío	o. à caractère de front froid.
Oeste	Ouest.
Olas	Vagues.
- ola de calor	vague de chaleur
- ola de frío	vague de froid
Olas pequeñas	Vaguelettes.
Oleada	Lame.
Onda frontal	Onde frontale.
Parte posterior de depresión	Traîne.
Pasta (*ou* Grumo)	Gadoue, neige fondante ou fondue.
Predicción	Prévision.
- p. a corto plazo	p. à courte échéance.
- p. a largo plazo	p. à longue échéance.
- p. a medio plazo	p. à moyenne échéance.
- p. general	p. générale.
Pronto	Tôt.
Puesta del sol	Coucher du soleil.
Punto de roció	Point de rosée
Racha (*ou* Ráfaga)	Rafale.
Ráfaga (*ou* Racha)	Rafale.
Recurvarse	Se recourber.
Relámpagos	Éclairs.
Remolino de viento	Tourbillon de vent.
Resaca	Déferlement.
Roció	Rosée.
Rompientes	Brisants.
Salida del sol	Lever du soleil.
Salto de viento	Saute de vent.
Seco	Sec.
Sentido	Sens.
- en el sentido (contrario) de las agujas del reloj.	dans le sens (contraire) des aiguilles d'une montre.
Situación general	Situation générale.
Situación sinoptica	Situation synoptique.
Sol	Soleil.
Sur	Sud.
Tarde	Après-midi *ou* Tard.
Tempanito	Bergy-bit. Fragment d'iceberg.
Tempano	Iceberg.
Tempestad	Tempête.
- tempestad de arena	tempête de sable.
- tempestad de nieve	tempête de neige.
- tempestad de polvo	tempête de poussière.
Temporal	Tempête.
- temporal duro (*ou* borrasca)	violente tempête.
Tiempo	Temps (durée, heure).
- tiempo universal coordinado	temps universel coordonné (UTC).
Tifón	Typhon.
Tormenta	Orage.
Tornado	Tornade.
Tromba marina	Trombe marine.
Trueno	Tonnerre.
Turbonada	Grain.
- turbonada en linea	grain en ligne.

Vaguada	Creux barométrique.
- línea de la vaguada	thalweg, ligne de creux
Ventisca de nieve	Chasse-neige basse
Ventolina	Très légère brise.
Viento	Vent.
- inversión del viento	renversement du vent.
- línea de discontinuidad de la dirección del viento ..	ligne de discontinuité de la direction du vent
- viento dominante	vent dominant.
- viento duro	coup de vent.
- viento fuerte (*ou* frescachón)	grand frais.
- viento muy duro	fort coup de vent.
- remolino de viento	tourbillon de vent.
- salto de viento	saute de vent.
Vientos alisios (*ou* Alisios)	Alizés.
Violento	Violent.

01 **5.6.4. GLOSSAIRE FRANÇAIS - ANGLAIS - ESPAGNOL.**

07 Ce glossaire regroupe, selon plusieurs rubriques générales, les principaux termes et expressions utilisés dans les bulletins et avis météorologiques destinés à la navigation maritime.

FRANÇAIS	ENGLISH	ESPAÑOL
Unité de temps	**Standards of time**	**Unidades de tiempo**
Temps universel coordonné (UTC).	Coordinated universal time.	Tiempo universal coordinado.
Heure du fuseau.	Zone time.	Hora del huso.
Heure d'été.	Summer time.	Hora de verano.
Heure locale.	Local time.	Hora local.
Périodes de temps	**Periods of time**	**Períodos de tiempo**
Six heures.	Six hours.	Seís horas.
Douze heures.	Twelve hours.	Doce horas.
Dix-huit heures.	Eighteen hours.	Diez y ocho horas.
Vingt-quatre heures.	Twenty-four hours.	Veínticuatro horas.
Trente-six heures.	Thirty-six hours.	Treínta y seís horas.
Quarante-huit heures.	Fourty-eight hours.	Cuarenta y ocho horas.
Aujourd'hui.	Today.	Hoy.
Demain.	Tomorrow.	Mañana.
Les prochains jours.	Next few days.	Los próximos días.
Matin.	Morning.	Mañana.
Soir.	Evening.	Tarde, noche.
Midi.	Midday.	Mediodía.
Après-midi.	Afternoon.	Tarde.
Jour.	Day.	Día.
Nuit.	Night.	Noche.
Lever du soleil.	Sunrise.	Salida del sol.
Coucher du soleil.	Sunset.	Puesta del sol.
Termes préliminaires	**Preliminary terms**	**Términos preliminares**
Prévision.	Forecast.	Predicción.
Évolution probable.	Further outlook.	Evolución probable ulterior.
Prévision générale.	General inference.	Predicción general.
Situation générale.	General statement.	Situatión general.
Prévision à longue échéance.	Long-range forecast.	Predicción a largo plazo.
Prévision à moyenne échéance.	Medium-range forecast.	Predicción a plazo medio.
Prévision à courte échéance.	Short-range forecast.	Predicción a corto plazo.
Situation synoptique.	Synoptic situation.	Situación sinoptica.
Avis.	Warning.	Aviso.
Termes de position	**Terms of position**	**Términos de posición**
Degrés.	Degrees.	Grados.
Latitude.	Latitude.	Latitud.
Longitude.	Longitude.	Longitud.
Quadrant.	Quadrant.	Cuadrante.
Hémisphère.	Hemisphere.	Hemisferio.
Nord.	North.	Norte.
Sud.	South.	Sur.
Est.	East.	Este.
Ouest.	West.	Oeste.
District.	District.	Distrito.
Parallèle.	Parallel.	Paralelo.
Méridien.	Meridian.	Meridiano.
Carré.	Square.	Cuadro, quadrícula.
Relèvement.	Bearing.	Rumbo.
Direction.	Direction.	Dirección.
Trajet.	Track.	Trayectoria.
Zone.	Area.	Área.
Ligne.	Line.	Línea.

FRANÇAIS	ENGLISH	ESPAÑOL
Avis de tempête	**Storm warnings**	**Avisos de temporal**
Avis de coup de vent.	Gale warning.	Aviso de viento duro.
Avis de tempête.	Storm warning.	Aviso de temporal.
Avis d'ouragan.	Hurricane warning.	Aviso de huracán.
Blizzard.	Blizzard.	Blizzard.
Cyclones tropicaux	**Tropical storms**	**Ciclones tropicales**
Cyclone tropical.	Tropical cyclone.	Ciclón tropical.
Ouragan.	Hurricane.	Huracán.
Tornade.	Tornado.	Tornado.
Typhon.	Typhoon.	Tifón.
Baguio.	Baguio.	Baguio.
Willy-willy.	Willy-willy.	Willy-willy.
Systèmes de pression	**Pressure systems**	**Sistemas de presión**
Zone de basses pressions.	Area of low pressure.	Área de bajas presiones.
Dépression.	Low.	Depresión barométrica.
Creux barométrique.	Trough.	Vaguada.
Zone de hautes pressions.	Area of high pressure.	Área de altas presiones.
Anticyclone.	High.	Anticiclón.
Crête barométrique.	Ridge (of high pressure).	Cresta de alta presión.
Ceinture de hautes pressions.	Belt of high pressure.	Cinturón de altas presiones.
Ceinture de basses pressions.	Belt of low pressure.	Cinturón de bajas presiones.
Col barométrique.	Col.	Collado.
Point hyperbolique.	Hyperbolic point.	Punto hiperbólico.
Cyclolyse.	Cyclolysis.	Ciclolisis.
Cyclogenèse.	Cyclogenesis.	Ciclogénesis.
Anticyclolyse.	Anticyclolysis.	Ánticiclolisis.
Anticyclogenèse.	Anticyclogenesis.	Ánticyclogénesis.
Nomenclature des masses d'air	**Air mass nomenclature**	**Nomenclatura de las masas de aire**
Masse d'air.	Air mass.	Masa de aire.
Masse d'air stable.	Stable air mass.	Masa de aire estable.
Masse d'air instable.	Unstable air mass.	Masa de aire inestable.
Air froid.	Cold air.	Aire frío.
Air arctique.	Arctic air.	Aire ártico.
Air antarctique.	Antarctic air.	Aire antártico.
Air polaire.	Polar air.	Aire polar.
Air chaud.	Warm air.	Aire cálido.
Air tropical.	Tropical air.	Aire tropical.
Air subtropical.	Subtropical air.	Aire subtropical.
Air équatorial.	Equatorial air.	Aire ecuatorial.
Air maritime.	Maritime air.	Aire marítimo.
Air continental.	Continental air.	Aire continental.
Mousson d'hiver.	Winter monsoon.	Monzón de invierno.
Mousson d'été.	Summer monsoon.	Monzón de verano.
Nomenclature des fronts	**Frontal nomenclature**	**Nomenclatura de los frentes**
Front.	Front.	Frente.
Front polaire.	Polar front.	Frente polar.
Front froid.	Cold front.	Frente frío.
Front froid secondaire.	Secondary cold front.	Frente frío secundario.
Front chaud.	Warm front.	Frente caliente.
Occlusion.	Occlusion.	Oclusión.
Occlusion à caractère de front froid.	Cold occlusion.	Oclusión con carácter de frente frío.
Occlusion à caractère de front chaud.	Warm occlusion.	Oclusión con carácter de frente caliente.
Front en altitude.	Upper front.	Frente en altitud.

FRANÇAIS	ENGLISH	ESPAÑOL
Nomenclature des fronts *(suite)*		
Front intertropical.	Intertropical front.	Frente intertropical.
Onde frontale.	Frontal wave.	Onda frontal.
Frontogenèse.	Frontogenesis.	Frontogénesis.
Frontolyse.	Frontolysis.	Frontolisis.
Temps	**Weather**	**Tiempo**
Précipitations	*Precipitations*	*Precipitaciones*
Pluie.	Rain.	Lluvia.
Pluie se congelant.	Freezing rain.	Lluvia engelante.
Pluie et neige mêlées.	Rain and snow mixed. Sleet.	Lluvia y nieve mezcladas. Aguanieve.
Pluie surfondue.	Supercooled rain.	Lluvia sobrefundida.
Neige.	Snow.	Nieve.
Neige roulée.	Snow pellets.	Nieve granulada.
Neige en grains.	Snow grains.	Cinarra, gragea.
Bruine.	Drizzle.	Llovizna.
Grêle.	Hail.	Granizo.
Aiguilles de glace.	Ice needles.	Agujas de hielo.
Granulés de glace, grésil.	Ice pellets.	Hielo granulado.
Averse.	Shower.	Chubasco. Aguacero.
Visibilité	*Visibility*	*Visibilitad*
Brouillard.	Fog.	Niebla.
Brume.	Mist.	Neblina.
Brume sèche.	Haze.	Calina.
Tempête de poussière.	Duststorm.	Tempestad de polvo.
Tempête de sable.	Sandstorm.	Tempestad de arena.
Divers	*Miscellaneous*	*Misceláneos*
Nuage.	Cloud.	Nube.
Éclaircie.	Clearing up.	Aclarar, claro.
Grain en ligne.	Line squall.	Turbonada en linea.
Tourbillon de vent.	Whirlwind.	Remolino de viento.
Trombe marine.	Water spout.	Tromba marina.
Gelée, gel.	Frost, freezing.	Helada.
Givre blanc.	Rime.	Cencellada blanca.
Givre transparent.	Glaze.	Cencellada transparent.
Fumée.	Smoke.	Humo.
Orage.	Thunderstorm.	Tormenta.
Tonnerre.	Thunder.	Trueno.
Éclairs.	Lightning.	Relámpagos.
Vent	**Wind**	**Viento**
Termes généraux	*General terms*	*Términos generales*
Échelle de beaufort.	Beaufort Scale.	Escala Beaufort.
Calme.	Calm.	Calma.
Très légère brise.	Light air.	Ventolina.
Légère brise.	Light breeze.	Brisa muy débil.
Petite brise.	Gentle breeze.	Brisa débil.
Jolie brise.	Moderate breeze.	Brisa moderada.
Bonne brise.	Fresh breeze.	Brisa fresca.
Vent frais.	Strong breeze.	Brisa fuerte.
Grand frais.	Near gale.	Frescachón. Viento fuerte.
Coup de vent.	Gale.	Viento duro.
Fort coup de vent.	Strong gale.	Viento muy duro.
Tempête.	Storm.	Temporal.
Violente tempête.	Violent storm.	Temporal duro. Borrasca.

FRANÇAIS	ENGLISH	ESPAÑOL
Vent *(suite)*		
Ouragan.	Hurricane.	Huracán.
Rafale.	Gust.	Rafága. Racha.
Grain.	Squall.	Turbonada.
Brise de mer.	Sea breeze.	Brisa de mar.
Brise de terre.	Land breeze.	Brisa de tierra.
Vent dominant.	Prevailing wind.	Viento dominante.
Saute de vent.	Shift of wind.	Salto de viento.
Rotation du vent dans le sens des aiguilles d'une montre.	Veer (clockwise change in direction).	En el sentido de las agujas del reloj.
Rotation du vent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.	Back (counterclockwise change in direction).	En el sentido contrario de las agujas del reloj.
Noms locaux	*Local names.*	*Nombres locales*
Alizés.	Trade winds (trades).	Vientos alisios (alisios).
Bora.	Bora.	Bora.
Mistral.	Mistral.	Mistral.
Sirocco.	Sirocco.	Siroco.
Grégal.	Gregale.	Gregal.
Levante.	Levanter.	Levante.
Norther.	Norther.	Nortada.
Glace	**Ice**	**Hielo**
Glace de baie.	Bay-ice.	Hielo de bahía.
Bergy-bit (fragment d'iceberg).	Bergy-bit.	Tempanito.
Brash. Sarrasins.	Brash-ice.	Escombro de hielo.
Banquise côtière.	Fast-ice.	Hielo fijo.
Bourguignon (*ou* growler).	Growler.	Gruñón.
Glace hummockée.	Hummocked ice.	Hielo amonticulado.
Iceberg.	Iceberg.	Témpano.
Lisière de glace.	Ice-edge.	Borde del hielo.
Champ de glace (*ou* ice-field).	Ice-field, field of ice.	Campo de hielo.
Floe.	Ice floe, floe.	Bandejón.
Limite des glaces.	Ice limit.	Límite del hielo.
Falaise (*ou* talus) de glace.	Ice-shelf.	Barrera de hielo.
Glace unie.	Level ice.	Hielo plano.
Glace nouvelle.	New ice.	Hielo nuevo.
Pack (*ou* banquise).	Pack-ice, drift-ice.	Hielo a la deriva.
Glace polaire.	Polar ice.	Hielo polar.
Chenal côtier.	Shore lead.	Canal costero.
Slush (*ou* sludge).	Slush *or* sludge.	Pasta. Grumo.
Glace de l'année.	Winter-ice.	Hielo de invierno.
Jeune glace.	Young ice.	Hielo joven.
Termes nautiques divers	**Miscellaneous nautical terms**	**Términos náuticos diversos**
Mer.	Sea.	Mar.
Niveau de la mer.	Sea level.	Nivel del mar.
Horizon.	Horizon.	Horizonte.
Tsunami (vague d'origine sismique).	Tsunami.	Tsunami.
Houle.	Swell.	Mar de fondo . Marejada.
Marée.	Tide.	Marea.
Lame.	Surge.	Oleada.
Déferlement.	Surf.	Resaca.
Brisants.	Breakers.	Rompientes.
Vague.	Wave.	Ola.
Vaguelette.	Wavelet.	Ola pequeña.

FRANÇAIS	ENGLISH	ESPAÑOL
Termes descriptifs généraux	**General descriptive terms**	**Términos descriptivos generales**
Léger (faible).	Slight.	Leve. Ligero.
Modéré.	Moderate.	Moderado.
Violent.	Violent.	Violento.
Lourd (gros).	Heavy.	Fuerte.
Fort.	Strong.	Fuerte.
Sec.	Dry.	Seco.
Humide.	Damp.	Húmedo.
Par plaques.	In patches.	En bancos.
Étendu.	Extensive.	Extenso.
Bas.	Low.	Bajo.
Haut.	High.	Alto.
Forte.	Rough.	Dura.
Se recourber.	Recurve.	Recurvarse.
Rapidement.	Quickly.	Rápidamente.
Lentement.	Slowly.	Lentamente.
Se comblant.	Filling up.	Llenándose.
Croissant.	Increasing.	Aumentando.
Décroissant.	Decreasing.	Disminuyendo.
Se dissolvant.	Breaking up.	Disipándose.
Mauvais.	Poor.	Malo.
Bon.	Good.	Bueno.
S'étendant.	Spreading.	Extendiéndose.
Occasionnel.	Occasional.	Ocasional.
Continu.	Continuous.	Continuo.
Intermittent.	Intermittent.	Intermitente.
De temps à autre.	At times.	A veces.
Immédiatement.	Immediately.	Inmediatamente.
Tôt.	Early.	Pronto.
Tard.	Late.	Tarde.
Plus tard.	Later.	Luego. Más tarde.

01 **5.6.5. ABRÉVIATIONS COMMUNES INTERNATIONALES UTILISÉES DANS LES BULLETINS RÉGULIERS DIFFUSÉS PAR NAVTEX INTERNATIONAL**

07 Les abréviations communes internationales utilisées dans les bulletins réguliers diffusés par les stations NAVTEX international sont présentées ci-dessous. Ces abréviations ne sont pas utilisées pour la rédaction des avis (avis de vent fort, BMS, ...) diffusés par le NAVTEX international, ni pour la rédaction des bulletins et avis météorologiques METAREA diffusés par SafetyNET.

07 Pour la direction du vent :

N : North/Northerly
NE : Northeast/Northeasterly
E : East/Easterly
SE : Southeast/Southeasterly
S : South/Southerly
SW : Southwest/Southwesterly
W : West/Westerly
NW : Northwest/Northwesterly

13 Pour les autres termes :

BACK : Backing
BECMG : Becoming
BLDN : Building
C-FRONT : Cold Front
DECR : Decreasing
DPN : Deepening
EXP : Expected
FCST : Forecast
FLN : Filling
FLW : Following
FM : From
FRQ : Frequent
HPA : Hectopascal
HVY : Heavy
IMPR : Improving/Improve
INCR : Increasing
INTSF : Intensifying/Intensify
ISOL : Isolated
KMH : km/h
KT : Knots
LAT/LONG : Latitude/Longitude
LOC : Locally
M : Meters
MET : Meteo…
MOD : Moderate
MOV : Moving/Move
NC : No change
NM : Nautical miles

NOSIG : No significant change	NXT : Next	
OCNL : Occasionally	O-FRONT : Occlusion Front	
POSS : Possible	PROB : Probability/Probable	
QCKY : Quickly	QSTNR : Quasi-Stationary	QUAD : Quadrant
RPDY : Rapidly		
SCT : Scattered	SEV : Severe	SHWRS : Showers
SIG : Significant	SLGT : Slight	SLWY : Slowly
STNR : Stationary	STRG : Strong	
TEMPO : Temporarily/Temporary	TEND : Further outlooks	
VEER : Veering	VIS : Visibility	VRB : Variable
W-FRONT : Warm Front	WKN : Weakening	

19 Cette liste d'abréviations est également disponible sur http://weather.gmdss.org/navtex_abbreviations.html

01 **5.6.6. ABRÉVIATIONS UTILISÉES PAR MÉTÉO-FRANCE DANS LES BULLETIONS RÉGULIERS DIFFUSÉS PAR NAVTEX NATIONAL**

Direction

N	Nord	S	Sud	SECT	Secteur
NE	Nord-Est	SW	Sud-Ouest	VRB	Variable
E	Est	W	Ouest		
SE	Sud-Est	NW	Nord-Ouest		

Géographie

ATL	Atlantique	GOLF LION	Golfe du Lion	MEDIT	Méditerranée
BALEAR	Baléares	GOLF VALEN	Golfe de Valence	ROUSS	Roussillon
BONIF	Bonifacio	ILE HYER	Îles d'Hyères	SARD	Sardaigne
CORS	Corse	ILES BRIT	Îles britanniques	SHETL	Shetlands
COT-AZ	Côte d'Azur	ISL	Islande	TYRRH	Tyrrhénienne
ESP	Espagne	IRL	Irlande	VAL EBR	Vallée de l'Èbre
FR	France	ITAL	Italie	VAL RHO	Vallée du Rhône
GOLF GASC	Golfe de Gascogne	LIG	Ligure		
GOLF GEN	Golfe de Gênes	MANC	Manche		

Autres termes

ABORD	Abordant	FRONT-F	Front froid	NM	Milles nautiques
AFFAIB	S'affaiblissant	FRONT-FS	Front froid secondaire	ORAG	Orage
AGIT	Agitée	FRONT-O	Occlusion	P-AGT	Peu agitée
AMEL	S'améliorant	FRONT-OND	Front ondulant	PER	Période
AMORT	S'amortissant	FRQ	Fréquent(e)(s)	PERTURB	Perturbation
AMPL	S'amplifiant	FRT	Fort(e)(s)	PL	Pluie
B-PRES	Dépression, basses pressions	GR	Grêle	PLNG-ML	Pluie et neige mêlées
APRM	Après-midi	GRAD	Graduellement / progressivement	POSS	Possible
AS-FRT	Assez fort	GRAN	Grande	PR	Par
ASSOC	Associé(e)(s)	GRN	Grain	PROCH	Proche, prochain
ATTEI	Atteignant	GROS	Grosse	PREV	Prévision(s), prévu(e)
ATTEN	S'atténuant	H-PRES	Anticyclone, hautes pressions	PROB	Probable
AUJ	Aujourd'hui	HPA	Hectopascal	PSGR	Passagèrement / passager(s)
AVRS	Averses	HOUL	Houle	PTT	Petite
BALAY	Balayant	INF	Inférieur(e) à	Q-STNR	Quasi-stationnaire
BC-BRUM	Bancs de brume, Bancs de brouillard	INTER	Intermittent(e)(s)	RAF	Rafales
BEL	Belle	INTSF	S'intensifiant	RAP	Rapidement
BON	Bonne	ISOL	Isolé(e)(s)	RAR	Epars(es)
BRN	Bruine	KT	Nœuds	REV	Revenant
BRUM-SBL	Brume de sable	LAT	Latitude	RID	Ridée
BRUM	Brume, brouillard	LIGN-GRN	Ligne(s) de grains	RISQ	Risque de
CALM	Calme	LENT	Lentement	RENF	Se renforçant
COMB	Se comblant	LOC	Localement, local(e)(s), Locaux	SC	Sans changement (significatif)
COT	Côtier(e)(s), Côte(s)	LON	Longitude	STNR	Stationnaire
COURT	Courte	LONG	Longue	SVT	Suivant(e)(s)
CREUS	Se creusant	M	Mètres	TEMPO	Temporairement / temporaire(s), parfois
DECAL	Se décalant	MAR-BAR	Marais barométrique, Faible gradient de pression	TEND	Tendance ultérieure
DEM	Demain	MAT	Matin	TLWG	Thalweg
DEPR	Dépressionnaire	MAUV	Mauvaise	TMPS-GRN	Temps à grains
DOM	Dominant	MED	Médiocre	TR	Très
DORS	Dorsale	MET	Météo	TR-FRT	Très fort(e)
DEV	Devenant, s'orientant	MOD	Modéré(e)	TR-GROS	Très grosse
ENRM	Énorme	MOLL	Mollissant	TRMB	Trombe marine
EXT	Extreme	MOY	Moyenne	VGC	Verglaçant(e)
FBL	Faible	NG	Neige	VIR	Virant
FRAICH	Fraichissant			VIS	Visibilité
FRONT-C	Front chaud			VLNT	Violent(e)(s)

Cette liste est également disponible en ligne sur le site internet de Météo France :
http://www.meteofrance.fr/publications/nos-collections/guides-pratiques/guide-marine.

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

ablation 1.3.1.0
action, centres d' 1.1.3.3
action courant et vent sur la glace 1.3.2.4
agents météorologiques dans les ports, rôle des 2.6.1.1
air, composition de l' 1.1.1.1
air, masses d' 1.1.6.2
air arctique, air arctique maritime 1.1.6.2
air équatorial maritime 1.2.1.4
air polaire continental, maritime 1.1.6.2
air tropical maritime, continental 1.1.6.2
alizés 1.2.2.2
alizés, front d' 1.2.3.5
altitude, pression et température (relation entre) 1.1.6.1
altitude de la base des nuages..... 3.2.2.3
altitude et aspect des nuages..... 1.4.3.1
analyse en altitude, cartes d' 2.3.2.3.2
analyse en surface, cartes d' 2.3.2.3.1
Antarctique, généralités, glaces 1.3.0.2
Antarctique, icebergs de l' 1.3.1.2
anticyclone 1.1.3.2
anticyclone thermique 1.1.3.3
arc-en-ciel 1.1.7.4.3
Arctique, généralités, glaces..... 1.3.0.2
Atlantique Nord, synthèse des caractéristiques météorologiques..... 5.1.1.1
Atlantique Sud, synthèse des caractéristiques météorologiques..... 5.1.1.2
atmosphère 1.1.1
- circulation générale de l' 1.1.6.1
- couches de l' 1.1.2.4
- dimensions de l' 1.1.1.2
- divisions de l' 1.1.2.4
avis météorologiques 2.3.1.1
- contenu des 2.3.1.1.2
- durée de validité des 2.3.1.1.2
- avis de coup de vent (*gale warning*) [force 8 Beaufort] 2.3.1.1.1
- avis de grand frais (force 7 Beaufort) 2.3.1.1.1
- avis de vent fort 2.3.1.1
avis de tempête, signaux visuels 5.5

B

banquise côtière 1.3.2.3
baromètre
- corrections d'altitude du 1.1.3.1,3.2.3.5
- indications du 1.1.6.5
- interprétation en zone tropicale 1.2.1.2
barométrique, marée 1.2.1.2
Batos, station automatique de mesure 3.2.1.3
Beaufort, échelle anémométrique..... 1.4.1.2
bergy bits (fragments d'icebergs) 1.3.1.0
bleu du ciel 1.1.7.4.1
blocky iceberg (iceberg tabulaire) 1.3.1.1
BMS, Bulletin Météorologique Spécial 2.3.1.1.1
BMS côte, large, grand large 2.3.1.1.1
bourguignons (*growlers*) [glace] 1.3.1.0
brise, front de 1.1.4.3, 1.2.3.4
brise de mer ; brise de terre 1.1.4.3
brouillard, types de formation 1.1.5.6
brume 1.1.5.6
brume d'advection, prévision de la..... 1.1.5.6
buisson (trombe)..... 1.1.7.3
Bulletin Météorologique Spécial, BMS 2.3.1.1.1
bulletins marine personnalisés 5.3.2.3
bulletins météorologiques, côte, large, grand large 2.3.1.2
bummock (glace) 1.3.2.3
bursters 1.2.3.3
Buys-Ballot, loi de 1.1.4.2

C

cale, ventilation des 1.1.5.1
cambrure d'une vague 1.1.8.1.1
caractéristiques météorologiques par bassin, synthèse des 5.1.1
carte (s)
- d'analyse, interprétation 5.2.4.1.2
- d'analyse, exemple de tracé 5.2.3.3
- d'analyse en surface 2.3.2.3.1
- des tendances 1.1.3.4
- isobarique 1.1.3.2
- d'analyse 2.3.2.3
- d'analyse en altitude.....2.3.2.3.2.,5.2.4.2
- de flux 1.2.1.3
- de glaces 2.3.2.7
- de houle..... 2.3.2.6
- de prévision de vents 2.3.2.5
- de prévision des isobares et des fronts 2.3.2.4
- de vagues..... 2.3.2.6
- pointées d'observations synoptiques 2.3.2.2,5.2.3.1
Centre Européen pour les Prévisions Météorologique..... 2.1.1.3
centres d'action..... 1.1.3.3
Certificat d'intempérie 5.3.2.4
chaleur, échanges de 1.1.2.1
chaleur latente de vaporisation 1.1.5.2
champ de vents 2.3.2.5
chenaux dans les glaces 1.3.2.3
circulation générale en zone tropicales, caractéristiques 1.2.2.1
circulation générale de l'atmosphère 1.1.6.1
circulation océanique générale 1.1.8.2.1
climatologie, données statistiques 2.2
Code des glaces de la Baltique..... 4.4
Code des glaces du Groenland 4.0.2.2
code S, état de la mer 1.4.2.1
col barométrique 1.1.3.2
condensation 1.1.5.2
condensation, traînées de 1.1.5.7
congélation de l'eau de mer 1.3.0.3
contre-alizé 1.2.2.2
coordonnateurs METAREA..... 2.1.3.1, 2.1.4.1
Coriolis, force de 1.1.4.2
côte, domaine météorologique 2.1.4.1
couches de l'atmosphère 1.1.2.4
courant (s)
- action sur la glace 1.3.2.4
- de dérive 1.1.8.2.1
- marins 1.1.8.2.1
- océaniques, influence sur la température de la mer 1.1.2.3
- océaniques, vitesse des 1.1.8.2.1
crochet de grain 1.1.7.1
cyclone tropical, cyclones tropicaux 1.2.4
- conduite à tenir à l'approche 1.2.4.9
- dangers des 1.2.4.6
- définition d'un..... 1.2.4.1
- demi-cercle dangereux 1.2.4.8
- demi-cercle maniable 1.2.4.8
- différences entre cyclones tropicaux et tempête des latitudes tempérées, 1.2.4.7
- fréquence des 1.2.4.4
- lieux de formation..... 1.2.4.3
- manœuvres conseillées à l'approche d'un 1.2.4.9
- nébulosité 1.2.4.6
- œil d'un 1.2.4.6
- prévision des 1.2.4.8
- rayon du vent maximal du 1.2.4.6
- structure des 1.2.4.6
- système mondial de prévision de prévention 1.2.4.1
- trajectoire et vitesse de translation 1.2.4.5
- zone dangereuse du..... 1.2.4.9

D

dangers, messages de, contenu, objet .. 3.1.1
dangers météorologiques, signalisation 3.1.1
dangers présentés par le givrage des navires..... 1.3.3.2
décotes 1.1.8.2.2
déferlement des vagues 1.1.8.1.5
définitions extraites du *Vocabulaire météorologique international* 5.6.1
demi-cercle dangereux (cyclone tropical) 1.2.4.8
demi-cercle maniable (cyclone tropical) 1.2.4.8
dépression 1.1.3.2
dépression tropicale 1.2.4.1
dépressions et tempêtes aux latitudes tempérées 1.1.6.5
différences entre cyclones tropicaux et tempêtes des latitudes tempérées 1.2.4.7
diffusion de l'information météorologique, ... 2.1.4.2
diffusion HF IDBE (impression directe à bande étroite) 2.4.1.2.1
diffusion sur VHF..... 2.4.1.2.1
documents graphiques, (cartes, images,) présentation des principaux 2.3.2.1
doldrums (pot au noir)..... 1.2.2.3

domaines météorologiques (côte, large, grand large) 2.1.4.1
dorsale anticyclonique 1.1.3.2
Dvorak, échelle de 1.2.4.1

E

eau de mer, congélation de l' 1.3.0.3
échelle Beaufort 1.4.1.2
échelles de Dvorak et de Saffir-Simpson 1.2.4.1
El Niño 1.2.5
Emsat 2.4.2.6
ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) 1.2.5
équateur météorologique 1.1.6.1,.1.2.2.3
équateur thermique 1.1.2.2
état de la mer, influence des courants sur l' 1.1.8.1.4
état de la mer
- photographies 1.4.2.4
- prévision 1.4.2.3
- code S 1.4.2.1
évaporation 1.1.5.2
exosphère 1.1.2.4

F

fac-similé 2.4.2.2
fata morgana 1.1.7.4.5
fetch 1.1.8.1.3
figures isobariques, principales 1.1.3.2
FIT (front intertropical) 1.2.2.3
floes (fragments de glace de mer) 1.3.2.2
foehn, effet de 1.1.5.3
force de Coriolis 1.1.4.2
forme symbolique (FM) 4.0.1
fragments d'icebergs (*bergy bits*) 1.3.1.0
frasil (glace) 1.3.2.1
freak waves (vagues anormales) 1.1.8.1.3
friasems (pampero) 1.2.3.3
froids extrêmes 1.1.2.2
front, fronts
- chaud 1.1.6.4.1
- création fronts froids et chauds 1.1.6.3
- d'alizés 1.2.3.5
- de brise 1.1.4.3
- de brise et grains 1.2.3.4
- de mousson 1.2.2.3
- froid 1.1.6.4.2
- froid dédoublé 1.1.6.4.3
- intertropical (FIT) 1.2.2.3
- météorologique, définition 1.1.6.3
- tropicaux 1.2.3.5
fumées arctiques (*frost smoke*) 1.1.5.6

G

gadoue (glace) 1.3.2.1
géostrophique, vitesse du vent 1.1.4.2
givrage, formation et types de 1.3.3.1
givrage des navires
- dangers dûs au 1.3.3.2
- prévision et prévention 1.3.3.3
- signalisation 1.3.3.3
glace, glaces
- action du vent et du courant 1.3.2.4
- cartes des 2.3.2.7
- de mer, formation de la 1.3.2.1
- de première année 1.3.2.1
- en crêpes 1.3.2.1
- flottante, évolution 1.3.2.3.,1.3.2.2
- flottante, limites de la 1.3.2.5
- gadoue 1.3.2.1
- mouvement des 1.3.2.4
- nomenclature de l'OMM 1.4.4
- Patrouille Internationale des glaces .. 2.5.1.1
- photographies 1.4.4.4
- sites Web 2.5.0
- terminologies, glossaire 1.4.4.1, 1.4.4.3
- types de 1.3.0.1
Globalsar, système 2.4.2.6
gradient barométrique horizontal 1.1.3.2
gradient vertical de la température 1.1.2.4
grain, passage d'un 1.1.7.1
grains 1.1.7.1
grand frais , avis de 2.3.1.1.1
grand large (*ou* de la haute mer), domaine du 2.1.4.1
grêle, formation de la 1.1.5.5
Guide Marine de Météo-France 5.3.2.6
Gulf Stream 1.1.8.2.1

H

$H_{1/3}$ (hauteur significative des vagues) .. 1.1.8.1.3
halos 1.1.7.4.4
haute mer (*ou* grand large), domaine de la 2.1.4.1
hauteur des vagues 1.1.8.1.3
hauteur significative des vagues ($H_{1/3}$) 1.1.8.1.3
hectopascal (hPa) [unité de pression].. 1.1.3.0
heures synoptiques 2.1.2.2
houle 1.1.8.1.2
houle, termes descriptifs 1.4.2.2
houle, carte de 2.3.2.6
humidité 1.1.5
- mesure directe de l' 1.1.5.1
- humidité relative 1.1.5.1
hummock (glace) 1.3.2.3

I

IAC FLEET, message 4.2
Ice Patrol Service 2.5.1.1
iceberg, icebergs
- de glacier 1.3.1.1.,1.3.1.2
- de l'Antarctique 1.3.1.2
- icebergs de l'Arctique 1.3.1.1
- érodé 1.3.1.2
- généralités 1.3.1.0
- noir et blanc 1.3.1.2
- signalisation des 1.3.1.3
- tabulaire (blocky iceberg) 1.3.1.1
- tabulaire, Antartique 1.3.1.2
- précautions et tour à donner 1.3.1.0
îles de glace 1.3.1.1
images satellitaires 2.3.2.8
information météorologique, diffusion de l' 2.1.4.2
information météorologique de sécurité à terre 2.4.1.1
information météorologique de sécurité à la mer 2.4.1.2
Inmarsat, terminaux standards 2.4.2.5
International Ice Patrol 2.5.1.1
Internet 2.4.2.4
Internet, sites Web d' 2.4.2.4
interprétation du baromètre en zone tropicale 1.2.1.2
inversions du gradient de température en altitude 1.1.2.4
Iridium, système 2.4.2.6
isallobares 1.1.3.4
isobares 1.1.3.2
isothermes (air) 1.1.2.2

J

jeune glace 1.3.2.1

L

large, domaine du 2.1.4.1
ligne de grains 1.1.7.1
ligne de grains en zone tropicale, passage d'une 1.2.3.2
limites des glaces 1.3.2.5
loi de Buys-Ballot 1.1.4.2

M

MAFOR, message 4.3
marais barométrique 1.1.3.2
marée barométrique 1.2.1.2
marée de tempête 1.1.8.2.2
marée de tempête (*stormtides*) 1.2.4.6
masse d'air, caractère stable ou instable de la 1.1.4.2
masses d'air 1.1.6.2
masses d'air, trajet des (Europe occidentale 1.1.6.2
matériel météorologique embarqué 3.2.1.3
Méditerranée, caractéristiques météorologiques 5.1.1.3
mélange, rapport de mer 1.1.5.1
- état de la —, code S) 1.4.2.1
- du vent 1.1.8.1.2
- photographies de l'état de la 1.4.2.3
- température de la 1.1.2.3
- cartes des températures en surface 1.1.2.3
mésopause 1.1.2.4
mésosphère 1.1.2.4
messages codés SHIP, IAC FLEET, MAFOR et Code des glaces de la Baltique .....4.1. à 4.4
messages de dangers 3.1.1.0
METAREA, zones 2.1.4.1
Météo-France 2.1.1.2
Météo-France, activité "marine" 5.3.1
Météo-France, services Internet 5.3.2.6
Météo-France, services marine 5.3.2
Meteorological Charts 2.2.2
météorologie tropicale 1.2
mirage 1.1.7.4.5
modèles numériques de prévision 2.1.3.2
mousson, front de 1.2.2.3
moussons 1.2.2.4

N

National Imagery and Mapping Agency (NIMA) 2.2.2
Navicap 5.3.2.5
Navifax 5.3.2.1
Navifax-Direct 5.3.2.2
Navimail 5.3.2.7
navires à voile, routage des 2.6.2.3
navires de commerce, routage des 2.6.2.4

navires non sélectionnés,
observations réduites 3.1.2, 3.2.3
navires observateurs volontaires,
système de 3.2.1.1
navires sélectionnés 3.2.1.1
NAVTEX international, national 2.4.1.2.2
nébulosité 4.1.3.1.2
nébulosité, cyclone tropical 1.2.4.6
neige, formation de la 1.1.5.5
nilas (glace) 1.3.2.1
Niño, El 1.2.5
nomenclature des glaces 1.4.4
northers 1.2.3.3
nouvelle glace 1.3.2.1
noyaux de condensation 1.1.1.1, 1.1.5.4
noyaux de variation (ou — de tendance) [pression] 1.1.3.4
nuages
- altitude 1.4.3.1, 3.2.3.3
- aspect des 1.4.3.1
- classification des 1.4.3
- d'ascendance (ou de détente) 1.1.5.4
- de convection 1.1.5.4
- formation des 1.1.5.4
- orographiques 1.1.5.3
- photographies de 1.4.3.2

O

observations réduites (navires non sélectionnés)
- horaires, chiffrement, transmission 3.2.2
- pratique 3.2.3
observations synoptiques, cartes pointées d' 2.3.2.2.,5.2.3.1
occlusion 1.1.6.4.4
Océan Indien, caractéristiques météorologiques 5.1.1.4
Océan Pacifique, caractéristiques météorologiques 5.1.1.5
œil du cyclone 1.2.4.6
OMI, OMM 2.1.1.1
onde de tempête 1.1.8.2.2
ondes d'Est 1.2.3.1
ondes d'Ouest 1.2.3.3
ondes de pression des alizés 1.2.3.1
orage, formation et dissipation d'un 1.1.7.2.1
orages 1.1.7.2
Organisation maritime internationale (OMI) 2.1.1.1
Organisation météorologique mondiale (OMM) 2.1.1.1
Oscillation australe, Southern Oscillation 1.2.5
ouragan 1.2.4.1
ozone 1.1.1.1

P

Pascal (Pa) [unité de pression] 1.1.3.0
Patrouille Internationale des Glaces 2.5.1.1
période des vagues 1.1.8.1.1
perturbation, perturbations
- définition 1.1.6.4.4
- déplacement d'une 1.1.6.4.5., 5.5.1.1
- formation et évolution 1.1.6.4
- état d'une 1.1.6.4.4
perturbations frontales 1.2.3.,1.2.3.0
perturbation (s) cyclonique (s) tropicales (s) 1.2.4
- classification et dénomination 1.2.4.1
- conditions de formation 1.2.4.2
- définition d'une 1.2.4
- généralités sur les 1.2.1.5
- intensité 1.2.4.1
- lieux de formation 1.2.4.3
- types de 1.2.4.1
phénomènes optiques de l'atmosphère 1.1.7.4
photographies : état de la mer, nuages, glaces 1.4.2., 1.4.3., 1.4.4
Pilot Charts 2.2.2
pluie, formation de la 1.1.5.5
point de congélation de l'eau de mer, variations du 1.3.0.3
point de rosée 1.1.5.1
polynies (clairières dans les glaces) 1.3.2.3
Pommar, station de télémesure 3.2.1.3
pot au noir (*doldrums)* 1.1.6.1
pouce de mercure (inch Hg) 1.1.3.0
pression, champ horizontal de 1.1.3.2
pression, variation verticale de la 1.1.3.1
pression atmosphérique 1.1.3.0
pression atmosphérique et vent, effets sur la mer 1.1.8.2
prévision, modèles numériques de 2.1.3.2
prévision (Toulouse), Direction de la 5.3.1.1
prévision des isobares et des fronts, cartes de 2.3.2.4
pseudo-front (*ou* front polaire) 1.1.6.3
psychromètre 1.1.5.1

Q

quille de glace 1.3.2.3

R

rapport de mélange 1.1.5.1
rayon vert 1.1.7.4.2
rayonnements solaire et terrestre 1.1.2.1
raz de marée 1.1.8.2.2
réfraction astronomique 1.1.7.4.5
relief, effet sur le vent 1.1.4.4
renseignements météorologiques autres que les informations de sécurité 2.4.2
Renseignements sur la Sécurité Maritime (RSM) 2.4.1.2
répondeurs téléphoniques 5.3.2.9
réseau 2.1.2.2
réseau d'observations en zone tropicale 1.2.1.1
rosée 1.1.5.5
rosée, température du point de 1.1.5.1
routage météorologique 2.6.2
- généralités 2.6.2.1
- bilan et avenir du 2.6.2.6
- des navires de commerce 2.6.2.4
- des navires à voiles 2.6.2.3
- services de 2.6.2.5
Routeing charts 2.2.2
RSM (Renseignements sur la Sécurité Maritime) 2.4.1.2

S

SafetyNET 2.4.1.2.3
Saffir-Simpson, échelle de dommages potentiels 1.2.4.1
sarrasins (fragments de glace) 1.3.2.3
satellites, images des 2.3.2.8
seiche 1.1.8.2.2
Service de recherche des glaces 2.5.1.1
services de prévision marine de Météo-France 5.3.1.1
services nationaux de routage météorologiques 2.6.2.5
shear line 1.2.3.3
SHIP, message 4.1
- forme complète 4.1.1
- forme réduite 4.1.1
shuga (glace) 1.3.2.1
signaux visuels d'avis de tempête 5.5
- signaux internationaux 5.5.1
- signaux nationaux 5.5.2
sites Web intéressants 2.4.2.4
sorbet (glace) 1.3.2.1
standards Inmarsat, caractéristiques des 2.4.2.5
storm tide ou *storm surge* 1.1.8.2.2
stormtides (marée de tempête) 1.2.4.6
stratopause 1.1.2.4
stratosphère 1.1.2.4
surcote (s) 1.1.8.2.2, 1.2.4.6
symboles représentant les données du code SHIP 5.2.1.2
symbolisme des fronts, des perturbations 5.2.1.1
système perturbé à maturité 1.1.6.4.4
systèmes de communication par satellites 2.4.2.6

T

tables psychrométriques 5.4.2.2.1
talweg (ou thalweg) 1.1.3.2
thalweg(ou talweg) 1.1.3.2
télécopie (fax) 2.4.2.1
température de la mer, influence des courants océaniques 1.1.2.3
température de l'air en surface 1.1.2.2
température en altitude,distribution verticale de la 1.1.2.4
tempête des latitudes tempérées et cyclones tropicaux, différences 1.2.4.7
tempête tropicale 1.2.4.1
tempêtes, vitesses de propagation des 1.1.8.2.2
tension de vapeur 1.1.5.1
thermosphère 1.1.2.4
tornade (s) 1.1.7.3., 1.2.3.2
traînées de condensation 1.1.5.7
trombe marine 1.1.7.3
tropical cyclone 1.2.4.1
tropopause 1.1.2.4
troposphère 1.1.2.4
tsunami 1.1.8.2.2
types de temps, classification des 1.1.6.2
typhon 1.2.4.1

U

unités du Système International 5.4.1.1
upwelling, phénomène de 1.1.2.3, 1.1.8.2.1

V

vagues
- anormales ..... 1.1.8.1.3.
- cambrure d'une 1.1.8.1.1
- carte de 2.3.2.6
- célérité d'une 1.1.8.1.1
- déferlement des 1.1.8.1.5
- effets sur un navire 1.1.8.1.7
- hauteur 1.1.8.1.3

vagues (suite)
- hauteur significative $H_{1/3}$ 1.1.8.1.3
- longueur d'onde d'une 1.1.8.1.1
- mer du vent et houle 1.1.8.1.2
- période d'une 1.1.8.1.1
- vitesse de groupe des 1.1.8.1.1
vapeur d'eau 1.1.5.1
vaporisation, chaleur latente de 1.1.5.2
Veille météorologique mondiale (VMM) 2.1.2.1
vêlage (glace), dangers du 1.3.1.0
vent, vents
- action sur la glace 1.3.2.4
- avis de vent fort 2.3.1.1.1
- cartes (champs) de 2.3.2.5
- champs (cartes) de 2.3.2.5
- d'afflux 1.1.8.2.2
- déduction du 5.2.4.1.1
- détermination de la vitesse 1.1.4.2
- direction et force du 1.1.4.2
- effet du relief sur le 1.1.4.4
- effets sur la mer du vent et de la pression atmosphérique 1.1.8.2
- forces génératrices du 1.1.4.1
- géostrophique 1.4.1.1
- rabattants 1.1.4.4
- synoptique 1.1.4.3
- vitesse du 1.4.1.1
ventilation des cales 1.1.5.1
vieille glace 1.3.2.1
vitesse de groupe des vagues 1.1.8.1.1
VMM (Veille météorologique mondiale) 2.1.2.1
vocabulaires de météorologie maritime 5.6.0

W

willy-willy 1.2.4.1

Z

ZCIT (zone de convergence intertropicale) 1.1.6.1, 1.2.2.3
zone dangereuse pour les 24 heures 1.2.4.9
zone de convergence intertropicale (ZCIT) 1.6.1, 1.2.2.3
zones du large et du grand large 2.1.4.1
zones et périodes de mauvais temps, planisphère des 5.1.2.2
zones METAREA 2.1.4.1
zones météorologiques 2.1.4.1

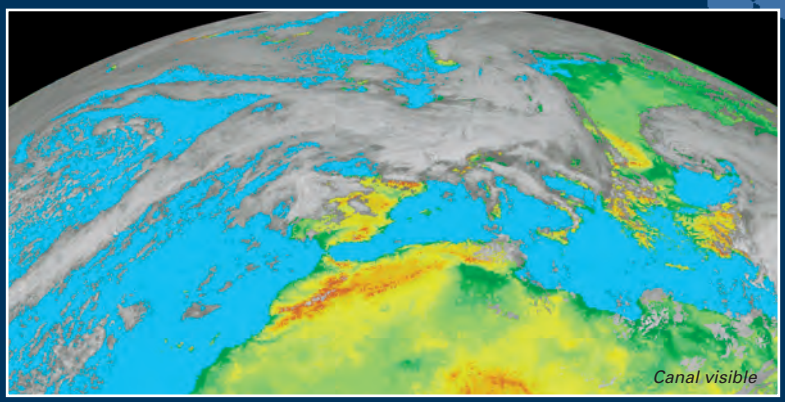
NOTES

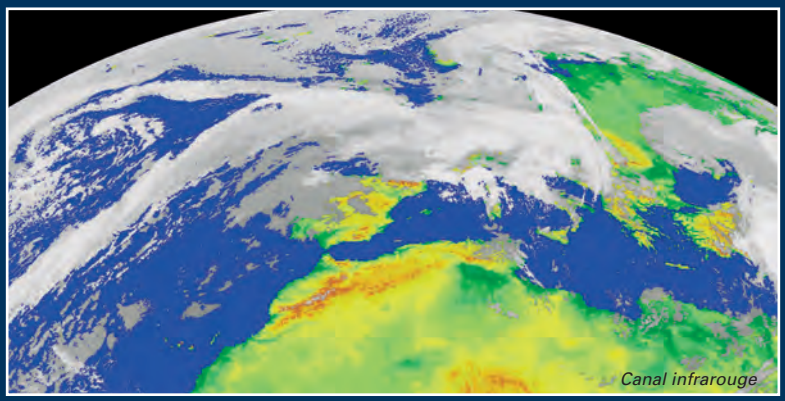
NOTES

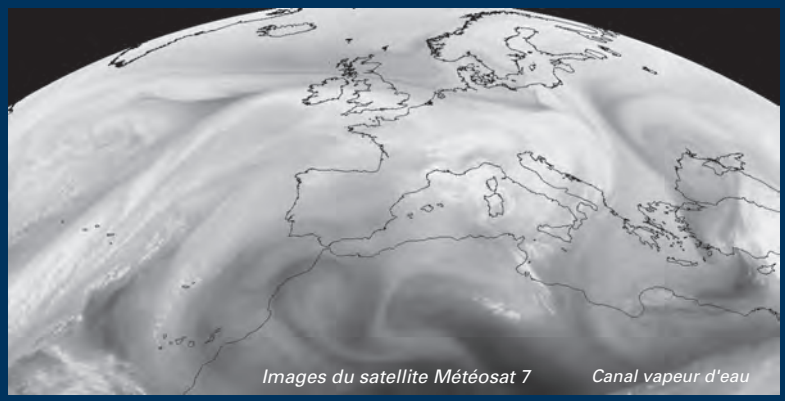
NOTES

Imprimerie de l'Établissement Principal
du Service Hydrographique
et Océanographique de la Marine
13, rue du Chatellier
BP 30316 — 29603 Brest Cedex
janvier 2003

Dépôt légal premier trimestre 2003
Numéro d'éditeur : 2516







Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA DÉFENSE

Marine
nationale

MÉTÉOROLOGIE MARITIME

9 782110 883322