



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



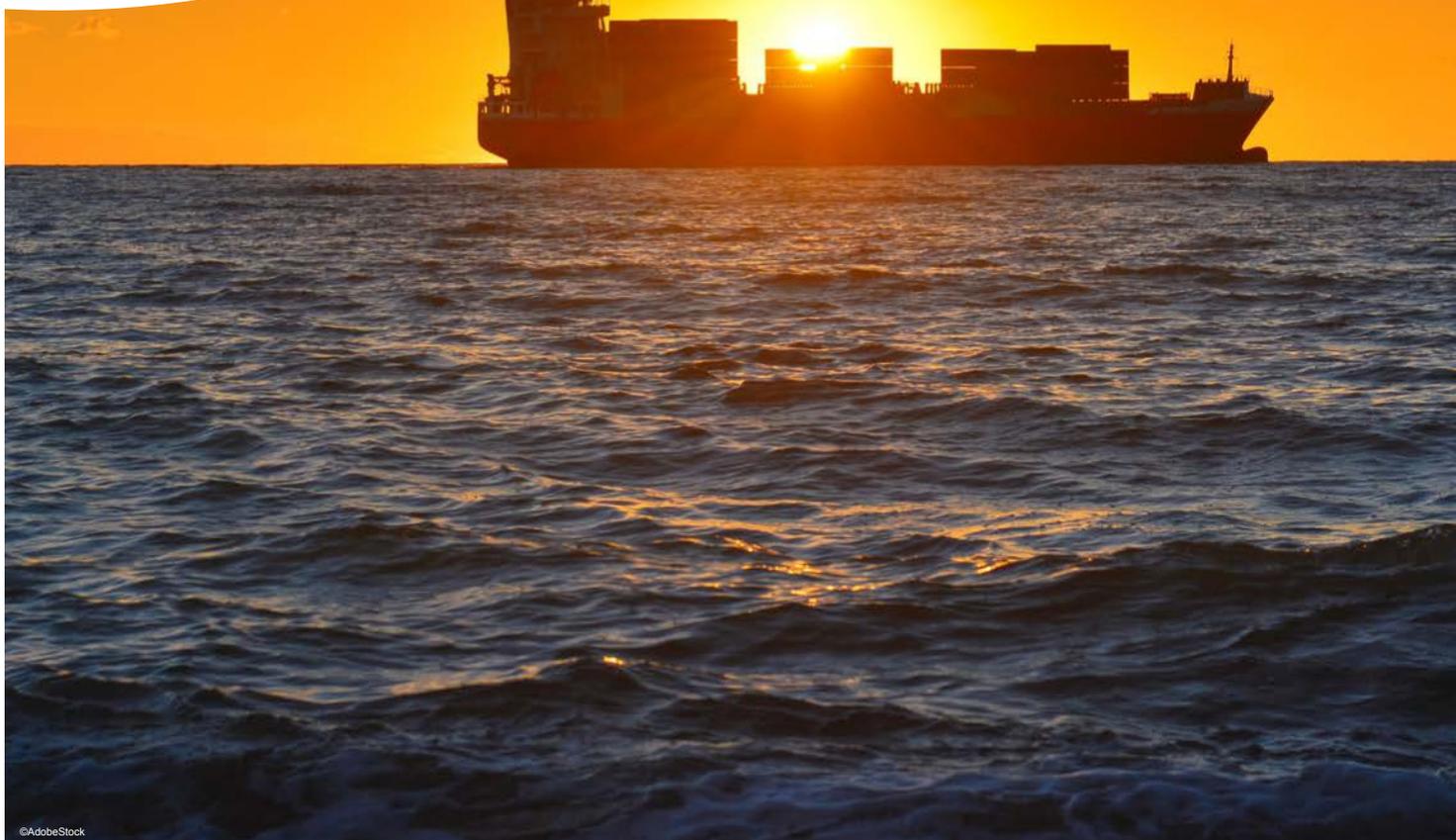
L'océan en référence

Guide du Navigateur

Documentation et information nautiques

VOL.1

Éd. 2022





Ouvrages généraux

VOL.1

Guide du Navigateur

Documentation et information nautiques

Version à jour au 20 décembre 2023
(Groupe hebdomadaire d'*Avis aux Navigateurs* n° 51)

Cette édition annule et remplace les précédentes

Toute correspondance relative à cet ouvrage doit être adressée à :

Shom

13 rue du Chatellier — CS 92803 — 29228 Brest cedex 2

www.shom.fr

Le Shom est certifié ISO 9001 pour l'ensemble de ses activités.

© Shom — France — Tous droits réservés.

Cet ouvrage contient des éléments soumis au copyright, provenant du Service hydrographique et océanographique de la marine 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 et des autres organismes.

Avant-propos

- 07 1. Le *Guide du Navigateur*, édition 2022, annule et remplace l'édition 2012 du même ouvrage.
- 13 2. Le *Guide du Navigateur* comporte trois volumes correspondant aux trois aspects importants et complémentaires de la navigation que sont l'information, la pratique de la navigation et la réglementation.
- 19 2.1. Le volume 1, intitulé *Documentation et information nautiques* est consacré :
– à l'utilisation des ouvrages et des cartes et à leur tenue à jour ;
– aux différentes formes que revêt l'information nautique et aux moyens utilisés pour sa diffusion ainsi qu'à la contribution du navigateur au recueil de cette information.
- 25 2.2. Le volume 2, intitulé *Méthodes et instruments de navigation* traite :
– des principaux instruments et équipements de navigation ;
– des différents modes de navigation possibles selon l'équipement employé et les conditions de navigation rencontrées. Ce volume présente le concept « e-navigation » de l'Organisation maritime internationale.
- 31 2.3. Le volume 3, intitulé *Réglementation nautique*, rassemble les règlements essentiels (références ou textes) concernant le droit de la mer, la préservation de l'environnement marin, la signalisation maritime, la prévention des abordages, la sauvegarde de la vie humaine et le sauvetage en mer, l'organisation du trafic maritime. Ce volume précise en outre le rôle des principales organisations et associations maritimes internationales, ainsi que les attributions en France des administrations relevant du ministère chargé de la mer. Enfin, il fournit divers renseignements, d'ordre réglementaire, à l'usage des plaisanciers.
- 37 3. Le présent avant-propos et le chapitre 1. (organisation du Shom) sont communs aux trois volumes.
- 43 4. Tenue à jour. — Les corrections au *Guide du Navigateur* essentielles pour la sécurité de la navigation ou celles jugées importantes sont publiées dans le groupe hebdomadaire d'*Avis aux Navigateurs*.

L'ingénieur général de l'armement (hydrographe)
Laurent KERLÉGUER
directeur général du Shom

Sommaire

0. INTRODUCTION

0.1. Avant-propos.....	5
------------------------	---

1. ORGANISATION DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE

1.1. Mission et attributions du Shom.....	13
1.2. Éléments-clés.....	14

2. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS NAUTIQUES

2.1. Généralités.....	15
2.1.1. Services hydrographiques.....	15
2.1.2. Documentation nautique proposée par le Shom.....	15
2.1.3. Documents nautiques fournis à la Marine nationale.....	16
2.2. Liste des documents nautiques et site Internet du Shom.....	17
2.2.1. Généralités.....	17
2.2.2. Catalogue des cartes marines et des ouvrages nautiques (catalogue).....	17
2.2.3. Petit catalogue.....	17
2.2.4. Sites Internet du Shom.....	18
2.2.5. Cartes électroniques de navigation.....	18
2.3. Portefeuilles de cartes marines.....	19
2.3.1. Portefeuilles de cartes marines du Shom.....	19
2.3.2. Variantes des cartes papier du Shom.....	20
2.3.3. Cartes marines papier particulières.....	21
2.4. Livres des Feux et Signaux de brume du Shom.....	23
2.4.1. Généralités.....	23
2.4.2. Présentation des Livres des Feux du Shom.....	23
2.4.3. Définitions des feux et marques de balisage.....	25
2.4.4. Définitions des appareils pouvant produire des signaux sonores de brume.....	28
2.5. Instructions Nautiques.....	30
2.5.1. Généralités.....	30
2.5.2. Présentation succincte des Instructions Nautiques.....	30
2.6. Ouvrages de radiosignaux du Shom.....	33
2.6.1. Généralités.....	33
2.6.2. Ouvrage Radionavigation maritime.....	33
2.6.3. Ouvrage Stations Radio Maritimes.....	34

2.6.4. Ouvrage Radiocommunications maritimes (SMDSM).....	34
2.6.5. Ouvrage Radiocommunications portuaires et Systèmes de comptes rendus.....	34
2.6.6. Ouvrage Renseignements sur la Sécurité Maritime.....	34
2.7. Documents du Shom relatifs aux marées et aux courants de marée.....	35
2.7.1. Généralités.....	35
2.7.2. Documents relatifs aux marées.....	35
2.7.3. Documents relatifs aux courants de marée.....	36
2.8. Ouvrages généraux et divers du Shom.....	37
2.8.1. Guide du Navigateur et ouvrages associés ou dérivés.....	37
2.8.2. Ouvrage Météorologie maritime.....	37
2.8.3. Album des pavillons nationaux et des marques distinctives.....	37
2.8.4. Les Guides du Shom.....	38
2.8.5. Extraits des bases de données du Shom.....	39
2.8.6. Annales hydrographiques.....	39
2.8.7. Études scientifiques et manuels d'enseignement.....	39
2.9. Périodicité des publications.....	40

3. LES DOCUMENTS DE CORRECTIONS DU SHOM

3.1. Généralités.....	41
3.2. Groupe hebdomadaire d'Avis aux Navigateurs.....	42
3.2.1. Généralités.....	42
3.2.2. Présentation des chapitres et sections des chapitres.....	42
3.2.3. Règles de numérotage.....	44

4. TENUE À JOUR DES CARTES ET DES OUVRAGES

4.1. Tenue à jour des cartes papier.....	47
4.1.1. Généralités.....	47
4.1.2. Définitions préliminaires.....	47
4.1.3. Mise à jour et tenue à jour des cartes.....	47
4.2. Tenue à jour des ouvrages nautiques.....	50
4.2.1. Livres des Feux et Signaux de brume.....	50
4.2.2. Instructions Nautiques.....	50
4.2.3. Ouvrages de radiosignaux.....	50
4.2.4. Tenue à jour des ouvrages généraux et divers.....	51
4.3. Tenue à jour des ENC.....	52
4.3.1. Généralités.....	52
4.3.2. Principes et méthodes de tenue à jour.....	52
4.3.3. Tenue à jour.....	52

5. DOCUMENTS NAUTIQUES RÉGLEMENTAIRES DES BÂTIMENTS DE COMMERCE, DE PÊCHE ET DE PLAISANCE

5.1. Présentation générale.....	53
5.1.1. Avertissement.....	53

5.1.2. Textes de référence.....	53
5.1.3. Catégories de navigation. Catégories de conception.....	53
5.1.4. Distances entre ports et points de passage.....	55
5.2. Collections réglementaires de documents nautiques.....	58
5.2.1. Navires de commerce et de pêche.....	58
5.2.2. Navires de plaisance.....	60

6. DIFFUSION DES DOCUMENTS DU SHOM ET MANIÈRE DE SE LES PROCURER

6.1. Généralités.....	63
6.2. Ventes par le réseau commercial du Shom.....	64
6.2.1. Agents agréés du Shom.....	64
6.2.2. Revendeurs.....	64
6.2.3. Prix des documents du Shom.....	64
6.3. Diffusion des ouvrages numériques du Shom.....	65

7. DESCRIPTION DES CARTES MARINES

7.1. Généralités.....	67
7.1.1. Objet du chapitre.....	67
7.1.2. Géodésie de la carte marine.....	67
7.1.3. Classification des cartes marines suivant leur usage.....	68
7.1.4. Symboles et abréviations figurant sur les cartes marines – Normes internationales des cartes.....	68
7.1.5. Terminologie des cartes.....	69
7.2. Description des cartes marines papier.....	70
7.2.1. Éléments caractéristiques d'une carte.....	70
7.2.2. Éléments constitutifs d'une carte.....	71
7.2.3. Particularités des cartes internationales et des fac-similés édités par le Shom.....	77
7.3. Usage des cartes étrangères notamment britanniques.....	80
7.3.1. Généralités.....	80
7.3.2. Renseignements relatifs aux cartes étrangères notamment britanniques.....	80
7.4. Description des cartes marines électroniques.....	82
7.4.1. Généralités.....	82
7.4.2. Procédés de numérisation d'une carte. Production des cartes marines électroniques.....	83
7.4.3. Précautions d'emploi des cartes marines électroniques.....	85
7.5. Usage des cartes marines et degré de confiance que l'on peut leur accorder.....	87
7.5.1. Généralités.....	87
7.5.2. Échelle de la carte.....	87
7.5.3. Date des levés hydrographiques. Diagramme des sources. Précision des données des ENC.....	87
7.5.4. Présentation générale de la carte. Valeur des informations bathymétriques de la carte.....	91
7.5.5. Recommandations générales et particulières.....	92
7.6. Niveaux de référence des cartes et zéro hydrographique français.....	94
7.6.1. Niveaux de références des cartes françaises et étrangères.....	94
7.6.2. Zéro hydrographique français.....	94

8. L'INFORMATION NAUTIQUE

8.1. Généralités	97
8.1.1. Présentation de l'information nautique.....	97
8.1.2. Autorités responsables de l'information nautique.....	98
8.2. L'information nautique urgente	99
8.2.1. Le Service mondial d'avertissements de navigation (SMAN).....	99
8.2.2. Les avertissements de navigation.....	101
8.3. Moyens d'information au port et à la mer	106
8.3.1. Généralités.....	106
8.3.2. Moyens d'information en France métropolitaine et dans les départements et territoires d'outre-mer.....	106
8.3.3. Moyens d'information dans les autres pays.....	107
8.4. Recueil de l'information nautique. Contribution du navigateur	109
8.4.1. Nécessité d'informer.....	109
8.4.2. Information nautique urgente.....	109
8.4.3. Information nautique rapide.....	110
8.4.4. Information nautique différée.....	111

9. MÉTÉOROLOGIE

9.1. Généralités	113
9.1.1. Objet de l'information météorologique.....	113
9.1.2. Autorités responsables de l'information météorologique.....	113
9.1.3. Concours des navires.....	114
9.2. Présentation de l'information météorologique	115
9.2.1. Généralités.....	115
9.2.2. Messages en clair.....	117
9.2.3. Messages codés et cartes météorologiques.....	118
9.3. Diffusion et acquisition de l'information météorologique	119
9.3.1. Généralités.....	119
9.3.2. Information météorologique de sécurité.....	120
9.3.3. Autres renseignements météorologiques.....	122
9.4. Sources de l'information météorologique	123
9.4.1. Généralités.....	123
9.4.2. Observations météorologiques par installations spécialisées.....	123
9.4.3. Observations météorologiques des navires.....	123
9.4.4. Observations météorologiques obligatoires.....	124
9.4.5. Autres concours requis des navires.....	125
9.5. Les grands mouvements de l'air	127
9.5.1. Circulation générale de l'atmosphère.....	127
9.5.2. Le vent.....	127
9.5.3. Vent d'origine thermique.....	131
9.6. L'humidité	133
9.6.1. L'humidité dans l'atmosphère.....	133
9.6.2. Les nuages.....	133
9.6.3. Le brouillard.....	135
9.7. Masses d'air, fronts et perturbations	136

9.7.1. Les masses d'air.....	136
9.7.2. Les fronts.....	137
9.7.3. Les dépressions et les perturbations.....	138
9.8. Phénomènes météorologiques.....	143
9.8.1. Orage.....	143
9.8.2. Grains.....	143
9.8.3. Trombe marine.....	144

10. OCÉANOGRAPHIE

10.1. État de la mer.....	145
10.1.1. Houle et mer du vent.....	145
10.1.2. Prévion de l'état de la mer.....	145
10.1.3. Propagation des vagues.....	148
10.1.4. Vagues anormales.....	152
10.2. Courants marins.....	154
10.2.1. Courants océaniques.....	154
10.2.2. Courants locaux.....	156
10.3. Marées.....	158
10.3.1. Description du phénomène.....	158
10.3.2. Force génératrice de la marée.....	159
10.3.3. Réponse de l'océan à la force génératrice de la marée.....	161
10.3.4. Types de marée.....	162
10.3.5. Méthode de prédiction des marées.....	164
10.3.6. Documents de prédiction des marées.....	164
10.3.7. Hauteur d'eau à un instant quelconque.....	165
10.3.8. Courants de marée.....	165
10.4. Niveau de la mer.....	169
10.4.1. Niveau de référence.....	169
10.4.2. Hauteur d'eau due à la marée.....	169
10.4.3. Surcotes – décotes.....	169

11. ANNEXES

11.1. Annexe A. – Guide pour la lecture et la rédaction des avertissements de navigation.....	173
11.1.1. Avant-propos.....	173
11.1.2. Exemples d'avertissement de navigation.....	173
11.1.3. Glossaire anglais-français.....	174
11.1.4. Glossaire français-anglais.....	177
11.1.5. Acronymes anglais assez couramment rencontrés.....	179
11.1.6. Phrases et expressions types.....	181
11.1.7. Pour éviter des contresens.....	182
11.2. Annexe B. – Recommandations pour la présentation des renseignements fournis par le navigateur.....	183
11.2.1. Généralités.....	183

11.2.2. Présentation des renseignements concernant les sondes - recommandations particulières	183
11.2.3. Précisions à fournir pour la mise à jour des cartes	186
11.2.4. Prises de vues photographiques	186
11.3. Annexe C. – Glossaires des principaux termes utilisés dans les bulletins météorologiques diffusés en anglais et en espagnol	189
11.3.1. Présentation	189
11.3.2. Glossaires anglais-français	189
11.3.3. Glossaire espagnol-français	190
11.3.4. Abréviations communes internationales utilisées dans les bulletins réguliers diffusés par NAVTEX international	192

Index

Alphabétique	195
Illustrations	200
Tableaux	202
Mise à jour	203
Glossaire	204

Chapitre 1

ORGANISATION DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE

01 1.1. Mission et attributions du Shom

- 07 La mission du Service hydrographique et océanographique de la marine (Shom) est de connaître et de décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, et d'en prévoir l'évolution. L'exercice de cette mission se décline en trois finalités :
- l'exercice des attributions de l'État en matière d'hydrographie nationale ;
 - le soutien de la défense reposant sur l'expertise apportée par le Shom dans les domaines hydrographiques et océanographiques ;
 - le soutien des politiques publiques et plus généralement des acteurs de la mer et du littoral.
- 13 En ce qui concerne les attributions de l'État en matière d'hydrographie nationale, le Shom intervient pour satisfaire les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France, conformément aux obligations définies notamment par la convention internationale SOLAS pour la sauvegarde de la vie humaine en mer et par la convention des Nations unies sur le droit de la mer.
- 19 Pour remplir sa mission, le Shom intervient depuis l'acquisition des données en passant par leur exploitation adaptée aux différents besoins, et jusqu'à la diffusion des produits réalisés. Dans ce cadre, le Shom définit, élabore, tient à jour et diffuse la documentation nautique générale (cartes marines, ouvrages nautiques).

Chapitre 9

MÉTÉOROLOGIE

01 9.1. Généralités

01 9.1.1. Objet de l'information météorologique

- 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 :
- 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 ;
 - d'une information météorologique ponctuelle, indiquant les conditions de temps du moment et les prévisions concernant les heures et les jours à venir. En exploitant les prévisions météorologiques, le navigateur pourra éventuellement infléchir sa route afin de ménager son navire et prendre les dispositions nécessaires à la sauvegarde de celui-ci et de sa cargaison (*Guide du Navigateur, volume 2*).
- 13 Les prévisions sont complémentaires des renseignements généraux et des données statistiques de climatologie que le navigateur, au premier stade de préparation de sa traversée, peut consulter dans les *Instructions Nautiques*, ou les *pilot charts* des services hydrographiques américain et allemand et les *routeing charts* du service hydrographique britannique (§ 2.3.3.3.) ou les *monthly meteorological charts* du Meteorological Office de Londres.
- 19 Le présent chapitre 9. ne donne qu'une présentation sommaire de la météorologie maritime et l'information météorologique. On trouvera de plus amples développements et détails dans l'ouvrage du Shom *Météorologie maritime*.

01 9.1.2. Autorités responsables de l'information météorologique

01 9.1.2.1. Organisation internationale

- 07 L'**Organisation météorologique mondiale (OMM)**. 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'OMM dont le rôle majeur est de coordonner les activités des services météorologiques nationaux du monde.
- 13 **Zones METAREA . Coordonnateurs METAREA** (figure 8.2.1.2.1.). L'OMM a collaboré avec l'Organisation maritime internationale à la mise en place du Système mondial de détresse et de sécurité en mer. 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 21 zones, les zones METAREA, qui sont identiques aux zones NAVAREA pour l'information nautique.
- 19 Sauf pour quatre d'entre elles, la nationalité du coordonnateur d'une zone METAREA est la même que celle du coordonnateur de la zone NAVAREA correspondante. Comme pour les zones NAVAREA, la délimitation des zones METAREA n'a aucun rapport avec la détermination de toutes limites entre États et n'en préjuge en aucune manière.
- 25 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 côtier étant responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité le long des côtes de son pays. L'information météorologique de sécurité est élaborée sous forme de bulletins météorologiques et avis associés à ces bulletins de sécurité (§ 9.2.2.). Elle est diffusée dans le cadre du SMDSM et fait partie des renseignements sur la sécurité maritime (RSM).
- 31 Chaque service météorologique national d'un pays côtier est responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité le long des côtes de son pays. Les coordonnateurs 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.

37 **Organismes européens** . Les services météorologiques des pays européens mènent une coopération particulièrement intense dont quelques réalisations sont succinctement présentées ci-dessous. Par exemple, le centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT, ECMWF en anglais) regroupe 22 États européens. 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 Internet : www.ecmwf.int/.

01 9.1.2.2. Organisation française. Météo-France

07 **Sur le plan national**, Météo-France est le service météorologique national français et est responsable de l'élaboration de l'information météorologique de sécurité le long des côtes françaises. La direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DGAMPA) [*Guide du Navigateur, volume 3*] est responsable de la diffusion de cette information de sécurité.

13 À Météo-France :

- le service central d'exploitation de la météorologie est chargé de la rédaction des avis et des bulletins pour le large et le grand large (§ 9.2.1.1.) ainsi que des études de climatologie maritime ;
- certaines stations météorologiques côtières rédigent les avis et bulletins des zones côtières (§ 9.2.1.1.).

19 Les moyens de diffusion de l'information météorologique le long des côtes françaises (VHF, MF et NAVTEX en métropole, VHF et MF outre-mer) sont mis en œuvre par :

- les centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage (CROSS) en métropole et outre-mer ;
- les centres de coordination et de sauvetage maritime (MRCC) en outre-mer.

25 **Sur le plan international**, Météo-France est coordonnateur de la zone METAREA II et, pour les avis cycloniques, coordonnateur de la partie de la zone METAREA VIII située au Sud de l'équateur.

31 Météo-France élabore également au profit des coordonnateurs METAREA concernés :

- les avis et bulletins météorologiques pour une partie (Méditerranée occidentale et sous-zone METAREA Gibraltar Strait/Estrecho) de la zone METAREA III ;
- les avis de cyclone pour la zone des TAAF en zone METAREA VII.

01 9.1.3. Concours des navires

07 La convention SOLAS, convention internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer fait obligation au capitaine de tout navire de signaler immédiatement par radiotélégraphie ou radiotéléphonie, s'il se trouve en présence de glaces dangereuses pour la navigation, s'il subit des vents de force supérieure ou égale à 10 Beaufort pour lesquels aucun avis de tempête n'a été reçu, etc. (§ 9.4.4.).

13 En dehors de ces circonstances, les navires, sauf les « navires sélectionnés » (§ 9.4.3.1.) ne sont pas obligés de transmettre des observations météorologiques ; cependant il est souhaitable que tous les navires fréquentant les zones de faible trafic maritime, effectuent au moins des observations réduites, pour concourir aux prévisions des services météorologiques (§ 9.4.3.3.).

19 Ces observations sont à transmettre par AGA (Appel de Groupe Amélioré) ou par station côtière à Météo-France ou au coordonnateur de la zone METAREA concernée, en respectant les procédures de transmission ad hoc, en particulier l'utilisation du code 41 pour la transmission par AGA. Voir les ouvrages 92 *Stations Radio Maritimes* et 924 *Radiocommunications maritimes (SMDSM)*. Les frais d'acheminement sont alors normalement pris en charge par les services météo.

01 9.2. Présentation de l'information météorologique

01 9.2.1. Généralités

01 9.2.1.1. Domaines en matière de météorologie maritime

07 En météorologie maritime on distingue les domaines suivants :

- côtier : jusqu'à 20 M des côtes ; on considère que les conditions météo-océanographiques y sont influencées par la proximité de la terre ;
- du large : jusqu'à 200 M des côtes ;
- du grand large ou de la haute mer (au-delà de 200 M).

13 À chacun de ces domaines est associé un moyen de diffusion radio.

01 9.2.1.2. Découpage en zones météorologiques

07 Le domaine du large et celui du grand large ont leur propre découpage de zones. Les noms et dimensions de ces zones diffèrent généralement selon les pays, mais peuvent parfois être identiques : c'est par exemple le cas pour les zones du large françaises et espagnoles pour la Méditerranée occidentale.

13 En Atlantique, les zones françaises du grand large incluses dans la zone METAREA II sont des subdivisions de cette zone (§ 9.3.1.).

19 Le site Internet weather.gmdss.org présente le découpage par zones météorologiques de la plupart des zones METAREA.



9.2.1.2. — Exemples de découpage de zones météorologiques.

01 9.2.1.3. Transmission des renseignements météorologiques

07 Les renseignements météorologiques sont transmis sous forme de messages en clair (avis, bulletins météorologiques), de messages codés (analyses, observations synoptiques) et de cartes météorologiques (par fac-similé, télécopie satellite, internet...).

13 L'ouvrage 96 *Renseignements sur la Sécurité Maritime* indique pour la zone couverte par le Shom, la liste des stations et les types d'émissions (fréquences, horaires et contenu, zones couvertes) diffusant les messages de renseignements sur la sécurité maritime.

01 9.2.2. Messages en clair

01 9.2.2.1. 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 (*sécurité*, 3 fois). Les avis comprennent principalement les avis de vent fort et les avis d'annulation d'une prévision de phénomène dangereux.
- 13 **Avis de vent fort.** 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).
- 19 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.
- 25 **Bulletin Météorologique Spécial (BMS).** En France, les avis de vent fort sont désignés par le sigle BMS. 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 côte sont diffusés dès que le vent atteint force 7.
- 31 **Avis d'annulation (côte, large ou grand large) :** un tel avis annule tout ou partie d'un BMS.
- 37 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 :
- a) indication du type d'avis ;
 - b) date et heure de référence (UTC) ;
 - c) type de perturbation (dépression, ouragan, etc.) avec indication de la pression au centre en hectopascals ;
 - d) position de la perturbation, en latitude et longitude, ou par rapport à des repères bien connus ;
 - e) direction et vitesse de déplacement de la perturbation ;
 - f) étendue de la zone affectée par la perturbation ;
 - g) vitesse (ou force) et direction du vent dans les zones affectées par la perturbation ;
 - h) état de la mer et de la houle dans les zones affectées par la perturbation ;
 - i) autres renseignements pertinents, notamment futures positions des perturbations.
- 43 Remarques :
- les renseignements a, b, d, f et g doivent toujours figurer dans les avis ;
 - 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 ;
 - un avis reste en vigueur tant qu'il n'est pas modifié ou annulé.

01 9.2.2.2. Bulletins météorologiques

- 07 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 Les bulletins sont diffusés selon un horaire régulier (voir ouvrage *92 Stations Radio Maritimes*) et comprennent les parties suivantes :
- 19 — Partie I : rappel des avis ou par exemple « avis de tempête néant » si aucune tempête n'affecte la zone ;
- 25 — Partie II : résumé descriptif de la situation générale dans la zone de prévision ;
- 31 — Partie III : prévisions :
- a) indication de la période de validité ;
 - b) désignation de la zone (ou des zones) intéressée(s) ;
 - 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).
- 37 Le texte peut être complété par les parties suivantes :
- Partie IV : tendance ultérieure, court paragraphe permettant d'informer l'utilisateur 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) ;
 - Partie V : analyse du temps présent et/ou prévu décrivant, à l'aide du code IAC FLEET (voir ouvrage *Météorologie maritime*), les centres d'action, les isobares et les fronts ;
 - Partie VI : choix de messages d'observations de navires ;

- Partie VII : choix de messages d’observations de stations terrestres.
- 43 **Remarques :**
- les bulletins METAREA pour la haute mer contiennent les parties I à III et peuvent être complétés des parties IV, V, VI ou VII ;
 - 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.
- 49 Ces bulletins sont en général émis :
- pour la zone côtière (jusqu’à 20 M des côtes) en phonie par les stations VHF et les émetteurs de radiodiffusion ;
 - pour les zones du large (jusqu’à 200 M des côtes) par le système NAVTEX (NAVTEX international et éventuellement NAVTEX national) et en phonie (BLU) ;
 - pour les zones du grand large par AGA (zones METAREA) et en phonie par des stations de radiodiffusion (par exemple Bretagne 5 FM, BBC pour les zones françaises du grand large en Atlantique. Depuis 2017 et suite à l’arrêt d’émission sur les ondes longues, le bulletin maritime n’est plus diffusé sur les chaînes de Radio France).
- 55 On trouvera en annexe C (§ 11.3.) les glossaires « anglais-français » et « espagnol-français » des principaux termes utilisés dans les bulletins météorologiques. Cette annexe présente également les abréviations communes internationales pour l’océanographie et la météorologie marine utilisées par Météo-France et d’autres services météorologiques dans leurs bulletins réguliers diffusés par les stations NAVTEX internationales, les avis (avis de vent fort, BMS, etc.) restant en langage clair.
- 61 Ces abréviations ne sont pas utilisées dans les bulletins et avis météorologiques METAREA diffusés par AGA.

01 9.2.3. Messages codés et cartes météorologiques

07 Le contenu et la forme des messages codés sont décrits dans l’ouvrage *Météorologie maritime*.

01 9.2.3.1. Messages codés

01 9.2.3.1.1. Messages d’analyse météorologique

07 Les messages d’analyse météorologiques permettent de tracer point par point une carte météorologique élémentaire donnant les principaux systèmes isobariques et frontaux. À compter des observations faites à une heure synoptique (00 00, 06 00... UTC) et analysées par le service météorologique concerné, un délai de 9 à 10 heures est nécessaire pour que les navires disposent d’une carte d’analyse avec des prévisions d’évolution de la situation à 24 heures d’échéance.

01 9.2.3.1.2. Messages d’observations synoptiques

07 Les messages synoptiques donnent pour une zone déterminée un grand nombre d’observations des navires et des stations terrestres. Ces observations reportées sur une carte permettent aux navigateurs ayant une bonne formation météorologique de tracer une carte synoptique de la zone.

01 9.2.3.2. Cartes météorologiques

07 Les renseignements météorologiques peuvent être transmis par satellite sous forme de cartes météorologiques par fac-similé ou par télécopie, ou sous forme numérique.

01 9.3. Diffusion et acquisition de l'information météorologique

01 9.3.1. Généralités

01 9.3.1.1. Informations de sécurité et autres renseignements météorologiques

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 **Informations météorologiques de sécurité.** Dans le cadre du SMDSM, l'information météorologique de sécurité (bulletins et avis associés) est diffusée gratuitement, par domaines et par zones, par les moyens propres au SMDSM : VHF (pour la bande côtière jusqu'à 20 M au large), NAVTEX (pour le large) et AGA (pour le grand large), HF IDBE (pour les zones arctiques, en complément au NAVTEX, au SafetyNET et au SafetyCast). Voir ouvrage *924 Radiocommunications maritimes (SMDSM)*.

19 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 ; 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 L'adresse Internet weather.gmdss.org permet de consulter, à terre et à la mer, les bulletins et avis METAREA des 21 zones METAREA, avec une mise à jour en continu. Cependant, la consultation d'informations météorologiques via un moyen autre qu'un moyen SMDSM (site Internet, e-mail par exemple) ne peut se substituer à la consultation des bulletins de sécurité diffusés dans le cadre du SMDSM.

31 **Autres renseignements météorologiques.** 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 ou payants sont accessibles en ligne sur les sites Internet 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.

01 9.3.1.2. Moyens et équipements de réception

07 Un récepteur radio « toutes ondes », recevant les émissions en BLU (bande latérale unique), est un moyen pratique pour recevoir la météo en mer, surtout en cas de traversée. En France (métropole et outre-mer), les CROSS assurent une diffusion en MHF-BLU.

13 L'utilisation des micro-ordinateurs est de plus en plus courante à bord des navires. Des logiciels permettent de décoder l'information diffusée au moyen de fichiers numériques (vent, pression, vagues, température de surface de la mer) ou par radio (radiotélétype, NAVTEX, fac-similé), et de la visualiser. Certains de ces logiciels fonctionnent en liaison avec un récepteur BLU, 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 9.3.1.2 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). Il convient de distinguer 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.

25 On trouvera la liste et les horaires d'émission des stations émettant des bulletins météorologiques de sécurité et avis associés (avec leur contenu et les cartes de découpage des zones METAREA), des cartes fac-similées, etc. dans les ouvrages du Shom 92 *Stations Radio Maritimes* et 924 *Radiocommunications maritimes (SMDSM)*.

Forme de l'information météorologique	Moyens d'acquisition (C : côte / L : large / GL : Grand large)		Exemples (P : payant / G : gratuit)
Information en clair : avis et prévisions météorologiques (bulletins de sécurité)	À terre	<ul style="list-style-type: none"> - affichage (capitaineries, ...), journaux, télévision - téléphone (C, L, GL) - Internet (C, L, GL) <ul style="list-style-type: none"> - sites Web - courrier électronique - récepteur radio (C, L, GL) - NAVTEX (L) - AGA (GL) 	<ul style="list-style-type: none"> - répondeurs téléphoniques de Météo France (P) - www.meteo.fr (G) - Bretagne 5 FM, BBC, ... (G)
	À la mer	<ul style="list-style-type: none"> - radiotéléphonie VHF ou BLU (L) - GSM (C) - récepteur BLU (C, L, GL) - récepteur VHF (C, L) - Inmarsat M et mini M + ordinateur - NAVTEX (L) - SafetyNET Inmarsat (GL) standards C ou avec AGA, M - SafetyCast Iridium 	<ul style="list-style-type: none"> - répondeurs téléphoniques de Météo France (P) - site WAP - Bretagne 5 FM, BBC, Monaco Radio, ... (G) - CROSS, Coast Guards (G) - sites Web et courrier électronique - bulletins SMDSM (G)
Information codée : messages SHIP, IAC FLEET, MAFOR ...	À terre	<ul style="list-style-type: none"> - Internet (sites Web) (L, GL) 	
	À la mer	<ul style="list-style-type: none"> - récepteur graphie A1, VHF et A3J HF (C, L, GL) - radiotéléimprimeur F1B - NAVTEX 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	À terre	<ul style="list-style-type: none"> - affichage (capitaineries, ...) et médias - Internet (C, L, GL) <ul style="list-style-type: none"> - sites Web - courrier électronique - télécopie (C, L, GL) - récepteur fac-similé (+ récepteur BLU) 	<ul style="list-style-type: none"> - www.meteo.fr (G) - Seafax (P)
	À la mer	<ul style="list-style-type: none"> - télécopie Inmarsat M et mini M (C, L, GL) - récepteur fac-similé (+ récepteur BLU) - Inmarsat M et mini M + ordinateur - Inmarsat C + ordinateur - Iridium - GSM 	<ul style="list-style-type: none"> - Seafax (P) - sites Web et courrier électronique
Information numérique : au format GRIB : vent, pression, vagues, température de surface	À terre	<ul style="list-style-type: none"> - courrier électronique (internet et ordinateur) 	
	À la mer	<ul style="list-style-type: none"> - Inmarsat C, M et mini M - Iridium 	

9.3.1.2. — Principaux moyens d'acquisition des renseignements météorologiques.

01 9.3.2. Information météorologique de sécurité

01 9.3.2.1. Information météorologique à terre

07 À terre, l'information météorologique de sécurité 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 (Bretagne 5 FM ou BBC radio par exemple).
- 19 En France, le site Internet de Météo-France permet d'accéder gratuitement aux bulletins côte et large.
- 25 Les sites Internet 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 **9.3.2.2. Information météorologique à la mer**

- 07 L'information météorologique de sécurité à la mer 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 AGA, et le service sur ondes HF de diffusion IDBE (impression directe à bande étroite) sont les moyens propres au SMDSM de diffusion des bulletins météorologiques de sécurité et avis associés.
- 19 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 **9.3.2.2.1. Systèmes NAVTEX, SafetyNET et SafetyCast**

07 **Système NAVTEX**

- 13 Dans le système NAVTEX, les bulletins et avis météorologiques (large) sont diffusés dans le même créneau d'émission que les avertissements de navigation, en anglais (service NAVTEX international sur 518 kHz) et le cas échéant en langue locale (service NAVTEX national, sur 490 kHz, en langue nationale), affectés d'un degré de priorité approprié à la nature de l'information.
- 19 La portée maximale des émetteurs NAVTEX est généralement de 300 M.
- 25 Les récepteurs NAVTEX certifiés SMDSM 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 déjà correctement reçus, ceux qui présentent un taux d'erreur trop important, ou encore ceux que l'utilisateur a choisi de ne pas recevoir.
- 31 Il existe des récepteurs NAVTEX à écran, non certifiés SMDSM, pour les navires non soumis au SMDSM.

37 **AGA : Systèmes SafetyNet d'Inmarsat et SafetyCast d'Iridium**

- 43 Les bulletins météorologiques diffusés par AGA sont rédigés en anglais et par *zones de prévision* météorologiques (subdivisions des zones METAREA auxquelles correspondent des bulletins particuliers). Leur structure est la suivante : avis de vent fort, situation générale, prévision à 24 heures pour toute la zone, prévision par zone de subdivision. Les avis de coup de vent sont diffusés dès réception, avec répétition 6 minutes après.
- 49 Ces systèmes assurent, de façon complète et dans toutes les zones METAREA la diffusion des prévisions et avis météorologiques, pour les zones non couvertes par le NAVTEX. Il peut pallier l'indisponibilité de stations NAVTEX pour la diffusion des avis et prévisions météorologiques pour le large.
- 55 Pour la zone METAREA VIII (S) [Sud Océan Indien], Météo-France assure sur Inmarsat SafetyNET la diffusion des avis de cyclone élaborés par ses soins et des bulletins réguliers élaborés par Maurice.

01 **9.3.2.2.2. VHF, HF BLU, radios et HF IDBE**

- 07 Des organismes opérationnels de sécurité tels que les CROSS en France (métropole) et outre-mer, 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 les MRCC diffusent les bulletins large et avis associés sur HF BLU et pour certains de ces organismes parfois sur VHF.
- 13 Des stations de radiodiffusion grand public (Bretagne 5 FM, 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 arctiques, par impression directe.

01 9.3.3. Autres renseignements météorologiques

01 9.3.3.1. Présentation

- 07 Les renseignements météorologiques autres que les informations de sécurité, sont les cartes et les données numériques 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 Internet de ces services et sociétés, ou par télécopie, par fac-similé, par téléimprimeur, par courrier électronique, 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.

01 9.3.3.2. La télécopie et le fac-similé

- 07 **Télécopie.** 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. Ce service permet au navigateur de disposer, avec une qualité suffisante pour les utiliser, de tous les types de cartes : cartes pointées, cartes d'analyse, champs de vents, etc.
- 13 À terre, on accède au service par liaison téléphonique. En mer, il faut disposer d'un terminal standard Inmarsat M, Mini-M ou RNIS.
- 19 **Fac-similé.** Le fac-similé par liaison radio en BLU 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).
- 25 Le fac-similé est le seul moyen de recevoir gratuitement en mer des documents graphiques mais, en raison de mauvaises conditions de propagation ou d'éventuels brouillages, la qualité de réception est parfois médiocre. Il a tendance à être délaissé au profit de la transmission de télécopie par satellite. Les cartes fac-similées sont également disponibles, gratuitement, sur un certain nombre de sites Internet.

01 9.3.3.3. Internet

- 07 Le réseau Internet permet d'acquérir des renseignements météorologiques de deux façons : soit en consultant directement un site internet, soit en recevant des fichiers (texte, images et données numériques) par messagerie électronique. Certains services nationaux, comme Météo-France, et des sociétés privées, comme Météo-Consult, disposent aussi de site WAP.
- 13 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).
- 19 Au-delà, il faut un standard Inmarsat A, B, M ou Mini-M ou un téléphone Iridium pour accéder aux sites Internet et au courrier électronique. Le standard Inmarsat-C ne permet pas d'accéder aux sites 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.
- 25 Le site Internet de Météo-France (www.meteo.fr) fournit en rubrique « Météo Marine » de nombreuses informations à caractère maritime. On peut notamment y télécharger gratuitement :
 – le *Guide Marine* de Météo-France concernant la métropole qui présente tous les moyens de recevoir par radio un bulletin de météo marine ;
 – le logiciel Navimail qui permet une version interactive des informations météorologiques.
- 31 On trouvera l'adresse de la plupart des sites Internet consacrés à la météorologie sur les pages *Liens* des sites de Météo-France et de l'OMM (worldweather.wmo.int).

01 9.4. Sources de l'information météorologique

01 9.4.1. Généralités

- 07 Pour avoir une représentation aussi complète que possible du temps et effectuer leurs prévisions, les services météorologiques doivent recevoir des observations, non seulement de nombreuses stations terrestres, mais aussi des navires à la mer.
- 13 Dans ce but, certains navires, appelés « navires sélectionnés », désignés par un libre accord entre les armateurs et les services de Météo-France sont tenus d'effectuer et de transmettre des observations météorologiques complètes.
- 19 Il est d'autre part recommandé à tous les navires naviguant dans les zones de faible trafic maritime, d'effectuer et de transmettre des observations réduites.

01 9.4.2. Observations météorologiques par installations spécialisées

01 9.4.2.1. Satellites météorologiques

- 07 Les satellites météorologiques permettent d'avoir une vue globale des masses nuageuses et de suivre leur évolution (naissance et trajectoire de cyclones par exemple) ; ils indiquent aussi les modifications de la limite des glaces polaires et la température de surface de la mer s'il n'y a pas de nuage.
- 13 Un navire doté d'un récepteur de données de satellites météorologiques dispose de renseignements en temps réel alors que les cartes météorologiques rendent compte de situations vieilles de plusieurs heures.

01 9.4.2.2. Bouées météo-océanographiques

- 07 Ces bouées ancrées ou dérivantes, de mesure et de transmission automatique des données (type SADO, ODAS en anglais ; voir le *volume 3* du *Guide du Navigateur*) représentent le seul moyen d'obtenir, d'une façon continue, des renseignements in situ dans des zones océaniques qui, à l'écart des grandes voies de navigation, constituent généralement de véritables déserts météorologiques. Ces dispositifs permettent de recueillir des informations sur un large éventail de paramètres météo-océanographiques dont la hauteur et la direction des vagues, le vent, la température de la mer en surface et dans la couche de mélange, les courants marins, etc.
- 13 Le programme de bouées dérivantes de la veille météorologique mondiale (VMM) repose sur la localisation et la transmission automatique des données à l'aide du système ARGOS.
- 19 La France utilise des bouées, ancrées et dérivantes, dans le cadre de ses activités opérationnelles et de recherche.

01 9.4.3. Observations météorologiques des navires

01 9.4.3.1. Navires sélectionnés

- 07 Ces navires effectuent et transmettent des observations météorologiques conformément aux instructions reçues du service météorologique qui leur fournit les instruments et la documentation nécessaires. Quelques uns d'entre eux sont équipés de stations automatiques de radiosondage (SARE).

01 9.4.3.2. Bâtiments de la Marine nationale

- 07 De leur appareillage à leur retour au mouillage les bâtiments de la Marine nationale sont tenus d'effectuer des observations météorologiques conformément aux directives fixées par l'état-major de la Marine en accord avec Météo-France.

01 9.4.3.3. Autres navires

- 07 En dehors des informations obligatoires (§ 9.4.4.) il est recommandé à tout navire naviguant dans les zones de faible trafic maritime d'effectuer et de transmettre des observations réduites de préférence à 00h00, 06h00, 12h00 et 18h00 UTC.

- 13 L'ouvrage *Météorologie maritime* donne tous les renseignements concernant la pratique des observations, leur codage et leur transmission.

01 9.4.4. Observations météorologiques obligatoires

01 9.4.4.1. Obligations du navigateur

- 07 Tout navire est tenu, par la convention SOLAS, d'effectuer et de transmettre des observations sous la forme de messages de danger lorsqu'il constate la présence de glaces, des indices de tempête tropicale, du givrage, des vents de force égale ou supérieure à 10 Beaufort pour lesquels aucun avis de tempête n'a été reçu ou des manifestations qui concernent la sécurité de la navigation.
- 13 On trouvera au *volume 2* du présent ouvrage une description très sommaire des glaces et dans l'ouvrage *Météorologie maritime* la nomenclature descriptive des glaces de l'OMM.

01 9.4.4.2. Signalisation des glaces

- 07 Le message de danger est transmis en clair (de préférence en anglais) et doit mentionner la nature et la position des glaces, le lieu, la date et l'heure UTC de l'observation.
- 13 Exemples : TTT TTT TTT ICE (en phonie *sécurité* [3 fois] + ICE). Large berg sighted in 4605 N — 4410 W at 0815 UTC May 15.
- 19 TTT TTT TTT Glace (en phonie *sécurité* [3 fois] + Glace). Grand iceberg aperçu en 4605 N — 4410 W à 0815 UTC. 15 mai.

01 9.4.4.3. Signalisation des tempêtes tropicales

- 07 L'obligation qui est faite de signaler une tempête tropicale doit être comprise dans un esprit très large et l'information doit être transmise toutes les fois que le capitaine peut penser qu'une tempête tropicale sévit dans le voisinage ou qu'il observe des vents atteignant ou dépassant 48 nœuds (force 10 Beaufort) pour lesquels il n'a reçu aucun avis (voir nota).
- 13 L'avertissement est transmis en clair (de préférence en anglais), selon la forme indiquée dans le tableau 9.4.4.3.
- 19

Renseignements	Exemple
Appel international, suivi de : STORM	SÉCURITÉ (3 fois) STORM
Date, heure, position du navire	14 JAN 11 13 00 UTC 22° 00' N — 72° 36' W
Pression barométrique (en indiquant si elle est mesurée en hPa ou en millimètres et si la lecture a été corrigée ou non) et tendance (en précisant le temps de variation)	Barometer corrected 994 hPa Tendency down 6 hPa since 3 hours
Direction d'où souffle le vent vrai et force (échelle de Beaufort)	Wind NE force 8
État de la mer	Rough sea
Houle	Westerly long swell
Route vraie et vitesse du navire	Course 035 - 12 knots

9.4.4.3. — Signalisation des tempêtes tropicales.

- 25 Exemples : TTT TTT TTT Tempête (en phonie *sécurité* [3 fois] + Tempête). Les conditions indiquent la formation d'un cyclone intense. 0030 UTC. 4 mai 1998 en 1630 N — 9204 E. Baromètre non corrigé 753 mm, tendance à la baisse 5 mm. Vent SSW, force 5. Route 290, 8 nœuds.
- 31 TTT TTT TTT Tempête (en phonie *sécurité* [3 fois] + Tempête). Typhon dans le SE. 0300 UTC. 12 juin. 1812 N — 12605 E. Le baromètre baisse rapidement. Le vent augmente du Nord.

37 **Nota.** En principe, tout capitaine observant des vents supérieurs à 50 nœuds est tenu de transmettre un tel avertissement et de le renouveler au moins toutes les trois heures, si le vent se maintient au-delà de cette force.

43 Lorsqu'une tempête (non tropicale) pour laquelle aucun avis n'a été reçu est rencontrée le message envoyé doit contenir des renseignements analogues, à l'exception de ceux relatifs à l'état de la mer et à la houle.

01 9.4.4.4. Signalisation du givrage

07 Le message (de préférence en anglais) de signalisation du givrage doit mentionner la date et heure (UTC), la position du navire, la température de l'air, la température de la mer (si possible) et la force et la direction du vent.

13 Exemples : TTT TTT TTT experiencing severe icing (en phonie *sécurité* [3 fois] + experiencing severe icing). 1400 UTC. March 2. 6710 N — 1220 W. Air temperature minus 8. Sea temperature minus 2. Wind NE, force 8.

19 TTT TTT TTT formation inquiétante de givre (en phonie *sécurité* [3 fois] + formation inquiétante de givre). 1400 UTC. 2 mars. 6710 N — 1220 W. Température de l'air moins 8. Température de la mer moins 2. Vent NE, force 8.

01 9.4.5. Autres concours requis des navires

01 9.4.5.1. Localisation des glaces

07 Dans les zones où sont organisés des services particuliers d'information sur les glaces, les navires sont priés d'apporter leurs concours à ces services.

13 Ainsi, dans l'Atlantique Nord, tout navire rencontrant des glaces au large de Terre-Neuve est tenu d'apporter son concours en transmettant à l'**International Ice Patrol (COMINTICEPAT)** un message par l'intermédiaire des stations radio désignées.

19 Ces messages doivent comporter les renseignements suivants :

- a) Nom et indicatif du navire ;
- b) Position de la glace ou du navire ;
- c) Date et heure de l'observation, en indiquant si les glaces sont détectées à la vue ou au radar ;
- d) Taille et forme du ou des icebergs (selon les spécifications du tableau 9.4.5.1.) ;
- e) Concentration de la glace (en dixièmes pour la glace de mer) ;
- f) Épaisseur de la glace (en pieds ou en mètres pour la glace de mer).

25 En outre, les observations météorologiques étant d'une grande importance pour prévoir la dérive des glaces, il est demandé à tout navire situé entre les latitudes 40° et 52° Nord et les longitudes 39° et 57° Ouest, même s'il ne participe pas au service des navires sélectionnés, d'effectuer et de transmettre à COMINTICEPAT, toutes les six heures, sa position, sa route et sa vitesse, la visibilité, les températures de l'air et de l'eau de mer en surface, la force et la direction du vent. Ceci ne concerne pas les navires qui transmettent régulièrement des observations à Météo Washington.

31

Taille	Hauteur (m)	Longueur (m)
Bourguignon et fragment d'iceberg	jusqu'à 5	inférieure à 15
Iceberg, petit	6-15	16-60
Iceberg, moyen	16-45	61-122
Iceberg, grand	46-75	123-213
Iceberg, très grand	plus de 75	plus de 213

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.

9.4.5.1. — Spécification des icebergs.

01 9.4.5.2. Sauvetage aéromaritime

07 En vue d'un amerrissage 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.

13 Ces renseignements peuvent être fournis en clair dans l'ordre suivant :

- position ;
- pression réduite au niveau de la mer (en hPa) ;
- vent ;
- houle ;
- état de la mer (code S) ;
- visibilité ;
- nuages bas ;
- temps présent ;
- remarques éventuelles.

01 **9.5. Les grands mouvements de l'air**

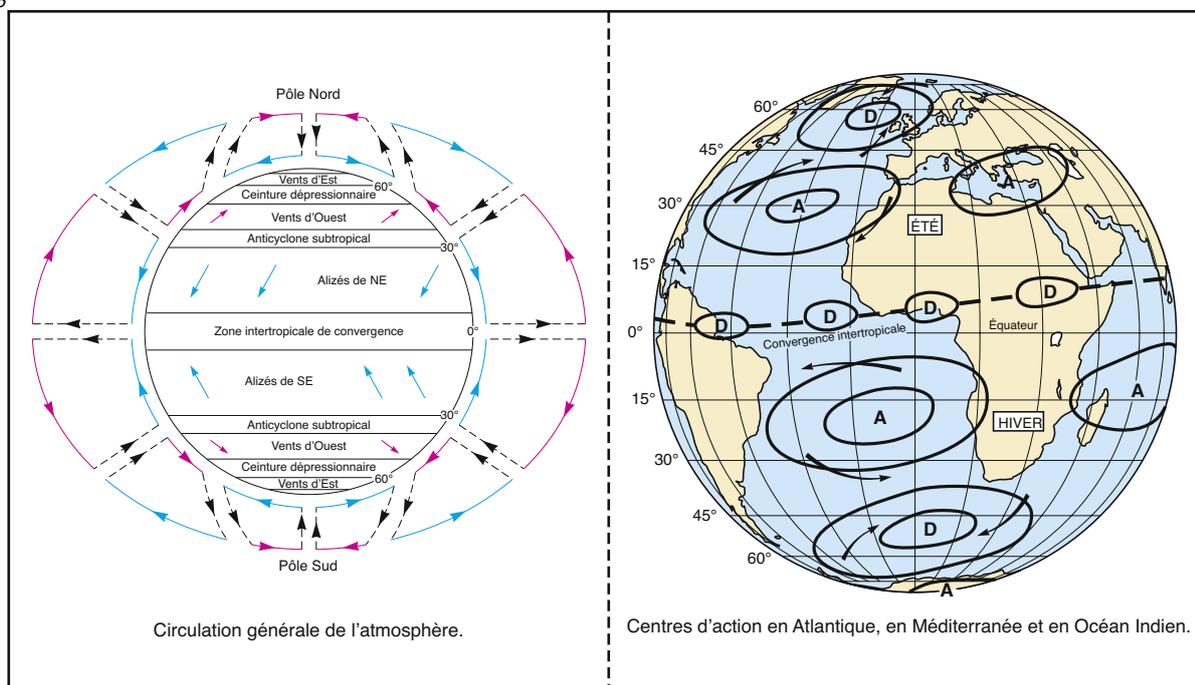
01 **9.5.1. Circulation générale de l'atmosphère**

07 Les rayons du soleil frappent verticalement la zone équatoriale et tangentiuellement les zones polaires. Le soleil réchauffe donc plus l'équateur que les pôles. L'atmosphère contribue à diminuer ce déséquilibre thermique par convection : selon la théorie de la circulation générale de l'atmosphère, l'air réchauffé par le soleil près de l'équateur devient plus léger et s'élève, tandis que l'air froid dense plus près du pôle se met en mouvement pour remplacer progressivement l'air chaud ; l'ensemble de ces deux mouvements entretient une cellule convective.

13 En réalité la distance entre l'équateur et les pôles et la rotation de la terre induit la force déviante de Coriolis ; il existe plusieurs cellules convectives successives, avec une zone de haute pression vers 30° de latitude (anticyclone permanent subtropical) et une ceinture dépressionnaire subpolaire vers 60° (peut-être due aux masses océaniques qui réchauffent l'air et créent un mouvement ascendant de l'air).

19 Les variations annuelles de déclinaison du soleil provoquent un déplacement de cet ensemble complexe, vers le pôle durant l'été correspondant, vers l'équateur durant l'hiver, avec un retard de l'ordre de 6 à 8 semaines.

25



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

01 **9.5.2. Le vent**

01 **9.5.2.1. Définition**

07 Le **vent** est le déplacement horizontal des particules d'air. Il est provoqué par l'inégalité des pressions qui règnent, à un instant donné, en des lieux différents.

01 **9.5.2.2. Vitesse du vent**

07 La vitesse ou force du vent est exprimée en nœuds ou en mètres par seconde ou selon l'échelle Beaufort. L'échelle Beaufort permet au navigateur une évaluation de la vitesse du vent en fonction de ses effets sur la mer ou sur un navire à voile.

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 pas.	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 toute leur voile et prennent une bonne gîte.	1 (1,5)
5	Bonne brise	17 - 21	8,0 - 10,7	Les arbustes en feuille 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 voile.	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)

(*) 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 10.1.2.4.). 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.

9.5.2.2.A. — Échelle anémométrique Beaufort (de 0 à 6) pour une hauteur standard de 10 m au-dessus du niveau de la mer.

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	
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 commencent 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 les branches ; la marche contre le vent est en général impossible.	Lames de hauteur moyenne et plus allongées ; du bord supérieur de leur 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)
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 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	Ouagan	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 10.1.2.4.). 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.

9.5.2.2.B. — Échelle anémométrique Beaufort (de 7 à 12) pour une hauteur standard de 10 m au-dessus du niveau de la mer.

25 Plus les isobares (lignes reliant les points d'égalité de pression atmosphérique) sont rapprochées, plus le vent est fort. L'ouvrage *Météorologie maritime* fournit une table indiquant en fonction de l'écartement des isobares et de la latitude moyenne le vent géostrophique, vent théorique ne tenant pas compte des frottements. Le tableau 9.5.2.2.C., valable entre 40° et 60° de latitude, donne une valeur approximative de la force moyenne du vent réel rencontré sur mer.

31

Écartement des isobathes en milles (M)	Vitesse du vent en nœuds	Force Beaufort
20 hPa en 120 M	> 64	12 (Ouragan)
20 hPa en 150 M	56 à 63	11 (Forte tempête)
20 hPa en 180 M	48 à 55	10 (Tempête)
20 hPa en 240 M	41 à 47	9 (Fort coup de vent)
20 hPa en 300 M	34 à 40	8 (Coup de vent)
10 hPa en 180 M	28 à 33	7 (Grand frais)
10 hPa en 240 M	22 à 27	6
5 hPa en 150 M	17 à 21	5
5 hPa en 210 M	11 à 16	4
5 hPa en 270 M	7 à 10	3
5 hPa en 400 M	4 à 6	2

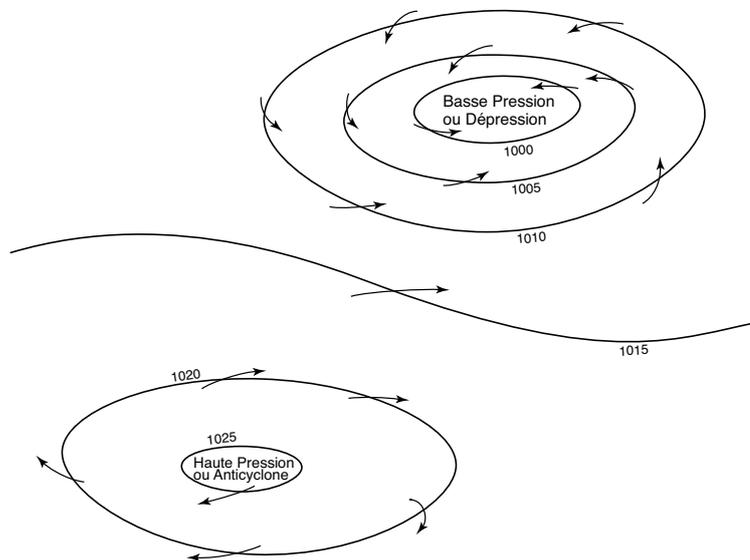
9.5.2.2.C. — Approximation de la force moyenne du vent réel.

- 37 Par rapport à ce tableau, le vent est renforcé de 1 à 2 Beaufort si le navire se trouve à proximité d'un centre de haute pression (anticyclone), si la température de l'air est très inférieure à celle de la mer (2 à 4 °C), si le relief terrestre proche (vallée, paroi abrupte) canalise le vent (cas du mistral par exemple), ou si la latitude est inférieure à 40°.
- 43 Par contre la force du vent est diminuée si les isobares entourent un centre de basse pression (dépression), si la température de l'air est très supérieure à celle de la mer ou si la latitude est supérieure à 60°.

01 **9.5.2.3. Direction du vent**

07 Le mouvement de l'air généré par le gradient de pression est dévié par la **force de Coriolis** (due à la rotation de la terre) vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère Sud : c'est pourquoi un observateur se plaçant face au vent a les basses pressions à sa droite et les hautes pressions à sa gauche dans l'hémisphère Nord (**loi de Buys-Ballot**). Sur mer, la direction du vent fait avec les isobares un angle de l'ordre de 15° vers les basses pressions.

13



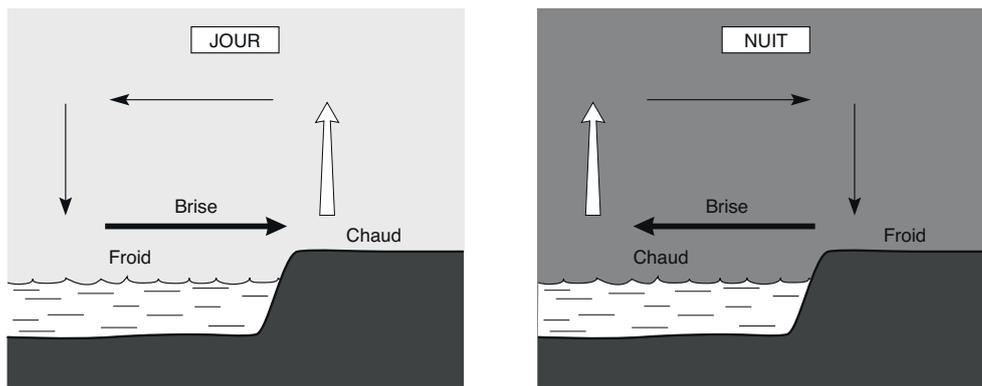
9.5.2.3. — Direction des vents (hémisphère Nord).

01 **9.5.3. Vent d'origine thermique**

01 **9.5.3.1. Phénomène de brise**

- 07 La terre s'échauffe et se refroidit beaucoup plus rapidement que la mer.
- 13 De jour par ciel clair, le sol relativement chaud réchauffe l'air des basses couches qui s'élève et est remplacé par de l'air plus froid donc plus dense provenant de la mer proche. C'est le phénomène de la **brise de mer**.
- 19 Durant la nuit au contraire le sol perd rapidement sa chaleur par rayonnement et devient un centre froid par rapport à la mer : cette répartition inverse des températures donne naissance à la brise de terre.
- 25 Le passage de la brise de mer à la brise de terre se produit, soit progressivement par une rotation lente, soit à la suite d'une période de calme. Le phénomène est sensible au plus jusqu'à 20 milles de part et d'autre de la côte et le vent produit qui peut atteindre 20 nœuds se combine éventuellement avec le vent dû au champ de pression général (§ 9.5.2.).

31

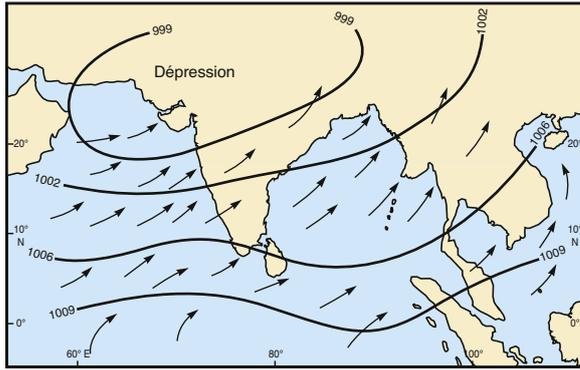


9.5.3.1. — Brise de mer et brise de terre.

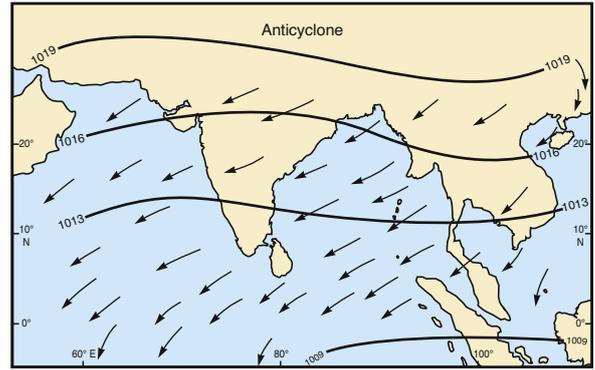
01 **9.5.3.2. Mousson**

- 07 En zone subtropicale, dans les régions où les continents voisinent avec les océans, un phénomène de déséquilibre thermique, analogue au phénomène de brise décrit ci-dessus mais s'étendant sur un an et sur des continents entiers, se substitue à la circulation générale de l'atmosphère (§ 9.5.2.) : c'est le phénomène de la **mousson**, particulièrement typique en Asie méridionale et orientale.
- 13 En été la terre surchauffée du Nord de l'Inde crée une zone dépressionnaire très accentuée qui provoque un flux très humide de secteur Sud et Sud-Ouest. Ce flux apporte des précipitations très abondantes sur les côtes de l'Asie du Sud et de l'Est entre juin et septembre.
- 19 En hiver s'établit sur les étendues glacées de Sibérie un puissant anticyclone thermique qui déclenche de novembre à mars la *mousson* du Nord ou *mousson* sèche, flux qui pénètre profondément en océan Indien jusqu'à traverser l'équateur puis s'infléchir vers la gauche sous l'effet de la force de Coriolis.
- 25 En un lieu donné, l'établissement de la *mousson* d'été (de SW) s'opère brutalement, en quelques jours. Mais, le long de la côte occidentale indienne, elle s'installe de façon très progressive, en l'espace d'un mois depuis le Sri Lanka jusqu'au Pakistan, approximativement entre le 1^{er} juin et le 1^{er} juillet. La date du début d'établissement de la *mousson* de SW est assez variable d'une année à l'autre.
- 31 Un phénomène de *mousson* analogue se rencontre dans le golfe de Guinée, en Afrique Australe, en Amérique du Sud, au Sud-Est des États-Unis et en Australie.

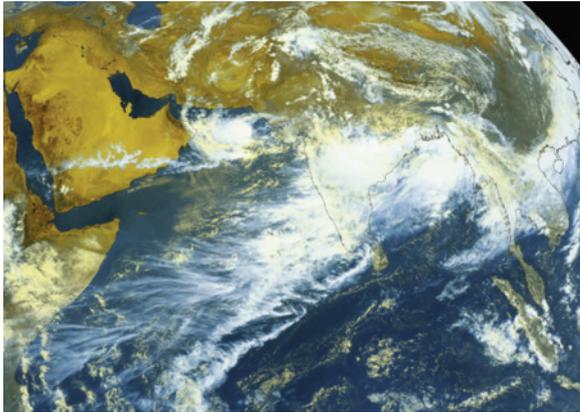
37



Mousson d'été



Mousson d'hiver



Mousson d'été (13 juin 2001)



Mousson d'hiver (5 décembre 2001)

9.5.3.2. — Moussons d'été et d'hiver sur l'océan Indien Nord (images satellitaires de Météo-France).

01 9.5.3.3. Vent catabatique

07 Lorsque la côte est bordée par des montagnes ou des plateaux couverts de neige, l'air refroidi par le rayonnement thermique sur les sommets devient plus dense et dévale par gravité les pentes. Il souffle vers le large un vent pouvant atteindre 30 nœuds, voire 50 ou plus. Ce **vent catabatique** est observé au large du Groenland, de la Norvège, des Pyrénées orientales, en Adriatique, en Mer Noire et en Antarctique.

01 9.6. L'humidité

01 9.6.1. L'humidité dans l'atmosphère

- 07 Lorsqu'un mélange d'air et de vapeur d'eau se refroidit, son humidité relative augmente. À partir d'une certaine température appelée niveau de condensation ou **point de rosée**, le mélange est saturé et l'excédent de vapeur d'eau se transforme en gouttelettes d'eau au contact des noyaux de **condensation** que sont les impuretés de l'atmosphère. En se condensant, la vapeur restitue à l'air ambiant tout ou partie de la chaleur qu'elle avait emprunté à la surface de la mer lors de la vaporisation. Cette quantité de chaleur est égale à la **chaleur latente de vaporisation** qui est la chaleur que l'eau retire au milieu ambiant lorsqu'elle se transforme en vapeur d'eau.
- 13 Par ailleurs une particule d'air et de vapeur d'eau qu'on oblige à s'élever se détend, donc se refroidit. Tant qu'elle n'atteint pas le niveau de condensation, elle se refroidit de 1 °C par 100 mètres. Mais si elle dépasse ce niveau, l'excédent de vapeur d'eau se condense à mesure et libère de la chaleur, et le mélange ne se refroidit donc plus que de 0,6 °C par 100 mètres en moyenne. Les fines gouttelettes d'eau condensée peuvent rester en suspension (nuage ou brouillard) ou se regrouper en grosses gouttes ou en flocons qui tombent (pluie, neige ou grêle).

01 9.6.2. Les nuages

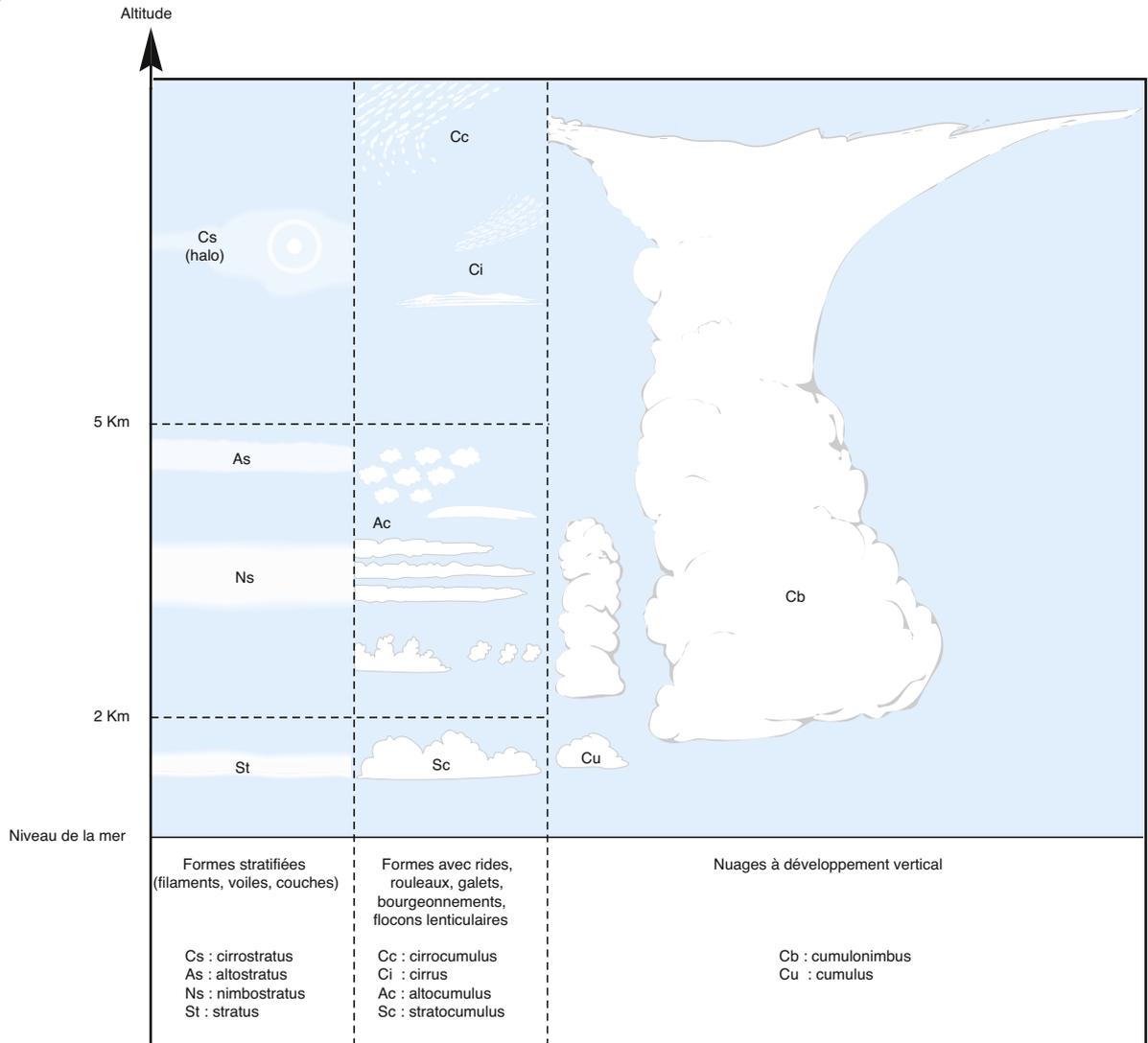
01 9.6.2.1. Généralités

- 07 Les nuages résultent de la condensation, en altitude, de la vapeur d'eau contenue dans l'air se refroidissant, par détente, lors d'une ascendance. Un nuage est un amas de gouttelettes d'eau et de petits cristaux microscopiques de glace. C'est un milieu en constante évolution, certaines gouttelettes s'évaporant ou précipitant, d'autres se formant à la suite de condensations nouvelles, certaines s'élevant sous l'effet d'un réchauffement ou d'une ascendance locale, d'autres retombant par gravité.

01 9.6.2.2. Classification des nuages

- 07 Les nuages sont nommés selon leur altitude et leur aspect :
- **Cirrus** (boucle de cheveux en latin) est un nuage du niveau supérieur. En zone tempérée, il se situe à une altitude de plus de 5 km ;
 - **Alto** (haut en latin) qualifie un nuage de niveau moyen, situé à une altitude comprise entre 2 et 5 km ;
 - **Stratus** est un nuage en couche horizontale plus ou moins épaisse et continue ;
 - **Cumulus** (amoncellement en latin) est un nuage à développement vertical ;
 - **Nimbo** (pluie en latin) qualifie un nuage porteur de pluie.

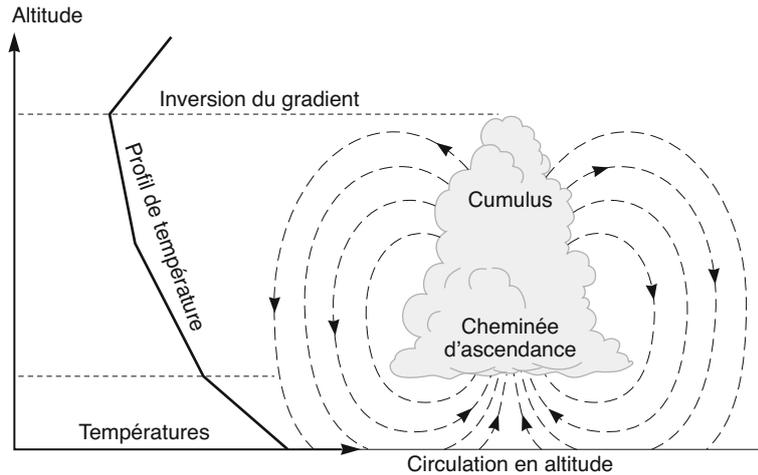
13



9.6.2.2. — Classification des nuages.

01 9.6.2.3. Formation des nuages

- 07 Les **nuages de convection** (cumulus, cumulonimbus) sont des nuages à développement vertical (figure 9.6.2.3.). Les nuages de convection apparaissent lorsqu'une masse d'air est réchauffée par sa base. Ces nuages sont le théâtre de courants verticaux parfois considérables.
- 13 Les nuages d'ascendance synoptique (nimbostratus, altostratus, cirrostratus) sont provoqués par la détente lente mais continue d'une masse d'air humide obligée à s'élever le long d'une surface frontale (§ 9.7.2.).
- 19 Enfin les **nuages orographiques** apparaissent lorsqu'un vent établi oblige une masse d'air à s'élever sur un relief terrestre. Un nuage orographique est généralement accroché au point culminant du relief.



9.6.2.3. — Formation d'un nuage de convection.

01 9.6.3. Le brouillard

- 07 Le **brouillard** (ou brume) est lui aussi dû généralement à la condensation de la vapeur d'eau lorsque de l'air humide au niveau de la mer subit un refroidissement. Lorsque la visibilité est inférieure à 1 km, on parle de brouillard, lorsqu'elle est comprise entre 1 et 5 km, on parle de **brume**.
- 13 Le **brouillard d'advection**, le plus fréquent en mer, se forme lors du déplacement d'une masse d'air chaud et humide sur une mer plus froide. Il est souvent persistant, ne se dissipant que lorsque disparaissent les causes qui l'ont fait naître.
- 19 Généralement, au large et dans l'hémisphère Nord, le brouillard d'advection est lié à un vent de secteur Sud. Il disparaît lorsque le vent vire au secteur Nord.
- 25 Le **brouillard de rayonnement** est un brouillard essentiellement terrestre qui se produit par ciel clair en fin de nuit lorsque le sol se refroidit par rayonnement thermique et refroidit par contact la couche d'air voisine. Poussé par la brise de terre, ce brouillard peut se propager en mer sous forme de bancs. Il se dissipe dès que le vent se lève ou que le soleil réchauffe l'air au-dessus du point de rosée.
- 31 Le **brouillard de mélange** apparaît si une masse d'air chaude, humide et stable est refroidie par mélange au contact d'une masse d'air également humide mais plus froide.
- 37 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.
- 43 Un autre type de brouillard, le **brouillard d'évaporation** peut se rencontrer sur la mer. 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. Généralement peu épais, ce brouillard se rencontre dans les eaux subpolaires, ou en hiver dans les zones tempérées, en Manche ou en Mer du Nord ;
- 49 D'autres phénomènes peuvent altérer la visibilité sur mer, notamment la **brume sèche** qui est due à des poussières ou 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 9.7. Masses d'air, fronts et perturbations

01 9.7.1. Les masses d'air

01 9.7.1.1. Propriétés des masses d'air

07 Des particules d'air séjournant de manière prolongée au-dessus d'une zone géographique au caractère climatique bien marqué, par exemple une terre couverte de glace ou de neige, une mer tropicale, un désert, etc., finissent par acquérir des caractéristiques semblables : même humidité, même température. Elles constituent alors un ensemble homogène appelé masse d'air.

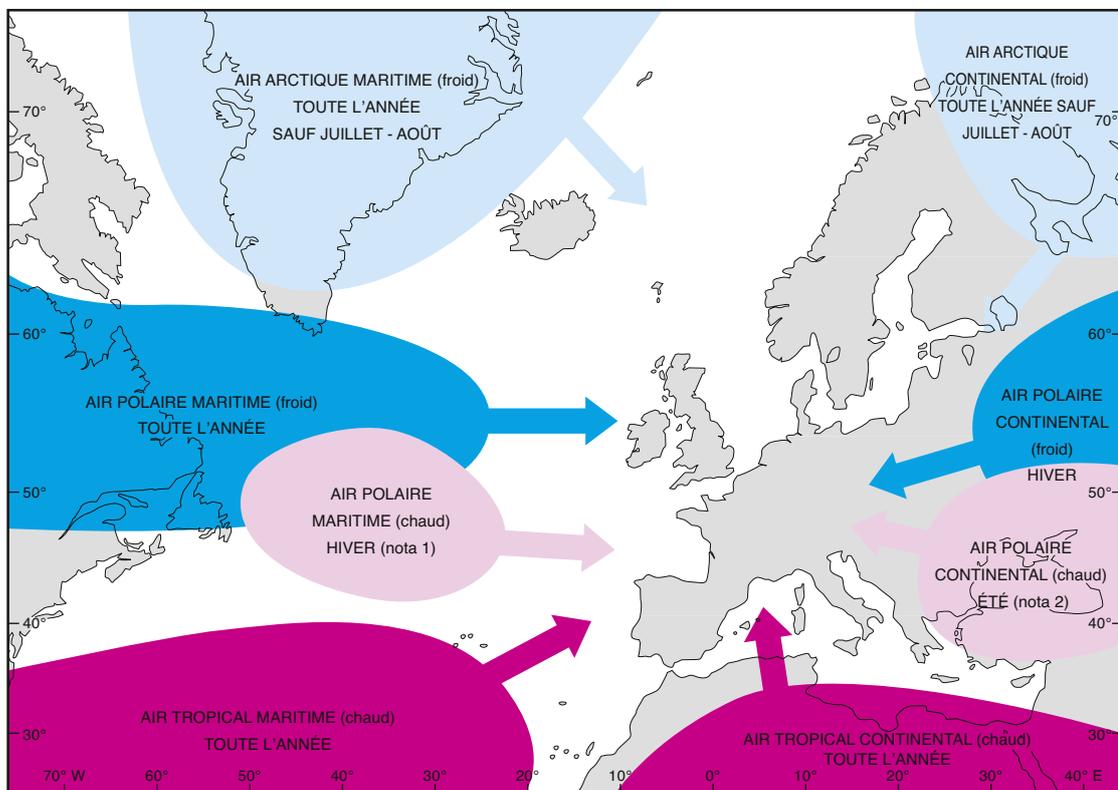
13 Lorsqu'une masse d'air se déplace au-dessus d'une surface dont les caractéristiques diffèrent de celles de sa région origine, cette masse d'air se modifie progressivement.

19 Les propriétés d'une masse d'air à un moment donné dépendent donc de son origine et des influences qu'elle a subies au cours de son déplacement.

25 L'air peut ainsi être arctique, polaire (en provenance d'une région de latitude 60°), tropical ou équatorial ; il peut aussi être continental ou maritime ; il peut enfin être froid ou chaud.

31 À ces masses d'air différentes correspondent des types de temps bien déterminés.

37



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.

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

01 9.7.1.2. Stabilité et instabilité d'une masse d'air

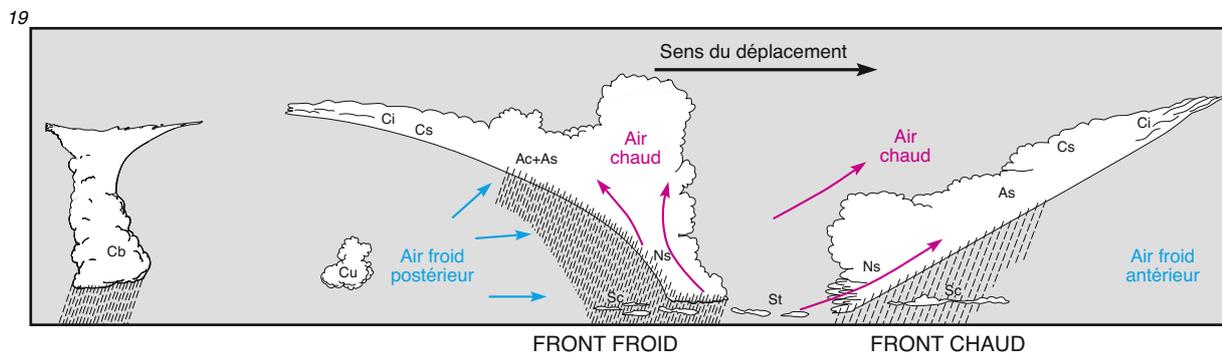
07 Dans une masse d'air réchauffée par la base, l'air chaud a tendance à s'élever et il se produit des mouvements verticaux convectifs : cette masse d'air est dite **instable**. Il se forme des nuages cumuliformes au sommet des ascendances. Les précipitations éventuelles tombent sous forme d'averse. Le vent est irrégulier. La visibilité est bonne.

13 Les deux cas les plus fréquents de réchauffement par la base sont :

- un ensoleillement important qui réchauffe une surface terrestre ;
 - un vent du Nord amenant de l'air relativement froid sur une mer de plus en plus chaude.
- 19 Inversement, quand une masse d'air est refroidie par la base, toute instabilité disparaît, la masse d'air devient **stable**. Les nuages deviennent stratiformes, les précipitations prennent un caractère continu et le vent devient régulier, la visibilité est mauvaise (brouillard possible).
- 25 Les deux cas les plus fréquents de refroidissement par la base sont :
- le refroidissement nocturne sur terre, surtout en l'absence de nuage ;
 - un vent de Sud qui amène de l'air humide et relativement chaud sur une mer de plus en plus froide.

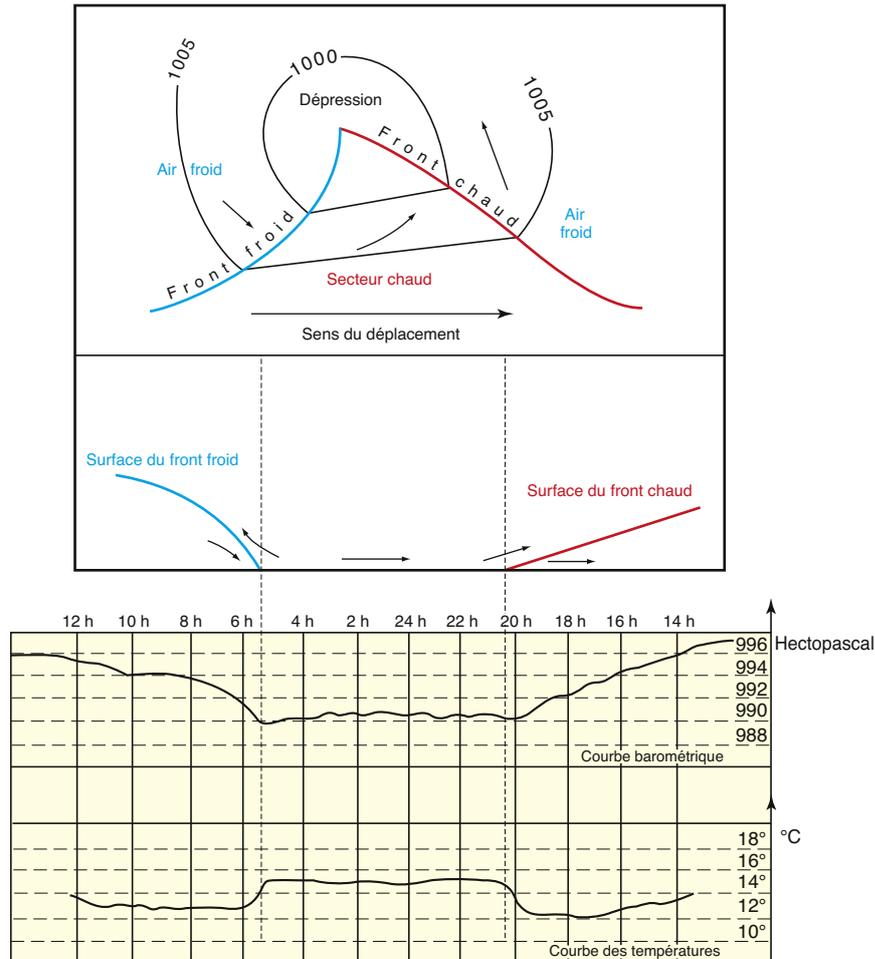
01 **9.7.2. Les fronts**

- 07 Lorsque deux masses d'air se rencontrent, elles ne se mélangent pas mais sont séparées par une surface frontale inclinée, dont la trace au sol est le front, qui se déplace avec les masses d'air.
- 13 Si le passage d'un **front** se traduit par l'arrivée d'une masse d'air plus froid, c'est un front froid. Inversement, si une masse d'air chaud s'élève sur une masse d'air plus froid en la poussant, c'est un front chaud (figure 9.7.2.A.). La signification des abréviations est donnée sur la figure 9.6.2.2.



9.7.2.A. — Front chaud et front froid.

- 25 Au contact de l'air froid, l'air chaud a tendance à s'élever, ce qui a des conséquences sur la pression atmosphérique, le vent et la couche nuageuse : les passages de fronts s'accompagnent de nuages, éventuellement de pluies et, généralement, d'un renforcement et d'une rotation des vents (figure 9.7.2.B.).
- 31 Lorsqu'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**.
- 37 Le front froid est suivi d'un ciel de traîne peuplé de nombreux cumulonimbus.



9.7.2.B. — Variations du vent, de la pression et de la température au passage de fronts (hémisphère Nord).

01 9.7.3. Les dépressions et les perturbations

- 07 L'expression **dépression atmosphérique** désigne une zone où la pression est plus basse qu'au voisinage.
- 13 Perturbation est un terme générique désignant toute interruption d'un état d'équilibre de l'atmosphère.
- 19 Aux latitudes tempérées, le terme perturbation se rapporte au champ de température. Il désigne l'ensemble front froid-front chaud et éventuellement occlusion. À ces latitudes, perturbations et dépressions atmosphériques sont liées.
- 25 Aux latitudes tropicales, le terme perturbation se rapporte au champ de pression. Il désigne des talwegs ou des dépressions générateurs de mauvais temps.

01 9.7.3.1. Perturbations aux latitudes tempérées

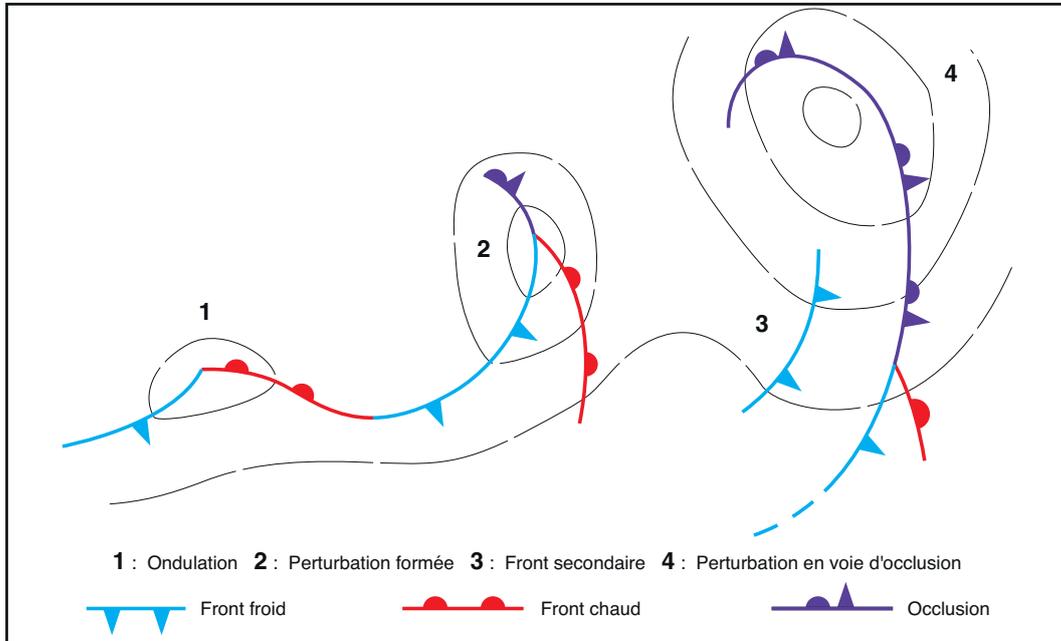
01 9.7.3.1.1. Formation et évolution

- 07 Les processus de développement d'une perturbation aux latitudes tempérées sont complexes et variés, et dépendent de la répartition des températures et des vents, au sol comme en altitude. Différents scénarios décrits ci-après peuvent se produire.
- 13 a) Sous certaines conditions en altitude, formation de dépressions au sol sans qu'il n'y ait aucun front préalable. Ceci est par exemple fréquent au large de Terre-Neuve et de la côte Est des États-Unis, sur les eaux chaudes du *Gulf Stream*. À l'avant de la dépression, les vents de Sud en hémisphère Nord, ou de Nord en hémisphère Sud, amènent de l'air chaud au contact de l'air froid : il se forme un front chaud. À l'arrière, c'est l'inverse, il se

forme un front froid. Ces dépressions peuvent également se former extrêmement rapidement et dégénérer en violente tempête.

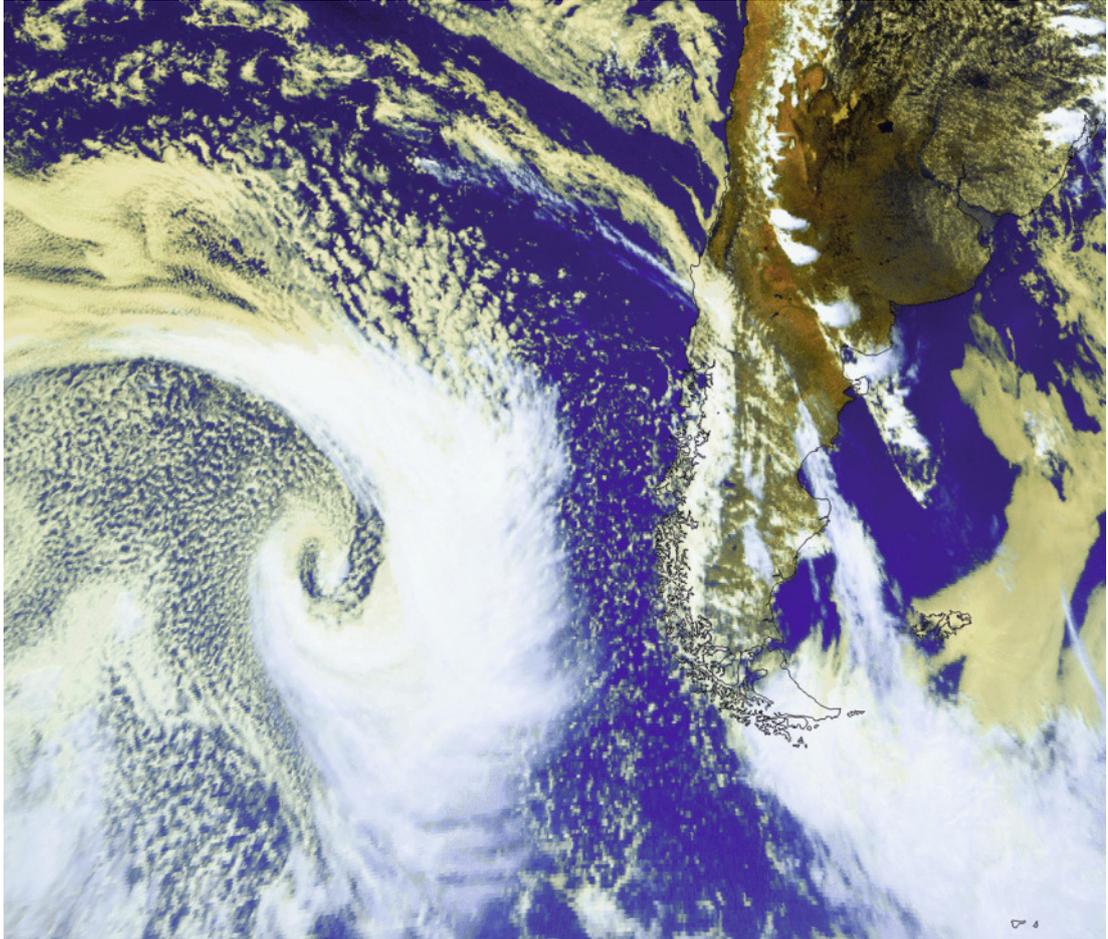
- 19 b) Creusement sur une ondulation d'un front. Un front, froid ou chaud, lié à une dépression vieillissante, est déjà en place. Les masses d'air se déplaçant à des vitesses différentes de part et d'autre du front, celui-ci ondule (figure 9.7.3.1.1.A.). L'air chaud forme une pointe s'enfonçant dans l'air froid. La partie avant du front devient front chaud, la partie arrière front froid. Mais l'air chaud plus léger s'élève au dessus de l'air froid, provoquant une baisse de la pression au sommet de l'ondulation avec formation nuageuse. Ces dépressions formées sur une ondulation d'un front peuvent être de petite dimension mais très creuses et très mobiles, et capables de provoquer une violente tempête.

25



9.7.3.1.1.A. — Formation et évolution de perturbations aux latitudes tempérées.

- 31 c) Dans l'air froid d'un système déjà développé, regroupement de cumulonimbus. Un mouvement tourbillonnaire apparaît qui interagit avec le front froid à proximité. Un nouveau système (dépression et perturbation) se forme aux dépens du précédent.
- 37 Arrivées à maturité, les perturbations aux latitudes tempérées se composent d'une dépression, d'un front froid, d'un front chaud, l'ensemble délimitant un secteur chaud, et éventuellement d'une occlusion.
- 43 Une fois créée, la perturbation se propage à peu près dans la direction des isobares du secteur chaud. Au bout d'un certain temps, le front froid rejoint le front chaud. L'air tropical du secteur chaud est rejeté en altitude, c'est l'occlusion qui engendre généralement de fortes précipitations. La dépression ralentit son mouvement et la perturbation prend de l'avance sur le centre dépressionnaire. La dépression peut alors se régénérer et reprendre de la vigueur, mais le plus souvent elle se comble et l'équilibre se rétablit progressivement dans les basses couches.
- 49 Les perturbations aux latitudes tempérées sont en général groupées en une famille de quatre ou cinq « individus » qui se succèdent à intervalles de 24 à 48 heures.

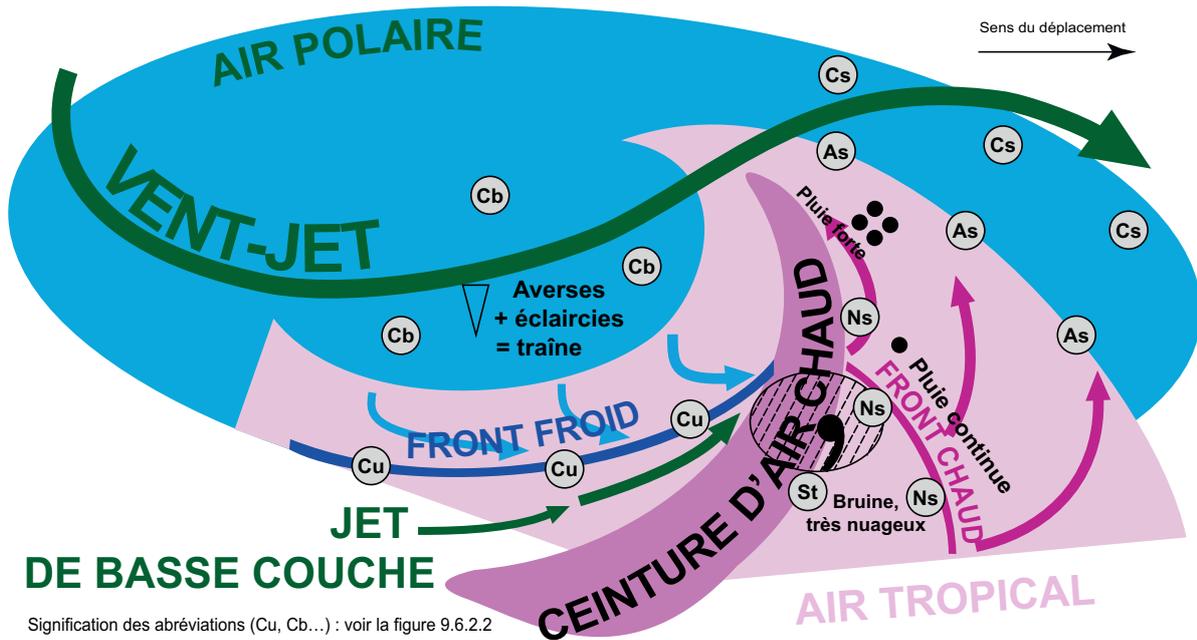


9.7.3.1.1.B. — Tempête dans l'hémisphère Sud, à l'Ouest du cap Horn, le 25 février 1999 à 18 h 00 UTC.

01 **9.7.3.1.2. Système nuageux associé**

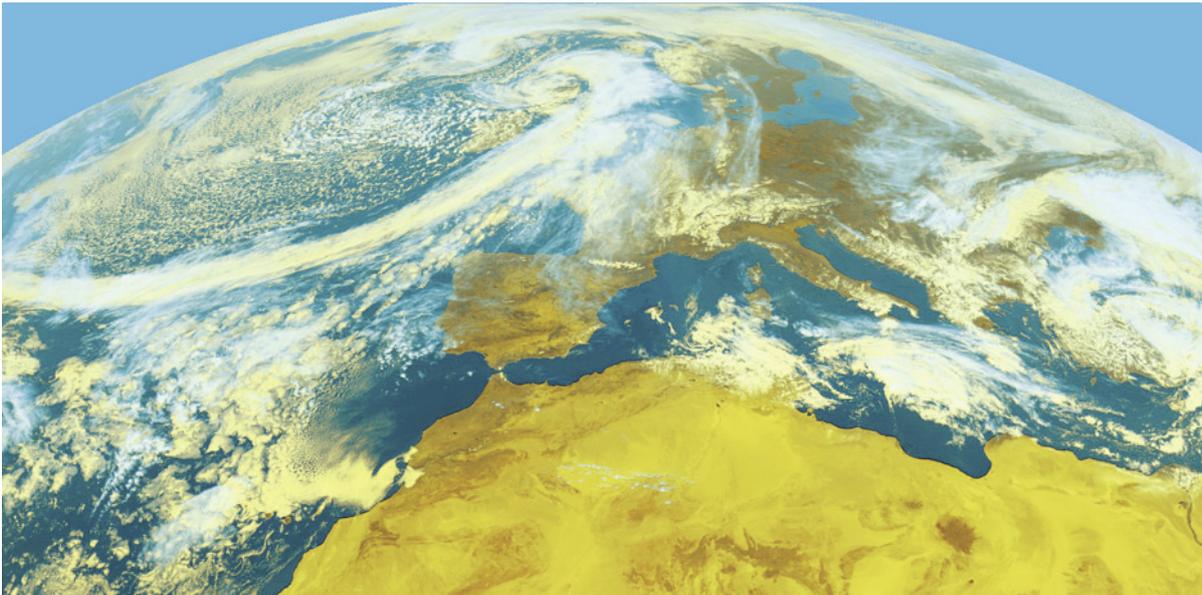
- 07 Le soulèvement en bloc de l'air chaud le long des surfaces frontales provoque une détente qui est à l'origine de masses nuageuses importantes accompagnées de précipitations, constituant un **système nuageux**.
- 13 À l'avant du front chaud, la tête est constituée de nuages élevés. Le corps de la perturbation, formé de nuages de plus en plus bas, est une zone de pluie.
- 19 Au Sud (dans l'hémisphère Nord) le secteur chaud est recouvert des nuages bas et continus de la zone de liaison avec de petites précipitations. La masse d'air est stable.
- 25 À l'arrière du front froid, la traîne est peuplée de nuages cumuliformes avec des éclaircies entrecoupées d'averses et une excellente visibilité. La masse d'air est instable.
- 31 Enfin deux systèmes nuageux consécutifs sont séparés par un intervalle qui peut être clair ou peu nuageux.

37



9.7.3.1.2.A. — Système nuageux d'une perturbation aux latitudes tempérées (hémisphère Nord).

43



9.7.3.1.2.B. — Système nuageux d'une perturbation comprise entre les Açores et la Mer du Nord (18 avril 1996).

01 **9.7.3.1.3. Signes d'approche**

07 En l'absence de carte météorologique, l'approche d'une perturbation en zone tempérée peut être décelée à trois signes principaux :

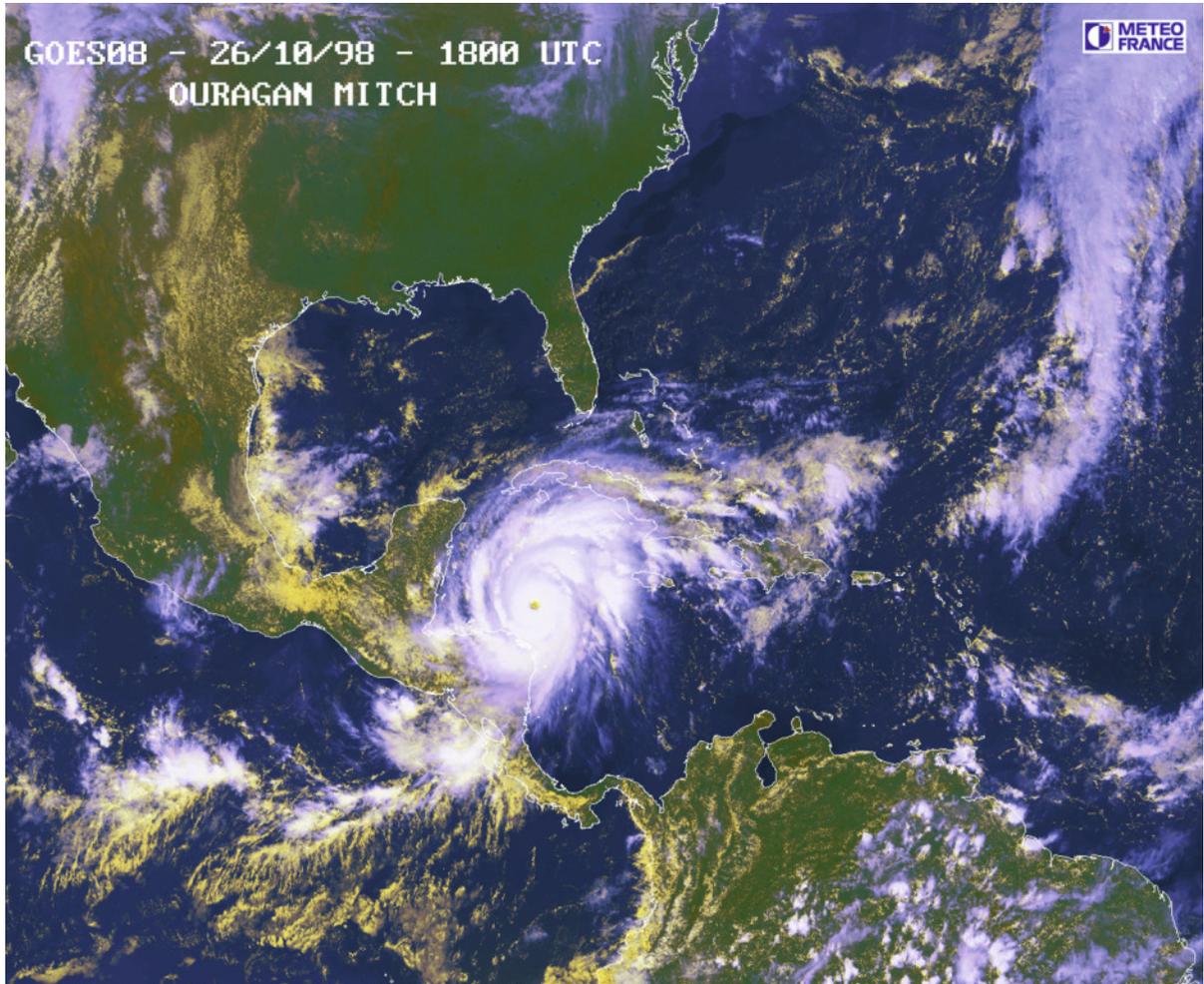
- le vent qui s'oriente progressivement au secteur Sud dans l'hémisphère Nord en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, au secteur Nord dans l'hémisphère Sud en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre ;
- l'apparition de nuages élevés du genre cirrus « en griffes » ou cirrostratus ;
- la chute de la pression barométrique.

13 Pris isolément, chacun de ces signes n'est pas suffisant pour que soit certaine l'approche d'une perturbation aux latitudes tempérées. Mais leur réunion peut donner à l'observateur une quasi-certitude.

01 9.7.3.2. Perturbations en zone tropicale

- 07 En zone tropicale les perturbations peuvent donner naissance à des cyclones tropicaux d'une violence telle que le navigateur doit effectuer des manœuvres particulières (voir *volume 2*).
- 13 La figure 9.7.3.2. reproduit l'image visible prise d'un satellite le 26 octobre 1998 à 18 h 00 UTC de l'ouragan Mitch à son maximum d'intensité, en mer des Caraïbes : 905 hPa au centre, diamètre supérieur à 600 km, vents estimés à plus de 300 km/h en rafales dans la muraille autour de l'œil.

19

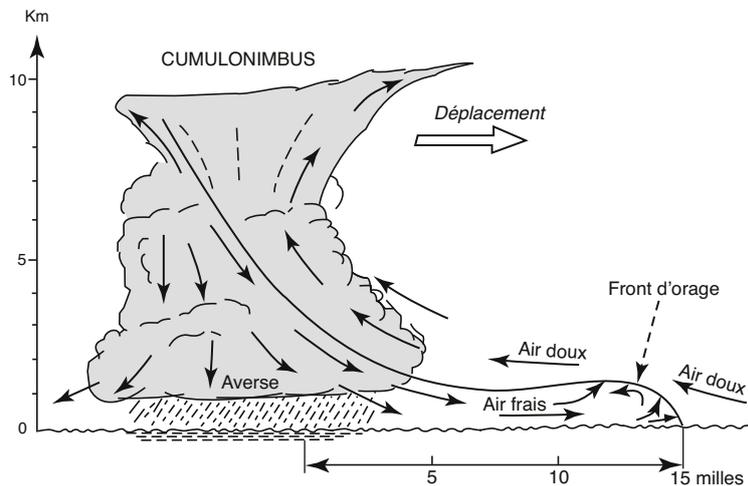


9.7.3.2. — L'ouragan Mitch à son intensité maximale (octobre 1998).

01 **9.8. Phénomènes météorologiques**01 **9.8.1. Orage**

- 07 Caractérisé par de fortes chutes de pluie ou de grêle accompagnées d'éclairs, de tonnerre et de rafales de vent sous des nuages de type cumulonimbus, l'**orage** se rencontre dans une masse d'air humide et instable.
- 13 Le phénomène est favorisé par l'ensoleillement d'une surface terrestre (orages de chaleur fréquents en été), par le déplacement vers le Sud (dans l'hémisphère Nord) d'une masse d'air polaire (orages dans un flux de Nord, fréquents en mars et avril) ; le phénomène s'observe aussi le long du front froid d'une perturbation active (orages frontaux).
- 19 La cellule orageuse a une dimension de 1 à 5 milles de diamètre et une durée de vie moyenne d'environ 1 heure. Mais les cumulonimbus peuvent s'assembler en lignes de grain longues de plusieurs centaines de kilomètres ou en amas où les cellules orageuses se succèdent.
- 25 À l'intérieur des cumulonimbus se produisent des champs électriques de plusieurs milliers de volts par centimètre, avec parfois des éclairs, décharges disruptives entre deux parties de nuages ou entre les nuages et la terre.
- 31 Les courants descendants d'air froid entraîné par les fortes précipitations atteignent la surface de la mer et se déplacent vers l'avant de la cellule orageuse, et forment à 10 ou 15 milles un « front de rafale » marqué par une hausse brutale de pression et des rafales de vent pouvant atteindre 50 nœuds avec de brusques changements de direction.

37



9.8.1. — Le front d'orage.

01 **9.8.2. Grains**

- 07 Les **grains** sont caractérisés par une augmentation brutale et de courte durée du vent, généralement accompagnée d'un brusque changement de sa direction. Les grains ont pour origine une forte discontinuité thermique.
- 13 Le **grain blanc** est un coup de vent sans accompagnement de nuage ni de précipitation ; on peut observer ce type de grain lorsque l'air est très sec.
- 19 Les **grains dépressionnaires**, souvent groupés en lignes de grains visibles au radar, sont marqués par des nuages cumuliformes et, souvent, par des précipitations.
- 25 Le **grain orageux** se produit par temps calme, pendant les heures chaudes de la journée, surtout au printemps et en été ; il se produit au passage ou lors de la formation de cumulonimbus.

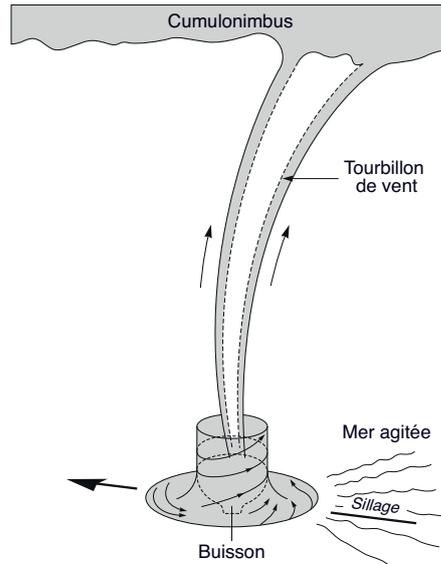
01 **9.8.3. Trombe marine**

07 La **trombe marine** est constituée d'un tourbillon de vent souvent intense, dont la présence se manifeste par une colonne nuageuse en forme de tube ou d'entonnoir sortant d'un cumulonimbus, et d'un « buisson » fait de gouttelettes d'eau et de débris divers soulevés de la surface de la mer.

13 Le diamètre de la colonne nuageuse, normalement de l'ordre d'une dizaine de mètres, peut dans certaines régions atteindre plusieurs centaines de mètres. D'une durée de vie de 2 à 20 minutes, la trombe peut rester stationnaire ou se déplacer dans une direction qui ne correspond pas forcément à la direction du vent dominant en surface. Les dégâts causés aux navires peuvent être considérables, ce qui justifie de faire route pour éviter ce phénomène très localisé.

19 Les trombes marines sont particulièrement fréquentes dans les régions caractérisées par des températures élevées de l'air et de la mer : zone des calmes équatoriaux, golfe du Mexique, mer Méditerranée.

25



9.8.3. — Trombe marine.