

Cahier de travaux pratiques de Navigation

(vol. 3)

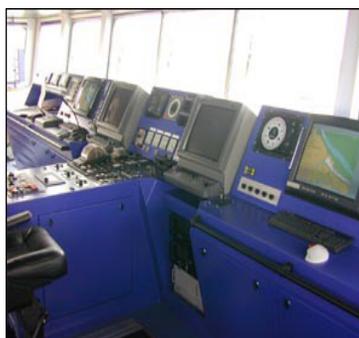


Table des matières

Introduction	1
Documents de l'United Kingdom Hydrographic Office	5
Admiralty List of Lights and Fog signals	15
Admiralty List of Radiosignals	17
Admiralty List of Tide Publication	21
TP sur la documentation de l'UKHO	23
Correction des documents nautiques de l'UKHO	29
TP correction sur les documents de l'UKHO	35
I Cartographie	37
Synthèse sur les cartes orthodromiques	41
Rappels sur les formules orthodromiques	47
Utilisation des cartes américaines Great circles	49
Mode d'emploi des abaques 101N	53
Histoire de Rackham le rouge	55
TP sur les cartes et orthodromie	57
Canevas de Mercator	63
Pilots charts	67
Temps et fuseaux horaires	71
Histoire des pilots charts : de Franklin à Maury	75
TP sur les pilots charts et fuseaux horaires	77
II Navigation astronomique	79
Sextant	83
Documents utilisés pour la navigation astronomique	93
TP sur le sextant	101
1 Identification des astres	103
Identification des astres à vue	105
Star-finder 2102-D	115
Extrait des éphémérides 2003	121
TP sur le star-finder	129
III Divers	131
Signaux et pavillons	141
Code Morse	145
Histoire du code Morse	149
TP pavillons et code Morse	149
Pratique de la météorologie	152
TP de météorologie	170
Feuillet de proposition de correction	180

ENSM Le Havre	INTRODUCTION	V3.0 – 07/11
A. Charbonnel	ORGANISATION DES TRAVAUX PRATIQUES	1/2

AVERTISSEMENT

*En cas d'absence, il est **impératif** que l'élève absent vienne justifier **au plus tôt et en personne** de son absence **auprès de l'enseignant**.*

A défaut, la note zéro sera attribuée aux évaluations réalisées durant cette absence et ce même si elle a été justifiée auprès de l'administration.

Les supports de tpLe cahier de TP navigation

Le *Cahier de TP navigation*, présente de manière thématique l'ensemble de fiches utilisées pour les travaux pratiques de navigation.

Chaque chapitre correspond à un sujet et propose généralement:

- des fiches support : synthèse des principaux points à savoir concernant le sujet du TP ;
- des fiches de travaux pratiques : travail préparatoire et ateliers à réaliser ;
- des fiches de compte rendus de TP (pour synthétiser les points importants).

Le journal de TP navigation

Le *Journal de TP navigation* permet le suivi des TP navigation en matière de réalisation et d'acquisition des compétences. Le journal doit être rempli individuellement à chaque séance de TP.

Les outils informatiques

Le site www.nemo.profmarine.org vous permet d'accéder à l'ensemble des supports de TP navigation. Vous trouverez sur ce site les polycopiés et des outils de formation (liens,quizz d'entrainement).

ORGANISATION DES TP

Planification prévisionnelle et préparation

Vingt quatre heures de TP navigation et six heures de TP météorologie sont programmées en troisième année ; ces heures sont réparties en 10 séances de trois heures.

Le programme prévisionnel concernant les TP est le suivant :

	<i>Thème principal</i>	<i>Thème à réviser pour la séance</i>	<i>Travail préparatoire (à réaliser avant le TP)</i>
TP 1	Documentation	Néant	Néant
TP 2	Cartes ortho	Documentation + Pavillons	cf. fiche de TP
TP 3	Correction	Radar + ECDIS + thèmes précédents	cf. fiche de TP
TP 4	Pilot Chart	Sondeur + Matelotage + Correction + thèmes précédents	cf. fiche de TP
TP 5	Sextant	Compas, AIS + thèmes précédents	cf. fiche de TP
TP 6	Starfinder	GPS + thèmes précédents	cf. fiche de TP
TP 7	Météorologie	Tous	cf. fiche de TP
TP8	Météorologie	Tous	cf. fiche de TP
TP9	Révision	Tous	
TP 10	Examen blanc		

ENSM Le Havre	INTRODUCTION	V3.0 – 07/11
A. Charbonnel	<i>ORGANISATION DES TRAVAUX PRATIQUES</i>	2/2

Réalisation du TP

Avant chaque TP, il est nécessaire de :

- réaliser le travail préparatoire indiqué dans la fiche de TP (s'il y en a un),
- réaliser les révisions sur les sujets des TP précédents et sur les sujets de 1^{ère} années indiqués dans le tableau précédent.

Chaque TP se déroule normalement comme suit :

- présentation du TP (professeur ou redoublants),
- réalisation d'ateliers (étudiants),
- évaluation sur les précédents TP de l'année et sur les sujets de révision,
- réalisation d'ateliers (étudiants),

Les TP sont réalisés par binôme.

Évaluation

L'évaluation porte sur :

- le travail fourni : respect des consignes, attitude, méthodologie, réalisation qualitative et quantitative des ateliers ;
- les connaissances et compétences acquises ; ces connaissances sont évaluées par des évaluations à chaque TP et un examen blanc en fin d'année.

Première partie

Documentation nautique

Chapitre 1

Documentation nautique de l'UKHO

Sommaire

Identification des astres à vue	105
Star-finder 2102-D	115
Extrait des éphémérides 2003	121
TP sur le star-finder	129
Signaux et pavillons	141
Code Morse	145
Histoire du code Morse	149
TP pavillons et code Morse	149
Pratique de la météorologie	152
TP de météorologie	170

Objectif général :

- Connaitre et exploiter les principaux documents nautiques de l'UKHO (hors documents de correction).

Objectifs opérationnels :

- Appréhender les principaux documents nautiques de l'UKHO :
 - Mariner's Handbook,
 - Admiralty Charts,
 - Admiralty Sailing Directions,
 - Admiralty List of Lights,
 - Admiralty List of Radio Signals,
 - Catalogue of Admiralty Charts and Publications,
 - Admiralty Tide Table.
 - International Code (IMO)
- Découvrir les principes de gestion des documents nautiques de l'UKHO.
- Exploiter les documents nautiques dans le cadre d'une traversée :
 - sélectionner l'ouvrage pertinent en fonction d'une recherche précise,
 - être capable de rechercher et comprendre une information précise dans ces documents.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4 – 10/10
A. Charbonnel	DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE	1/10

PUBLICATIONS DE L'UKHO

L'UKHO (United Kingdom Hydrographic Office) est le premier fournisseur de cartes et documents nautiques ; il dispose d'un portefeuille de plus de 3 300 cartes de 220 ouvrages nautiques (pour comparaison, le SHOM dispose d'un portefeuille de 1 800 cartes).

Les principales publications sont les suivantes :

- *Admiralty List of Radio Signals*
- *Admiralty Sailing Directions (Pilots)*
- *Admiralty Tide Tables*
- *Admiralty Tidal Stream Atlases*
- *Admiralty Manual of Tides (NP120)*
- *Admiralty Tidal Handbooks (NP122 1-3)*
- *Admiralty Distance Tables (NP350 1-3)*
- *Admiralty Maritime Communications Series (NP289-NP291)*
- *Catalogue of Admiralty Charts and Publications (NP131)*
- *Paper Chart Maintenance Record (NP133A)*
- *How to keep your Admiralty Charts Up-to-Date (NP294)*
- *IALA Maritime Buoyage System (NP735)*
- *Ocean Passages for the World (NP136)*
- *Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts,*
- *The Mariners Handbook (NP100)*
- *Charts*



NB : Les ouvrages papier de l'UKHO sont désignés par un numéro de nomenclature de type NP XX ou NP signifie Nautical Publication et XX un chiffre.

Les ouvrages numériques sont désignés par un numéro de nomenclature du type DNP XX ou DNP signifie Digital Nautical Publication et XX un chiffre.

CORRESPONDANCES DOCUMENTS SHOM / UKHO

Document	Équivalent français
<i>Catalogue of Admiralty charts and others publications (NP 131)</i>	<i>Catalogue du SHOM</i>
<i>The Mariner's Handbook</i>	<i>Guide du navigateur</i>
<i>Admiralty Sailing Directions (Pilots)</i>	<i>Instructions Nautiques</i>
<i>Admiralty List of Radio Signals (ALRS)</i>	<i>Ouvrages des radiosignaux</i>
<i>Admiralty List of Lights and fog signals(ALL)</i>	<i>Livre des feux et signaux de brume</i>
<i>Admiralty Tide tables (ATT)</i>	<i>Annuaire des marées</i>
<i>Admiralty Tidal Stream Atlas (ATSA)</i>	<i>Atlas des courants de marée</i>
<i>Admiralty Ocean passages for the world</i>	
<i>Admiralty Notices to Mariners (ANM)</i>	<i>Groupe hebdomadaires d'avis aux navigateurs</i>
<i>Admiralty Maritime Communications series</i>	<i>Répertoire des radiosignaux à l'usage du petit cabotage, de la pêche et de la plaisance</i>

AUTRES PUBLICATIONS

The Nautical Almanac (équivalent à nos éphémérides) est publié conjointement par The Nautical Office du Royaume-Uni et des Etats-Unis.

Il présente toutes les informations nécessaires à la pratique de la navigation astronomique.

Starfinder and identifier (NP323) est une carte stellaire où sont représentées les 57 étoiles listées dans les pages journalières du *The Nautical Almanac*.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4 – 10/10
A. Charbonnel	DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE	2/10

LES CARTES BRITANNIQUES

Deux types de cartes :

- « fathoms charts » : cartes anciennes en brasses ;
- « metrics charts » : cartes métriques (plus de 80 % des cartes).

Renseignements	Fathoms Charts	Metric Charts
Niveau de référence des sondes	Inscrit dans le titre ou donné dans le tableau de marée.	Inscrit dans le titre sous le nom de la carte. Depuis 1972, la plupart des sondes sont réduites au niveau des plus basses mers.
Sonde	Exprimée en brasses et pieds .	Exprimée en mètre : <ul style="list-style-type: none"> • au décimètre près jusqu'à 21 m, • à 0,5 m près entre 21 et 31 m • au mètre près au delà.
Hauteur, altitude, élévation	En pieds.	En mètre.
Échelle graphique (sur carte à grande échelle)	Échelle en encablures et milles marins. Échelle en pieds.	Échelle métrique. Échelle en pieds. Échelle en encablures et milles marins.

1 pied (foot)= 0,348 m.

1 brasses (fathom) = 6 pieds = 1,8238 m.

1 encablure (cable) = 0,1 M.

BIBLIOGRAPHIE

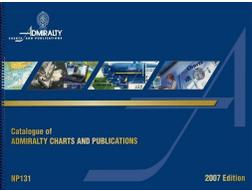
UKHO - *The Mariner's Handbook (NP100)* - UKHO - 8ème édition 2004.

UKHO - Site web de l'UKHO (consulté le 18/08/2008) <<http://www.ukho.gov.uk>>

ENSM Le Havre A. Charbonnel	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 3/10
--------------------------------	---	----------------------

ADDITIONNALS PUBLICATIONS

Catalogue of Admiralty Charts and Publications (NP131)

	<p>Reference of all Admiralty Charts and Publications worldwide :</p> <ul style="list-style-type: none"> • listed by region for easy reference with a composite index, • updated and published annually. <p>It includes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • full details of individual title, scale, coverage ; • details of Admiralty distributors world-wide and UK ; recommended ; retail price for each chart and publication ; • details of electronic charts – ARCS. 	<p>Catalogue des cartes et publications de l'Admiralty :</p> <ul style="list-style-type: none"> • présentation par région + index, • mise à jour et édition annuelle. <p>Il contient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le détail des cartes (titre, échelle, couverture) ; • la liste des distributeurs et tarifs recommandés ; • le détail des cartes électroniques.
---	--	---

The Mariner's Handbook (NP100)

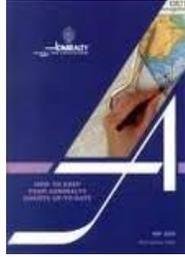
	<p>Compendium of maritime information :</p> <ul style="list-style-type: none"> • general information on charts and publications (coverage, usage, maintenance) ; • operational information and maritime regulations ; • tides, currents and characteristics of the sea ; • basic meteorology, navigation in ice, hazards and restrictions to navigation ; • IALA Maritime Buoyage System explained. 	<p>Synthèse d'informations nautiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • informations générales sur les cartes et les publications (zones couvertes, utilisation, mise à jour) ; • informations pratiques et réglementation maritime ; • marées, courants et caractéristiques de la mer ; • notions sur la météorologie, la navigation dans les glaces, les dangers et limitations de la navigation ; • description du système de balisage.
--	---	--

Symbols and Abbreviations Used on Admiralty Charts

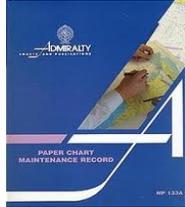
	<ul style="list-style-type: none"> • Admiralty and INT symbols clearly illustrated in full colour. • Hydrography - the nature and conditions of the seabed. • Topography - natural and man-made features. • Navigational aids and services. • Abbreviations of principal English and foreign charts. • General information on the content of Admiralty Charts. 	<ul style="list-style-type: none"> • Symboles utilisés par les cartes anglaises et internationales. • Hydrographie – nature et détermination des fonds marins. • Topographie – caractéristiques naturelles et non naturelles. • Aides et services à la navigation. • Abréviations des principales cartes anglaises et étrangères. • Informations générales sur le contenu des cartes anglaises.
---	--	---

ENSM Le Havre A. Charbonnel	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 4/10
--------------------------------	---	----------------------

Keep Admiralty Charts Up-To-Date (NP294)

	<ul style="list-style-type: none"> • Why you should correct your charts. • How to interpret Admiralty Notices to Mariners. • Learn good chart management. • Step by step correcting techniques using real NM's. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pourquoi corriger des cartes. • Comprendre les Admiralty Notices to Mariners. • Apprendre à gérer les cartes. • Les étapes de la correction en utilisant les NM's.
---	---	---

Paper Chart Maintenance Record (NP133A)

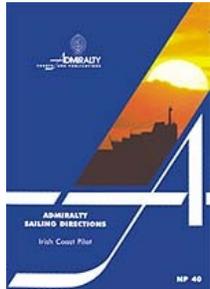
	<p>Enables easy maintenance of chart correcting details for Admiralty Charts :</p> <ul style="list-style-type: none"> • audit pages to record receipt of Weekly Notices to Mariners, New Charts and New Editions ; • index to check Notices to Mariners against all Admiralty Charts. 	<p>Permet une gestion simple de la mise à jour simple des cartes de l'Admiralty :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pages de vérification pour enregistrer les avis aux navigateurs hebdomadaires, les nouvelles cartes et nouvelles éditions ; • index de vérification.
---	---	---

IALA Maritime Buoyage System (NP735)

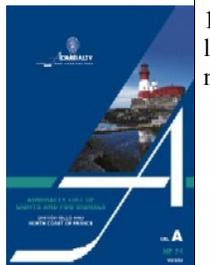
	<ul style="list-style-type: none"> • Description of the combined Cardinal and Lateral Buoyage System. • Development and implementation of the system. • Definition of the limits of the two regions A & B. • Explanation of the five types of marks (lateral marks, cardinal marks, isolated danger marks, safe water marks, special marks). 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement et mise en œuvre du système. • Définition des limites des deux régions A & B. • Présentation illustrée des cinq types de marques (latérales, cardinales, dangers isolés, eaux saines, spéciales).
--	--	---

ENSM Le Havre <i>A. Charbonnel</i>	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 5/10
---------------------------------------	---	----------------------

Admiralty Sailing Directions (NP1-NP72) or « Pilots »

	<p>Provide essential information on all aspects of navigation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • information on hazards and buoyage ; • meteorological data ; • details of pilotage, regulations and port facilities ; • guides to major port entry. <p>Published every three years (excluding those which are not in Continuous Revision).</p>	<p>Fournit l'essentiel de l'information sur tout les aspects de la navigation sur une zone donnée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • informations sur le balisage et les dangers ; • données météorologiques ; • pilotage, réglementation et services portuaires ; • guides d'entrée des ports principaux. <p>Publié tous les 3 ans. 74 volumes.</p>
---	--	---

Admiralty list of lights and fogs – ALL (NP74 à NP83) volumes A à L

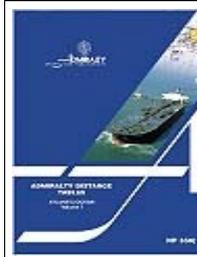
	<p>11 volumes to provide a complete and comprehensive listing of all lighthouses, lightships, lit floating marks (over 8 m in height), fog signals and lights of navigational significance :</p> <ul style="list-style-type: none"> • characteristics of lights and fog signals, • a detailed and comprehensive listing of equivalent foreign language light description, • tables for the calculation of the geographical and luminous ranges of lights. 	<p>Liste des phares, bateaux feux, marques lumineuses, signaux sonores (11 volumes).</p>
---	--	--

Ocean Passages for the World (NP136) 45 £.

	<p>A wealth of information on ocean voyage planning :</p> <ul style="list-style-type: none"> • individual chapters on each of the world's oceans ; • each chapter offers advice on winds, weather, climate and seasonal factors, currents, swell and ice hazards and the shortest routes between ports and important positions ; • Routing details for both powered and sailing vessels. 	
---	--	--

ENSM Le Havre <i>A. Charbonnel</i>	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 6/10
---------------------------------------	---	----------------------

Admiralty Distance Tables (NP350(1) - NP350(3))



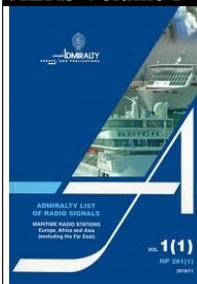
Lists shortest distances between ports.

- World-wide coverage in three parts.
- Each volume sub-divided into regional tables.
- Link tables provided for places which are not in the same or adjacent table.

Liste des plus courtes distances entre ports principaux et points remarquables.

ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS

ALRS Volume 1 - Maritime Radio Stations (NP281, parts 1 & 2)



- Maritime Public Correspondence Stations Listings.
- Global Marine Communications Services.
- Ship Reporting Systems (medical advice, quarantine, pollution, immigration, piracy and armed robbery).
- List of Shore Based MMSI Numbers.
- World-wide coverage in two parts.

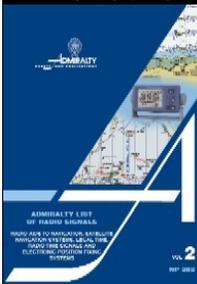
Updated from Admiralty Notices to Mariners.
Revised annually.

- Liste des stations de correspondance publique maritime.
- Services de communications maritimes.
- Comptes rendus (avis médical, libre pratique, pollution, immigration, piraterie et vols à main armée).
- Liste des MMSI des stations côtières.

Part 1: NP281(1) - Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).
Part 2: NP281(2) -; Oceania, the Americas and the Far East.

Mise à jour par les Notices to Mariners.
Révision annuelle.

ALRS Volume 2 - Radio aids to navigation, satellite navigation systems, legal time, radio time signals and electronic position fixing systems. (NP282)



- Listing of all Radio Direction-Finding Stations.
- Listing of all Radar Beacons.
- Major Satellite Navigation Systems fully explained.
- World-wide listing of beacons transmitting DGPS corrections.
- International Standard and Daylight Saving Times and Dates.
- International Time Signal Broadcast Details.
- Electronic Position Fixing System details.

Updated from Weekly Admiralty Notices to Mariners (NMs).

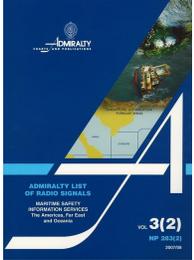
- Liste des stations de radiolocalisation.
- Liste des balises radar.
- Présentation des principaux systèmes de navigation par satellites.
- Liste des stations/bouées émettant les corrections DGPS.
- Système international de temps (gestion des fuseaux et décalages).
- Détails sur les signaux horaires.
- Détails sur les systèmes de positionnement électroniques.

Mise à jour par les Notices to Mariners.

ENSM Le Havre <i>A. Charbonnel</i>	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 7/10
---------------------------------------	---	----------------------

Revised annually.	Révision annuelle.
-------------------	--------------------

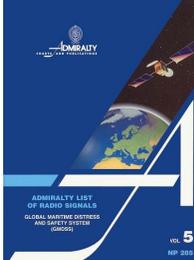
ALRS Volume 3 - Maritime Safety Information Services (NP283, parts 1 & 2)

	<ul style="list-style-type: none"> • Maritime Weather Services. • Maritime Safety Information broadcasts. • World-wide listing of NAVTEX Stations. • Submarine and Gunnery Warning details (Subfacts and Gunfacts). • World-wide listing of Radio-Facimile Stations. <p>Updated from Weekly Notices to Mariners. Revised annually</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Services de radio-météo maritimes. • Diffusions des renseignements sur la sécurité maritime. • Liste des stations Navtex. • Détails sur les alertes sous marines et armes. • Listes des stations de radio fac-similé. <p>Mise à jour par les Notices to Mariners. Révision annuelle. <i>NP283(1) - Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).</i> <i>NP283(2) - The Americas, Far East and Oceania.</i></p>
---	--	--

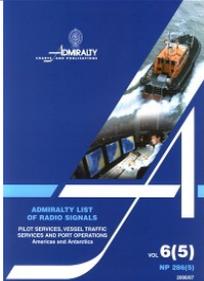
ALRS Volume 4 - Meteorological Observation Stations (NP284)

	<ul style="list-style-type: none"> • All MET Observation Stations listed (world-wide coverage). <p>Revised every 18 months.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Liste des stations d'observation météo (couverture mondiale).
---	--	---

ALRS Volume 5 - Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) (NP285)

	<p>All world-wide communication requirements for distress, search and rescue.</p> <p>Revised annually. Updated from Weekly Notices to Mariners.</p>	<p>Ensemble des éléments indispensables pour les communications ayant trait à la détresse, la recherche et le sauvetage.</p>
---	---	--

ENSM Le Havre <i>A. Charbonnel</i>	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 8/10
---------------------------------------	---	----------------------

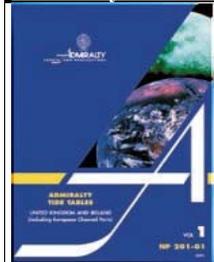
ALRS Volume 6 - Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (NP286 Parts 1 - 5)		
	<ul style="list-style-type: none"> Detailed Pilot information. Global Vessel Traffic Service information. Pilot Boarding Positions; Ports Harbour Communications. World-wide coverage in five parts. <p>Revised annually. Updated from Weekly Notices to Mariners.</p>	<p>Référence pour les opérations portuaires, pilotage et gestion du trafic maritime.</p> <p><i>Part 1: NP286(1) - United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports).</i> <i>Part 2: NP286(2) - Europe (excluding United Kingdom, Channel Ports, Ireland and Mediterranean).</i> <i>Part 3: NP286(3) - Mediterranean and Africa (including Persian Gulf).</i> <i>Part 4: NP286(4) - Asia and Australasia.</i> <i>Part 5: NP286(5) - Americas and Antarctica.</i></p>

Maritime Communications series (NP289- NP291)		PLAISANCE / Petit COMMERCE
	<p>Reference to essential information on all aspects of Maritime Communications for both the leisure and commercial small craft.</p> <ul style="list-style-type: none"> Weather and Safety broadcasts ; GMDSS and DSC procedures ; Navtex and SafetyNET information ; Marina and Port Communications ; Satellite and Radio Telephone services. <p>Updated by monthly amendments from Admiralty Notices to Mariners.</p>	<p>Référence pour tous les aspects de communications maritimes pour la plaisance et les petits navires de commerce.</p> <p><i>NP289 - United Kingdom and the Mediterranean (including the Azores and the Canary Islands).</i> <i>NP290 - Caribbean.</i> <i>NP 91 - United Kingdom and the Baltic.</i></p>

ENSM Le Havre A. Charbonnel	DOCUMENTATION NAUTIQUE DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE	V1.4 - 10/10 9/10
--------------------------------	---	----------------------

ADMIRALTY TIDAL PUBLICATION

Admiralty Tide Tables – ATT - (NP201 à NP204)



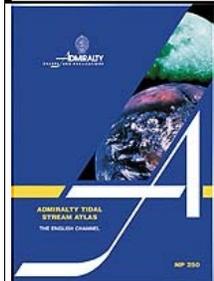
- Methods of prediction.
- The effect of Meteorological Conditions on Tides.
- Comments on special Tidal problems in that area;
- Daily predictions of the times and heights of high and low waters of over 230 Standard Ports and 6,000 Secondary Ports.
- World-wide coverage in four volumes.

Published annually.

- Les méthodes de prédiction.
- Les effets des conditions météorologiques sur la marée.
- Commentaire sur les problèmes spécifiques de la marée dans cette zone.
- Prédications des heures et hauteurs des basses mers et hautes mers.

*Volume 1 (NP201) United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports).
Volume 2 (NP202) Europe (excluding United Kingdom and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean.
Volume 3 (NP203) Indian Ocean and South China Sea (including Tidal Stream Tables).
Volume 4 (NP204) Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables).*

Tidal Stream Atlases – TSA - (NP209 à NP337)



20 Admiralty Tidal Stream Atlases, for NW Europe :

- show in diagrammatic form, the major tidal streams for selected waters of NW Europe.
- show at a glance both direction and rate of tidal streams at hourly intervals by careful and accurate use of graded arrows.
- display mean neap and spring tidal rates in tenths of a knot.
- include a diagram to assist you to calculate the tidal stream rate for your required date.

Co-Tidal Atlases are available for The Persian Gulf and South East Asia.

Atlas des courants.

NP209 Orkney and Shetland Islands NP218 North Coast of Ireland and West Coast of Scotland NP219 Portsmouth Harbour and Approaches NP220 Rosyth Harbour and Approaches NP221 Plymouth Harbour and Approaches NP222 Firth of Clyde and Approaches NP233 Dover Strait NP249 Thames Estuary (with Co-Tidal charts) NP250 The English Channel NP251 North Sea, Southern Portion NP252 North Sea, North-western Part NP253 North Sea, Eastern Part NP254 The West Country, Falmouth to Teignmouth NP255 Falmouth to Padstow, including Isles of Scilly NP256 Irish Sea and Bristol Channel NP257 Approaches to Portland NP263 Lyme Bay NP264 The Channel Islands and Adjacent Coasts of France NP265 France, West Coast NP337 The Solent and Adjacent Waters

Co-Tidal Atlases disponibles pour:- NP214 The Persian Gulf NP215 South East Asia

Admiralty Manual of Tides (NP120)



Detailed description of basic tidal theory and the way in which it is applied to the analysis and prediction of tides and tidal streams. The approach is largely mathematical.

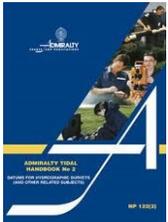
SHM : Simplified Harmonic Method (SHM) of tidal prediction



SHM for Windows is a Windows-based Tidal Prediction Program, using the Simplified Harmonic Method (SHM) of tidal prediction.

ENSM Le Havre A.. Charbonnel	DOCUMENTATION NAUTIQUE <i>DOCUMENTS DE L'UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE</i>	V1.4 - 10/10 10/10
---------------------------------	---	-----------------------

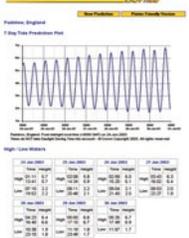
Admiralty Tidal Handbooks

	<p>outline the Admiralty method of Harmonic tidal analysis for long and short observation periods plus a volume on datums for hydrographic surveys.</p>	<p>NP122 (1) Admiralty Tidal Handbook No.1 – The Admiralty Method of Harmonic Tidal Analysis for Long Period Observations NP122 (2) Admiralty Tidal Handbook No.2 – Datums for Hydrographic Surveys NP122 (3) Admiralty Tidal Handbook No.3 – Harmonic Tidal Analysis for Short Periods NP160 Tidal Harmonic Constants (European Waters)</p>
---	---	---

Admiralty Total Tide (DP 550)

	<ul style="list-style-type: none"> World's most comprehensive prediction program providing fast, accurate tidal height and tidal stream predictions. Tidal information for over 7,000 ports and more than 3,000 tidal stream stations world-wide. <p>£ 392 for full world coverage or £ 56 per area data set per year Updated annually.</p>	<p>Programme de prévision des hauteurs et courants de marée.</p>
---	---	--

Easy tide.com

	<p>FREE online Tidal Prediction Service, offering tidal predictions for over 6,000 ports world-wide.</p> <p>Key features include :</p> <ul style="list-style-type: none"> seven day tidal predictions ; high / low water heights and times ; times shown local to selected port (note: times do not include Daylight Savings) ; results displayed as a tidal curve. 	<p>Service gratuit en ligne de prédictions de marée à 7 jours. www.tidal.com</p>
--	---	--

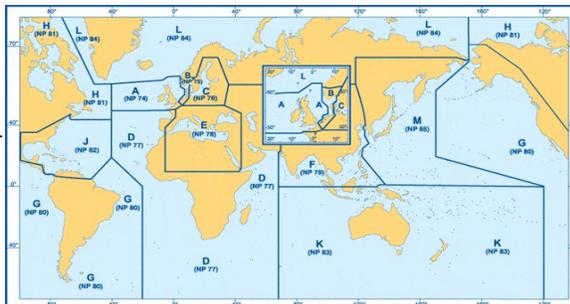
ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V2.0b -10/10
A. Charbonnel	<i>ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS (NP 74 – NP 84)</i>	1/2

OBJET DES OUVRAGES

Contenu : informations sur les feux et signaux de brume

⇔ Livre des feux

- Couvre toutes les mers navigables du monde.
- Liste les phares, bateaux-feux, feux flottants (hauteur > 8m)
- Donne la signification des différents feux et signaux de brume
- Publié en 10 volumes (de A à L).



PLAN

- Table des portées géographiques (geographical range table).
- Diagramme de portée lumineuse.
- Abréviations.
- Table des matières.
- Description (nomenclature des feux et des signaux de brume).
- Glossaire des termes étranger.
- Liste des feux.
- Index alphabétique des feux.
- Zones de couvertes par les Admiralty List of light and fog signals.

EXPLOITATION

Le nom des feux et leur portée sont inscrits en :

- en **gras** si la portée est supérieure ou égale à 15 M ;
- en *LETTRES CAPITALES ITALIQUES* pour les bateaux feux ;
- en *italiques* pour les plateformes flottantes (autres que bateaux feux).

La niveau de référence pour l'élévation des feux dans les ALL est traditionnellement le niveau de pleine mer de vives eaux coefficient 95.

N° Light	Lieu/Nom	Position (L/G)	Caractéristiques/ Intensité	Élévation (m)	Portée (M)	Description / hauteur de la structure	Remarques (phases secteurs de visibilité, feux mineurs)
----------	----------	----------------	-----------------------------	---------------	------------	---------------------------------------	---

Exemple 1

0063	DeanQuarries	50 02.5 5 04.1	F G
------	--------------	-------------------	-----	----	----	----	----

Exemple 2

0124	MounT Batten Breakwater. Head (A)	50 21.5 4 08.0	FI(3)G 10s	7	4	Metal column	2 F R on Civic centre 0.7M NNW
------	-----------------------------------	-------------------	------------	---	---	--------------	--------------------------------

Exemple 3

0098	Eddystone	50 10.8 4 15.9	FI(2) W 10s	41	20	Grey granite tower, red lantern 49	FI 0.1, ec 2.4, fl 0.1, ec 7.4. Racon Helicopter landing platform above lantern. Emergency lighth range 19 M Shown throughout 24 hours
..	..	..	FR Horn	28	13	Same structure	Vis 112°-129° (17°) over Hand deeps Bl 5, si 2, bl 5, si 2, bl 5, si 45

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V2.0b -10/10
A. Charbonnel	<i>ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS (NP 74 – NP 84)</i>	2/2

MISE À JOUR

Les *ALL* sont réédités tous les ans.

Ils sont corrigés à partir des *Admiralty Notice to Mariners* (section V).

Les parties à corriger, par colonne, sont marquées d'un astérisque *.

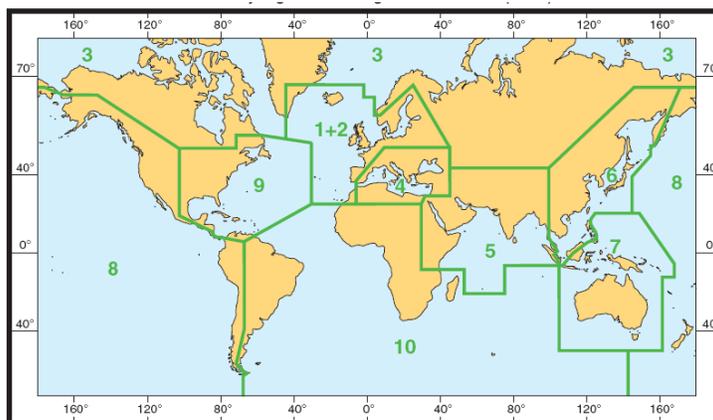
Les corrections effectuées sont enregistrées en page 1 dans le tableau prévu à cet effet.

S'il n'y a pas de corrections porter la mention NEANT.

ADMIRALTY DIGITAL LIST OF LIGHT (DP625)

L'*Admiralty Digital List of Lights* est un programme PC présentant les mêmes informations que la forme papier des *Admiralty List of Lights*. Les données sont réparties en 9 zones géographiques contenues sur un seul CD. Chaque zone est activable grâce à une clef électronique à acheter.

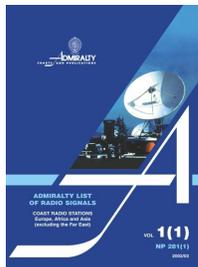
Ce programme peut remplacer la source papier.



Les mises à jours sont diffusées via CD ROM, e-mail ou via le site web de l'UKHO.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.1c – 10/10
A. Charbonnel	ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS (NP281 – NP 286)	1/4

OBJET DES OUVRAGES



Contenu : informations concernant les **radiocommunications maritimes et aides radioélectriques** à la navigation.

Détails : 6 volumes selon le domaine de radiocommunication.

Certains volumes sont divisés en différentes parties selon un découpage géographique.

Volume 1 – NP 281 (1 & 2) : Maritime Radio stations (public correspondence)

- Part 1 : Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).
- Part 2 : Oceania, the Americas and the Far East.

Volume 2 – NP 282 : Radio aids to navigation, satellite navigation systems, legal time, radio time signals and electronic position fixing systems

Volume 3 – NP 283(1 & 2) : Maritime Safety Informations Services

- part 1 : Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).
- Part 2 : The Americas, Far East and Oceania.

Volume 4 – NP 284 : Meteorological Observations stations

Volume 5 – NP 285 : Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)

Volume 6 – NP 286 (1, 2 & 3) : Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations

- Part 1 : United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports).
- Part 2 : Europe (excluding United Kingdom, Channel Ports, Ireland and Mediterranean).
- Part 3 : Mediterranean and Africa (including Persian Gulf).
- Part 4 : Asia and Australasia.
- Part 5 : Americas and Antarctica.

NP 281 (1 & 2) - COAST RADIO STATIONS (PUBLIC CORRESPONDENCE)

Contenu

- Abréviation/termes/définition.
- Index géographique.
- Service mondial de communications maritimes (radiotelex, inmarsat).
- Liste des stations.
- Avis médical par radio.
- Compte-rendu de libre pratique, de migration de criquets, de pollution, acte de piraterie et de vol à main armée, contrebande.
- SMDSM.
- Réglementation pour l'utilisation de la radio dans les eaux territoriales.
- Extrait des règlements internationaux de radiocommunication.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.1c – 10/10
<i>A. Charbonnel</i>	<i>ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS (NP281 – NP 286)</i>	2/4

Services radio

Formatage

Nom station (indicatif)				Numéro de station Position (Lat/Long)		
Telex Hours of service : H24						
Transmits		Receives		Hours of Watch		
Fq transmission (kHz)	canal	Fq emission(kHz)	Type de modulation	Portée (M)	Heures de veille	

Cape town (ZSC)				Numéro de station 33°41'S 18°43'E		
1-Telex Hours of service : H24						
Transmits		Receives		Hours of Watch		
4214	(408)	4176	F1B	10	H24	
6322	(617)	6271	F1B	10	H24	
8431.5	(831)	8391.5	F1B	10	H24	
12601	(1244)	12498.5	F1B	10	H24	
16816	(1619)	16692.5	F1B	10	H24	
19692.5	(1824)	18882	F1B	10	H24	

Listes des stations

Par classe d'émission :

indicatif	fq trans	canal	fq receptif	modulation	puissance	heures de veille
-----------	----------	-------	-------------	------------	-----------	------------------

TYPES DE COMMUNICATION

WT : Radiotélégraphie

RT : Radiotéléphonie

VHF :

Télex

Téléphone

Mail

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.1c – 10/10
A. Charbonnel	ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS (NP281 – NP 286)	3/4

							DENMARK
							0295
Lyngby (OXZ) [0832] [0833] [0847]							
TELEPHONE: +45 45 87 66 12							
FAX: +45 45 88 24 55							
TELEX: 37383 LYRDO DK							
1222 RDOTX DK (only for obtaining on hand)							
1, WT (MF) Hours of service: H24							
	Transmits		Receives				
OXZ	438 500 512		500	A1A A2A	0,75	H24	
TRAFFIC LISTS: 438 kHz: every H+00							
2, WT (HF) Hours of service: H24							
OXZ2	4303		4 MHz (3 4 8)	A1A	5,0	H24	
OXZ21	4319			A1A	5-0		
OXZ31	6439		6 MHz (3 4 8)	A1A	5,0		
OXZ3	6446,75			A1A	5,0		
4, RT (HF) Hours of service: H24							
	4357 (401)		4065	J3E	5,0		
	4363 (403)		4071	J3E	5,0		
7, Digital Selection Calling (DSC):							
Distress and Safety: H24							MMSI 002191000
	Ch 70		Ch 70	F1B	0,05		
Facilities are located at:							
Laese (57°17'N 11°03'E)							
Frejjev (57°WN 9°50'E)							
Anholt (55°50'N 11°25'E)							
Distress and Safety: H24							
	4207,5		4207,5	F1B	5,0		
	6312		6312	F1B	5,0		
	8414,5		8414,5	F1B	5,0		
	12577		12577	F1B	5,0		
	16804-5		16804,5	F1B	5,0		
Facilities are located at:							
Lyngby (55°50'N 11°25'E)							

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.1c – 10/10
<i>A. Charbonnel</i>	<i>ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS (NP281 – NP 286)</i>	4/4

NP 282 RADIO NAVIGATIONAL AIDS

Contenu

Abréviation.

Index géographique pour la radionavigation.

Radiophares et stations de radiolocalisation

Limitation à la journée (pb de propagation).

Calibration = positionnement par radio.

Utilisation des radiophares comme station différentielle.

Identification du signal : cf. fin du livre.

Cartes des radiophares et balises transmettant les corrections GPS.

Balise radar

Le temps

Temps standard.

Temps légal.

Index géographique pour les signaux radio horaires.

Les différents temps.

UT : Universal Time.

TAI : Temps Atomique International.

UTC : Universal Time Coordinated.

Les signaux.

Positionnement par système électronique

Loran A.

Loran C.

Système de navigation satellite

GPS/Glonass.

Liste des stations différentielles.

Index des signaux morses d'identification des radiophares et stations QTG

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2b – 10/10
A. Charbonnel	ADMIRALTY TIDAL PUBLICATIONS	1/2

PUBLICATIONS ET SERVICES

- *Admiralty Tide Tables* (NP201 - NP204).
- *Admiralty Tidal Stream Atlases* and Miscellaneous Tidal Publications.
- *Admiralty Total Tide* (DNP 550).
- *Admiralty Easy Tide*.

ADMIRALTY TIDE TABLES



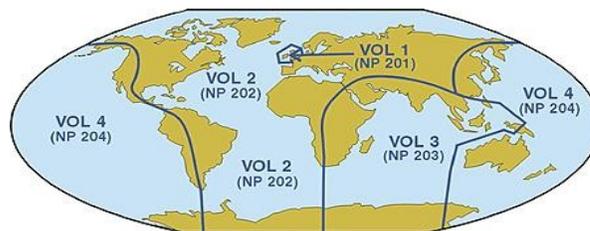
Contenu

Les tables donnent de manière journalière les heures et hauteurs de basse mer (*low water*) et pleine mer (*high water*) pour 230 ports standards.

Des informations complémentaires, sous forme de différences de temps et de hauteurs par rapport aux ports principaux (*standard ports*) permettent d'obtenir des informations concernant plus de 6 000 ports secondaires (*secondary ports*).

Couverture

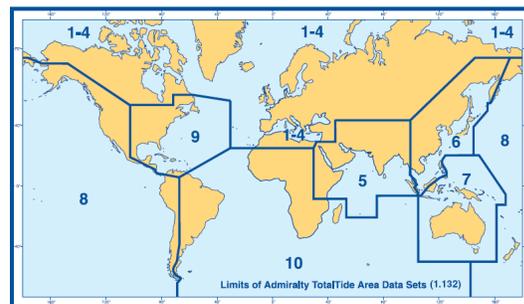
Les *Admiralty Tide Tables* couvrent le monde en quatre volumes.



ADMIRALTY TOTAL TIDE

L'Admiralty Total Tide est un programme PC pouvant remplacer l'Admiralty Tide Table.

Les données sont réparties sur 6 zones contenues sur un seul CDROM. Une clef électronique permet d'accéder à tout ou partie des données sur ce CD ROM



Areas 1-4 Europe, Northern Waters and Mediterranean
 Area 5 Indian Ocean (Northern Part) and Red Sea
 Area 6 Singapore to Japan
 Area 7 Australia, Borneo and Philippines
 Area 8 Pacific Ocean including New Zealand
 Area 9 North America (East Coast) and Caribbean
 Area 10 South Atlantic and Indian Ocean

ENMM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2 – 09/07
<i>A. Charbonnel</i>	<i>ADMIRALTY TIDAL PUBLICATION</i>	2/2

EASY TIDE

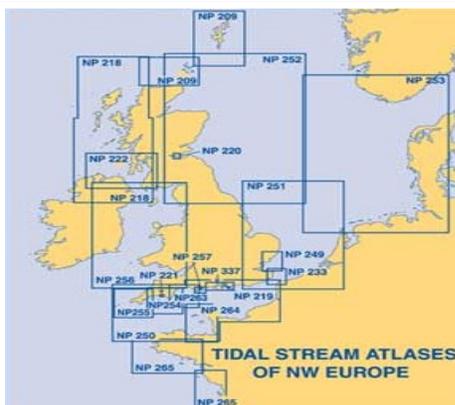
Easy Tide est un service de prédiction de marée en ligne (gratuit pour les six jours à venir, payant pour les 7 et 14 jours suivants, de 1 à 2£).

Ce service est principalement destiné aux plaisanciers.

<http://easytide.ukho.gov.uk/EasyTide/EasyTide/SelectPort.aspx>



TIDAL STREAM ATLASES



Les 20 atlas des courants de marée édités par l'UKHO présentent sous forme de figures les principaux courants de marée pour le nord ouest de l'Europe.

La direction et force des courants sont présentées sous forme de flèches à chaque heure ronde.

AUTRES PUBLICATIONS (*pour mémoire*)

Admiralty co-Tidal Atlases (NP214-215)

Les *Admiralty Co-Tidal Atlases* sont disponibles pour le golfe Persique (NP214) et l'Asie du sud est (NP215).

Admiralty Manual Of Tides (NP120)

Ce livre décrit de manière détaillée les bases de la théorie des marées et la manière dont elle est utilisée pour analyser et prédire les vagues et les courants de marées.

L'approche est très mathématique.

Admiralty Tidal Handbooks

NP122(1) - Admiralty Tidal Handbook No.1. The Admiralty Method of Harmonic Tidal Analysis for Long Period Observations.

NP122(2) - Admiralty Tidal Handbook No.2 Datums For Hydrographic Surveys.

NP122(3) - Admiralty Tidal Handbook No. 3. Harmonic Tidal Analysis for Short Periods.

NP160 - Tidal Harmonic Constants (European Waters).

NP164 - Dover, Times Of High Water and Mean Ranges.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2 -10/10
<i>A. Charbonnel</i>	TRAVAUX PRATIQUES : DOCUMENTS DE L'UKHO	1/4

Travail préparatoire.

Revoir les autres documents nautiques français

Vous êtes à bord du navire citerne le **PROVENCE**.

En provenance de Port Gentil (Gabon) ou vous avez chargé du pétrole, vous êtes en route pour le port de Dunkerque Ouest (France).

Quatre heures avant la pleine mer de Douvres (VE), vous vous trouvez à environ 15 M avant le dispositif de séparation de trafic des Casquets.

Pour naviguer, vous utilisez la carte English Channel (2675).

1 tonneau = 2,831 m³ = 100 ft³

PROVENCE 1994 *Elf (Gérance: Franship)(France-Kerguel)*

Construit par les chantiers Daewoo à Opko (Corée du Sud).

L. 327,50 m L.pp. 315,00 m l. 57,20 m C. 30,40 m T.E. 20 m

P.L. 284 919 t J.B. 153 483 UMS J.N. 85 453 UMS Capacité : 324 200 m³

14 citernes.

3 turbo-pompes de cargaison de 5 000 m³/h à 150 m. 2 pompes de ballastage de 3 000 m³/h.

2 chaudières auxiliaires de 40 t/h.

Propulsion : Un moteur Diesel lent deux temps Burmeister & Wain 7S 80 MC, 7 cylindres en ligne, réversible, entraînant directement une hélice à pales fixes

Puissance : 23 490 kW (31 920 ch) à 77 t/mn. **Vitesse** : 14,9 n.

Production d'électricité : 3 groupes Diesel-alternateurs de 940 kW chacun.



L : Longueur hors tout (m)

L.pp : Longueur entre perpendiculaires (m)

L : largeur maximale au milieu du navire

C : Creux du pont supérieur (m). La distance entre partie inférieure de la quille et le livet du pont supérieur.

TE : tirant d'eau d'été (m)

PL : port en lourd (tonnes)

JB : Jauge brute

JN : Jauge nette

Capacité : volume (m³)

UMS : Unified Measurement system

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2 –10/10
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : DOCUMENTS DE L'UKHO	2/4

Consignes :

1- Donner les références des ouvrages (anglais et français) à utiliser pour répondre à chaque ensemble de questions.

2- A l'aide des ouvrages anglais, répondre aux questions ;

Il est impératif d'avoir abordé TOUTES les parties ; il est donc conseillé de commencer par répondre à 3 questions pour chaque partie et d'y revenir après pour compléter,

SAUF PRECISION, vous êtes 15M avant l'entrée du rail de trafic des Casquets.

A	
1	Déterminer si la carte utilisée est une carte internationale.
2	Préciser : <ul style="list-style-type: none"> • l'échelle de la carte, • le système géodésique utilisé, • les niveaux de références (marée, altitude).
3	Indiquer s'il existe des cartes à une échelle plus appropriée. Si oui donner le(s) numéro(s) de carte en précisant leur échelle.
4	Déterminer quelle carte utiliser pour naviguer en eaux resserrées avant d'accoster à Dunkerque.

B	
1	Indiquer quelles sont les dimensions maximales des navires acceptés dans le port ouest de Dunkerque.
2	Indiquer s'il est possible de faire des réparations en bassin sur leProvence.
3	Déterminer qu'elle est la force du vent le plus probable au large de Dunkerque.

C	
1	Déterminer quelle est la station de surveillance du trafic.
2	Déterminer quels sont les canaux VHF d'appel et de travail.
3	Indiquer s'il faut rédiger un message d'identification. Préciser pourquoi.
4	Rédiger un message d'identification en respectant le format MAREP.
5	Déterminer à quel moment envoyer ce message.

D	
1	Un membre de l'équipage est malade depuis plusieurs jours et nécessite une consultation médicale. Déterminer quels sont les moyens pour obtenir un avis médical. Par radio, déterminer quelle station contacter. Déterminer quel sera l'indicatif d'appel.
2	Vous désirez rentrer en contact avec le siège social de votre compagnie pour la prévenir qu'il est fort probable que le malade soit débarqué à Dunkerque. Indiquer que faire (station contactée, fréquences...) pour rentrer en contact avec le siège social de votre compagnie via la VHF. Indiquer si le canal 16 peut être utilisé.
3	Déterminer quel sera l'indicatif/nom de la station vers laquelle transmettre une demande de libre pratique.
4	Donner la signification de AMVER.
6	Donner la signification de DSC ?

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2 -10/10
<i>A. Charbonnel</i>	TRAVAUX PRATIQUES : DOCUMENTS DE L'UKHO	3/4

E	
1	Déterminer dans quel créneau de temps doit être envoyé l'ETA pour un port français et plus particulièrement pour Dunkerque.
2	Indiquer quelle est la procédure pour demander un pilote (lister les différentes demandes de pilote faites dans le temps).
3	Rédiger le message de demande de pilote local pour votre navire.
4	Déterminer quelle est la signification de Hr Mr.

F	
1	Déterminer la hauteur d'eau à Dunkerque le 23 septembre à 16h00.
2	Déterminer la hauteur d'eau à Ouistreham 23 septembre à 16h00.
	Déterminer la hauteur d'eau à Boston aujourd'hui à 16h00/

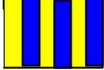
G	
1	Déterminer si le navire est en portée d'une station différentielle et si oui déterminer laquelle.
2	Déterminer dans quels cas peut-on utiliser le VHF direction finding service en France et en Angleterre.
3	Déterminer quelle est la portée et la fréquence de la porteuse de la radiobalise du Havre.
4	Déterminer quelle chaîne le loran C est susceptible de recevoir au large de Cherbourg. Préciser : <ul style="list-style-type: none"> • le numéro de la chaîne, • le nom de la station maître, • les noms deux stations esclaves choisies.
5	Déterminer quelles sont les heures en vigueur en France et en Angleterre.
6	Expliquer UT, UTC, TAI.

H	
1	Définir ce qu'est une tempête magnétique. Déterminer quelles sont les conséquences pour la navigation.
2	Définir ce qu'est l'effet de squat.
3	Déterminer ce qu'est une Urgent New Edition.
4	Donner la signification de l'acronyme HAT.

I	
1	Donner les caractéristiques du feu de la jetée Ouest de Dunkerque observable lors de l'arrivée.
2	La passerelle étant environ 30 m au-dessus de l'eau, déterminer à partir de quelle distance pourra-t-on apercevoir le secteur blanc de ce feu (↔ portée géographique).
3	Le bulletin météo annonce l'arrivée de la brume et une visibilité de 5 M autour de Dunkerque. Déterminer à quelle distance peut on voir apparaître le faisceau blanc de ce feu..

J	
1	Déterminer quelles sont les stations Navtex à sélectionner pour obtenir les renseignements sécurité maritime.
2	Donner la lettre indicatif des stations concernées.
3	Indiquer quelle est la signification de l'abréviation MSI.
4	Déterminer quelle(s) fréquence(s) et à quelle(s) heures sont diffusés les bulletins météo VHF de Jobourg.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.2 -10/10
<i>A. Charbonnel</i>	TRAVAUX PRATIQUES : DOCUMENTS DE L'UKHO	4/4

K	<i>En quittant Port Gentil</i>	
1	Vous entendez sur votre radio un navire maltais transmettre « ZULU SIERRA » au port de Sao Miguel. Le port répond « ZULU YANKEE ». Déterminer ce qu'il se passe.	
2	Au loin le navire maltais abaisse un pavillon rayé jaune/bleu (a) et hisse un pavillon blanc/rouge (b) ; Expliquer ce qu'il s'est passé.	
	(a)	
		
3	Un navire transmet « MIKE GOLF UNAONE » par VHF. Indiquer si ce navire a-t-il un problème médical à bord.	

Chapitre 2

Correction des documents de l'UKHO

Objectif général :

- Réaliser les corrections des cartes et documents nautiques de l'UKHO.

Objectifs opérationnels :

- Connaître les ANMs et la méthodologie de correction.
- Connaître et utiliser les Cumulative list of ANMs.
- Connaître et utiliser les Annual Summary list of ANMs.
- Connaître les supplements.
- Connaître les principes de correction.
- Vérifier la tenue à jour d'une carte et d'un document nautique.
- Déterminer les corrections à apporter à une carte ou document nautique.
- Porter des corrections sur une carte.
- Porter des corrections sur des documents nautiques.
- Utiliser les ANMs sous forme papier et sur Internet.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4b – 10/10
A. Charbonnel	CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO	1/6

LES DOCUMENTS DE CORRECTIONS

Les documents utilisés pour corriger les cartes et documents nautiques publiés par l'UKHO sont les suivants :

- *Admiralty notices to mariners* (ANM), weekly edition ;
- *Chart correction tracings* ;
- *Cumulative list of notices to mariners* ;
- *Annual summary of admiralty notices to mariners*.

Admiralty Notices To Mariners (ANM)

Les *Admiralty notices to mariners*, weekly edition (ANM ou NM) sont édités sous la forme d'une brochure hebdomadaire par le service hydrographique du Royaume-Uni (UKHO). Ils donnent le détail de toutes les corrections afférentes aux cartes et documents nautiques de l'UKHO.

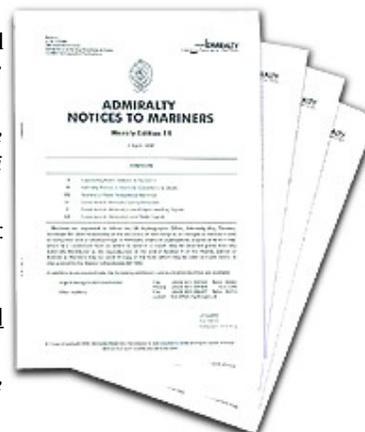
Ces documents sont disponibles :

- sous format papier au prix de 2£ (2,85€) par semaine auprès d'un revendeur agréé,
- sous format électronique gratuitement, via téléchargement, sur le site internet de l'UKHO (http://www.ukho.gov.uk/notices_to_mariners).
- sous format électronique avec un abonnement ChartCo d'e-mails par inmarsat (A, B ou Fleet 77).

Contenu des Admiralty Notices to Mariners

Section I : Explanatory Notes – Publication List

- **Guidances Notes For Admiralty Notice To Mariners On Line (ANMO).**
- **Explanatory Notes (A LIRE IMPERATIVEMENT) .**
- **Admiralty charts and publication now publishes and available :** *modifications aux collections à enregistrer dans le catalogue des cartes et documents nautiques (NP133).*
- **Admiralty charts and publication to be published :** *annonce des futures publications (=> documents à commander si détenus à la passerelle).*
- **Admiralty charts and publication permanently withdrawn :** *documents nautiques définitivement retirés des collections.*



Section II Admiralty Notices to Mariners. Updates to standard navigational chart

- **Geographical index :** *liste des corrections de carte par zone géographique et des corrections temporaires et préliminaires.*
- **Index of notices and chart folios :** *liste des n° et pages des corrections par porte-folio.*
- **Index of charts affected :** *liste des n° de corrections associés à chaque carte.*
- Corrections des cartes (présentées par zones géographiques).
- Blocs de correction (à coller sur les cartes).

Section III : Reprints of Radio Navigational Warnings

Liste des avis à la navigation en vigueur par Navarea (16).

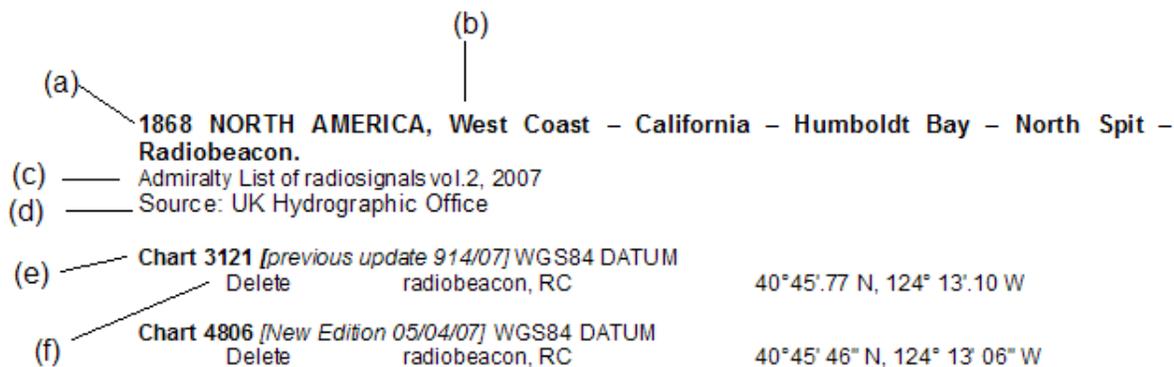
Section IV : Amendments to Admiralty Sailing Directions

Section V : Amendments to Admiralty List of Lights and fog signals

Section VI : Amendments to Admiralty Radio Signals

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4b – 10/10
A. Charbonnel	CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO	2/6

Lecture des corrections de carte



- Le numéro d'avis est un numéro à courrir pour chaque année. Ce numéro doit être enregistré pour l'année courante en bas à gauche de la carte **APRES** avoir effectué la correction.
- Le titre de la correction indique la zone géographique ou le pays et précise la région ou le port en question et la nature de la correction.
- Quand la correction concerne un feu ou un ouvrage des radiosignaux, les volumes de l'*Admiralty List of Lights* et/ou *Admiralty List of Radio Signals* concernés sont indiqués.
- La source de l'information et la référence de l'United Kingdom Hydrographic Office (UKHO) sont précisées.
- Numéro de la carte à corriger. Les corrections concernent la carte fondamentale et ses variantes.

Les crochets [] contiennent le numéro *ANM* de la dernière correction ou la date de nouvelle édition ou publication de cette carte.

Si l'information contenue dans les crochets ne correspond pas à l'information lue sur votre carte, vous avez manqué un ou plusieurs avis ou vous utilisez une vieille édition. Vous devez toujours insérer les avis/corrections manquant(e)s sur votre carte avant de porter les Corrections du dernier ANM.

f) Le texte de la correction.

Les actions de correction peuvent être les suivantes :

- **Delete** : supprimer l'information suivante.
- **Insert** : insérer l'information suivante.
- **Substitute** : remplacer l'information suivante par l'information suivante ou le bloc correspondant situé entre avis standards et les avis préliminaires et temporaires.

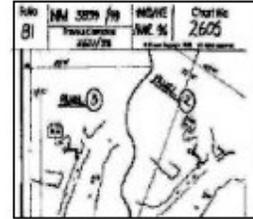
*Attention sur la lecture des positions : les latitudes et longitudes peuvent être exprimées en minutes et secondes **OU** en minutes et dixièmes de minutes selon l'échelle de graduation de la carte (l'exemple ci dessus montre les deux).*

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4b – 10/10
A. Charbonnel	CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO	3/6

Chart Correction Tracings (calques de correction)

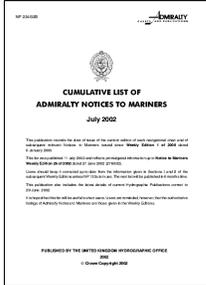
Les calques de correction (Chart Correction Tracings) sont des aides pour la correction des cartes anglaises ; ils reprennent les corrections des cartes publiées dans les ANMs, mais de manière graphique. L'utilisation de ces calques permet de simplifier le travail de mise à jour des cartes et diminue le temps de correction de près de 80 %.

Les calques sont publiés sous forme papier chaque semaine en même temps que les ANMs. L'ANM accompagné de ces calques est disponible au prix de 9,20£/semaine chez les agents agréés de l'UKHO et membre de la Chart Committee of the Chart and Nautical Instrument Trade Association (CNITA).



Cumulative List of Admiralty Notices to Mariners

La *Cumulative List of Admiralty Notices to Mariners* est publié deux fois par an en janvier (NP 234 A) et en juillet (NP 234 B) :



- celui de janvier reprend tous les numéros des ANM publiés depuis 2 ans,
- celui de juillet reprend tous les numéros des ANM publiés depuis 2 ½ ans.

Ce document contient :

- la liste des cartes avec leur date d'édition et les numéros d'avis les corrigeant parus depuis 2 ans (édition de janvier) ou 2 ans ½ (édition de juillet) ; entre parenthèses, avant le numéro d'avis, apparaît le numéro de l'ANM ayant publié cet avis,
- la liste des publications à jour (date d'édition + supplément de correction).

Chart No.	Édition	Notices to Mariners affecting the chart from 1 January 2002
61	Aug. 1994	2003 – (4)46 – (45)2534 – (47)2753- 2004 – (12)134

NB : Sur les *Cumulative lists of ANMs* d'avant 2004, les correspondances entre les numéros d'avis et numéro de l'ANM hebdomadaire sont présentés dans un tableau placé en début de la *Cumulative list of ANMs*.

La cumulative list est mise à jour chaque semaine et consultable sur internet dans la partie weekly NMs

Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners

L'*Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners* est publié en tout début d'année ; il donne :

- les premiers avis de l'année,
- les avis préliminaires et temporaires toujours en cours,
- les corrections des *Sailing directions* de l'année passée.

NB : Les tous premiers avis de l'année ne sont pas publiés dans les ANM mais dans l'*Annual summary of ANMs*. Les avis annuels sont des recommandations faites aux marins pour des situations particulières (opération SAR, pollution, etc.).

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4b – 10/10
A. Charbonnel	CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO	4/6

PRINCIPES DE CORRECTION

Avant d'effectuer toute correction, il faut s'assurer que l'on détient bien la **dernière édition** du document (carte ou ouvrage). Pour ce faire on peut consulter :

- le *Catalogue of Charts and publications (NP131)*, sous réserve que le catalogue ai été effectivement mis à jour par vos soins ;
- le catalogue en ligne (www.ukho.gov.uk, rubrique *Online Catalog*) ;
- la *Chart availability list* (uniquement pour les cartes, sur www.ukho.gov.uk, rubrique *Product & Services/Chart list*) qui est mise à jour chaque semaine.

Correction de cartes

EQUIPEMENT POUR CORRECTIONS	
<ul style="list-style-type: none"> • 2 stylos couleur violet (mines 0.15 et 0.25 mm) : <ul style="list-style-type: none"> – 0.25 mm pour supprimer. – 0.15 mm pour insérer. • Crayon à papier (HB). • Gomme. • Rouleau de Scotch pour coller les modifications. • Règle (règle cras). • Compas avec porte stylo. • Trace cercle. 	<p>Admiralty Notices to Mariners</p> <hr/> <p>NP 133 A : Chart correction Log & Folio Index Liste de l'ensemble des cartes -> permet la tenue à jour. Ou un cahier d'enregistrement des cartes du bord</p> <hr/> <p>Cumulative List of Admiralty Notices To Mariners (NP 234) Liste des corrections datant de moins de 2 ans / 2 ½ ans (selon édition de juillet ou de janvier).</p> <hr/> <p>Symbols and abreviations used on Admiralty Charts (NP 5011) Utile pour porter les bons sigles pour les corrections.</p>

Principes de correction

- Insérer l'information avant de détruire toute information.
- Rayer pour supprimer.
- Pour ajouter (après suppression) ou déplacer, faire un renvoi par un cercle à la position et un renvoi par une flèche vers l'ajout.
- Enregistrer la correction en bas de la carte.
- Enregistrer la correction dans le cahier d'enregistrement ou le *Chart log*.

Corrections permanentes

- Utiliser les **index** pour sélectionner les corrections se référant aux cartes détenues (cf. cahier d'enregistrement).
- Pour une carte donnée, si le numéro de dernière correction dans les *Notices To Mariners* correspond au numéro de la dernière correction enregistrée sur la carte, reporter la nouvelle correction au stylo. Sinon consulter les *Cumulative List of Admiralty Notices to Mariners* pour remonter aux corrections manquantes.

Corrections temporaires ou préliminaires

Aller en fin de section II pour vérifier si aucune note préliminaire ou temporaire n'a été publiée ou annulée. Les notes préliminaires et temporaires sont enregistrées au **crayon de papier** et gommées après suppression ou remplacement. Les corrections préliminaires ou temporaires peuvent être collées directement sur la carte.

Ne pas oublier d'enregistrer les modifications effectuées en bas à gauche de la carte et dans le cahier d'enregistrement des cartes.

Enregistrer le numéro de modification sur la carte TOUJOURS après avoir effectué la modification.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	10/10
A. Charbonnel	CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO	5/6

Correction des documents

Attention : penser à vérifier l'édition en vigueur.

Documents	Correction du document	Éditions/Rééditions
 Admiralty Sailing directions (SD ou pilots)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>ANM (weekly edition) section IV</i> - à détacher et à archiver¹ • Une liste récapitulative (cumulative list) des corrections est publiée dans la section IV 4 fois par an (semaines 13, 26, 39 et 52) • <i>Annual summary of Notices to Mariners</i> reprend toutes les corrections de l'année pour tous les volumes des <i>Sailing directions</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition tous les 17/20 ans + supplément ts les 3 ans. • Édition révisée tous les 5 ans max + supplément. • Édition permanente révisée (pas de supplément).
 Admiralty list of lights and fogs signals (ALL)	<i>ANM (weekly edition) section V</i> - à détacher et à insérer dans le volume.	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition 1 fois/an. <p>Les corrections accumulées durant l'impression d'une nouvelle éditions sont publiées dans l'<i>ANM (weekly edition)</i> annonçant la nouvelle édition.</p>
 Admiralty List of Radiosignals (ALRS)	<p><i>ANM (weekly edition) section VI</i> - à détacher et à insérer dans le volume.</p> <p>Une liste récapitulative des corrections est publiée quatre fois par an dans la section VI ; elle liste les stations ayant fait l'objet de corrections et le numéro d'ANM associé à ces corrections (normalement les ANMs n° 13, 26, 39 et 52)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition 1 fois/an (sauf NP 284).
 Mariner's Handbook	<i>ANM (weekly edition) section IV</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition (selon) + supplément ts les 3 ans.
Autres	<i>ANM (weekly edition) section IV</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition (selon).
Tide table	<i>Annual Summary of Notices to Mariners</i> (en cas de corrections entre deux <i>Annual summary</i> voir ANM (weekly edition) de début novembre)	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle édition (selon).

¹ Il est recommandé de conserver les corrections de toutes les *Sailing directions* dans **dossier** ou **fichier**. Il n'est pas recommandé de coller les corrections dans le document ou son supplément, mais si cela est fait, il faut être vigilant à reprendre les corrections publiées après la parution d'un nouveau supplément ou d'une nouvelle édition !

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.4b – 10/10
<i>A. Charbonnel</i>	<i>CORRECTION DES DOCUMENTS NAUTIQUES DE L'UKHO</i>	6/6

Édition révisée

Pour réduire l'accumulation des corrections entre de nouvelles éditions, les volumes où un grand nombre de changements interviennent, sont reproduits en tant qu'édition révisée. Les éditions révisées sont publiées à des intervalles de temps ne dépassant pas normalement 5 ans.

Dans une édition révisée, les corrections accumulées sont reprises directement dans le volume.

Suppléments

Les suppléments à chaque volume sont des fascicules publiés tous les trois ans qui reprennent toutes les corrections apportées depuis la publication du volume.

Editions permanentes révisées

Une partie des *Sailing directions* font l'objet d'**éditions permanentes révisées** : elles sont publiées sous forme de CD-ROM aisément mis à jours et réédités tous les 3 ans.

Les *Sailing directions* faisant l'objet d'éditions permanentes révisées ne sont plus corrigées par suppléments, mais les corrections importantes sont reproduites dans la section VI des *ANMs*.

RESSOURCES

Bibliographie

UKHO - *NP 100 : Mariner's Handbook* - UKHO – 1999

§1.62 à 1.96 : détails sur l'ANM, principes de gestion des cartes, correction de carte

UKHO - *NP 294 : How to correct your Chart the admiralty way* – UKHO - 2000

présentation de l'ANM, exemples de corrections.

UKHO – *Notices to Mariner* – UKHO - 2008

Ressources internet

<http://www.ukho.gov.uk> : Site de l'UKHO.

<http://www.thomasgunn.co.uk> : fournisseur de service de gestion de documents nautiques.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.3b – 10/10
A. Charbonnel	TP SUR LES CORRECTIONS DES DOCUMENTS DE L'UKHO	1/2

Travail préparatoire

- Revoir les principes de correction des documents du SHOM.

APPORTER LES CARTES 6990 et 7066.

Atelier 1 : Vérifier les corrections d'une carte (30 min)

Voiçi, çï-après, un extrait du cahier d'enregistrement des cartes détenus par le bord.
Le navire ayant été mis en réserve un certain temps, son portefeuille de cartes n'est pas à jour.
Vous devez donc lister les corrections à porter sur la carte.

Chart N°	Folio	Description	Notices to Mariners affecting chart
2182A		North SeaSouthern Sheet	1998 Déc (NE) 1999 --553
2995		Approaches to Port London	Janv. 1964 (NE) 2002 - 1408
3735			Nov. 2005 - 2006 1205 -2396
3833		Singapore Strait Western Part	Nov 2005 (NE)– 2007 : 2831 - 2832 – 3215 - 3384 – 3385 - 3862 - 3863 - 4112 - 4596 – 4600 - 4856 - 5529

1. Lister les documents utilisés pour vérifier la tenue à jour des cartes.
2. Indiquer quelles cartes sont à corriger et quelles cartes doivent être détruites et remplacées par des nouvelles (préciser les corrections à porter ou la date de dernière édition).
Expliquer la démarche (documents consultés, méthode de recherche)
3. Déterminer dans quel ANM hebdomadaire trouver la correction de 2831 de 2006 qui est enregistrée sur la carte 3833.

Atelier 2 : Exploiter les documents de correction sur internet (30 min)

A quai, il vous est possible de consulter le site web de l'UKHO qui fournit gratuitement tout les documents de corrections sur www.ukho.gov.uk et sur www.nmwebsearch.com/

Correction de documents

Repérer les Notices to Mariners

1. Déterminer si la carte 129 a subie des corrections en 2009. Si oui combien ?
2. Rechercher la dernière liste récapitulative des corrections pour les ouvrages des radiosignaux de cette année.
3. Existe t il un liste récapitulative des corrections pour les livres des feux, les sailing directions, le Mariner's Handbook ?

Repérer les Cumulative Lists of Admiralty Notices to Mariners

4. Déterminer combien de Cumulative lists sont éditées tous les ans.
5. Indiquer quelle est la dernière correction qui doit être portée sur la carte 2740 selon la dernière cumulative list.
6. Déterminer quelle est la Cumulative list la plus ancienne consultable en ligne.

Repérer les Annual Summary of Admiralty Notices To Mariners

7. Déterminer ce que contient l'annual summary.
8. Déterminer quel est le sujet de l'avis annuel au navigateur n°25.
9. Déterminer quel est l'annual summary list of ANMs le plus ancien mis en ligne.
10. Visualiser toutes les corrections à apporter à la sailing direction NP 27. Les corrections sont elles présentées selon un ordre chronologique

Repérer la liste de cartes

11. Indiquer ce que l'on peut dire de la carte 479.

ENSM Le Havre	DOCUMENTATION NAUTIQUE	V1.3b – 10/10
A. Charbonnel	TP SUR LES CORRECTIONS DES DOCUMENTS DE L'UKHO	2/2

Repérer les searchable Nms. <http://www.nmwebsearch.com/>

12. Visualiser toutes les corrections à apporter à la carte 2860 depuis sa dernière édition.

Rechercher des informations diverses

13. Rechercher les corrections qui seraient à porter à la sailing direction NP 27.

Prédiction de marée avec easytide

14. Déterminer la hauteur de la mer au Havre aujourd'hui à 12h00 (UT+1) en utilisant le logiciel EasyTide Prediction mis en ligne sur le site de l'UKHO.

Catalogue en ligne

15. Déterminer s'il existe des cartes ENC de la France. Si oui préciser le nombre de cartes.

16. Déterminer s'il existe des cartes ENC du Portugal. Si oui préciser le nombre de cartes.

17. Déterminer quelle est la date de dernière édition des Sailing Directions d'Afrique vol.1 (NP1).

Atelier 3 : Corriger une carte (20 min)



Le commandant s'est aperçu que le Zef n'a pas correctement géré la mise à jour des cartes... Il lui a donné une journée pour tout remettre en ordre. Vous acceptez d'aider le Zef en portant des corrections manquantes.

Rechercher et porter une ou deux corrections sur la carte qui vous est fournie.

OU

Porter la correction suivante (de 2007) sur l'extrait de carte fournie :

5607 FRANCE - North coast - Approach to Le Havre - Port Le Havre			
source : French notices to mariners			
Chart 1354 [previous update 3955/05] WGS 84 DATUM			
Insert	12 ₃		49°28'.303 N 0°0'.370 E
Substitute	12 ₃	for 13 ₃	49°29'.320 N 0°0'.000 W
Chart 2790 [previous update 1143/04] GB36 DATUM			
Insert	12 ₃		49°28'.300 N 0°0'.350 E
Substitute	13,6	for 133	49°29'.320 N 0°0'.000 W

Atelier 4 : Corriger des documents nautiques (30min)

Le Zef est encore perdu dans la correction des documents nautiques... Vous décidez de lui porter secours.

1. Déterminer quels documents utiliser pour corriger ces différents documents nautiques.
2. Rappeler les principes de correction sur les différents documents nautiques.
3. Réaliser une ou deux corrections pour **un ALRS**, **un ALL**, et **un Sailing Direction**.

Atelier 5 : Révision - Corrections des documents du SHOM (30 min)

1. Lister sous forme d'un tableau les méthodes et moyens de corrections des différents documents nautiques du SHOM et faite un comparatif avec les documents anglais.
2. Réaliser les corrections sur les cartes 7066 et 6990.

Deuxième partie

Cartographie

Chapitre 3

Cartes et orthodromie

Sommaire

Synthèse sur les cartes orthodromiques	43
Rappels sur les formules orthodromiques	49
Utilisation des cartes américaines Great circles	51
Mode d'emploi des abaques 101N	55
Histoire de Rackham le rouge	57
TP sur les cartes et orthodromie	59
Canevas de Mercator	65

Objectif général :

- Préparer une traversée en utilisant les cartes orthodromiques.

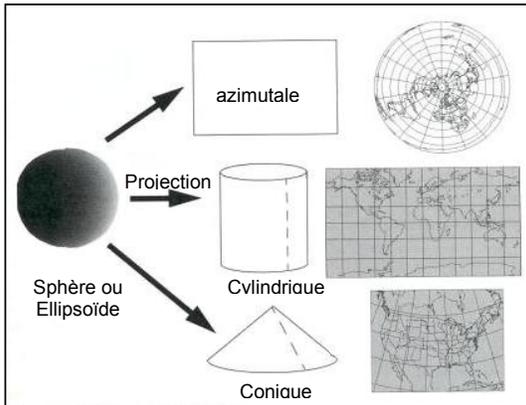
Objectifs opérationnels :

- Connaître le principe des projections cartographiques.
- Découvrir les différents types de projection permettant le tracé d'une orthodromie.
- Tracer une route orthodromique sur :
 - une carte conforme oblique,
 - des cartes gnomoniques (GB et USA).
- Déterminer sur le tracé les éléments de l'orthodromie :
 - les coordonnées du vertex,
 - la distance,
 - l'angle de route.
- Tracer une route de navigation mixte.
- Préparer une route transocéanique sur une carte loxodromique à partir d'une carte orthodromique.
- Comparer les résultats graphiques aux résultats obtenus par calculs.

TYPES DE PROJECTION

Pour passer de la représentation en 3D de la terre (globe terrestre) à une représentation en 2D (la carte), on utilise des projections de différents types. Dans le cadre des projections cartographiques les plus simples, la terre est projetée sur un plan, un cylindre ou un cône.

Une fois la projection réalisée, le cône et le cylindre sont développés et mis à plat.



Les projections sont couramment classées selon la surface géométrique dont elles dérivent : **conique**, **cylindrique**, et **plane** (azimutale ou zénithale).

Projection => distorsions

En réalisant une projection, l'on induit de manière inévitable des distorsions.

Les projections azimutales sont vraies uniquement en leur point de tangence.

Les distorsions sont maximales aux limites de la carte.

Les régions polaires sont représentées en projection azimutale.

Les projections cylindriques sont vraies à l'équateur (cylindrique normale); les distorsions augmentent vers les pôles.

Les pays dans les tropiques sont souvent représentés avec des projections cylindriques.

Les projections coniques sont vraies le long de certains parallèles entre l'équateur et un pôle; les distorsions augmentent de part et d'autre en s'éloignant de ces parallèles.

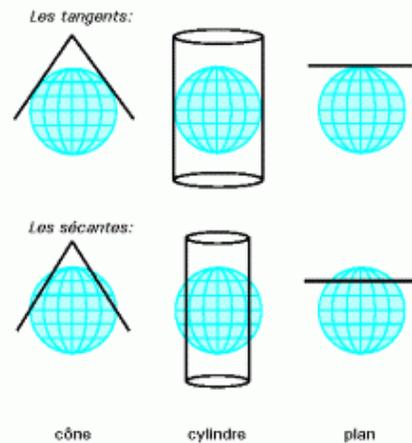
Les régions de la zone tempérée sont souvent représentées avec des projections coniques.

CONSTRUCTION DES PROJECTIONS

Les figures de projection que sont le cône, le cylindre ou le plan peuvent être tangentes ou sécantes aglobe terrestre.

Dans le cas d'un **plan tangent**, le cône, le cylindre ou le plan ne touchent la Terre le long d'une seule **droite** ou d'un point.

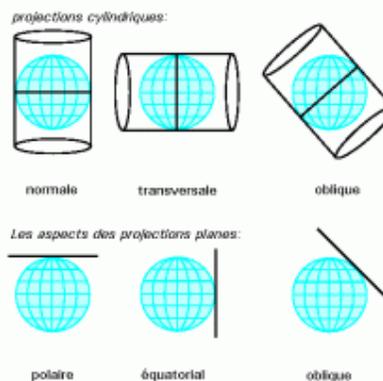
Dans le cas d'un **plan sécant**, le cône ou le cylindre coupent au travers de la Terre au moyen de deux cercles (le cas du plan sécant pour le plan coupe au moyen d'un cercle).



Qu'il soit tangent ou sécant, le lieu de ce point de contact est important parce qu'il définit la droite ou le point où se trouve le moins de distorsion sur la projection cartographique. On appelle cette droite le **parallèle de référence**.

Orientations des projections

Les projections peuvent être orientées de différentes façon selon l'axe de la Terre.

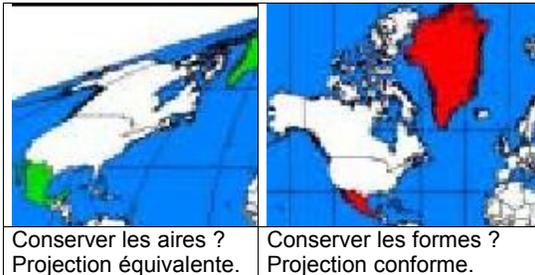


PROPRIÉTÉS DES PROJECTIONS

Propriétés recherchées

Les caractéristiques recherchées dans les projections sont les suivantes :

- conservation des surfaces (projection équivalente) ;
- conservation des angles (projection est conforme) ;
- conservation des distances (le long de grands cercles) ;
- représentation des grands cercles par des droites (projection orthodromique).



Choisir une projection c'est faire un compromis sur les propriétés recherchées. Certaines de ces propriétés s'excluent mutuellement, d'autres peuvent coexister.



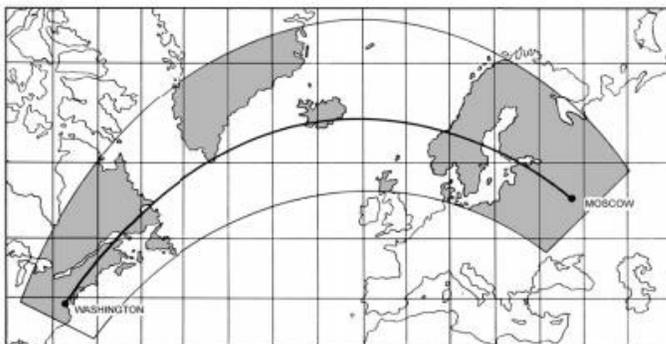
Cartes orthodromiques

Rappels :

Un grand cercle est une ligne d'intersection de plans passant par le centre de la Terre avec la surface du globe. L'arc de grand cercle passant entre deux points sur la Terre est toujours le chemin le plus court entre ces points.

Dans une carte orthodromique, toute route orthodromique (ou tout grand cercle) est représenté par une droite.

Route orthodromique sur une **carte orthodromique**.



Route orthodromique sur une **carte loxodromique**

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0a – 07/11
A.Charbonnel	SYNTHÈSE SUR LES PROJECTIONS CARTOGRAPHIQUES SIMPLES	3/6

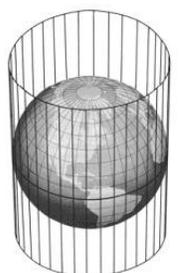
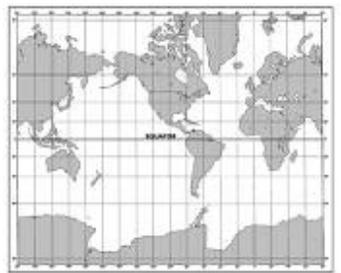
CARTES MARINES ET PROJECTIONS

Projection cylindrique

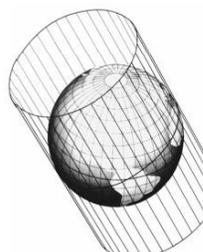
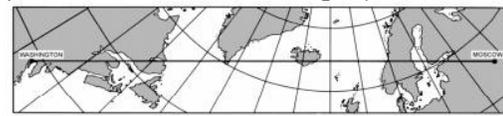
Dans le cas d'une projection cylindrique, la Terre est projetée sur un cylindre tangent ou sécant qui est également coupé sur la longueur et étendu.

Carte de Mercator : une projection cylindrique simple

Une ligne droite entre deux points sur cette projection suit une seule direction, qu'on appelle **loxodromique**. Cet élément rend la projection cylindrique utile lors de la construction de cartes de navigation.

		<p>Lieu de tangence : équateur.</p> <p>parallèles : horizontales à espacement variables. méridiens : verticales . à espacement constant.</p> <p>Route à cap constant (loxodromie) représentée par une droite.</p> <p>Projection conforme.</p> <p>Pas de représentation des pôles.</p>
---	---	---

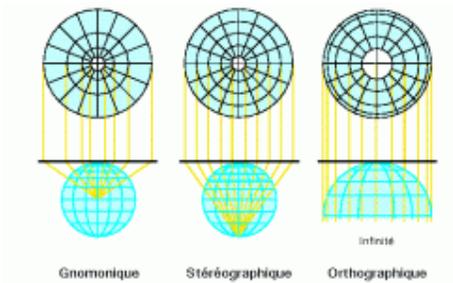
Carte conforme oblique : projection cylindrique oblique (carte orthodromique)

	<p>Lieu de tangence : grand cercle (autre que méridien et équateur, ici axe Moscou Washington)</p> 	<p>Méridiens = droites. Parallèles = arcs.</p> <p>Orthodromie = droite.</p> <p>Projection conforme.</p> <p>Distorsions au-delà de 300 M du trajet de référence.</p>
---	--	--

Projection azimutale

La famille des projections **azimutales**, aussi appelées **zénithales** ou **planaires**, se caractérise par la transformation de la surface de la Terre sur un plan.

Chaque membre de cette famille se distingue par les différents points de perspective utilisés pour les construire.



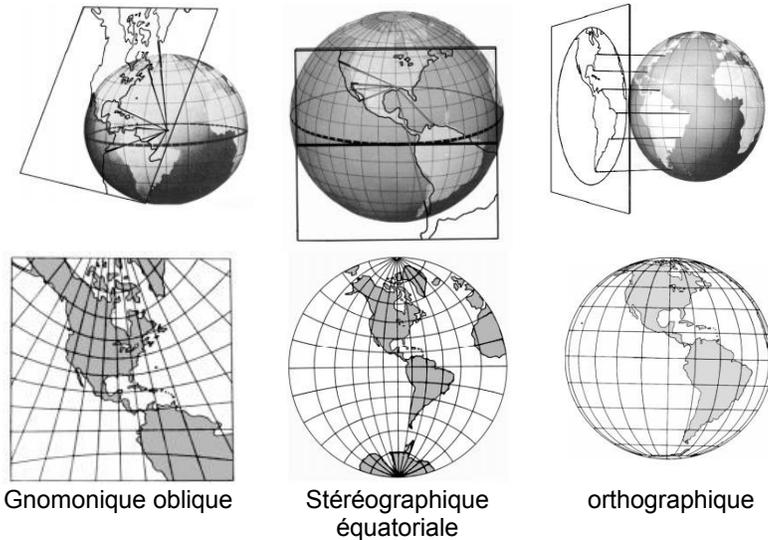
Pour la **projection gnomonique**, le point de perspective est le centre de la Terre.

Dans une projection gnomonique, **tout grand cercle est transformé en droite. Les cartes gnomoniques sont donc orthodromiques**

Pour la **projection stéréographique**, ce point se situe au pôle opposé du point de tangence.

Cette projection est conforme ; elle est utilisée pour la navigation polaire.

Pour la **projection orthographique**, le point de perspective est un point infini dans l'espace, sur le côté opposé de la Terre ; elle est utilisée en navigation astronomique.

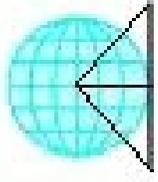
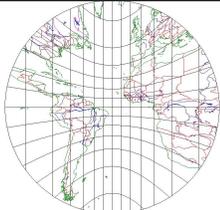


Carte de Gernez - projection gnomonique polaire (carte orthodromique)

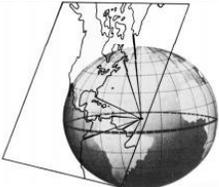
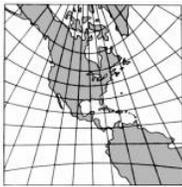
		<p>Point de tangence = pôle.</p> <p>Orthodromie = droite.</p> <p>Vertex = projection orthogonale du pôle sur l'orthodromie.</p> <p>Bonne représentation autour de pôles. Fortes distorsions en s'éloignant du pôle. Direction vraie uniquement entre le point central et d'autres lieux sur la carte.</p>
--	--	--

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0a – 07/11
A.Charbonnel	SYNTHÈSE SUR LES PROJECTIONS CARTOGRAPHIQUES SIMPLES	5/6

Carte d'Hilleret : projection gnomonique équatoriale (carte orthodromique)

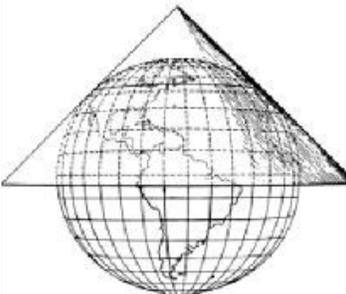
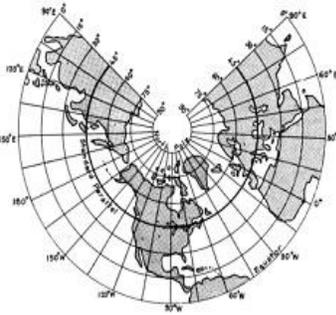
		<p>Point tangence = à l'équateur, (milieu océan).</p> <p>Méridiens = droites //.</p> <p>Parallèles = hyperboles.</p> <p>Orthodromie = droite.</p> <p>Pôles rejetés à l'infini.</p>
---	---	---

Carte Great Circles (USA/ GB) : projection gnomonique oblique (carte orthodromique)

		<p>Point de tangence : quelconque.</p> <p>(USA : $\varphi=30^{\circ}N$, /GB : $\varphi=40^{\circ}N$: « milieu océan »).</p> <p>Méridiens = droites convergeant vers un des pôle.</p> <p>Parallèles = hyperboles.</p> <p>Orthodromie = droite.</p>
---	---	---

Projection conique

Dans le cas d'une *projection conique*, nous pouvons visualiser la Terre projetée sur un cône tangent ou sécant.

		<p>Lieu de tangence : petit cercle.</p> <p>Parallèles : arcs concentriques.</p> <p>méridiens : droites également espacées.</p> <p>Echelle constante le long des méridiens</p> <p>Bonne représentation le long du parallèle standard.</p> <p>Utilisé pour dresser les cartes de régions situées au nord de l'Equateur.</p> <p>Distorsion en s'éloignant du parallèle standard.</p> <p>Distorsion en s'éloignant du parallèle standard.</p>
---	---	---

ENMM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0a – 07/11
<i>A.Charbonnel</i>	<i>SYNTHÈSE SUR LES PROJECTIONS CARTOGRAPHIQUES SIMPLES</i>	6/6

SOURCES

N. Bowditch -chapter 3 : Nautical Charts in *The American practical navigator* – édition Défense Mapping agency hydrographic / topographic center - 1995.

SHOM - *Le guide du navigateur* – édition SHOM - 2000.

Volume 1 : chapitre 6 : les cartes marines (§ 6.0. & les systèmes de projection).

Volume 2 : chapitre 21 : Navigation en hautes latitudes (§21.2.2 Cartes polaires).

www.atlas.gc.ca : Site de l'Atlas du Canada des coast guard canadien

<http://geosun.sjsu.edu/paula/137/137green02.htm> : *GIS's Roots in Cartography, The Shape of the Earth, Datums, Map Projections, and Coordinate Systems* - cours de Mme Paula Messina – université de San José – département de géologie.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0b – 10/10
A. Charbonnel	RAPPEL SUR LE CALCUL ORTHODROMIQUE	1/1

A : point d'arrivée
D : point de départ

DISTANCE ORTHODROMIQUE

$$d = \cos^{-1}(\sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_D + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_D \cdot \cos g)$$

Ou $g = G_A - G_D$

Attention d est donné en degrés et non en milles

ANGLE DE ROUTE INITIAL ORTHODROMIQUE

$$Ad = \cos^{-1}\left(\frac{\sin \varphi_A - \sin \varphi_D \cdot \cos d}{\sin d \cdot \cos \varphi_D}\right)$$

COORDONNÉES DU VERTEX

$$\left| \varphi_V \right| = \cos^{-1}(\cos \varphi_D \cdot \sin Ad)$$

$$G_V = G_D + \frac{g}{|g|} \cdot \cos^{-1}\left(\frac{\tan \varphi_D}{\tan \varphi_V}\right)$$

Si $Ad < 90^\circ$ φ_V est Nord
Si $Ad \geq 90^\circ$ φ_V est Sud

Cette formule donne toujours le vertex qui se situe sur l'avant de votre route, et non pas le vertex le plus proche.

ROUTE FOND INITIALE LOXODROMIQUE

$$Rf = V + \alpha$$

Si $g < 0$: $V = Ad$
Si $g \geq 0$: $V = 360 - Ad$

$$\alpha = \frac{di}{120} \cdot \sin V \cdot \tan \varphi_D$$

- Distance = $di = vf \times t$

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »
hors illustrations (propriété de leurs auteurs) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>

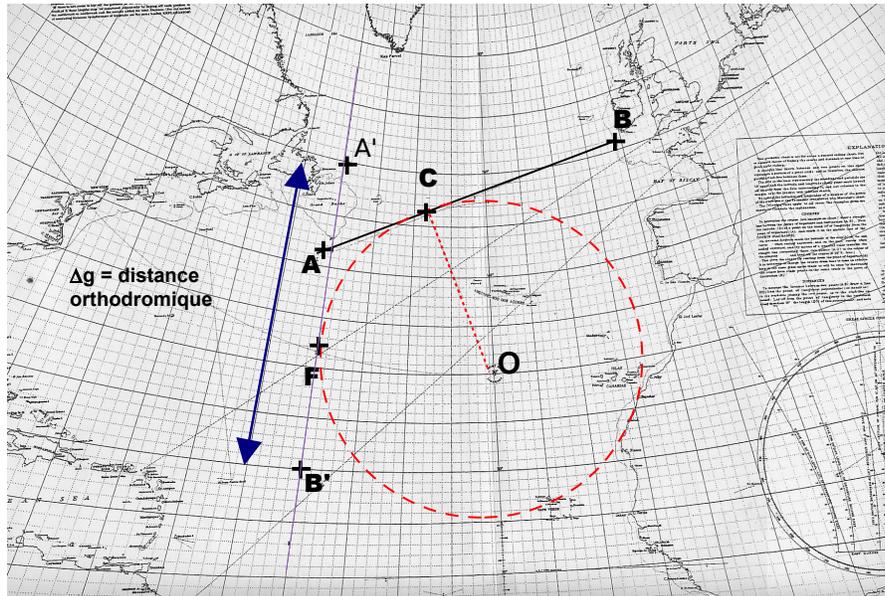
Carte *Great circle sailing chart of the north Atlantic ocean.* (Défense Mapping Agency Hydrographic Center).

MESURER DES DISTANCES

Soit O le point de tangence de la carte sur le globe

Mesurer des distances par différence de latitude

- Joindre les points de départ (A) et d'arrivée (B) par une droite.
- Du point de tangence O, abaisser la perpendiculaire OC à la route AB.
- Tracer le cercle (O, OC) tangent à ma route (AB) ; le cercle (O,OC) coupe l'arc pour la mesure des distances par différence de latitude en un point F.
- Sur le méridien passant par F, et à partir du point F, porter les distances FA' = CA et FB' = CB (respectivement vers le nord et le sud).
- La différence des latitudes des points A' et B', exprimée en minutes d'arc, est la distance cherchée (en milles marins).



Remarque : s'il n'y a pas suffisamment d'espace pour porter, vers le Nord et le Sud, les segments FA' et FB', il suffit de les porter tous deux vers le Nord (ou le Sud) et d'additionner les deux différences de latitudes correspondantes pour obtenir la distance totale.

Exemple :

Coordonnées du point de départ A

$$\varphi = 40^{\circ} 40' N$$

$$G = 051^{\circ} 35' W$$

Coordonnées du point d'arrivée

$$\varphi = 50^{\circ} 55' N$$

$$G = 010^{\circ} 55' W$$

Coordonnées du point de tangence

$$\varphi = 30^{\circ} 00' N$$

$$G = 030^{\circ} 00' W$$

Coordonnées du point F

$$\varphi = 31^{\circ} 35' N$$

$$G = 050^{\circ} 10' W$$

Coordonnées du point A''

$$\varphi = 13^{\circ} 00' N$$

$$G = 050^{\circ} 10' W$$

Coordonnées du point B''

$$\varphi = 42^{\circ} 45' N$$

$$G = 050^{\circ} 10' W$$

$$\varphi_{B''} = 42^{\circ} 45' N$$

$$\varphi_{A''} = 13^{\circ} 00' N$$

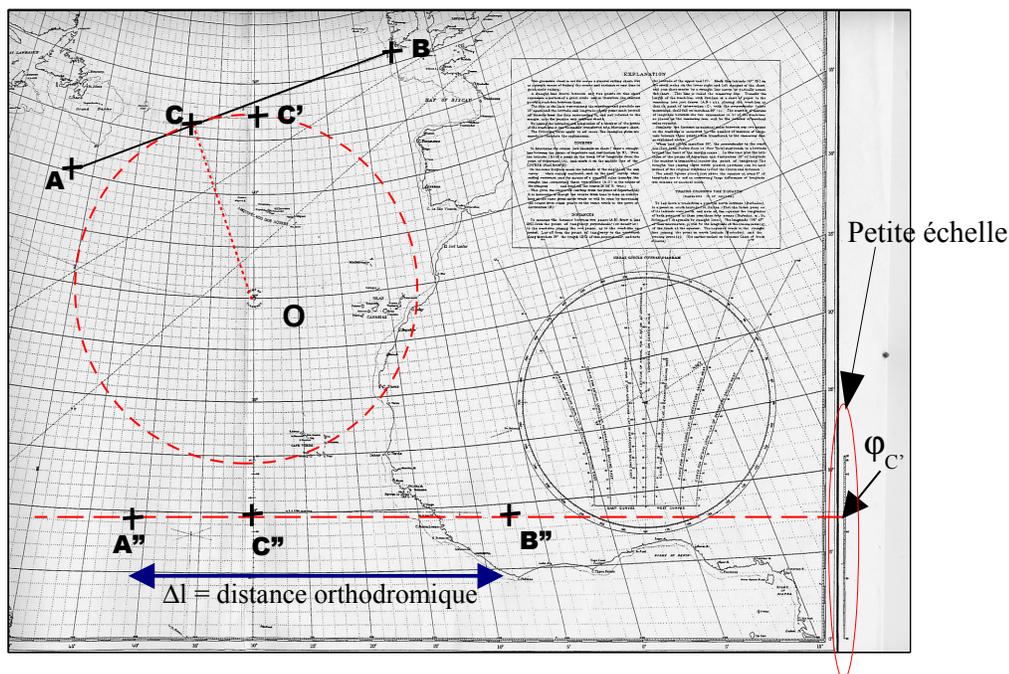
Différence de latitude :

$$l = 29^{\circ} 45' = 1785'$$

Distance orthodromique AB = 1785 milles marins.

Mesurer des distances par différence de longitude

- Joindre les points de départ A et d'arrivée B par une droite.
- Du point de tangence O abaisser la perpendiculaire OC à la route.
- Tracer le cercle (O, OC) ; le cercle (O, OC) coupe le méridien passant par O en un point C'.
- Lire la latitude du point C'.
- Sur le méridien passant par O, il existe une échelle de latitude secondaire ; porter le point C" sur cette échelle secondaire à la latitude de C'.
- En utilisant les petites échelles de latitude dans les marges droite et gauche de la carte, tracer une droite à la latitude de C' ; cette droite s'appelle *droite de mesure*.
- Reporter les distances CA et CB sur la droite de mesure à partir du point C" : CA = C"A" et CB= C"B"
- Le nombre de minutes de longitude séparant les extrémités A" et B" du trajet ainsi disposé sur la droite de mesure, donnera la distance demandée (exprimée en milles marins).



Remarques :

- Quand on reporte sur le méridien central la perpendiculaire OC au trajet, le point C" obtenu peut se trouver à une latitude non comprise dans les limites des échelles marginales. Dans ce cas transporter les points de départ et d'arrivée, en conservant les latitudes, vers le méridien central, de 10° de longitude (par exemple). La droite reliant les nouvelles positions ainsi reportées peut être utilisée à la place du trajet original, pour le calcul de la distance et de l'angle de route.
- Les chiffres inscrits en petits caractères le long de l'équateur permettent une conversion rapide des degrés de longitude en minutes.

Exemple :

Latitude du point C' $\phi_{C'} = 47^{\circ}25'N$

Longitude du point A" $G_{A''} = 041^{\circ} 10' W$
 Longitude du point B" $G_{B''} = 011^{\circ} 27' W$
 Différence de longitude $g = 029^{\circ} 43'$

Distance orthodromique $AB = 1783$ milles marins.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.1 – 10/10
A. Charbonnel	UTILISATION DES CARTES AMERICAINES <i>GREAT CIRCLES</i>	3/3

MESURER DES ANGLES DE ROUTE.

Mesurer des angles de route avec le diagramme

- Pour obtenir la route à suivre, il faut noter la latitude du point D situé à 5°, 20° ou 30° de longitude du point A (point de départ, dans notre exemple, ou dernier point observé, en cours de traversée). Reporter cette valeur en D' sur le diamètre vertical du diagramme.
- Sur l'une des courbes 5°, 20° ou 30° (selon le point choisi sur le trajet si on fait route à l'ouest - courbes de droite - ou Est - courbes de gauche -) pointer en A' la latitude du point de départ A. Tracer la droite A'D'.
- En utilisant une règle-rapporteur, lire la route à suivre.
(Il est également possible de tracer, par le centre du diagramme, un rayon parallèle à A'D' ; ce rayon permet de lire directement la route à suivre à la périphérie).

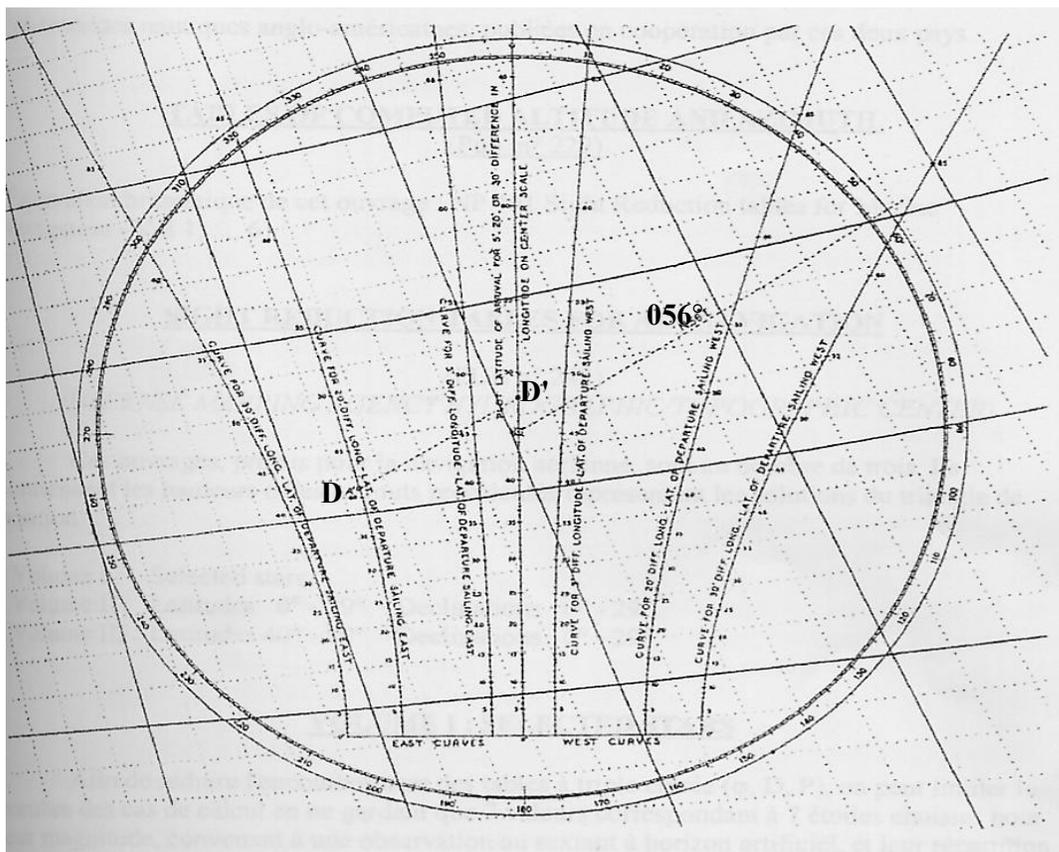
Exemple :

Latitude du point de départ A $\varphi_A = 40^\circ 40' N$

Latitude du point D ($G_D = G_A + 20^\circ$) $\varphi_D = 48^\circ 00' N$

Utiliser la courbe - différence de longitude 20°,
- navigation vers l'Est.

Angle de route à suivre au départ : 056°



Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »

hors illustrations (propriété de leurs auteurs)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0b – 10/10
A. Charbonnel	MODE D'EMPLOI DE L'ABAQUE ORTHODROMIQUE 101N	1/1

GENERALITES

Le graphique 101N s'utilise en superposition du planisphère 101H ou 102H pour déterminer les routes orthodromiques.

Il comporte 3 réseaux de courbes :

- le **réseau de courbes en noir** correspond aux routes orthodromiques. Ces courbes sont repérées par une cote égale à l'azimut sous lequel l'orthodromie coupe l'équateur. Cette cote est aussi égale à la colatitude du vertex de l'orthodromie ;
- le **réseau de courbes en rouge** correspond aux distances parcourues sur l'orthodromie, comptées en degrés à partir de l'équateur ;
- le **réseau de courbes en bleu** donne l'azimut de l'orthodromie en chaque point de celle-ci.

TRACÉ DE L'ORTHODROMIE ENTRE 2 POINTS CONNUS

1. Marquer sur le planisphère 101H ou 102H les points P1 ou P2 de départ et d'arrivée.
2. Poser le calque sur le planisphère :
 - le haut de l'abaque vers le Nord ;
 - soit recto, soit verso selon la direction de l'orthodromie ;
 - les droites équatoriales du calque et du planisphère superposées.
3. Faire glisser le graphique latéralement de façon à amener P1 et P2 sous une même courbe du réseau noir (ou sous une courbe interpolée de ce réseau).

Pour reporter la courbe sur le planisphère, on interpose une feuille de papier à décalquer et on la suit à vue avec une pointe ou un crayon. On peut aussi piquer un certain nombre de ses points et les relier par un trait.

DISTANCE ORTHODROMIQUE

On lit les cotes des 2 points par rapport aux courbes rouges. La différence de ces nombres exprime leur distance en degrés.

ANGLE DE ROUTE OU AZIMUT EN UN POINT DE L'ORTHODROMIE

L'angle de route en un point quelconque de l'orthodromie se détermine :

- soit à l'aide d'une règle CRAS, en la plaçant tangente en ce point à l'orthodromie.
- soit à l'aide du réseau de courbes bleues, par détermination de la courbe de ce réseau qui passe par le point donné : sa cote est égale à l'azimut cherché à 180° près.

ENSM Le Havre	HISTOIRE – LA PIRATERIE	V1.0b – 10/10
A. Charbonnel	RACKHAM LE ROUGE – ANN BONNY & MARY READ	1/1

RACKHAM LE ROUGE – MARY READ ET ANN BONNY



John Rackham, aussi connu sous le nom de Calico Jack en raison de ses préférences vestimentaires, était un pirate ayant une réussite modérée, mais il est principalement connu pour son association avec deux femmes pirates.

Plutôt que d'attaquer de riches vaisseaux, Rackham préférait attaquer avec des petits sloops des commerçants et des pêcheurs locaux.

Quant à Mary Read, élevée et travestie dès son enfance en garçon pour des obscures raisons d'héritage, elle voit dans la piraterie une nouvelle aventure ; d'ailleurs, le combat elle connaît : elle a été soldat et a quitté l'armée après s'être mariée avec un camarade de chambrée (ce qui fit grand scandale).

Les deux filles, déguisées en garçons, tombent amoureuses l'une de l'autre, chacune sachant bien évidemment qu'elle-même est une femme mais croyant que l'autre est un garçon. Quand elles s'en aperçoivent, elles décident de rester solidaires dans un amour commun pour Rackham le Rouge...

C'est en 1718 que commence la légende de Rackham. Rackham est alors bosco sur le navire pirate d'un certain Charles Vane ; au prise avec un navire guerre français, Charles Vane décide de battre en retraite... Ceci n'est pas du goût d'une partie de l'équipage ; le lendemain Rackham affronte son commandant et le traite de trouillard... Ce coup d'éclat, vaut à Rackham d'être élu nouveau commandant par l'équipage : l'ancien commandant et ses partisans sont aussitôt débarqués dans un canot. La journée n'est pas terminée, que Calico Jack a déjà pillé plusieurs petits navires. Rackham continue ses pillages en Jamaïque et en océan Indien.

En 1719, deux matelots de valeur rejoignent l'équipage de Rackham le rouge : il s'agit d'Ann Bonny puis de Mary Read, toutes les deux se faisant passer pour des garçons.

Pour Ann Bonny, c'est pour l'amour de Rackham qu'elle s'embarque dans l'équipage en se travestissant ; elle abat le même travail au combat que les autres matelots, si ce n'est qu'elle s'éclipse de temps en temps avec le commandant pour élaborer des tactiques (ce qui est d'ailleurs vrai, mais n'est pas l'unique raison !).

En août 1720, Rackham et une dizaine d'hommes vole le William, un sloop mouillant dans le port de Nassau... Ce vol déclenche la fureur du gouverneur qui envoie deux navires armés à sa poursuite

C'est en octobre que Rackham se fait surprendre au mouillage. Il essaie de s'échapper au navire bien armé qui l'attaque en mettant les voiles, mais c'est peine perdue : il est sommé de se rendre. Seules Ann Bonny et Mary Read continuent à se battre pendant que les reste des pirates, Rackham compris, se rendent sans combattre.

Au mois de novembre, Rackham et 11 hommes d'équipages sont condamnés à la pendaison en Jamaïque.

Avant de mourir Rackham revoit Ann Bonny qui lui dit alors «qu'elle est désolée de le voir là, mais que s'il avait combattu comme un vrai homme, il n'aurait pas à être pendu comme un chien ». Ann Bonny et Mary Read font l'objet d'un autre procès : Anne Bonny échappe à la corde, sa famille influente est intervenue en sa faveur : elle est condamnée à la prison. Quant à Mary Read elle échappe à la corde car elle est alors enceinte (de Rackham ?)... et après elle disparaît...

BIBLIOGRAPHIE/SOURCES

- *Histoire de la piraterie* – St Malo - édition de l'Ancre de Marine
- Jean Francois Deniau - *Dictionnaire amoureux de la mer* – Edition Plon
- <http://perso.club-internet.fr/jpernot/dossiers/pirates/>
- <http://tinpan.fortunecity.com/lennon/897/rackam.html>
- <http://www.rochedalss.qld.edu.au/pirates/>

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »
hors illustrations (propriété de leurs auteurs)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.1c – 07/11
A. Charbonnel	TP CARTES ET ORTHODROMIE	1/5

Travail préparatoire au TP :

- Lire le support "Synthèse sur les projections cartographiques".
- Réaliser l'atelier 0.



Zef émérite, vous avez suivi avec passion les performances de vos aînés dans la route du Rhum.

Bien décidé à vous lancer vous aussi dans les traversées transocéaniques et à quitter le comptoir (maritime ou autre) de St Malo pour les Antilles, vous embarquez sur le Sirius, navire basé à Brest ($48^{\circ}23,5' N / 04^{\circ}29' W$) qui a pour mission archéologique de retrouver l'île de Rackam Le Rouge (présumée à la position $20^{\circ}27' N / 68^{\circ} 32' W$).

Zef consciencieux et cultivé, vous décidez de préparer cette mission.

Pour l'aspect navigation vous vous plongez dans les cartes.

Pour l'aspect culturel, vous relisez vos classiques relire *Le secret de la Licorne* et *Le Trésor de Rackam le Rouge* (pour vos soirées)

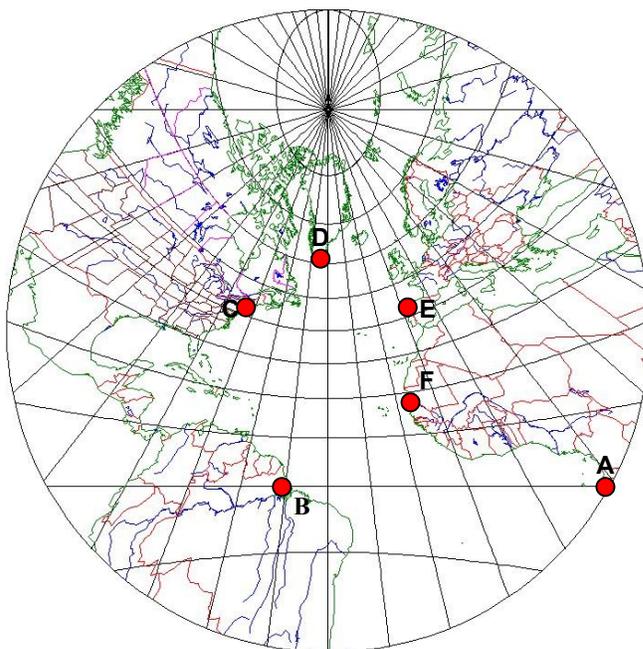
Atelier 0 : Connaître les projections et notions de distorsion

Rappel :

- **une route orthodromique est un arc de grand cercle du globe,**
- **un grand cercle est représenté sous forme de droite dans une projection orthodromique**

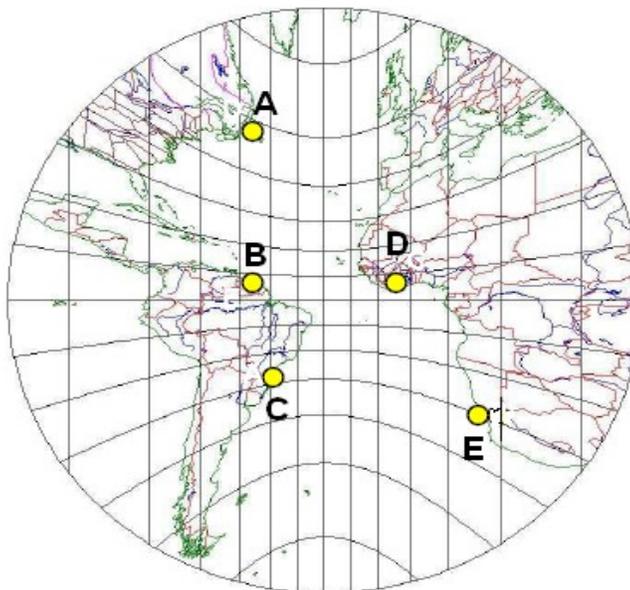
Projection gnomonique oblique

1. Dessiner un schéma de la projection (globe, plan de projection).
2. Indiquer si on peut repérer le point de tangence sur la carte ci après.
3. Indiquer si cette une projection est orthodromique.
4. Indiquer quel est le tout premier intérêt d'une projection orthodromique.
5. Tracer les routes orthodromiques entre les binômes de points suivants : (A,B), (B,F), (B,D) et (C,E).
6. Expliquer pourquoi la route orthodromique entre A et B se fait à latitude constante ; Indiquer s'il en est de même pour le trajet orthodromique entre E et C ? Pourquoi ?



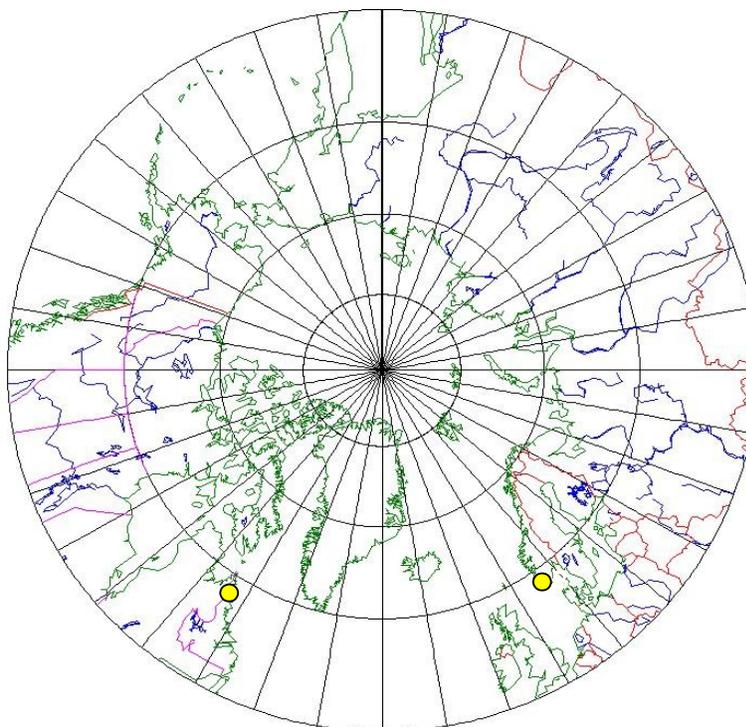
Projection de Hilleret : projection gnomonique méridienne

7. Faire un schéma de la projection (globe, plan de projection).
8. Déterminer si cette projection est orthodromique.
9. Tracer les routes orthodromiques entre les binômes de points suivants : (A,B), (C,E), (C, E).



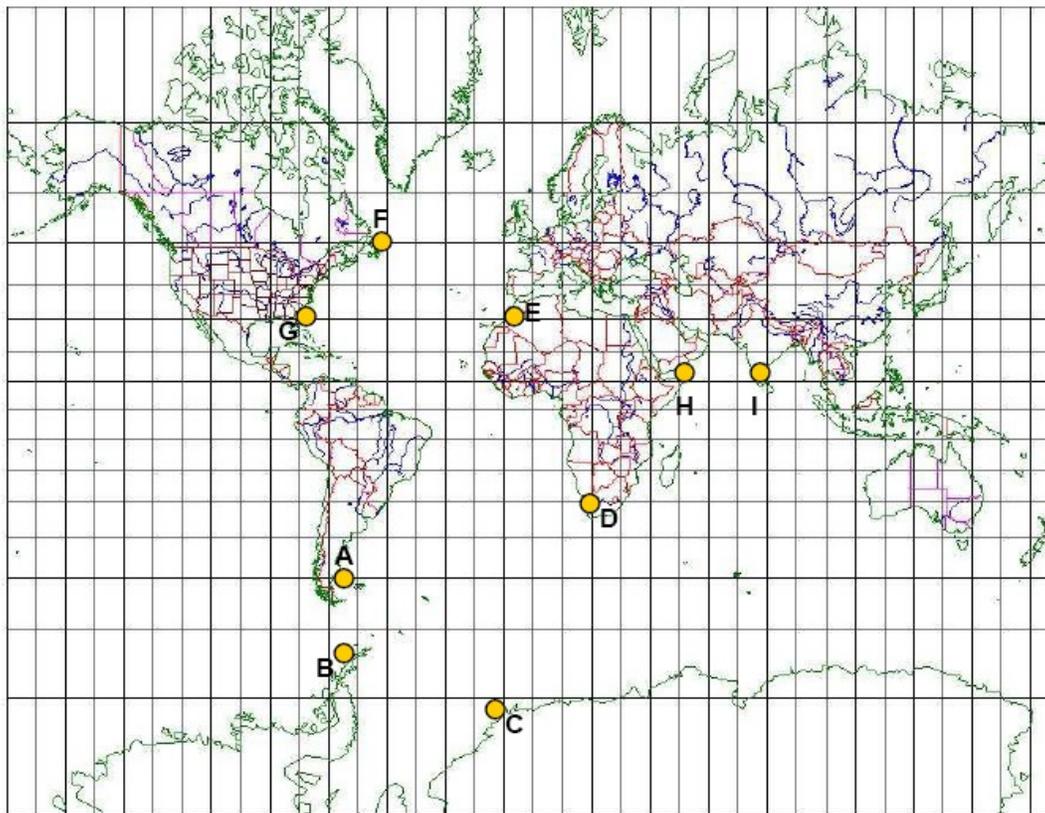
Projection de Gernez (projection gnomonique polaire)

10. Indiquer quelle est l'utilisation des cartes de Gernez.
11. Indiquer quelles sont les limitations de ces cartes.
12. Déterminer ce qu'est une carte orthodromique.
13. Tracer la route orthodromique entre A et B.
14. Vous voulez éviter les glaces qui dérivent au-dessus du 60°. Tracer une route mixte pour rester en dessous du 60°N.



Projection de Mercator

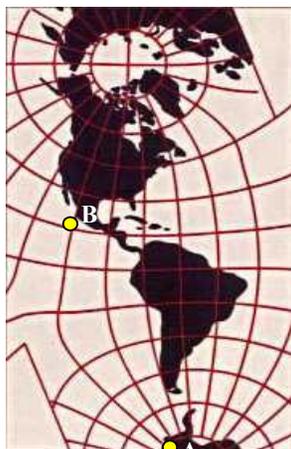
15. Tracer l'allure des routes orthodromiques entre les binômes de points suivants : (A,B), (A,C), (C,D), (D,G), (E,G), (E,F), (H,I).



Projections stéréographiques et orthographiques

16. Déterminer à quelle famille de projection les projections stéréographiques et orthographiques appartiennent.
17. Indiquer dans quels types de navigation ces cartes peuvent être utilisées.

Projection exotique : projection bipolaire conique

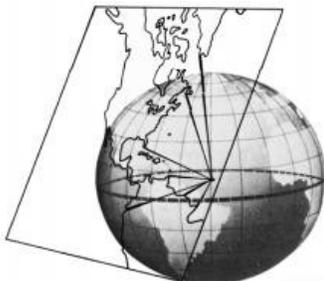


18. Tracer la route orthodromique entre A et B

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.1c – 07/11
A. Charbonnel	TP CARTES ET ORTHODROMIE	4/5

Atelier 1 : Utiliser les cartes américaines, great circle sailing charts

Pour vous entraîner, vous préparez la navigation transocéanique entre Brest (48°23,5 N / 04°29' W) et la position présumée de l'île (20°27' N / 68° 32' W) avec les documents à votre disposition.



1. Déterminer la projection utilisée pour établir cette carte. Expliquer le principe de cette projection.
2. Tracer la route orthodromique entre Brest et l'île.
3. Déterminer la distance en utilisant la méthode des différences de latitudes ou des longitudes.
4. Déterminer graphiquement l'angle de route initiale.
5. Comparer les résultats avec les résultats par calculs orthodromiques.

Atelier 2 : Utiliser les cartes gnomoniques anglaises

Pour vous entraîner, vous préparez la navigation transocéanique entre Brest (48°23,5 N / 04°29' W) et la position présumée de l'île (20°27' N / 68° 32' W) avec les documents à votre disposition.

1. Faire un schéma de la projection (globe et surface de projection).
2. Choisir la carte qui vous permet de déterminer graphiquement le cap à prendre à tout moment.
3. Tracer la route orthodromique.
4. Définir le cap du navire lorsque celui-ci passe à longitude des îles suivantes :
 - Madère,
 - les Bermudes,
 - St Miguel de l'archipel des Açores,
 - Flores de l'archipel des Açores.
5. Définir le point de tangence de la carte.
6. Tracer sur un canevas de Mercator la route que vous allez suivre.

Atelier 3 : Utiliser la planisphère

Pour vous entraîner, vous préparez la navigation transocéanique entre Brest (48°23,5N / 04°29'W) et l'île (20°27'N / 68° 32'W) sur cette carte.

1. Tracer la route loxodromique.
2. Tracer la route orthodromique (à partir des 3 principaux points que sont le point de départ, d'arrivée et le vertex en utilisant la règle Cras en flexion).
3. Mesurer la distance loxodromique.

Avec l'abaque 101,

4. Vérifier le tracé réalisé.
5. Déterminer la distance.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.1c – 07/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>TP CARTES ET ORTHODROMIE</i>	5/5

Atelier 4 : Utiliser la carte conforme de la route du rhum (cylindrique oblique)

Pour vous entraîner, vous préparez la navigation transocéanique entre Brest (48°23,5N / 04°29'W) et l'île (20°27'N / 68° 32'W).

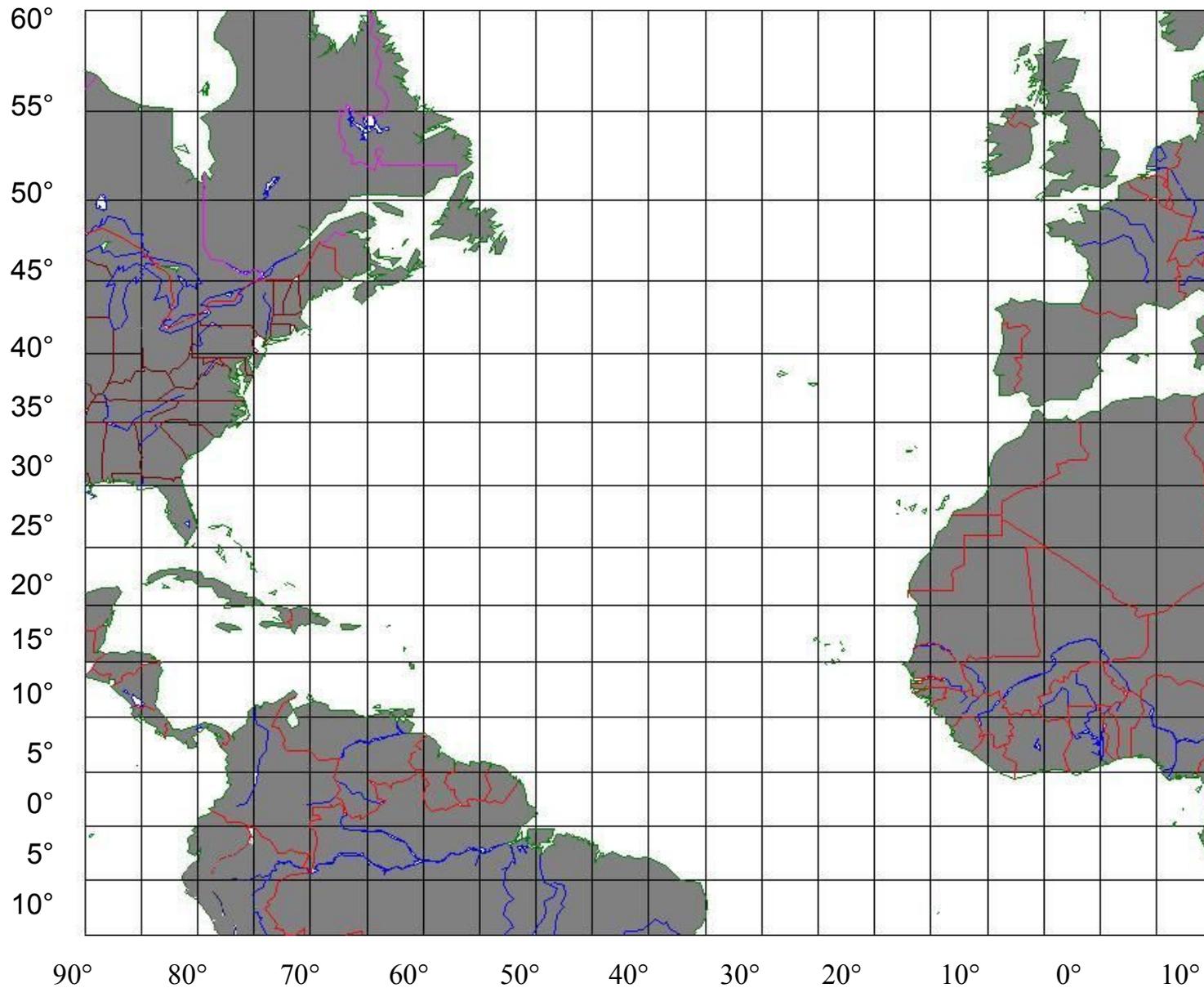
1. Dessiner un schéma représentant cette projection.
2. Tracer la route orthodromique.
3. Déterminer la distance.
6. Définir le cap du navire lorsque celui ci passe à longitude des îles suivantes :
 - Madère,
 - les Bermudes,
 - St Miguel de l'archipel des Açores,
 - Flores de l'archipel des Açores.
7. Définir le point ou la droite de tangence de la carte.
8. Tracer sur un canevas de Mercator la route à suivre.

Atelier 5 : Révision - Exploiter le radar (cf. TP 1^{ère} année)

1. Réaliser le réglage du radar.
2. Expliquer les critères de réglages.
3. Interpréter l'image.
4. Expliquer l'action de chaque réglage.

Nom :

Classe :



Chapitre 4

Pilot charts et cartes des fuseaux horaires

Sommaire

Pilots charts	69
Temps et fuseaux horaires	73
Histoire des pilotes charts : de Franklin à Maury	77
TP sur les pilotes charts et fuseaux horaires	79

Objectif général :

- Utiliser les cartes des fuseaux horaires et les pilot-charts.

Objectifs opérationnels :

- Déterminer les décalages horaires entre deux points.
- Déterminer le jour et l'heure d'arrivée (ETA) en un lieu connaissant la date/heure de départ et vitesse de traversée.
- Savoir lire sur une pilot-chart : les vents, la hauteur des vagues, les courants, la déclinaison magnétique, les lignes de sonde, glaces.
- Savoir lire les cartouches des pilot-charts (coups de vent, cyclones, dépressions, isobares, visibilité, température de l'air et de la surface de la mer).

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V 1.1b – 07/11
A. Charbonnel	LES PILOTS CHARTS	1/3

INTRODUCTION

Les *PILOT CHARTS* fournissent sous forme graphique, pour un mois donné, les conditions météorologiques et océanographiques moyennes dans une région donnée.

Ces cartes ont pour objectif de permettre au navigateur de choisir les routes les plus rapides et les plus sûres en fonctions des conditions de vents et de courants du moment.

Le service hydrographique des États-Unis et celui de l'Allemagne sont les seuls organismes à produire des Pilot Charts.

Les *pilot charts* américaines sont éditées chaque trimestre pour les trois derniers mois ou sous forme d'atlas pour l'année passée, par la National Imagery Mapping Agency (NGA) des États-Unis.

Pilot charts	Etats Unis	Allemagne
Océan Atlantique Nord	X	X
Océan Atlantique Sud	X	
Océan Indien	X	X
Océan Pacifique Nord	X	
Mer des Caraïbes	X	
Golfe du Mexique	X	

DESCRIPTION

Les principaux éléments

LES VENTS,

Les vents sont repérés sur une rose, de couleur bleue, selon les huit directions du cadran.

- Chaque carreau de cinq degrés de côté contient une rose.
- **La longueur** de chaque flèche, mesurée à partir de l'extérieur du cercle, donne le pourcentage d'observations pour lesquelles le vent a soufflé de cette direction. Ce chiffre se lit sur une échelle graphique située sur la carte. Quand la flèche est trop longue pour être représentée (> 29%), le pourcentage est directement inscrit.
- **Le nombre de barbules** indique la force du vent, mesurée selon l'échelle Beaufort. Quand la flèche est trop courte, les barbules sont dessinées près de son extrémité.
- **Le nombre affiché au centre** du cercle donne le pourcentage des vents calmes.

HAUTEUR DES VAGUES,

Les gros traits **rouges** sur la carte indiquent le pourcentage de vague d'une hauteur supérieure à 12 pieds (soit environ 4 mètres).

COURANTS,

Les courants sont représentés par des flèches **vertes** :

- la **flèche** indique la direction approximative moyenne du courant,
- le **chiffre** sur la flèche indique la vitesse moyenne du courant en nœud.

1.5
—————

(informations nombreuses)

0.5

(informations peu nombreuses ou courant de surface
ou
zone où le vent peut influencer fortement le courant)

ROUTES,

Les routes sont représentées en **noir** sur la carte, et donnent les plus courtes distances normalement praticables durant le mois de la carte en indiquant la distance entre deux points ainsi que la latitude et la longitude des points tournant. Néanmoins des conditions météorologiques anormales peuvent amener les navires à modifier leur route (par exemple plus Sud pour parer les glaces).

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V 1.1b – 07/11
A. Charbonnel	LES PILOTS CHARTS	2/3

DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE

Les lignes isogoniques sont tracées en **gris**. La valeur annuelle est portée sur chacune **des lignes grises**.

LIGNE DE SONDE

La ligne de sonde des 100 brasses (soit environ 200 mètres) est représentée **en traits pointillés noirs**.

GLACES

L'on peut également rencontrer les symboles suivants sur les pilot charts :

ooooo	: limite minimale de la glace	Pour le mois
www	: limite maximale de la glace	
- - -	: Berg limite maximale des icebergs	
△	: Berg	aperçus exceptionnellement
○	: Growler (<1m x 5m)	

Éléments du 1^{er} Cartouche

COUPS DE VENT

Les chiffres en **rouge**, au centre de chaque carreau de 5° de côté, donne le % de fois où l'on a observé un vent > ou = à 8 Beaufort.

0 signifie que le nombre de fois où le vent était > ou = à 8 est très faible mais pas impossible.

CYCLONES

Les déplacements des ouragans ou tempête tropicale sont représentés par des tracés **verts** (seulement pendant la saison).

DÉPRESSIONS

Les principales routes suivies par les dépressions sont représentées par des traits **rouges** ; les routes secondaires sont représentées par des pointillés.

ISOBARES

La moyenne barométrique pour le mois est représentée en trait **bleu** tous les 2,5 millibars.

Éléments du second cartouche

VISIBILITÉ

Les traits **bleus** délimitent les zones où la visibilité est < à 2 M, en indiquant le % de ces observations.

TEMPÉRATURE DE L'AIR

Les isothermes, en **rouge**, sont portées tous les 2° C.

TEMPÉRATURE DE LA MER EN SURFACE :

Verts, les isothermes sont portées tous les 4° C.

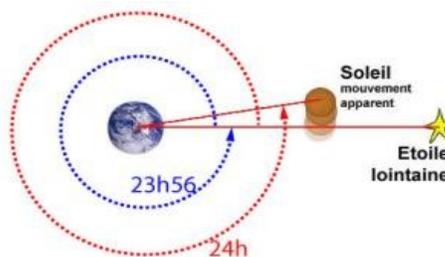
LES ÉCHELLES DE TEMPS

Temps universel (UT)

Cette échelle de temps est constituée à partir de la rotation diurne de la Terre. C'est un temps astronomique.

UT	<p>24 h = une rotation de la terre sur elle même.</p> <p>⇔</p> <p>1 s = 1/86 400 du jour solaire moyen.</p>
-----------	---

Illustration 1 : Jour solaire



Mais on s'est aperçu que la Terre ralentissait en constatant que la Lune s'éloignait de la Terre d'une manière qui n'était pas en accord avec les calculs théoriques.

La rotation de la Terre est ralentie à cause des pertes d'énergie dues aux effets de la marée. Ce ralentissement est évalué à une dizaine de millisecondes par siècle.

Cette échelle de temps n'étant pas uniforme, on a donc cherché une autre échelle de temps.

Nota : une deuxième définition (à partir de la révolution de la terre) a été adoptée pour définir le temps universel.

Le temps international atomique (TAI)

Le Temps atomique international est un temps stable basé sur l'observation de transitions atomiques. C'est un temps mathématique.

TAI	<p>24 h = un nombre défini de périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133</p> <p>⇔</p> <p>1 s = 9.192.631.770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133</p>
------------	---

C'est en 1955 que le premier étalon de fréquence fut construit par L. Essen et J. Parry du National Physical Laboratory de Londres. Ces premiers travaux ouvrirent la voie à une nouvelle définition de la seconde qui vit le jour en 1967.

L'utilisation du Temps atomique international, très stable, va entraîner un décalage avec le temps universel (qui rappelons le se décale d'une dizaine de millisecondes par siècle).

Cet état de fait amènerait au bouts de x millénaires à avoir un décalage entre le midi TAI et le midi UT... Ce qui serait peu confortable (midi TAI pourrait avoir lieu à minuit solaire!).

Pour cela on a inventé le temps universel coordonné (UTC) qui fait le lien entre le TAI et UT et est l'échelle de temps utilisée dans notre vie.

Le temps universel coordonné.

Le temps universel coordonné est un temps atomique, mais recalé de temps en temps pour rester en phase avec l'UT : une seconde est ajoutée de temps en temps le 31 décembre ou le 31 juillet, selon les variations de la rotation de la Terre, pour que l'échelle de temps atomique utilisée ne s'écarte pas de plus d'une seconde du temps astronomique qu'est le temps universel.

Cette échelle de temps atomique modifiée par l'ajout régulier d'une seconde s'appelle le Temps universel coordonné.

UTC	UTC = TAI + n secondes
------------	-------------------------------

Au 1er janvier 1999 (dernier recalage effectué) la différence entre TAI - UTC = 32 s.

LES DIFFÉRENTS TEMPS UTILISÉS

Le temps universel (UT / T_{cp} / T_{co})

Le temps universel (UT) est l'heure au méridien origine (Greenwich). C'est l'heure de référence en astronomie. On utilise parfois à la place du sigle UT les sigles T_{cp} (temps civil au méridien premier) ou T_{co} (temps civil au méridien origine).

$$T_{cp} = T_{co} = UT$$

Nota : Dans la marine marchande, il est courant d'utiliser dans les calculs nautiques le terme T_{co} pour les heures rondes et T_{cp} pour les heures non rondes, mais rigoureusement T_{cp} et T_{co} représente la même entité.

Le temps fuseau

Pour faciliter les changements d'heure pour les voyageurs, il a été défini des "fuseaux horaires".

La Terre a été divisée en tranches horaires de 15° de longitude allant du fuseau 0 (Z) au fuseau +12(Y) vers l'ouest et au fuseau -12(M) vers l'est.

Le temps du fuseau (T_{cf}) est l'heure unique d'un fuseau horaire.

$$UT = T_{cp} = T_{cf} + f$$

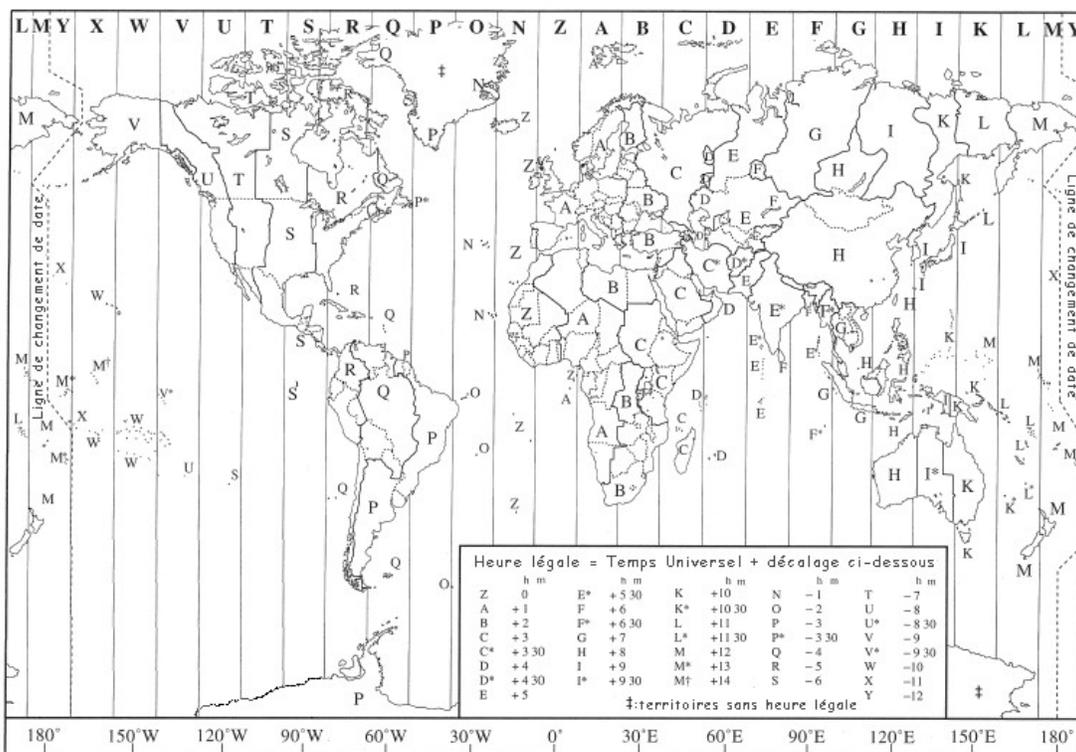


Illustration 2 : Carte des fuseaux

Remarques :

- Il n'existe pas de fuseau J car ce phonème n'est pas traduisibles dans toutes les langues.
- Le premier fuseau est centré sur le méridien de greenwich (7,5E - 7,5°W).

Le temps légal / temps en usage

Chaque pays définit son heure légale ou standard généralement comme l'heure du fuseau horaire dans lequel se situe en majeure partie le pays et décalée d'un nombre entier d'heures.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0a – 07/11
A. Charbonnel	LE TEMPS ET LES FUSEAUX HORAIRES	3/4

Temps légal / standard = TU + n (n positif ou négatif)

Remarques :

- Les pays très étendus en longitude adoptent plusieurs heures légales (par exemple aux USA, il y a 7 heures légales : Atlantique, Est, Central, Montagne, Ouest, Alaska et Hawaï, avec deux variantes : l'heure standard applicable en hiver et l'heure "de la lumière du jour" qui correspond à notre heure d'été puisqu'on l'applique en été en ajoutant une heure à l'heure standard).
- Certains territoires comme le Groenland ou l'Antarctique n'ont pas d'heure légale propre : le Temps Universel y est donc utilisé.
- Tous les pays n'ont pas adopté un décalage d'un nombre entier d'heures avec le Temps Universel comme l'Inde qui a adopté 5 h 30 min.
- Les pays adoptant une heure d'été ajoutent une heure au décalage ci-dessous pour leur période d'été.

LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE

L'existence de fuseaux horaires entraîne l'existence d'une "ligne de changement de date".

En allant vers l'Est, le Soleil va se lever plus tôt et donc, pour obtenir les heures locales on va ajouter une heure, puis deux, puis trois au temps universel en se déplaçant vers l'Est.

En allant vers l'Ouest ce sera le contraire : on retirera des heures au temps universel pour que midi reste à 12 heures...

Donc en allant vers l'Est on ajoute des heures : on arrive à la ligne de changement de date quand on a ajouté douze heures.

Par contre en utilisant le temps universel tout le monde est à la même heure et à la même date en temps universel, il n'y a donc rien à rajouter ou retrancher.

En utilisant les heures Tcf

- Franchissement du méridien 180° en route à l'est : retrancher un jour
- Franchissement du méridien 180° en route à l'ouest : rajouter un jour

En utilisant les heures UT /Tcf :

**Le changement de date se fait de manière transparente ;
il n'y a pas à rajouter ou retrancher de jours.**

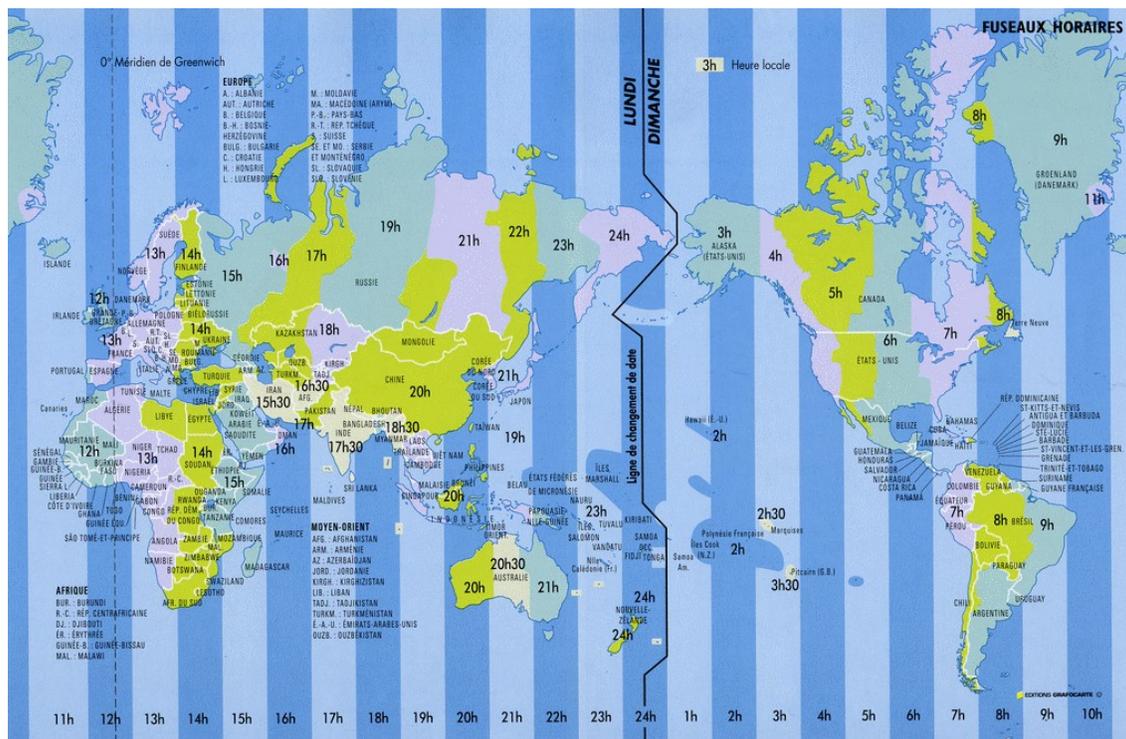


Illustration 3 : Les fuseaux horaires

RESSOURCES

Ressources internet

Astronomie pour l'IUFM : Les échelles de temps

http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section1/page4/section1_6_1_4.html

Astronomie pour l'IUFM : Ligne de changement de date

http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section2/page8/section1_6_2_8.html

Crédit graphique

Illustration	Source
Illustration 1: Jour solaire	ASM - http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section1/page2/section1_6_1_2.html
Illustration 2: Carte des fuseaux	http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section2/page7/section1_6_2_7.html
Illustration 3: Les fuseaux horaires	http://www.i-voyages.net/artzone/fuseaux_horaires.gif

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »

hors illustrations (propriété de leurs auteurs)

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0b – 07/11
A. Charbonnel	<i>L'HISTOIRE DES PILOTS CHARTS : DE FRANKLIN À MAURY</i>	1/1

Les *Pilot Charts* fournissent sous forme graphique, pour un mois donné, les conditions météorologiques et océanographiques moyennes dans une région donnée.

Ces cartes ont pour objectif de permettre au navigateur de choisir les routes les plus rapides et les plus sûres en fonction des conditions de vents et de courants du moment. Leur réalisation est basée sur des moyennes réalisées à partir de données collectées pendant des années...

C'est un peu pour cela que les éditeurs des *Pilot Charts* ont été et sont toujours les USA : c'est en effet un américain qui s'est lancé le premier dans la collecte et le traitement de données climatiques massives sur les océans, M. Maury... Mais avant lui, c'est Benjamin Franklin lui-même qui avait réalisé la première carte...

BENJAMIN FRANKLIN : L'ÉBAUCHE DES PILOT CHARTS

L'une des premières cartes faisant apparaître des données météorologiques fut réalisée au XVIII^e par Benjamin Franklin ; Benjamin Franklin, en tant que receveur général des postes dans les colonies britanniques en Amérique du Nord, réalisa une carte du Gulf Stream à partir d'informations fournies par les maîtres d'équipage des baleiniers de Nouvelle Angleterre.

Cette première cartographie du Gulf Stream permit d'améliorer les services postaux entre l'Angleterre et les colonies britanniques de manière tangible : sur certaines routes, le temps de navigation fut réduit de plus de 14 jours !!

MAURY : L'INITIATEUR DES PILOT CHARTS MODERNES

Mais ce n'est qu'à partir de la seconde partie du XIX^e siècle, que se développent les pilot charts sous l'impulsion de Matthew Fontaine Maury.

Maury est marin dans l'US Navy.

En 1836, malheureusement (ou heureusement pour nous !), suite à un accident de diligence, Maury devient boiteux. Plus question pour lui d'embarquer : il se retrouve affecté en 1842 à Washington comme inspecteur des dépôts des cartes (autant dire un placard où il ne se passe rien !).

Mais notre homme n'est pas de tempérament à rester inactif ; il crée un formulaire d'observations synoptiques météo : ces camarades navigants font pour lui des relevés météorologiques selon son formulaire (vent, courant, etc.). Il exploite les milliers d'informations qui lui sont retournées et commencent à démontrer l'intérêt de ces relevés en réalisant des cartes à partir de ces données.

Il réussit alors à imposer son formulaire en 1843 à tous les navires de l'US Navy.

L'ensemble des informations collectées lui permet alors de réaliser les *pilot charts* sur des zones étendues qui s'avèrent très utiles...

Grâce à ces cartes, les temps moyens de traversée furent diminués de manière importante : la traversée de New York à la Californie via le cap Horn passa de 183 à 139 jours !

Du coup la Grande Bretagne et la France suivent le mouvement et adoptent aussi les fiches de relevés synoptiques sur leurs navires.

La notoriété et la volonté de Maury dans son travail fait qu'il réussit même à monter en 1853 une conférence internationale à Bruxelles sur les cartes de navigation (chose qu'aujourd'hui l'on serait bien en peine de réaliser !)...

Malheureusement, en 1861, c'est le début de la guerre de sécession et la fin de la brillante contribution de Maury à la cartographie maritime ; il rejoint les sudistes de Virginie et met son talent au service des armes.

Maury en effet délaisse la cartographie pour inventer la torpille électrique... Il croit dur comme fer que cette arme révolutionnaire donnera l'avantage à son camp. Mais sa torpille resta à l'état de prototype et ne fut pas utilisée par son camp...

Néanmoins son travail ne fut pas perdu pour tout le monde puisque sa torpille fut copiée par les Allemands qui en firent grand usage... pendant la guerre de 1914/1918 !

SOURCES

The American Practical Navigator - Bowditch 1995.

Conférence «les visions de la mer dans l'histoire : fantasmes et découvertes scientifiques» – Alain Grovel – novembre 2002 - Nantes.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0c – 07/11
A. Charbonnel	TP LES PILOTS CHARTS, FUSEAUX HORAIRES ET TRAVERSEES	1/2

Travail préparatoire au TP :

1. Lire le support sur les pilotes charts.
2. Lire le support sur les fuseaux horaires.
3. Revoir le GPS (principe, configuration..)
4. Revoir le compas magnétique (principe, régulation, exploitation).

Atelier 1 : Exploiter des pilot charts

Vous préparez votre traversée de Brest vers l'île de Rackham le rouge ($20^{\circ}27' N / 68^{\circ} 32' W$); vous vous plongez donc dans les pilot charts :

Pour le mois de _____ de l'année _____ :

1. Indiquer quel pourcentage de vague de hauteur maximale est on susceptible de rencontrer en faisant la route de Brest vers la position présumée de l'île de Rackham.
2. Donner la distribution des vents qui prévalaient en _____ et en _____ aux abords de la position présumée de l'île.
3. Déterminer quelles sont les vitesses et directions approximatives du courant dans cette zone au mois de _____.
4. Déterminer quel est le pourcentage de navires ayant essuyé des vents de force au moins égal à 8 dans cette zone pour ce mois ?
5. Indiquer si vous êtes vous dans une zone anticyclonique ou dépressionnaire à cette période de l'année.
6. Le gyrocompas tombe en panne alors que vous vous trouvez à la position $20^{\circ} N / 67^{\circ} 30' W$; vous devez utiliser le compas magnétique de secours. Le compas magnétique indique le cap compas 107° . Déterminer quel est le cap vrai (on négligera la déviation magnétique due au navire).
Après avoir recherché sans résultat l'île de Rackham, vous faites escale aux Bahamas pour faire réparer votre gyrocompas.
7. Vous en profitez pour aller à la plage et vous baigner... Déterminer quelle est la température probable de la mer et de l'air.

Après ces quelques jours au soleil, vous décidez de faire route sur New York avant de regagner l'Europe. De New York vous faites route sur la grande Bretagne :

8. Indiquer que si sur ce trajet on peut rencontrer des glaces.
9. Déterminer si on peut rencontrer des icebergs.

Atelier 2 : Exploiter du catalogue des publications

Lister publications utiles pour préparer votre traversée retour entre New York et Brest (cartes et ouvrages).

Atelier 3 : Exploiter des cartes de fuseau horaire

1. Dans quel document pouvez vous trouver la carte des fuseaux horaires ?
2. Quel est le décalage horaire entre New York et Brest ?

Finalement, vous décidez de faire le tour du monde avant de rentrer sur Brest, vous faites escale au Pérou à CALLAO

Vous appareillez de CALLAO (Pérou) ($\varphi_D = 12^{\circ} 03,0' S$ et $G_D = 077^{\circ} 10,0' W$) le 27 février 2003 à 21 h 30 min (heure locale) à la vitesse fond moyenne de 14,0 nœuds et décidez de faire route vers WELLINGTON (Nouvelle-Zélande) ($\varphi_A = 41^{\circ} 17,0' S$ et $G_A = 174^{\circ} 46,0' E$).

3. Déterminer la route fond et la distance loxodromique ;
4. Calculer le gain en milles (sachant que $M_0 = 5\,710,4$ milles) ;
5. Calculer l'E.T.A. à WELLINGTON (date et heure locales) en supposant que le commandant opte pour une loxodromie.

ENSM Le Havre	CARTOGRAPHIE	V1.0c – 07/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>TP LES PILOTS CHARTS, FUSEAUX HORAIRES ET TRAVERSEES</i>	2/2

Atelier 4 : Révision - exploiter le GPS (cf. TP 2^{ème} année)

1. Configurer le récepteur GPS de manière optimum.

Atelier 5 : Révision - régler le compas magnétique (cf. TP 1^{ère} année)

1. Vérifier le compas magnétique.
2. Réaliser quelques points de la courbe de régulation.
3. Réaliser des relèvement

Troisième partie

Navigation astronomique

Chapitre 5

Sextant

Sommaire

Sextant	85
Documents utilisés pour la navigation astronomique	95
TP sur le sextant	103

Objectif général :

- Effectuer les réglages du sextant.
- Mesurer un angle ou une hauteur à l'aide du sextant.
- Exploiter les mesures du sextant à l'aide de la documentation pour réaliser un point.

Objectifs opérationnels :

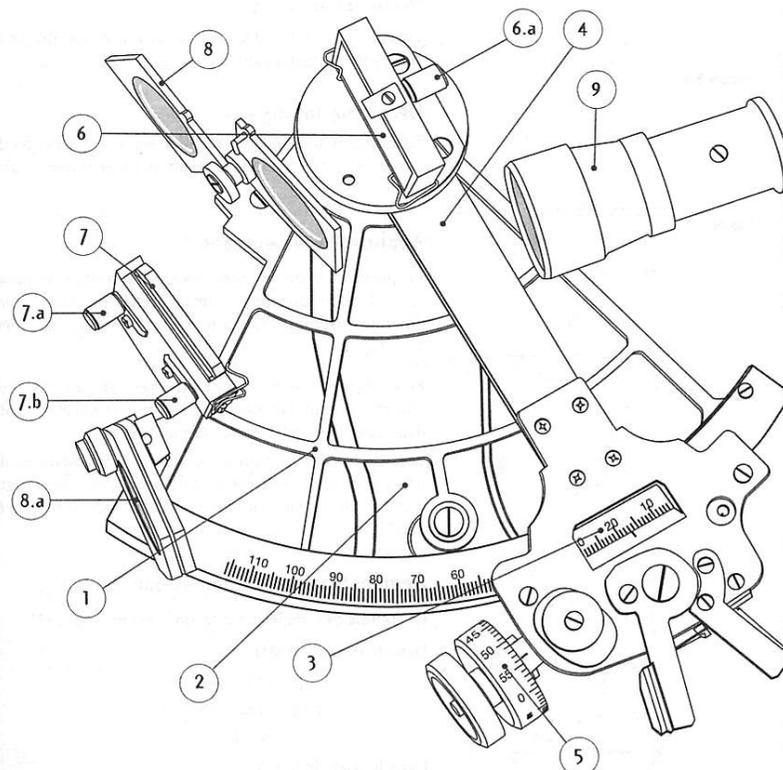
- Connaître et réaliser les réglages du sextant :
 - Vérifier le centrage de l'alidade et du limbe (présence d'excentricité ou non à la construction),
 - Vérifier le parallélisme de la lunette et du limbe,
 - Régler l'orthogonalité du grand miroir par rapport au limbe,
 - Régler le parallélisme et l'orthogonalité du petit miroir par rapport au limbe,
 - Régler le parallélisme du petit miroir par rapport au grand miroir,
 - Déterminer l'erreur de collimation.
- Effectuer des mesures avec un sextant :
 - Savoir lire les indications du vernier et du tambour,
 - Mesurer un angle en superposant l'image réfléchie et l'image directe.
- Exploiter les mesures du sextant :
 - Connaître et déterminer les erreurs du sextant (excentricité, collimation),
 - Déterminer les hauteurs vraies à partir de la hauteur instrumentale et des éphémérides nautiques,
 - Déterminer l'intercepte à partir de la hauteur instrumentale, des éphémérides nautiques et éventuellement des tables HO 249.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 01/11
A. Charbonnel	LE SEXTANT	1/10

PRÉSENTATION DU SEXTANT

Le sextant permet :

- d'obtenir la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon,
- de mesurer un angle entre deux amers.



Description du sextant

- Le bâti Corps du sextant sur lequel sont fixés tous les éléments du sextant.
En alliage en aluminium anodisé.
- La poignée Toujours prendre le sextant par la poignée.
- Le limbe Gradué en degré, vissé sur le bâti (en laiton).
- L'alidade Élément qui porte le grand miroir et pivote autour d'un axe situé en haut du bâti.
A sa base se trouve un repère de lecture des degrés sur le limbe, le tambour et le levier de débrayage.
- Le tambour Complète les indications du limbe en fournissant une mesure en minutes.
Un tour de tambour correspond à 1° sur le limbe ; gradué en minute d'arc.
- Le grand miroir Centré sur l'axe de rotation de l'alidade.
Sa perpendicularité au plan de l'alidade est réglable par la vis 6a.
- Le petit miroir Il est divisé en deux, une moitié étamée, l'autre transparente.
Il peut être réglé par deux vis, l'une pour la perpendicularité (7a) et l'autre pour le parallélisme (7b).
- Les filtres Utilisés pour éviter l'éblouissement du soleil.
- La lunette Généralement démontable :
Lunette de Galilée : qualité moyenne, répandue sur les petits sextants, grossissement x2, x4.
Lunette prismatique : grossissement x 6.
Lunette astrale destinée aux visées sur les étoiles, grossissement x8, x10.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 01/11
A. Charbonnel	LE SEXTANT	2/10

Le contrôle du sextant

Avant toute utilisation, il faut s'assurer que le sextant est correctement réglé en effectuant les opérations suivantes :

	Type d'opération	Fréquence
rectification	réglage de l'axe optique et des deux miroirs du sextant.	En début de voyage Erreur de collimation $>3^\circ$.
collimation	mesure de l'erreur résiduelle du sextant.	Avant chaque observation.

LA RECTIFICATION

Vérifier le centrage de l'alidade et du limbe

L'axe de rotation de l'alidade doit passer exactement par le centre du secteur de cercle du limbe, sinon il y a une erreur d'excentricité.

Cette erreur dépend de la construction du sextant.

Sur les sextants modernes de bonne qualité elle est négligeable ; si ce n'est pas le cas, les corrections à apporter pour compenser cette erreur sont indiquées dans le coffret du sextant.

Vérifier l'axe optique (pour information)

L'axe de la lunette doit être parallèle au plan du limbe.

Sur les sextants modernes, cette caractéristique est vérifiée à la construction ; il faut néanmoins savoir vérifier le parallélisme :

- Placer le sextant à plat.
- Poser à chaque extrémité du limbe les deux petites équerres fournies avec le sextant ;
- Tracer sur un mur situé à une trentaine de mètres un droite AB matérialisant l'arête supérieure des deux équerres
- L'image de la droite AB doit passer par le centre de la lunette ; sinon agir sur les vis fixées sur le collier porte-lunette.

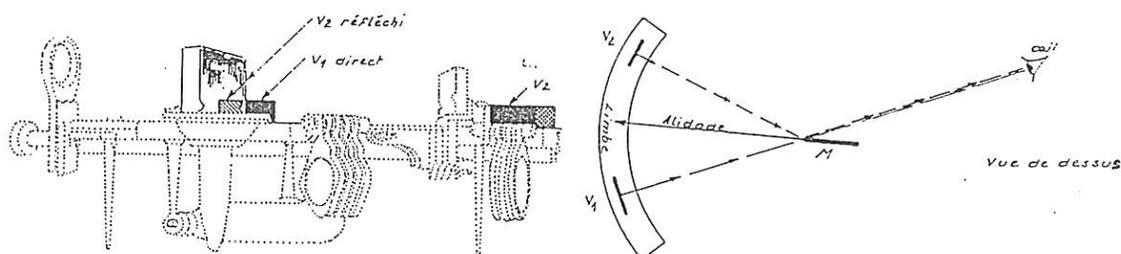
Régler le grand miroir

Le grand miroir doit être perpendiculaire au limbe.

Sur les sextants modernes, ce réglage est effectué en usine.

Méthode avec équerres

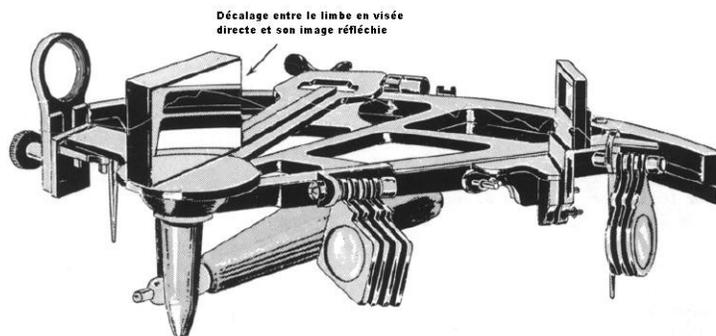
- Poser le sextant à plat.
- Placer les équerres aux extrémités du limbe.
- Placer l'œil près du grand miroir et tourner l'alidade de façon à voir en même temps les deux équerres, l'une en visée directe et l'autre en visée réfléchie.
- Le bord supérieur des équerres doit être exactement au même niveau, sinon agir sur la vis du grand miroir.



ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 01/11
A. Charbonnel	LE SEXTANT	3/10

Méthode sans équerre

Idem que précédemment en utilisant le bord du limbe à la place des équerres.



Régler le petit miroir

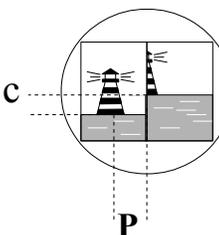
Le petit miroir doit être perpendiculaire au plan du limbe et parallèle au grand miroir.

NB : le parallélisme du petit miroir par rapport au grand miroir est appelé aussi collimation.

Mauvais réglage du petit miroir

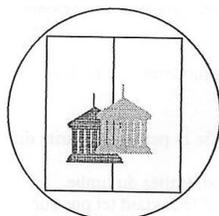
Si le petit miroir n'est pas correctement réglé, l'image directe et l'image réfléchie sont décalées : on peut alors observer des défauts de parallélisme (c) et de perpendicularité (p).

Pour supprimer ces défauts, on agit de proche en proche sur les deux vis de réglages.

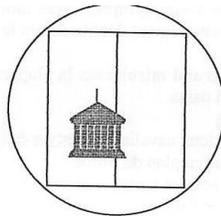


Méthode pour régler le miroir

1. Amener l'alidade à zéro.
2. Viser un amer éloigné, un astre ou à défaut l'horizon.
3. Si l'image directe et réfléchie sont confondues, le petit miroir est bien réglé ; sinon agir sur les deux vis du petit miroir.

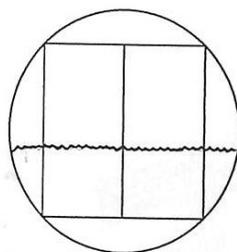


Petit miroir mal réglé

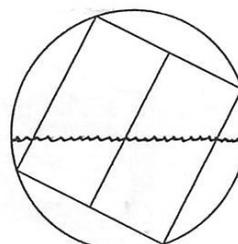
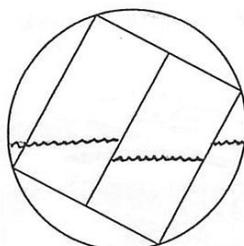


Petit miroir bien réglé

Attention si vous utilisez l'horizon pour régler, il faut incliner le sextant de 45° afin de faire apparaître un éventuel défaut de perpendicularité ("balancer" le sextant).



Petit miroir réglé verticalement, mais pas horizontalement!



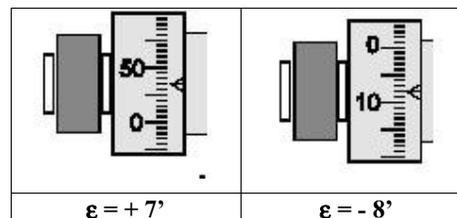
Petit miroir bien réglé

LA COLLIMATION

Si après rectification, l'image directe et l'image réfléchiée sont encore décalées sur le plan vertical, il faut déterminer l'erreur résiduelle de parallélisme (ou de collimation) pour pouvoir la prendre en compte dans les calculs de hauteurs par exemple.

Principe général de la mesure de l'erreur collimation

1. Viser un amer éloigné, un astre ou l'horizon.
2. Régler l'alidade de manière à avoir l'image directe et réfléchiée parfaitement confondues
3. Lire sur le tambour la valeur de l'erreur de collimation ϵ :
 - $\epsilon > 0$ si avant le zéro du tambour,
 - $\epsilon < 0$ sinon.

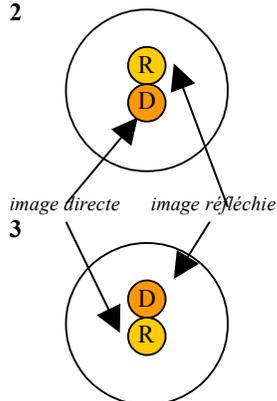


Le calcul de la hauteur de l'astre devra être corrigé de la collimation obtenue.

Collimation par le soleil

Pour déterminer de manière précise l'erreur de collimation avec le soleil, on procède comme suit :

2



1. Choisir des filtres pour éviter l'éblouissement.
2. Amener le bord supérieur de l'image directe en contact avec le bord inférieur de l'image réfléchiée ; la lecture est droite, elle est notée L_d .

3

3. Amener le bord inférieur de l'image directe sur le bord supérieur de l'image réfléchiée ; la lecture est gauche, elle est notée L_g .

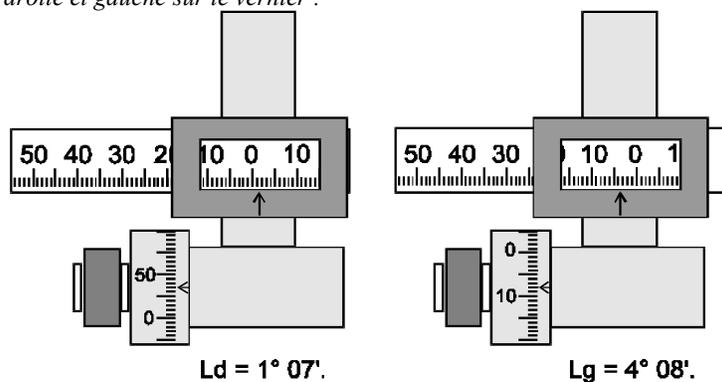
4. Calculer la collimation :

$$\epsilon = \frac{L_d - L_g}{2}$$

En comparant la valeur du $\frac{1}{2}$ diamètre du soleil donné par les éphémérides nautiques au jour d'observation à celle déterminée par la formule ci après, on peut déterminer l'erreur de mesure de l'observateur :

$$\frac{L_d + L_g}{4} = \frac{1}{2} \text{ diamètre du Soleil}$$

Exemple de lecture droite et gauche sur le vernier :



ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 01/11
A. Charbonnel	LE SEXTANT	5/10

UTILISATION DU SEXTANT

En navigation côtière

En navigation côtière, le sextant permet de déterminer une distance à partir d'un amer ou une position à partir de trois amers :

- **distance** : on mesure la hauteur d'un amer répertorié et on déduit la distance qui nous en sépare

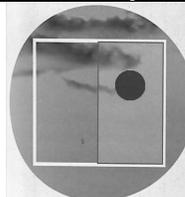
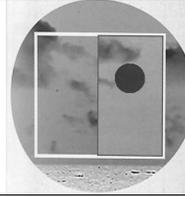
$$Distance(en M) = 1,85 \frac{hauteur\ connue(en\ m)}{hauteur\ mesurée(en\ min)}$$

- **position** : après avoir identifié sur la carte 3 amers caractéristiques A, B, C ; on relève les angles séparant A de B puis B de C. Par construction géométrique, notre position est connue de façon précise.

Navigation hauturière

En navigation hauturière, le sextant permet de mesurer la hauteur d'astres ou étoiles et donc de déterminer sa position à partir de droites de hauteurs.

La précision du point est de 2 à 5' d'arc soit 1 à 5 M.

Comment opérer une visée	
	1-Viser l'astre directement Les curseurs du limbe et du tambour étant face à zéro, disposer les filtres pour éviter l'éblouissement et diriger la lunette vers le soleil.
	2- Descendre l'astre sur l'horizon Faire coulisser l'alidade en conservant l'image du soleil dans la lunette. L'image de l'horizon entre dans le champ.
	3 -Régler les deux images finement Lorsque la ligne d'horizon commence à apparaître dans la partie transparente du petit miroir balancer le corps du sextant latéralement comme un pendule en affinant la visée au tambour. En balançant le sextant, le soleil se rapproche un peu de l'horizon.
	4- Mesurer la hauteur observée Quand la base du soleil touche l'horizon, bloquer l'instrument. Noter l'heure puis la hauteur observée.

L'observation des étoiles et des planètes (hors soleil) s'effectuent à l'aube ou au crépuscule quand l'horizon est encore visible.

En cas de difficulté à trouver une étoile dans la lunette deux possibilités :

1. Garder les deux yeux ouverts.
2. Retourner le sextant à 180° et monter l'horizon vers l'étoile, puis reprendre le sextant à l'endroit pour affiner la mesure.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 01/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>LE SEXTANT</i>	6/10

ENTRETIEN

- Ne manipuler que par la poignée.
- Maintenir au sec (l'argenture des miroirs craint l'humidité).
- Éviter les écarts de températures.
- Rincer à l'eau douce, essuyer et le sécher s'il reçoit de l'eau de mer.

CONDITIONS D'UTILISATION DU SEXTANT

Conditions idéales

Sur une plateforme stable avec un horizon dégagé, un marin peut théoriquement obtenir une position avec une précision de 0,2 M :

- précision du sextant : $0,1' = 0,1 \text{ M}$
- relevé à la seconde près : $1 \text{ s} = 0,25' = 0,25 \text{ M}$ (car les astres se déplacent de 15° en 1h, soit $0,25'$ en 1s)
- précision des éphémérides nautiques : $0,1' = 0,1 \text{ M}$

Paramètres affectant les relevés

Les paramètres affectant les relevés sont :

L'élévation de l'oeil.

Par mauvaise mer, la hauteur d'observation doit être aussi haute que possible.

En cas de brouillard ou de précipitations sur l'horizon, la hauteur de doit être la plus faible possible.

L'erreur d'index

à vérifier avant et après les relevés.

Les deux lectures sont ajoutées pour réaliser une moyenne

L'erreur de temps

ne pas utiliser le temps GPS, il peut avoir jusqu'à 5s d'erreur

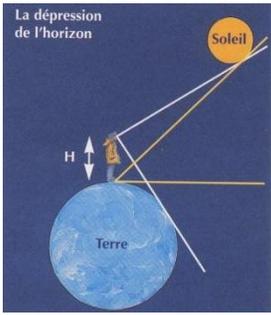
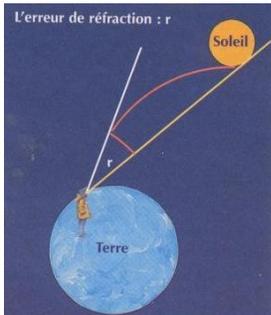
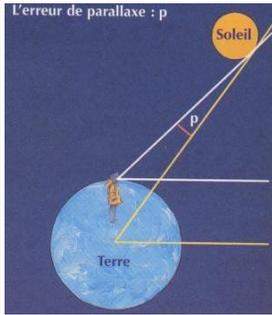
Une erreur d'une minute produit une erreur de position de 15M.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR VRAIE

Définitions

- **Hi = hauteur instrumentale**
= hauteur lue sur le sextant après la visée.
- **Ho = hauteur observée**
= hauteur instrumentale corrigée des erreurs du sextant (erreur d'excentricité et de collimation).
- **Hv = hauteur vraie**
= angle entre l'horizon vrai (passant par le centre de la terre) et la droite joignant le centre de la terre à l'astre/étoile.
= hauteur observée corrigée de
 - la dépression de l'horizon,
 - la réfraction astronomique,
 - La parallaxe,
 - Le $\frac{1}{2}$ diamètre du soleil.

Les erreurs et corrections à apporter

<i>La dépression</i>	<i>Le 1/2 diamètre</i>	<i>La réfraction</i>	<i>Le parallaxe</i>
 <p>La dépression de l'horizon</p>	 <p>Le demi-diamètre D/2 du Soleil</p>	 <p>L'erreur de réfraction : r</p>	 <p>L'erreur de parallaxe : p</p>
<p>Mesures fonction de la hauteur de l'oeil au dessus de l'horizon. => Correction de la dépression</p>	<p>Mesures supposées faites depuis le centre des astres. => Correction du 1/2 diamètre</p>	<p>Rayon lumineux courbé par la réfraction de l'atmosphère. => Correction de la réfraction.</p>	<p>Mesures supposées faites depuis le centre de la Terre. => Correction du parallaxe.</p>

Formules correction de la hauteur

$H_o = H_i + \epsilon$	ϵ : erreur d'excentricité + collimation
$H_v = H_o - d - R + p \pm \frac{1}{2} D$	<p>d : <u>dépression</u> fonction de l'élévation de l'œil et des conditions atmosphériques.</p> <p>R : <u>réfraction</u> fonction de la hauteur de l'astre et des conditions atmosphériques.</p> <p>P : <u>parallaxe</u> fonction de l'astre, de sa hauteur et de la date (seulement pour le Soleil, la Lune, Mars et Vénus).</p> <p>$\frac{1}{2} D$: Demi-diamètre ; fonction de l'astre et la date (seulement pour le Soleil et la Lune).</p>

Dans les éphémérides nautiques ces corrections sont regroupées de la manière suivante (en fin d'ouvrages) :

Table VII	Corrections des hauteurs observées du soleil.
Table VIII	Corrections des hauteurs observées des étoiles et planètes.
Table IX	Corrections des hauteurs observées de la lune.

Corrections de la hauteur selon l'astre

Correction des éphémérides	
Soleil	<p><u>Correction 1</u> = - Rm - d + p + 1/2 diamètre moyen.</p> <p><u>Correction 2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si bord inf : variation du 1/2 diamètre. ▪ Si bord sup : variation du 1/2 diamètre - diamètre moyen.
Étoiles et planètes (sauf mars et vénus)	<p><u>Correction 1</u> = - Rm - d <i>1/2 diamètre apparent et parallaxe négligeables</i></p>
Mars ou vénus	<p><u>Correction 1</u> = - Rm - d <i>1/2 diamètre apparent</i></p> <p><i>négligeable</i></p> <p><u>Correction 2</u> = p</p>
Lune	<p><u>Correction 1</u> = d</p> <p><u>Correction 2</u> = - Rm + p + 1/2 diamètre</p> <p><u>Correction 3</u> = diamètre de l'astre si bord supérieur.</p>
<p><i>Rm = réfraction moyenne - d = dépression - p = parallaxe</i></p>	

DÉTERMINATION DE L'HEURE DU POINT D'ÉTOILE

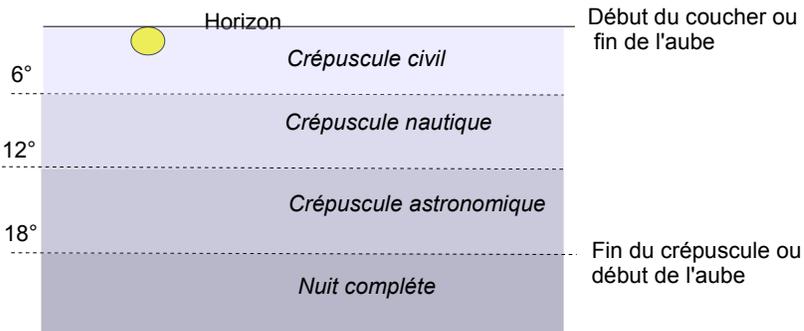
Définition du crépuscule

Le **crépuscule** est la lueur atmosphérique présente avant le lever ou après le coucher du Soleil. Le terme désigne également le moment de la journée où cette lueur est visible. Le crépuscule du matin est communément appelé l'aube.

Crépuscule civil

Le crépuscule civil est la période où le centre du Soleil est situé à moins de 6° sous la ligne d'horizon.

Pendant le crépuscule civil, les planètes et les étoiles les plus brillantes apparaissent et il subsiste encore suffisamment de lumière pour que la plupart des activités ne nécessitent pas de sources de lumières artificielles.



Crépuscule nautique

Le crépuscule nautique est la période où le centre du Soleil est situé entre 6° et 12° sous l'horizon.

Il s'agit du moment où les étoiles de deuxième grandeur deviennent visibles ; en même temps, en mer, **la ligne d'horizon est toujours visible permettant ainsi de faire un point astronomique avec les étoiles**. À la fin de cette période, en soirée, ou à son début, en matinée, les dernières ou premières lueurs peuvent être discernées dans la direction du Soleil.

Crépuscule astronomique

Le crépuscule astronomique est la période où le centre du Soleil est situé entre 12° et 18° sous l'horizon. Pendant le crépuscule astronomique, et dans le cas d'un ciel dégagé de toute pollution lumineuse, les étoiles les plus faibles visibles à l'œil nu, vers la magnitude apparente 6, apparaissent. Du point de vue astronomique, il subsiste cependant suffisamment de lumière pour que les objets diffus comme les nébuleuses ou les galaxies ne puissent pas être observés dans des conditions satisfaisantes, même si cette lumière est imperceptible à l'œil nu.

Le soir, la fin du crépuscule astronomique marque le début de la nuit complète ; le matin, c'est la fin de la nuit, l'apparition des toutes premières lueurs de l'aube.

Choix de l'heure d'observation

Pour obtenir un point précis en navigation astronomique, il est nécessaire de voir très nettement l'horizon tout en ayant un nombre d'étoiles suffisant pour faire un point.

C'est pourquoi il est conseillé de réaliser un point d'étoile durant le crépuscule nautique : l'horizon est toujours illuminé par le soleil et dans le ciel les étoiles de 1ère et 2ème grandeurs sont visibles.

Calcul de l'heure d'observation au crépuscule

Les « *Éphémérides nautiques* » donnent un jour sur deux pour différentes latitudes:

- les heures de début et de fin du crépuscule,
- les heures de début et de fin de l'aube.

ENSM Le Havre <i>A. Charbonnel</i>	NAVIGATION ASTRONOMIQUE <i>LE SEXTANT</i>	V1.2 – 06/11 9/10
---------------------------------------	--	----------------------

MÉTHODES DU POINT ASTRONOMIQUE

Procédé	Matériel	Documents	Astre	Visées	Résultat (calcul/tracé)	Précision	Utilisation
Latitude à la méridienne	Sextant	Éphémérides nautiques	Soleil	Visée réalisée quand l'astre culmine.	latitude locale.	2 à 3' 1 à 3 M	faible
Longitude à la méridienne	Sextant	Éphémérides nautiques	Soleil	Visée avant culmination et une après à la même hauteur.	Longitude locale.	2 à 3' 1 à 3 M	très faible
Droite de soleil	Sextant Montre (en UT)	Éphémérides nautiques Tables HO 249	Soleil	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M	courante
Droite de lune	Sextant Montre (en UT)	Éphémérides nautiques Tables HO 249	Lune	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M	faible
Droite de planète	Sextant Montre (en UT)	Éphémérides nautiques Tables HO 249	Planète	2 visées opérées à plusieurs heures d'intervalles ou deux visées successives sur deux planètes différentes.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M	rare
Droite d'étoile	Sextant Montre (en UT)	Éphémérides nautiques Tables HO 249	étoile	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites	2 à 5' 1 à 5M	rare
Point d'étoiles	Sextant Montre (en UT)	Éphémérides nautiques Tables HO 249	étoiles	Plusieurs visées successives sur des étoiles différentes.	Intersection de plusieurs droites.	2 à 3' 1 à 3 M	rare

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 06/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>LE SEXTANT</i>	10/10

BIBLIOGRAPHIE/SOURCES

Patrick Brassier - *Navigation astronomique* – Vuibert - nov.1999.

Voiles & voiliers - *Etoiles et point astro - Hors série n° 10 Voiles & voiliers* – 1996.

Caillou/Laurent/Percier - *Traité de navigation* – INFOMER

Bureau des longitudes – *Ephémérides nautiques 2003* – Edinautic - 2002 (les éphémérides astronomiques sont disponibles en ligne gratuitement sur <http://www.imcce.fr/ephemeride.html> à partir d'un formulaire).

N. Bowditch – *The american practical Navigator* - NIMA 2003 (disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>)

JN Conan - *Présentation du sextant* – polycopié ENMM St Malo.

Y Petitbon - *Le sextant* - polycopié ENMM Nantes

NGA - *Sight Reduction Tables for Air Navigation vol 3 - Pub. 249– 1951 -NGA* (disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>)

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V.2.2 - 07/11
A. Charbonnel	LES DOCUMENTS EN NAVIGATION ASTRONOMIQUE	1/8

LES ÉPHÉMÉRIDES NAUTIQUES

Les éphémérides nautiques sont **annuelles** (1er janvier au 31 décembre) ; elles sont réalisées par le bureau des longitudes.

Elles fournissent des données nécessaires aux différents calculs de la navigation astronomique ; elles comportent deux parties, une partie périodique et une partie permanente (en fin d'ouvrage).

Les données périodiques :

- Tableaux journaliers concernant le soleil, la lune et les planètes visibles et le point vernal des principales étoiles (angles horaires, déclinaison, indice de correction)
 - pour le soleil : angle horaire A_h , déclinaison solaire D , indice de correction d ,
 - pour la lune : angle horaire A_{ho} , indice de correction v , déclinaison lunaire D , indice de correction d , correction optique π ,
 - pour les étoiles : angle horaire du point vernal A_{hso} .
- Temps de passage à Greenwich : heure de passage au dessus du méridien de Greenwich des astres ci dessus.
- Coordonnées équatoriales de 81 étoiles ;
- Tableaux concernant l'étoile polaire et l'équation du temps ;
- Renseignements relatifs aux phases lunaires, éclipses et planètes visibles.

Les données permanentes (en fin d'ouvrage) :

- tableaux de corrections de hauteurs,
- tables d'interpolation,
- tables d'azimut au lever ou coucher pour le calcul de la variation,
- tableau des fuseaux horaires,
- table de conversion des degrés en heure et vice versa.

THE NAUTICAL ALMANACH

Le Nautical Almanac est l'équivalent anglosaxon des éphémérides nautiques

Les pages journalières (daily pages) donne les informations nécessaires pour avoir le GHA et la déclinaison du soleil, de la lune de quatre planètes et des principales étoiles pour toutes les heures rondes UT.

LES TABLES DE NAVIGATION AMÉRICAINES HO 249 /HO229

Ces tables sont éditées par l'agence américaine National Geospatial-Intelligence Agency (NGA).

Elles permettent de déterminer la **hauteur calculée** et le **relèvement calculé** des astres à partir de la latitude, du LHA et de la déclinaison, ce de manière rapide et simple.

Les données d'entrée (LHA, déclinaison et latitude) étant données au degré près, on définit un point approché du point estimé ayant les caractéristiques suivantes :

- la latitude du point approché est défini comme la valeur de la latitude estimée, arrondi au degré près
- la longitude du point approché est telle que l'on obtienne un angle horaire locale LHA rond :

$$LHA = GHA + G_{\text{approché}}$$

Les tables HO 249

Les HO249 permettent de déterminer la **hauteur calculée** et le relèvement **calculé** des astres ayant une **déclinaison inférieure à 29°**, c'est à dire à dire du Soleil, de la Lune, des planètes observables et de beaucoup d'étoiles utilisables en navigation astronomique.

Les hauteurs calculées sont données à la minute près.

Elles ont été conçues au départ pour les aviateurs, mais elles peuvent servir aux marins, notamment à la plaisance, mais sont moins précises que les HO 229.

Les tables HO 249 se présentent en trois volumes :

- Volume 1 : Données concernant 41 étoiles (latitudes 90°N à 90°S)
- Volume 2 : Données concernant le Soleil, la Lune et les planètes de la latitude 0° à 40° N / S
- Volume 3 : Données concernant le Soleil, la Lune et les planètes de la latitude 40° à 89° N / S.

Les tables de navigation HO 229

Ces tables sont éditées par l'agence américaine National Geospatial-Intelligence Agency (NGA).

Les tables HO229 comportent 6 volumes découpés de 15° de latitude en 15°.

Elles sont destinées aux marins

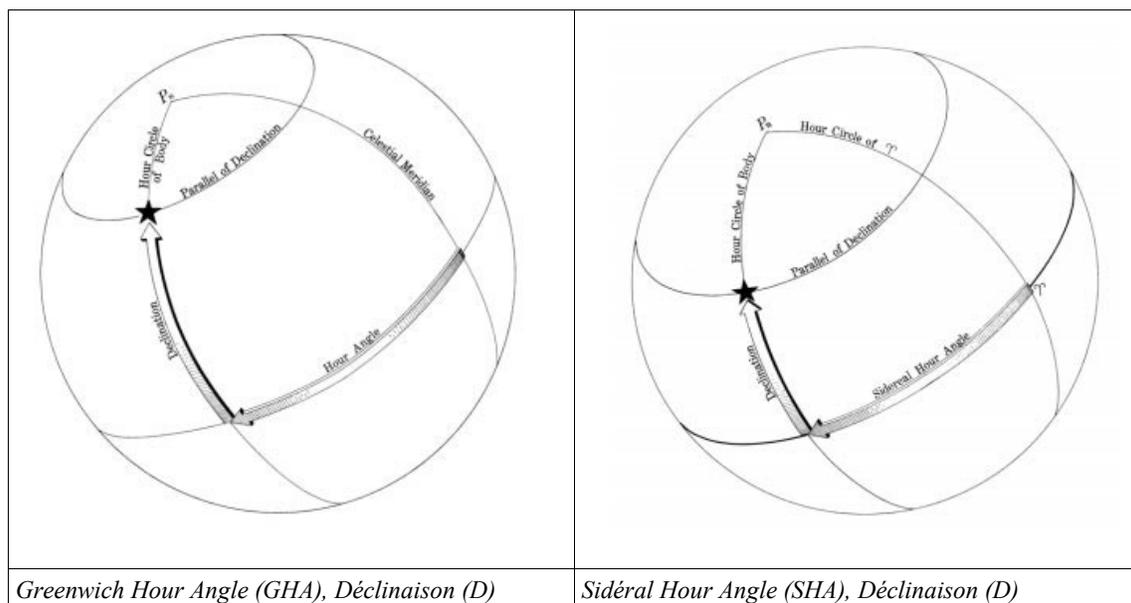
Ces tables permettent de déterminer la hauteur calculée et le relèvement calculé de **tout les astres** à partir d'une latitude (arrondie au degré près) de la déclinaison et du LHA.

La précision des hauteurs et azimuts calculés sont arrondies au dixième de degré.

RAPPELS ET TERMINOLOGIE

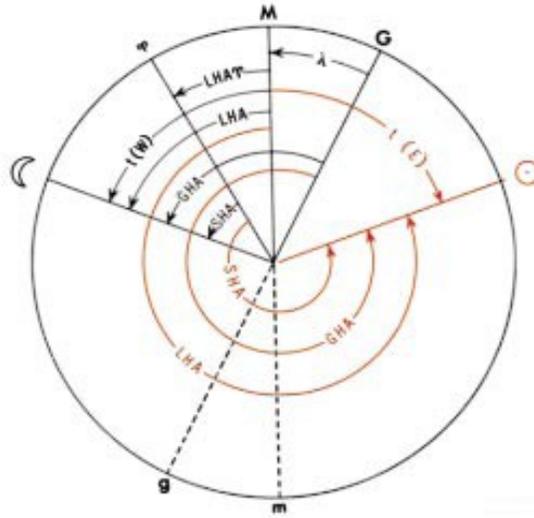
Terminologie

Terminologie française			Terminologie anglo-saxonne
Angle horaire du Soleil à Greenwich	AHvo	GHA	Greenwich Hour Angle
Angle horaire local du Soleil	AHvg	LHA	Local Hour Angle
Angle horaire d'un astre	AHao	GHA	Greenwich Hour Angle
Angle local d'un astre	AHag	LHA	Local Hour Angle
Angle horaire sidéral	AHso	SHA	Sideral Hour angle
Hauteur instrumentale	Hi	Hs	Sextant Altitude
Erreur de collimation	c	Ie	Index error
Élévation de l'oeil		HE	Height of Eye
Dépression apparente de l'horizon	-da	Dip	Dip
Hauteur apparente	Ha	Ha	Apparent altitude
Parallaxe	+p		Horizontal Parallax
Demi diamètre	d		Semidiameter
Réfraction	R	Ro	Refraction
Hauteur observée	Ho	Ho	Observed Altitude
Point vernal	γ	γ	Airies



Greenwich Hour Angle (GHA), Déclinaison (D)

Sidéral Hour Angle (SHA), Déclinaison (D)



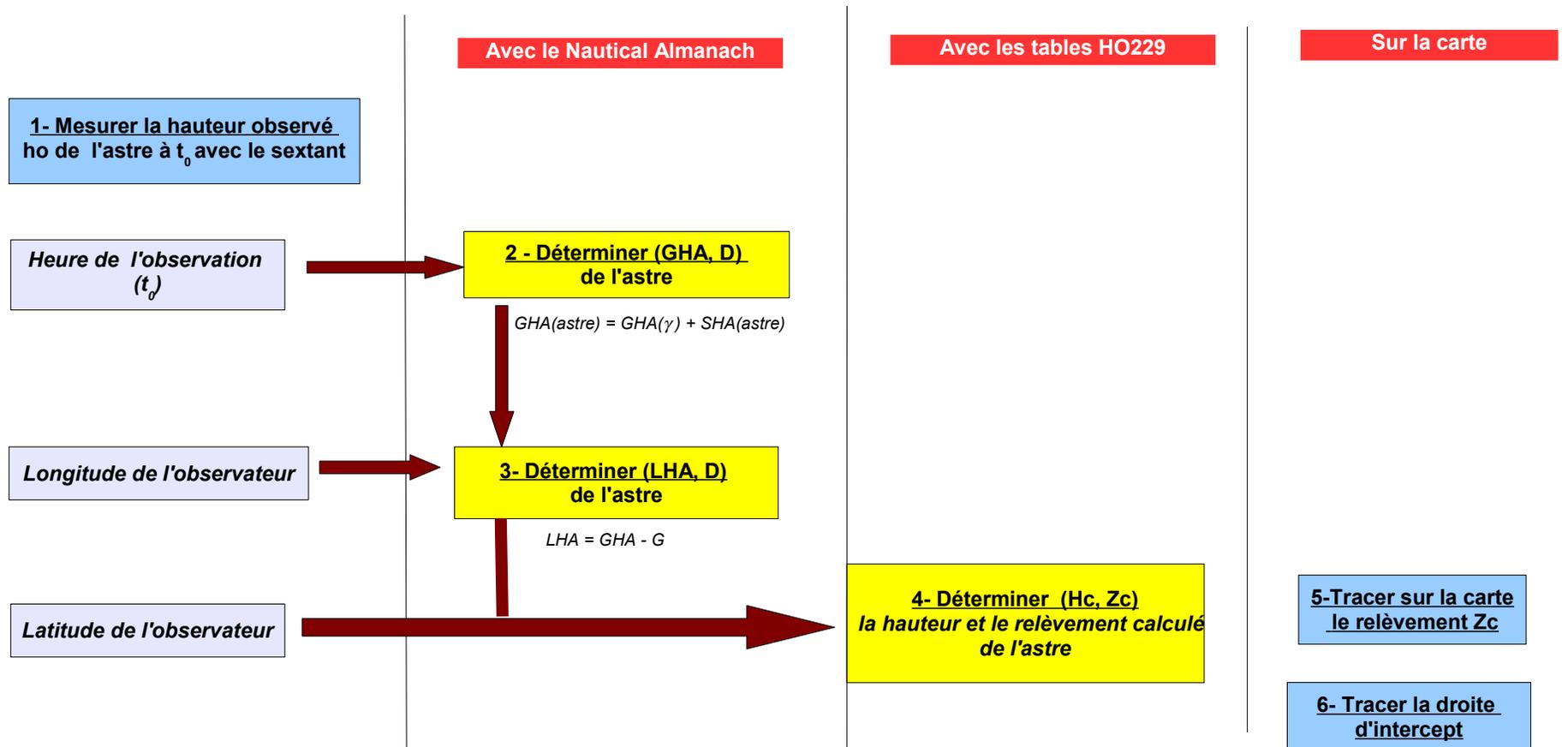
M : Méridien du lieu d'observation
G : Méridien de Greenwich
γ : point vernal
C : astre

Les formules

Anglosaxonnes	Françaises
$\sin H = \sin L \sin d + \cos L \cos D \cos LHA$ $\tan Z = \cos d \sin LHA / \cos H$	$\sin He = \sin \varphi_e \sin D + \cos \varphi_e \cos D \cos P$ $\cos Z = (\sin D - \sin \varphi_e \sin He) / (\cos \varphi_e \cos He)$
<i>H = hauteur calculée</i> <i>L = latitude</i> <i>d = déclinaisons</i> <i>LHA = angle local horaire</i> <i>Z = azimut</i>	<i>He = hauteur calculée</i> <i>Z azimuth</i> <i>D) déclinaison</i>

PRINCIPE DES CALCUL DE NAVIGATION ASTRONOMIQUE AVEC LE NAUTICAL ALMANACH ET LE HO 229 – DROITE DE MARC DE ST HILAIRE

86



EXEMPLE 1: LE POINT D'ÉTOILE

Le 16 mai 1995, on relève au sextant la hauteur des étoiles suivantes

	Hauteur instrumentale	Heure d'observation (heure fuseau)	Position estimée lors de l'observation
Kochab	47°19,1'	20h 07m 43s	39°N, 157° 08,0' W
Spica	32°34,8	20h 11m 26s	(39°N, 157° 10,0' W)

La hauteur de l'œil est de 14,6 m (48 pieds) et l'erreur du sextant est de +2,1'.
Déterminer l'intercepte et le relèvement des deux étoiles.

Correction :

Pour Spica :

1- Déterminer la hauteur observée :

Hauteur instrumentale	Hi = 32° 34,8'
- Erreur instrumentale	- 2,1'
- Correction de hauteur	- 6,7'
Hauteur apparente	Ha = 32° 30,2'
Parallaxe	0
Hauteur observée	Ho = 32° 28,7'

Dip of Sea Horizon always subtract		
HE (ft)	Dip (')	HE (m)
2	1.5	0.6
3	1.8	0.9
4	2.0	1.2
5	2.2	1.5
6	2.4	1.8
7	2.6	2.1
8	2.8	2.4
9	2.9	2.7
10	3.1	3.0
12	3.4	3.7
14	3.7	4.3
16	3.9	4.9
18	4.2	5.5
20	4.4	6.1
25	4.9	7.6
30	5.4	9.1
35	5.8	10.7
40	6.2	12.2
45	6.6	13.7
50	6.9	15.2

2- Déterminer l'heure Tcf

Le 16 mai 1995 à	Tcf	20h 11m 26s
Ge : 157° 08,0' =>	+f	+10
Int (Ge/15) = 10		
Le 17 mai 1995	Tcp =	06h 11m 26s

Illustration 1: extrait Nautical Almanac

3- Déterminer LHA et la déclinaison (astre)

1995 MAY. 16, 17, 18 (TUE, WED, THU)										
	ARIES		VENUS		MARS		JUPITER		SATURN	
G.M.T	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec
17 0	234 13.6	205 41.9 N 9 56.6	85 09.8 N14 21.3	343 09.1 S21 27.9	240 08.7 S 4 39.1					
1 1	249 16.0	220 41.5 N 9 57.7	100 11.3 N14 20.8	358 11.9 S21 27.9	255 11.0 S 4 39.1					
2 2	264 18.5	235 41.1 N 9 58.8	115 12.8 N14 20.4	13 14.7 S21 27.8	270 13.2 S 4 39.0					
3 3	279 20.9	250 40.7 N 9 59.9	130 14.2 N14 20.0	28 17.4 S21 27.8	285 15.5 S 4 38.9					
4 4	294 23.4	265 40.3 N10 00.9	145 15.7 N14 19.6	43 20.2 S21 27.8	300 17.8 S 4 38.9					
W 5	309 25.9	280 39.9 N10 02.0	160 17.2 N14 19.2	58 23.0 S21 27.7	315 20.1 S 4 38.8					
E 6	324 28.3	295 39.5 N10 03.1	175 18.7 N14 18.8	73 25.8 S21 27.7	330 22.4 S 4 38.7					
N 7	339 30.8	310 39.0 N10 04.2	190 20.1 N14 18.4	88 28.5 S21 27.7	345 24.7 S 4 38.7					
E 8	354 33.3	325 38.6 N10 05.3	205 21.6 N14 17.9	103 31.3 S21 27.6	0 26.9 S 4 38.6					
S 9	9 35.7	340 38.2 N10 06.3	220 23.1 N14 17.5	118 34.1 S21 27.6	15 29.2 S 4 38.5					
D 10	24 38.2	355 37.8 N10 07.4	235 24.5 N14 17.1	133 36.9 S21 27.6	30 31.5 S 4 38.5					
A 11	39 40.7	10 37.4 N10 08.5	250 26.0 N14 16.7	148 39.6 S21 27.5	45 33.8 S 4 38.4					

Illustration 2: Extrait 'Nautical Almanac'

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V.2.2 - 07/11
A. Charbonnel	LES DOCUMENTS EN NAVIGATION ASTRONOMIQUE	6/8

Le 17 mai 1995 à 06h UT	GHA (γ) =	324° 28,4'
11m 26s	+ ΔGHA =	002° 52,0'
Le 17 mai 1995 à 06h 11m 26s UT	GHA (γ) =	327° 20,4'
	SHA (astre) =	158° 43,5' D= 11° 08,4'S

$$GHA(\text{astre}) = 486^{\circ} 05,7' [360^{\circ}]$$

On définit un point approché du point estimé (on choisit une longitude Ga proche de Ge =157°07,0') de sorte que LHA soit une valeur ronde)

$$LHA(\text{astre}) = 329^{\circ} \quad D = 11^{\circ} 08,4'S$$

4- Déterminer la hauteur calculée et le relèvement.

La latitude estimée est 39°N (de signe contraire à la déclinaison D= 11° 08'S) et LHA =329°
 Trouver la page correspondant à un LHA = 329° et une latitude de 39°N de signe contraire à la déclinaison.

LATITUDE CONTRARY NAME TO DECLINATION

L.H.A. 31°, 329°

Dec.	38°		39°		40°		41°		42°		43°		44°		45°		Dec.
	Hc	d Z															
0	42 28.4	-50.3 136.7	41 48.2	-50.8 138.3	41 02.6	-51.3 138.9	40 18.6	-51.8 137.5	39 34.1	-52.2 138.1	38 49.3	-52.6 138.6	38 04.1	-53.1 139.1	37 18.5	-53.4 139.6	0
1	41 39.1	-50.5 136.4	40 55.4	-51.0 137.0	40 11.3	-51.5 137.6	39 26.8	-51.9 138.2	38 41.9	-52.4 138.7	37 56.7	-52.8 139.2	37 11.0	-53.2 139.7	36 25.1	-53.6 140.2	1
2	40 48.8	-50.7 137.2	40 04.4	-51.2 137.7	39 19.8	-51.7 138.3	38 34.9	-52.2 138.8	37 49.5	-52.5 139.3	37 03.9	-53.0 139.8	36 17.8	-53.3 140.3	35 31.5	-53.7 140.8	2
3	39 57.9	-51.1 137.9	39 13.2	-51.5 138.4	38 28.1	-51.9 138.9	37 42.7	-52.3 139.4	36 57.0	-52.8 139.9	36 10.9	-53.2 140.4	35 24.5	-53.5 140.9	34 37.8	-53.9 141.3	3
4	39 06.8	-51.2 138.5	38 21.7	-51.7 138.1	37 36.2	-52.1 139.6	36 50.4	-52.6 140.1	36 04.2	-52.9 140.5	35 17.7	-53.3 141.0	34 31.0	-53.7 141.4	33 43.9	-54.0 141.8	4
5	38 15.6	-51.5 139.2	37 30.0	-51.9 139.7	36 44.1	-52.4 140.2	36 57.8	-52.7 140.7	35 11.3	-53.1 141.1	34 24.4	-53.4 141.5	33 37.3	-53.8 142.0	32 49.9	-54.1 142.4	5
6	37 24.1	-51.7 139.9	36 38.1	-52.1 140.3	35 51.7	-52.4 140.8	36 05.1	-52.9 141.2	34 18.2	-53.3 141.7	33 31.0	-53.6 142.1	32 43.5	-53.9 142.5	31 56.8	-54.3 142.9	6
7	36 32.4	-51.8 140.5	35 46.0	-52.3 140.9	34 59.3	-52.7 141.4	34 12.2	-53.0 141.8	33 24.9	-53.4 142.2	32 37.4	-53.8 142.6	31 49.6	-54.1 143.0	31 01.5	-54.4 143.4	7
8	35 40.8	-52.1 141.1	34 53.7	-52.4 141.6	34 06.6	-52.8 142.0	33 19.2	-53.2 142.4	32 31.5	-53.5 142.8	31 43.8	-53.8 143.2	30 55.5	-54.2 143.5	30 07.1	-54.4 143.9	8
9	34 49.5	-52.3 141.7	34 01.3	-52.7 142.1	33 13.8	-53.0 142.5	32 26.0	-53.3 142.9	31 38.0	-53.7 143.3	30 49.8	-54.0 143.7	30 01.3	-54.3 144.0	29 12.7	-54.6 144.4	9
10	33 58.2	-52.4 142.3	33 08.8	-52.7 142.7	32 20.8	-53.2 143.1	31 32.7	-53.5 143.5	30 44.3	-53.7 143.8	29 55.8	-54.1 144.2	29 07.0	-54.3 144.5	28 18.1	-54.7 144.8	10
11	33 03.8	-52.5 142.9	32 15.9	-53.0 143.3	31 27.6	-53.2 143.7	30 39.2	-53.6 144.0	29 50.6	-53.9 144.3	29 01.7	-54.2 144.7	28 12.7	-54.5 145.0	27 23.4	-54.7 145.3	11
12	32 11.3	-52.6 143.5	31 22.9	-53.0 143.8	30 34.4	-53.4 144.2	29 45.6	-53.7 144.5	28 56.7	-54.1 144.9	28 07.5	-54.3 145.2	27 18.2	-54.6 145.5	26 28.7	-54.9 145.7	12
13	31 18.5	-52.8 144.0	30 29.9	-53.2 144.4	29 41.0	-53.5 144.7	28 51.9	-53.8 145.0	28 02.8	-54.1 145.3	27 13.2	-54.4 145.6	26 23.8	-54.7 145.9	25 33.8	-54.9 146.2	13
14	30 25.7	-53.0 144.6	29 36.7	-53.4 144.9	28 47.5	-53.7 145.2	27 58.1	-53.9 145.5	27 08.5	-54.2 145.8	26 18.8	-54.5 146.1	25 28.9	-54.7 146.4	24 38.9	-55.0 146.6	14

Pour une déclinaison D = 11° on trouve Hc = 32° 08,5'

Or la déclinaison est de 11° 08,4'S. On réalise une interpolation linéaire de la hauteur calculée ; on obtient une correction de -7,4'.

D'où pour D= 11° 08,4'S, Hc = 32° 15, 9 - 7,4' = 32° 08,5'

On peut aussi déterminer la correction à porter en utilisant les tables d'interpolations situées en début des tables HO 229°.

$$\text{Intercept} = H_o - H_c = 32^{\circ} 28,7' - 32^{\circ} 08,5' = 20,2 \text{ M}$$

Attention porter cet intercept à partir du point approché (φa = 39°N et Ga = 157° 05,7' W)

Pour Kochab :

En faisant de même, on obtient :

- Ho = 47° 14,5'
- LHA = 307° D = 74° 10,6'N
- hc = 47° 12, 6' - 4,2' = 47°08, 2'
- i = 5,4 M pour Z=18, 9°

A partir des deux intercepts on obtient notre point.

Attention cet intercept est à porter à partir du point approché.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V.2.2 - 07/11
A. Charbonnel	LES DOCUMENTS EN NAVIGATION ASTRONOMIQUE	7/8

1995 MAY. 16, 17, 18 (TUE, WED, THU)

		ARIES		VENUS		MARS		JUPITER		SATURN	
G.M.T		GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec
d	h										
16	0	233 14.4	N 9 30.5	205 51.6	N 9 30.5	84 34.3	N14 31.1	342 02.6	S21 28.7	239 13.9	S 4 40.8
	1	248 16.9	N 9 31.6	220 51.2	N 9 31.6	99 35.8	N14 30.7	357 05.3	S21 28.7	254 16.2	S 4 40.7
	2	263 19.3	N 9 32.7	235 50.8	N 9 32.7	114 37.3	N14 30.3	12 08.1	S21 28.7	269 18.4	S 4 40.6
	3	278 21.8	N 9 33.8	250 50.4	N 9 33.8	129 38.7	N14 29.9	27 10.9	S21 28.6	284 20.7	S 4 40.6
	4	293 24.3	N 9 34.9	265 50.0	N 9 34.9	144 40.2	N14 29.5	42 13.7	S21 28.6	299 23.0	S 4 40.5
T	5	308 26.7	N 9 35.9	280 49.6	N 9 35.9	159 41.7	N14 29.1	57 16.4	S21 28.6	314 25.3	S 4 40.4
U											
E	6	323 29.2	N 9 37.0	295 49.2	N 9 37.0	174 43.2	N14 28.7	72 19.2	S21 28.5	329 27.6	S 4 40.4
S	7	338 31.7	N 9 38.1	310 48.8	N 9 38.1	189 44.7	N14 28.3	87 22.0	S21 28.5	344 29.9	S 4 40.3
D	8	353 34.1	N 9 39.2	325 48.4	N 9 39.2	204 46.1	N14 27.9	102 24.7	S21 28.5	359 32.1	S 4 40.2
A	9	8 36.6	N 9 40.3	340 48.0	N 9 40.3	219 47.6	N14 27.4	117 27.5	S21 28.4	14 34.4	S 4 40.2
Y	10	23 39.1	N 9 41.4	355 47.6	N 9 41.4	234 49.1	N14 27.0	132 30.3	S21 28.4	29 36.7	S 4 40.1
	11	38 41.5	N 9 42.5	10 47.2	N 9 42.5	249 50.6	N14 26.6	147 33.1	S21 28.4	44 39.0	S 4 40.0
	12	53 44.0	N 9 43.6	25 46.8	N 9 43.6	264 52.1	N14 26.2	162 35.8	S21 28.3	59 41.3	S 4 40.0
	13	68 46.5	N 9 44.7	40 46.4	N 9 44.7	279 53.6	N14 25.8	177 38.6	S21 28.3	74 43.5	S 4 39.9
	14	83 48.9	N 9 45.7	55 46.0	N 9 45.7	294 55.0	N14 25.4	192 41.4	S21 28.3	89 45.8	S 4 39.8
	15	98 51.4	N 9 46.8	70 45.6	N 9 46.8	309 56.5	N14 25.0	207 44.2	S21 28.2	104 48.1	S 4 39.8
	16	113 53.8	N 9 47.9	85 45.1	N 9 47.9	324 58.0	N14 24.6	222 46.9	S21 28.2	119 50.4	S 4 39.7
	17	128 56.3	N 9 49.0	100 44.7	N 9 49.0	339 59.5	N14 24.2	237 49.7	S21 28.2	134 52.7	S 4 39.6
	18	143 58.8	N 9 50.1	115 44.3	N 9 50.1	355 00.9	N14 23.7	252 52.5	S21 28.1	149 55.0	S 4 39.6
	19	159 01.2	N 9 51.2	130 43.9	N 9 51.2	10 02.4	N14 23.3	267 55.2	S21 28.1	164 57.2	S 4 39.5
	20	174 03.7	N 9 52.3	145 43.5	N 9 52.3	25 03.9	N14 22.9	282 58.0	S21 28.0	179 59.5	S 4 39.4
	21	189 06.2	N 9 53.3	160 43.1	N 9 53.3	40 05.4	N14 22.5	298 00.8	S21 28.0	195 01.8	S 4 39.4
	22	204 08.6	N 9 54.4	175 42.7	N 9 54.4	55 06.9	N14 22.1	313 03.6	S21 28.0	210 04.1	S 4 39.3
	23	219 11.1	N 9 55.5	190 42.3	N 9 55.5	70 08.3	N14 21.7	328 06.3	S21 27.9	225 06.4	S 4 39.2
17	0	234 13.6	N 9 56.6	205 41.9	N 9 56.6	85 09.8	N14 21.3	343 09.1	S21 27.9	240 08.7	S 4 39.1
	1	249 16.0	N 9 57.7	220 41.5	N 9 57.7	100 11.3	N14 20.8	358 11.9	S21 27.9	255 11.0	S 4 39.1
	2	264 18.5	N 9 58.8	235 41.1	N 9 58.8	115 12.8	N14 20.4	13 14.7	S21 27.8	270 13.2	S 4 39.0
	3	279 20.9	N 9 59.9	250 40.7	N 9 59.9	130 14.2	N14 20.0	28 17.4	S21 27.8	285 15.5	S 4 38.9
	4	294 23.4	N10 00.9	265 40.3	N10 00.9	145 15.7	N14 19.6	43 20.2	S21 27.8	300 17.8	S 4 38.9
W	5	309 25.9	N10 02.0	280 39.9	N10 02.0	160 17.2	N14 19.2	58 23.0	S21 27.7	315 20.1	S 4 38.8
E											
D	6	324 28.3	N10 03.1	295 39.5	N10 03.1	175 18.7	N14 18.8	73 25.8	S21 27.7	330 22.4	S 4 38.7
N	7	339 30.8	N10 04.2	310 39.0	N10 04.2	190 20.1	N14 18.4	88 28.5	S21 27.7	345 24.7	S 4 38.7
E	8	354 33.3	N10 05.3	325 38.6	N10 05.3	205 21.6	N14 17.9	103 31.3	S21 27.6	0 26.9	S 4 38.6
S	9	9 35.7	N10 06.3	340 38.2	N10 06.3	220 23.1	N14 17.5	118 34.1	S21 27.6	15 29.2	S 4 38.5
D	10	24 38.2	N10 07.4	355 37.8	N10 07.4	235 24.5	N14 17.1	133 36.9	S21 27.6	30 31.5	S 4 38.5
A	11	39 40.7	N10 08.5	10 37.4	N10 08.5	250 26.0	N14 16.7	148 39.6	S21 27.5	45 33.8	S 4 38.4
Y											
	12	54 43.1	N10 09.6	25 37.0	N10 09.6	265 27.5	N14 16.3	163 42.4	S21 27.5	60 36.1	S 4 38.3
	13	69 45.6	N10 10.7	40 36.6	N10 10.7	280 29.0	N14 15.9	178 45.2	S21 27.4	75 38.4	S 4 38.3
	14	84 48.1	N10 11.7	55 36.2	N10 11.7	295 30.4	N14 15.5	193 48.0	S21 27.4	90 40.7	S 4 38.2
	15	99 50.5	N10 12.8	70 35.8	N10 12.8	310 31.9	N14 15.0	208 50.7	S21 27.4	105 42.9	S 4 38.1
	16	114 53.0	N10 13.9	85 35.3	N10 13.9	325 33.4	N14 14.6	223 53.5	S21 27.3	120 45.2	S 4 38.1
	17	129 55.4	N10 15.0	100 34.9	N10 15.0	340 34.8	N14 14.2	238 56.3	S21 27.3	135 47.5	S 4 38.0
	18	144 57.9	N10 16.1	115 34.5	N10 16.1	355 36.3	N14 13.8	253 59.1	S21 27.3	150 49.8	S 4 37.9
	19	160 00.4	N10 17.1	130 34.1	N10 17.1	10 37.8	N14 13.4	269 01.9	S21 27.2	165 52.1	S 4 37.9
	20	175 02.8	N10 18.2	145 33.7	N10 18.2	25 39.2	N14 12.9	284 04.6	S21 27.2	180 54.4	S 4 37.8
	21	190 05.3	N10 19.3	160 33.3	N10 19.3	40 40.7	N14 12.5	299 07.4	S21 27.2	195 56.7	S 4 37.7
	22	205 07.8	N10 20.4	175 32.9	N10 20.4	55 42.2	N14 12.1	314 10.2	S21 27.1	210 58.9	S 4 37.7
	23	220 10.2	N10 21.4	190 32.5	N10 21.4	70 43.6	N14 11.7	329 13.0	S21 27.1	226 01.2	S 4 37.6
18	0	235 12.7	N10 22.5	205 32.0	N10 22.5	85 45.1	N14 11.3	344 15.7	S21 27.1	241 03.5	S 4 37.5
	1	250 15.2	N10 23.6	220 31.6	N10 23.6	100 46.6	N14 10.9	359 18.5	S21 27.0	256 05.8	S 4 37.5
	2	265 17.6	N10 24.7	235 31.2	N10 24.7	115 48.0	N14 10.4	14 21.3	S21 27.0	271 08.1	S 4 37.4
	3	280 20.1	N10 25.7	250 30.8	N10 25.7	130 49.5	N14 10.0	29 24.1	S21 27.0	286 10.4	S 4 37.3
	4	295 22.6	N10 26.8	265 30.4	N10 26.8	145 51.0	N14 09.6	44 26.9	S21 26.9	301 12.7	S 4 37.3
T	5	310 25.0	N10 27.9	280 30.0	N10 27.9	160 52.4	N14 09.2	59 29.6	S21 26.9	316 15.0	S 4 37.2
H											
U	6	325 27.5	N10 28.9	295 29.5	N10 28.9	175 53.9	N14 08.8	74 32.4	S21 26.8	331 17.2	S 4 37.1
R	7	340 29.9	N10 30.0	310 29.1	N10 30.0	190 55.4	N14 08.3	89 35.2	S21 26.8	346 19.5	S 4 37.1
S	8	355 32.4	N10 31.1	325 28.7	N10 31.1	205 56.8	N14 07.9	104 38.0	S21 26.8	1 21.8	S 4 37.0
D	9	10 34.9	N10 32.2	340 28.3	N10 32.2	220 58.3	N14 07.5	119 40.8	S21 26.7	16 24.1	S 4 36.9
A	10	25 37.3	N10 33.2	355 27.9	N10 33.2	235 59.8	N14 07.1	134 43.5	S21 26.7	31 26.4	S 4 36.9
Y	11	40 39.8	N10 34.3	10 27.5	N10 34.3	251 01.2	N14 06.7	149 46.3	S21 26.7	46 28.7	S 4 36.8
	12	55 42.3	N10 35.4	25 27.0	N10 35.4	266 02.7	N14 06.2	164 49.1	S21 26.6	61 31.0	S 4 36.7
	13	70 44.7	N10 36.4	40 26.6	N10 36.4	281 04.1	N14 05.8	179 51.9	S21 26.6	76 33.3	S 4 36.7
	14	85 47.2	N10 37.5	55 26.2	N10 37.5	296 05.6	N14 05.4	194 54.6	S21 26.6	91 35.5	S 4 36.6
	15	100 49.7	N10 38.6	70 25.8	N10 38.6	311 07.1	N14 05.0	209 57.4	S21 26.5	106 37.8	S 4 36.6
	16	115 52.1	N10 39.7	85 25.4	N10 39.7	326 08.5	N14 04.6	225 00.2	S21 26.5	121 40.1	S 4 36.5
	17	130 54.6	N10 40.7	100 24.9	N10 40.7	341 10.0	N14 04.1	240 03.0	S21 26.4	136 42.4	S 4 36.4
	18	145 57.1	N10 41.8	115 24.5	N10 41.8	356 11.4	N14 03.7	255 05.8	S21 26.4	151 44.7	S 4 36.4
	19	160 59.5	N10 42.9	130 24.1	N10 42.9	11 12.9	N14 03.3	270 08.5	S21 26.4	166 47.0	S 4 36.3
	20	176 02.0	N10 43.9	145 23.7	N10 43.9	26 14.4	N14 02.9	285 11.3	S21 26.3	181 49.3	S 4 36.2
	21	191 04.4	N10 45.0	160 23.3	N10 45.0	41 15.8	N14 02.5	300 14.1	S21 26.3	196 51.6	S 4 36.2
	22	206 06.9	N10 46.1	175 22.8	N10 46.1	56 17.3	N14 02.0	315 16.9	S21 26.3	211 53.9	S 4 36.1
	23	221 09.4	N10 47.1	190 22.4	N10 47.1	71 18.7	N14 01.6	330 19.7	S21 26.2	226 56.1	S 4 36.0
				v -0.4	d 1.1	v 1.5	d 0.4	v 2.8	d 0.0	v 2.3	d 0.1

ENMM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.0b -09/09
A. Charbonnel	TP SUR LE SEXTANT	1/2

Travail préparatoire au TP :

- Revoir le cours sur le sextant et les droites de hauteur.
- Revoir le positionnement par arcs capables.

Atelier 1 : Régler le sextant

- Effectuer la rectification du sextant.
- Effectuer la collimation du sextant sur un amer éloigné (cheminée EDF ou pylônes du pont de Normandie).
- Effectuer la collimation par le Soleil.
- Déterminer l'erreur de l'observateur par cette méthode.



Atelier 2 : Utiliser le sextant en navigation côtière

Nota : L'objectif de cet atelier est de vous familiariser à l'utilisation du sextant (dans la pratique, on préférera faire les relevés d'angles avec l'alidade des compas).

- Relever deux ou trois angles entre les amers de votre choix.
 - (Châteaux d'eau, pavillon de la mairie, pylônes du pont de Normandie, église St Joseph, église St Denis, cheminées EDF).
- Déterminer votre position par arc capable.

Atelier 3 : Utiliser du sextant en navigation hauturière



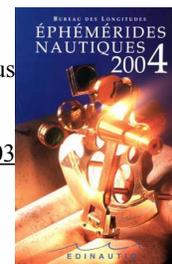
- Relever la hauteur instrumentale du soleil et l'heure de ce relevé.
- Déterminer la hauteur vraie à partir de la hauteur instrumentale.
- Déterminer la hauteur vrai du soleil donné par les éphémérides pour l'heure du relevé.

Atelier 4 : Exploiter des éphémérides nautiques et les mesures du sextant

La table d'excentricité de votre sextant est la suivante :

Lectures	Corrections
0°	0' 00''
15°	- 0' 15''
30°	- 0' 15''
45°	- 0' 25''
60°	- 0' 25''
75°	- 0' 25''
90°	- 0' 25''
105°	- 0' 25''
120°	- 0' 10''
135°	0' 00''

Après avoir effectué le réglage de votre sextant, vous avez mesuré une erreur de collimation de + 1'. L'œil de l'observateur est à une hauteur de 18 m. Vous effectuez différentes visées le 31 août 2003 (Soleil, étoile, Lune).

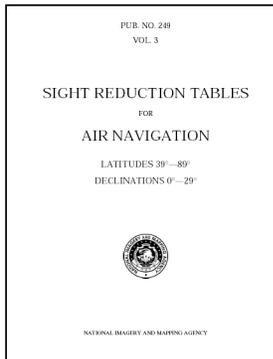


- Déterminer la hauteur vraie du Soleil sachant que vous observez le bord inférieur du Soleil sous une hauteur instrumentale $H_i = 30^\circ 15'$.

ENMM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V 1.0b -09/09
A. Charbonnel	TP SUR LE SEXTANT	2/2

- Déterminer la hauteur vraie du Soleil sachant que vous observez le bord supérieur du Soleil sous une hauteur instrumentale $H_i = 28^\circ 45,2'$.
- Déterminer la hauteur vraie de Véga sachant que vous observez Véga sous une hauteur instrumentale $H_i = 14^\circ 23'$.
- Déterminer la hauteur vraie de Vénus sachant que vous observez Vénus avec une hauteur instrumentale $H_i = 34^\circ 08,7'$.
- Déterminer la hauteur vraie de la Lune sachant que vous observez la Lune avec une hauteur instrumentale $H_i = 60^\circ 18'$.

Atelier 5 : Exploiter les éphémérides nautiques, les tables HO 249 et les mesures du sextant (option)



Vous êtes à quelques milles au nord de Morlaix le 25 mai.
A 10 h 50 votre position estimée est $048^\circ 56'N / 003^\circ 28' W$ et vous faites un point par droite de hauteur.

Votre vitesse surface est de 12 M et votre cap compas est de 260° .

- Déterminer la hauteur vrai du Soleil.
- Déterminer la hauteur calculée puis l'intercepte en utilisant les tables HO 249.
- Déterminer le cap vrai (révision compas).

Atelier 6 : Révision - Configurer le sondeur (révisions cf. TP 1^{ère} année)

Données techniques :

- TE = 8,5 m
 - Transducteur 200 kHz placé 2 m au dessus de la quille.
 - Transducteur 50 kHz placé 3,5 m au dessus de la quille.
 - Transducteur 38 kHz placé 2,8 m au dessus de la quille.
- Réaliser la configuration du sondeur.
 - Lister les différentes erreurs du sondeur.
 - Expliquer les différentes actions des réglages.

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »

hors illustrations (propriété de leurs auteurs)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>

Chapitre 6

Identification des astres

Sommaire

Identification des astres à vue	107
Star-finder 2102-D	117
Extrait des éphémérides 2003	123
TP sur le star-finder	131

Objectif général :

- Identifier un astre.
- Préparer un point d'étoiles.

Objectifs opérationnels :

- Déterminer les coordonnées horaires (Az, H) d'un astre,
- Déterminer l'heure du point d'étoiles (aube/crépuscule).
- Placer les planètes en Ara, D.
- Déterminer la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
- Déterminer la hauteur et l'azimut des étoiles.
- Exploiter les éphémérides.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 07/11
A. Charbonnel	IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	1/9

CRITÈRE DE RECONNAISSANCE D'UN ASTRE.

Critères de reconnaissance des étoiles

Critère	Remarques
Couleur	Fonction de la température de surface 30 000°C : <i>bleue</i> , 3 000°C : <i>rouge</i>
Magnitude	Fonction de l'éclat des étoiles <i>Les étoiles les plus brillantes sont celles de magnitude la plus faible.</i> <i>L'œil ne peut distinguer que jusqu'à la magnitude de 6,5.</i>
Scintillement	Caractéristique des étoiles (les planètes ne scintillent pas normalement). <i>Le scintillement est dû à la variation de la réfraction astronomique.</i>
Constellation	Les constellations sont des figures géométriques simples qui permettent l'identification rapide de certaines étoiles ; les constellations sont immuables à l'échelle de notre vie.

Critères de reconnaissance des planètes

	Mars	Venus	Saturne	Jupiter
				
Couleur	rougeâtre	blanc argenté	jaunâtre	argenté
Magnitude Éclat	< Sirius	> 6 à 7 fois Sirius Visible de jour - appelée « étoile du Berger ». Observable dans la direction du soleil au moment du lever ou du coucher.		Sirius
Scintillement	Étant donné le diamètre apparent, les planètes ne scintillent pas.			
Constellation	Les trajectoires se situent dans la constellation du zodiaque (8,5° de part et d'autre de l'écliptique). <i>"Les Éphémérides Nautiques" indiquent le nom des planètes visibles ainsi que celui des constellations les plus proches pour l'aube, le crépuscule et les deux moitiés de la nuit.</i>			

Les documents d'aide

Pour reconnaître les astres à vue, deux documents peuvent être utilisés :

- **les cartes du ciel** ;
- **les éphémérides nautiques** qui indiquent :
 - le nom des planètes visibles ainsi que celui des constellations les plus proches pour l'aube, le crépuscule et les deux moitiés de la nuit ;
 - les coordonnées des astres les plus brillants.

Une constellation est un groupe d'étoiles rapprochées dans une configuration visible. Dans l'espace tridimensionnel, les étoiles d'une constellation sont ordinairement très dispersées, mais elles paraissent être regroupées sur la voûte imaginaire du ciel nocturne. Les civilisations à travers l'histoire ont groupé des étoiles paraissant rapprochées pour faire des constellations.

L'Union Astronomique Internationale (UAI) divise le ciel en 88 constellations officielles avec des frontières précises, pour que tout point du ciel appartienne à exactement une constellation. Les noms des constellations sont majoritairement empruntés, dans l'hémisphère Nord, à la mythologie, dans l'hémisphère sud à des lieux, objets ou animaux familiers des navigateurs qui les découvraient.

POSITION RELATIVE DES CONSTELLATIONS – HÉMISPÈRES NORD

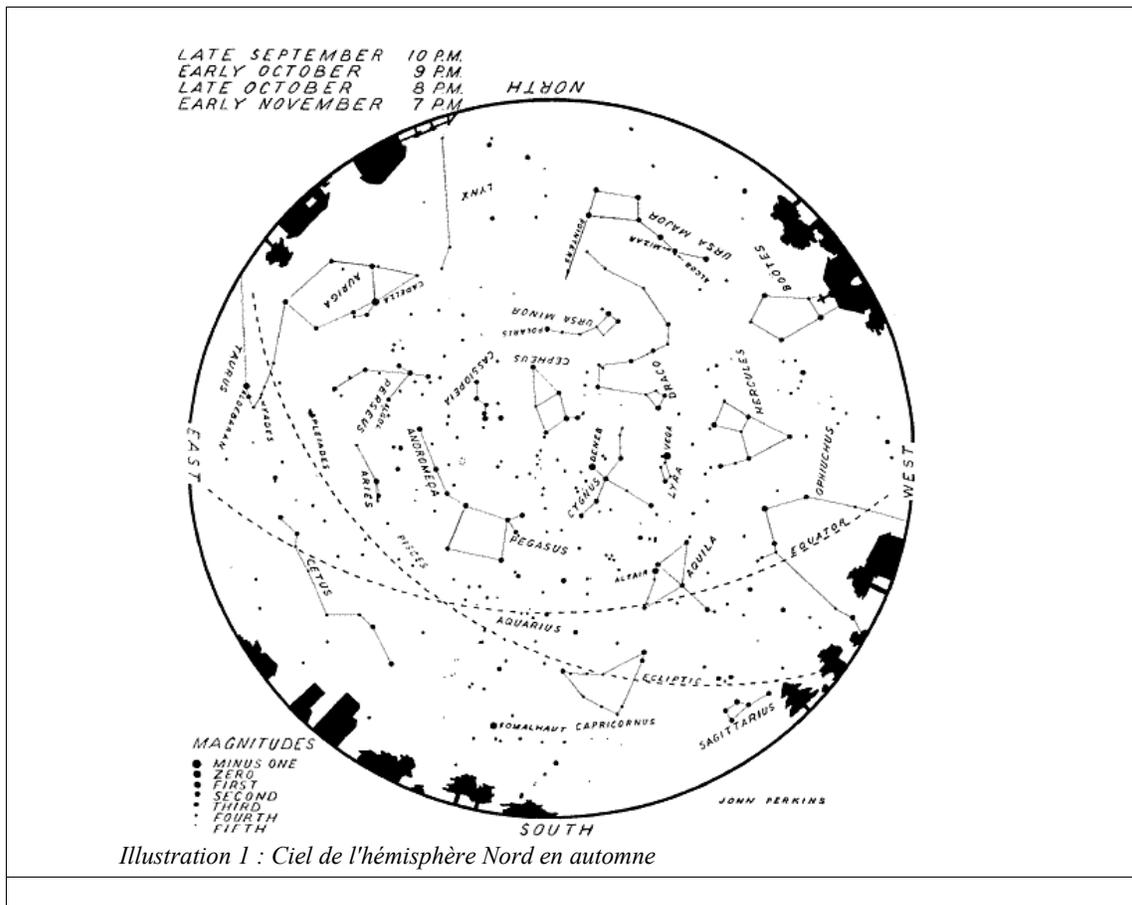
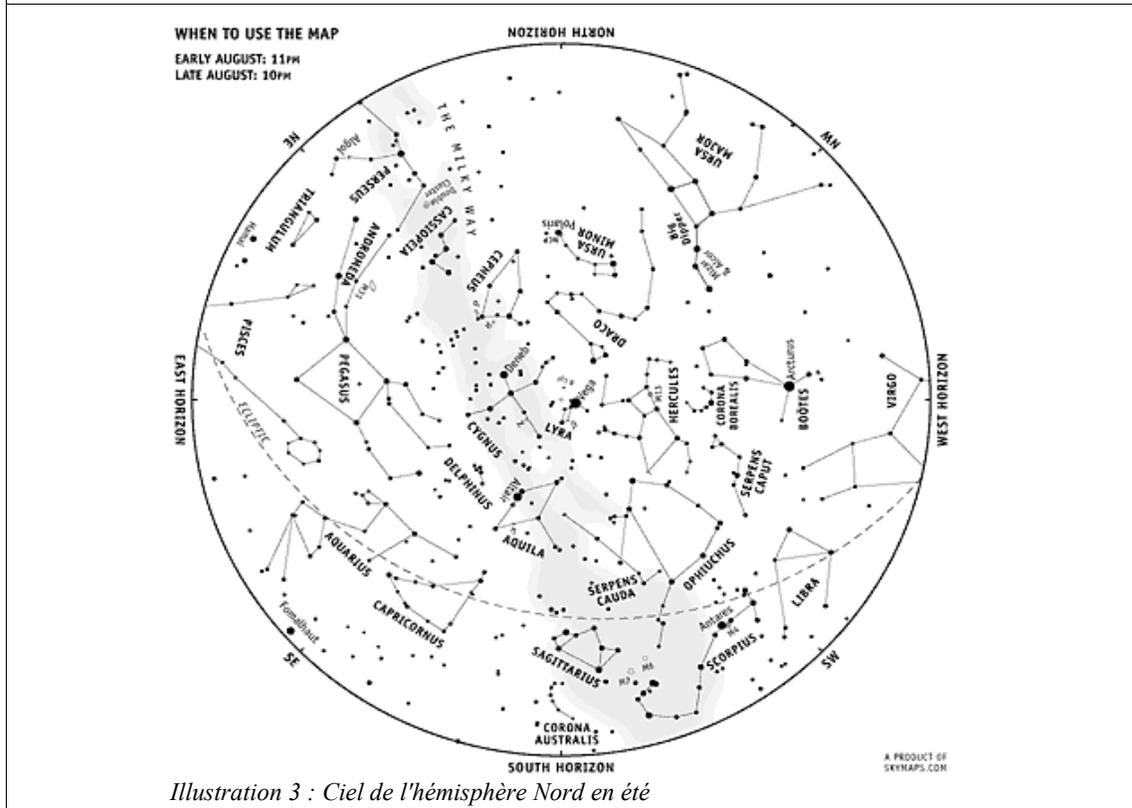
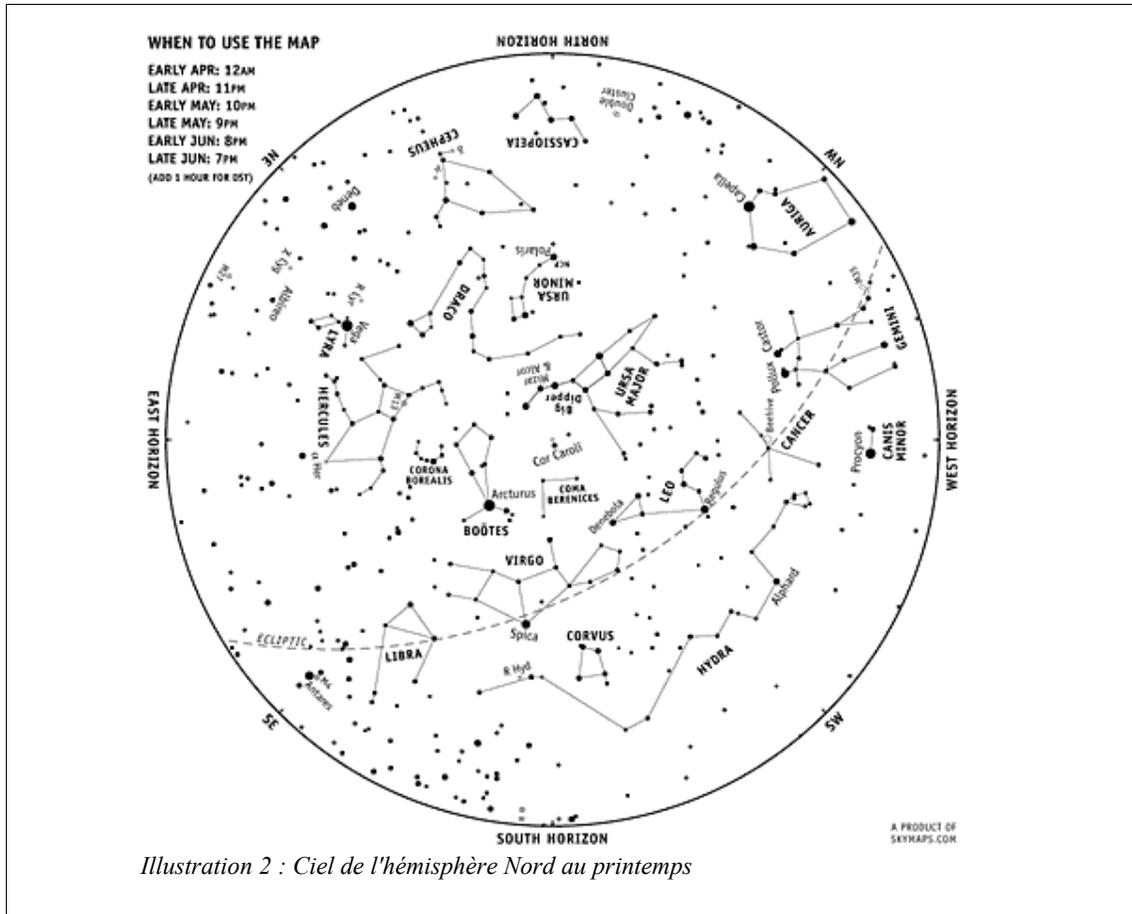
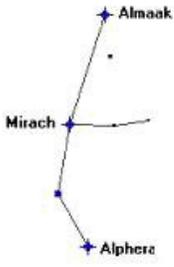
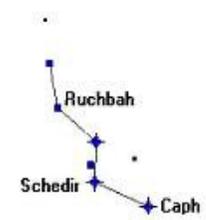
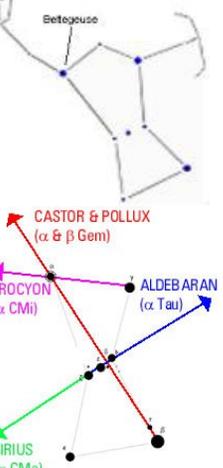


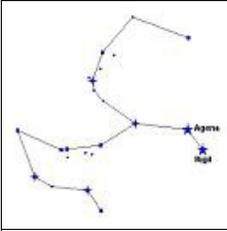
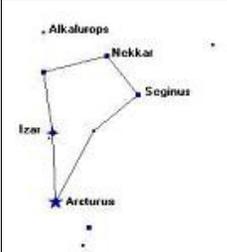
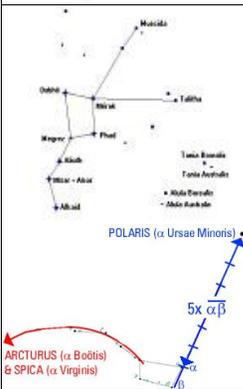
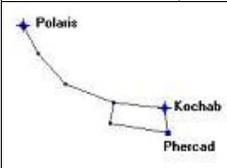
Illustration 1 : Ciel de l'hémisphère Nord en automne



CONSTELLATIONS (HÉMISPHERE NORD)

Géométrie et mythologie des constellations les plus remarquables

	<p>ANDROMEDE Elle est la fille de Céphée, roi d'Ethiopie et de Cassiopée. Sa mère ayant comparée la beauté de sa fille à celle des Néréides, Poséidon envoya un monstre marin (représenté par Cetus) qui ravagea le pays. Andromède fut donnée en sacrifice afin de l'apaiser. C'est alors que Persée monta sur Pégase la délivra et l'épousa.</p>
	<p>CASSIOPEE La constellation se reconnaît très facilement par sa forme de «W». Épouse de Céphée, le Roi d'Éthiopie, et mère d'Andromède, Cassiopée compara la beauté de sa fille à celle des Néréides. Poséidon envoya alors un monstre marin (représenté par Cetus) qui ravagea le pays. Pour l'apaiser, Andromède fut donnée en sacrifice mais elle fut sauvée par Persée monté sur Pégase. Poséidon envoya Cassiopée dans le ciel où elle fut condamnée à tourner pour l'éternité autour du pôle, tête en bas, enchaînée à son trône.</p>
	<p>LE CYGNE Pour séduire Lédè, épouse de Tyndare, roi de Sparte, Zeus se métamorphosa en cygne. Lédè pondit un œuf d'où sortirent les Dioscures Hélène et Clytemnestre. En souvenir de sa ruse, Zeus plaça cette effigie dans le ciel.</p>
	<p>LA LYRE Les Grecs y voyaient une lyre (ou plutôt une kithara), on l'associait avec la lyre d'Orphée, fait de la carapace d'une tortue et qui envoûta hommes, dieux, et bêtes.</p>
	<p>ORION Orion est un chasseur légendaire qui se vantait de pouvoir tuer n'importe quel animal. Dans quelques versions de la légende, il a été tué par le Scorpion qui a été placé à l'opposé de la voûte céleste par les dieux qui les ont séparés, afin qu'ils ne soient jamais au-dessus de l'horizon en même temps. Orion est très utile pour chercher d'autres étoiles. En étendant la ligne de la Ceinture au sud-ouest, on trouve Sirius, α Canis Majoris ; au nord-est, on trouve Aldebaran, α Tauri. Une ligne vers l'est à travers les deux épaules indique la direction de Procyon, α Canis Minoris. Une ligne de Rigel à travers Bételgeuse trouve Castor et Pollux, α et β Geminorum.</p>
	<p>LE GRAND CHIEN Alpha (<i>Sirius</i>) est l'étoile la plus brillante du ciel. Les Egyptiens la vénéraient car sa présence à l'aube avant le lever du soleil annonçait la crue du Nil. Selon un mythe grec, le grand chien gagna une course contre l'animal le plus rapide, le renard. C'est pour récompenser cette victoire que Zeus le plaça dans le ciel.</p>

	<p>CARENE C'est une partie de l'<i>Argo</i>, le navire sur lequel partie Jason et les Argonautes pour aller chercher la Toison d'Or.</p>
	<p>CENTAURE Les Centaures sont pour la plupart les fils d'Ixion et de Néphélé. Mi-hommes, mi-chevaux, ils sont originaires de Thessalie. Sauvages aux mœurs barbares et brutales, ils se nourrissaient de chair crue. Ce sont des êtres malfaisants à l'exception de Pholos, l'ami d'Héraclès et de Chiron. Ils étaient constamment en guerre contre les Lapithes, notamment à la noce de Pirithoos et Hippodamie. Enivrés par le vin, ils tentèrent de violer la mariée et les jeunes filles. Ce fut le début d'une longue guerre dirigée par Arès et Eris.</p>
	<p>BOUVIER Bouvier tient en laisse Canes Venatici et poursuit les deux Ourses (Ursa Major et Ursa Minor). D'ailleurs, Acturus signifie "Bouvier des Ourses" (Autrefois, Acturus était le nom de la constellation entière). D'après une autre légende, Boötes serait l'inventeur de la charrue et fut accueilli au ciel.</p>
	<p>GRANDE OURSE Selon la mythologie grecque, cette constellation serait Callisto, une demoiselle aimée par Zeus. Quand la jalouse Héra découvrit leur relation, Zeus convertit Callisto et son petit-fils, Arcas, en la Grande et la Petite ourse. Héra, outragée par cette offense à son honneur, demanda justice à l'Océan, et les ourses furent alors condamnées à tourner perpétuellement autour du Pole Nord, jamais permises de se reposer sous la mer. En fait, la Grande ourse est une constellation circumpolaire, et aux positions au nord de 41° de latitude, elle ne semble jamais se coucher. Ces étoiles sont utiles à trouver d'autres étoiles importantes. Une méthode très connue sert à trouver Polaris, α Ursae Minoris, l'Étoile polaire. On dessine une ligne de Merak à Dubhe, et on l'étend cinq fois la distance entre ces deux étoiles pour trouver Polaris.</p>
	<p>PETITE OURSE La Petite Ourse, une constellation assez faible, doit sa célébrité à sa plus brillante étoile, Polaris (α Ursae Minoris), la très connue Étoile polaire.</p>

REPÉRER LES CONSTELLATIONS

Évaluer les distances et écart angulaires apparentes

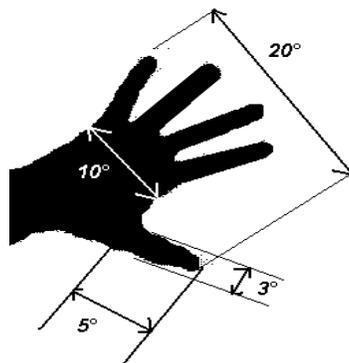


Illustration 4 : Mesure des angles avec la main

On peut déterminer les distances angulaires grossièrement avec la main, le bras tendu.

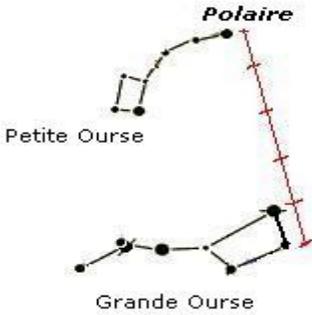
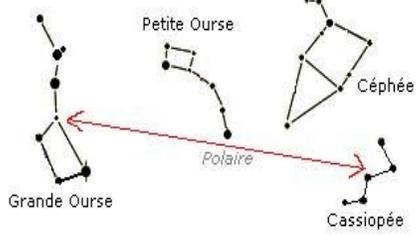
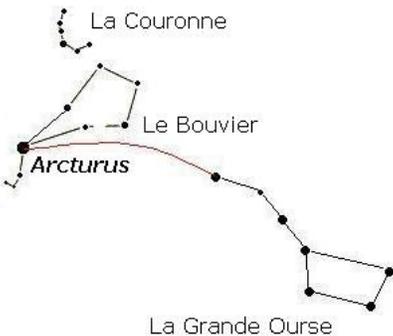
<i>Constellation</i>	<i>Repérage</i>
 <p>Polaire</p> <p>Petite Ourse</p> <p>Grande Ourse</p>	<p>Grande Ourse/ Petite Ourse / Etoile polaire</p> <p>La grande ourse est la constellation la plus simple à repérer : elle ressemble à une grande casserole.</p> <p>A partir de la grande Ourse, on trouve facilement l'étoile polaire en reportant 5 fois la distance du "bord de la casserole".</p>
 <p>Petite Ourse</p> <p>Céphée</p> <p>Polaire</p> <p>Grande Ourse</p> <p>Cassiopée</p>	<p>Cassiopée / Céphée</p> <p>Cassiopée ressemble à un W ou à un M suivant sa position dans le ciel. Céphée se situe entre la constellation de la Petite Ourse et Cassiopée.</p>
 <p>La Couronne</p> <p>Le Bouvier</p> <p>Arcturus</p> <p>La Grande Ourse</p>	<p>Bouvier / couronne</p> <p>Pour repérer le Bouvier, prolonger la courbure que fait la queue de la Grande Ourse, vous trouverez une étoile brillante nommée "Arcturus". La constellation de la Couronne se situe à gauche du Bouvier.</p>

Illustration 5 : Repérage des constellations

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 07/11
A. Charbonnel	IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	7/9

MAGNITUDE DES ASTRES

Magnitude absolue - magnitude apparente

Pour mesurer la luminosité ou brillance des astres, les astronomes utilisent une unité appelée magnitude.

Il existe deux types de magnitude :

- la magnitude apparente,
- la magnitude absolue.

La magnitude absolue indique l'éclat qu'auraient les étoiles si on les plaçait à la même distance de la Terre (en l'occurrence à 32,6 années-lumière soit 10 parsecs).

La magnitude apparente indique l'éclat d'un astre vu de la terre.

L'échelle des magnitudes est une échelle logarithmique :

- une différence de magnitude de 1 correspond à un écart de luminosité de 2,5,
- une différence de magnitude de 5 correspond à un écart de luminosité de 100.

Une chose à remarquer concernant cette échelle est que les magnitudes les plus petites correspondent aux objets les plus lumineux ; les objets très lumineux possèdent même une magnitude négative. Ainsi, Sirius, l'étoile la plus brillante, a une magnitude apparente de -1,46.

Domaine visible et magnitude

	Magnitude apparente
Limite de sensibilité à l'œil nu	5
Limite de sensibilité de Hubble	30

Classement des astres par magnitude apparente

Nom commun	Magnitude apparente	Constellation	Magnitude réelle	Distance (AL)	Nom scientifique
Soleil	-27		4,8	-	
Pleine Lune	-13				
Vénus	-4				
Jupiter	-2,4				
Sirius	-1.46	Grand chien	1.4	8.6	Alpha -CMa
Canopus	-0.72	Carene	-2.5	74	Alpha _Car
Mercure	- 0,5				
Rigil Kentaurus	-0.27	Centaure	4.4	4.3	Alpha -Cen
Arcturus	-0.04		0.2	34	Alpha - Boo
Vega	0.03	Lyre	0.6	25	Alpha - Lyr
Capella	0.08		0.4	41	Alpha -Aur
Rigel	0.12	Orion	-8.1	~1400	Beta - Ori
Procyon	0.38	Petit chien	2.6	11.4	Alpha - CMi
Achernar	0.46		-1.3	69	Alpha -Eri
Betelgeuse	0.50 (var.)	Orione	-7.2	~1400	Alpha - Ori
Hadar	0.61 (var.)	Centaure	-4.4	320	Beta - Cen
Acrux	0.76	Croix du sud	-4.6	510	Alpha - Cru
Altair	0.77	Aigle	2.3	16	Alpha - Aql
Aldebaran	0.85 (var.)	Taureau	-0.3	60	Alpha -Tau
Mars	0,9				
Saturne	0,9				
Antares	0.96 (var.)	Scorpion	-5.2	~520	Alpha - Sco

Nom commun	Magnitude apparente	Constellation	Magnitude réelle	Distance (AL)	Nom scientifique
Spica	0.98 (var.)	Vierge	-3.2	220	Alpha -Vir
Pollux	1.14	Gemeaux	0.7	40	Beta - Gem
Fomalhaut	1.16	Poisson	2.0	22	Alpha - PsA
Becrux	1.25 (var.)	Croix du sud	-4.7	460	Beta - Cru
Deneb	1.25	Cygne	-7.2	1500	Alpha - Cyg
Regulus	1.35	Lion	-0.3	69	Alpha - Leo
Adhara	1.50	Grand Chien	-4.8	570	Epsilon - CMa
Castor	1.57	Gémeaux	0.5	49	Alpha - Gem
Gacrux	1.63 (var.)	Croix du sud	-1.2	120	Gamma - Cru
Shaula	1.63 (var.)	Scorpion	-3.5	330	Lambda - Sco
Pluton	14				

Nota : Les magnitudes des planètes sont indiquées à titre indicatif (car variable avec le temps).

RESSOURCES

Bibliographie

Bernard Pellequer - *Petit guide du ciel* - Seuil - collection point sciences - 1990 - ISBN 2-02-011556-5 - 89 p - 7,5€.
Petit guide pédagogique pour de repérage des différentes constellations.

Pierre Sizaire - *Le guide des étoiles* - GEF - 1987 - 50 p.
Petit guide pour de repérage des différentes constellations.

Marie-Françoise Serre - *Les constellations et leurs légendes grecques : Les récits des origines mythologiques* - Vuibert - 2004 - ISBN 2711753670 - 15p - 18€.
Histoire des différentes constellations.

Ressources internet

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Constellation>

<http://perso.club-internet.fr/gibouin/constellation/constellations.htm>

http://isa.mythes.free.fr/Saint_Seiya/Constellations/Ciel.html

<http://perso.wanadoo.fr/jdd.deschamps/accueil.htm> – logiciel Almicantarat.

<http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/extra/brightest.html> – magnitudes des étoiles.

<http://www.astrosurf.org/centaurus/accueil.htm> - l'astronomie à l'oeil nu et au jumelle.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 07/11
A. Charbonnel	<i>IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE</i>	9/9

Crédit graphique

<i>Illustration</i>	<i>Source</i>
Erreur : source de la référence non trouvée Illustration 1: Ciel de l'hémisphère Nord en automne Erreur : source de la référence non trouvée	http://www.astrosociety.org/education/publications/tnl/32/nightsky.html
Erreur : source de la référence non trouvée Illustration 2: Ciel de l'hémisphère Nord au printemps Erreur : source de la référence non trouvée	http://gorp.away.com/gorp/eclectic/nightsky/star_spring3.htm
Illustration 3: Ciel de l'hémisphère Nord en été	http://gorp.away.com/gorp/eclectic/nightsky/star_summer4.htm
Illustration 4: Mesure des angles avec la main	A.Charbonnel licence indentique à ce document
Illustration 5: Repérage des constellations	http://www.astrosurf.org/centaurus/se-reperer.htm

OBJECTIF



Le but du Star-finder est de :

- obtenir les coordonnées horizontales (H, Z) pour préparer le point d'étoile,
- identifier un astre à partir de ces coordonnées horizontales (H, Z) obtenues par un point d'étoile.

DESCRIPTION

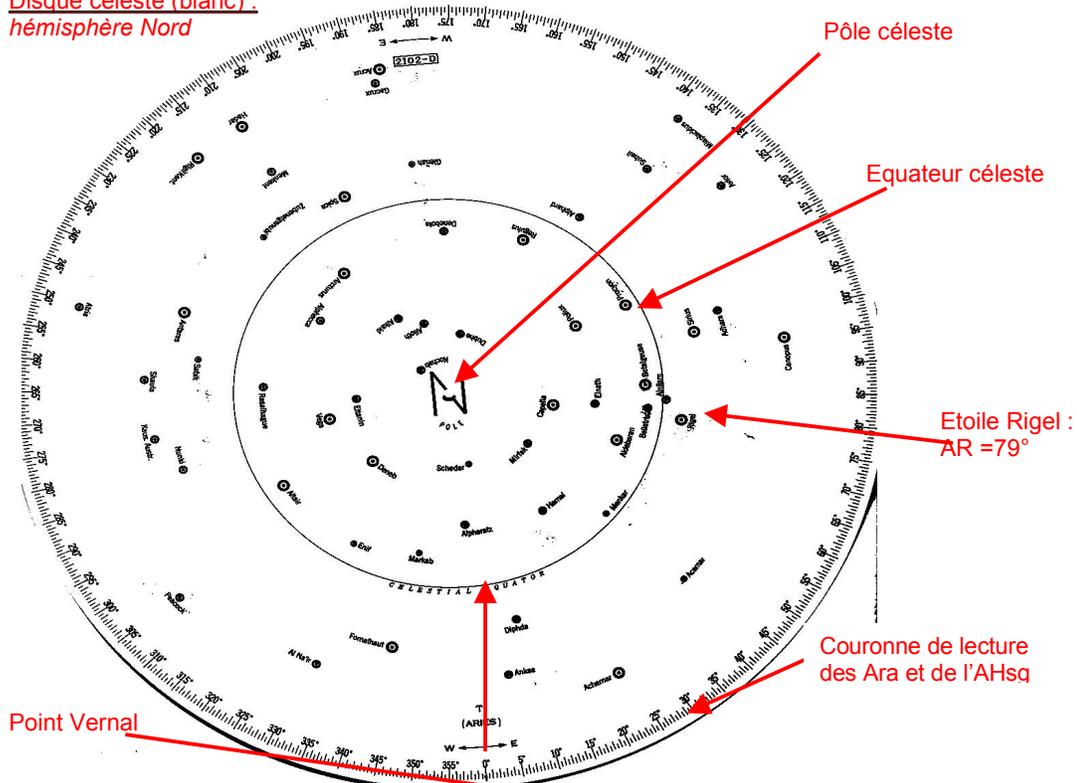
Le Star-finder est constitué de disques :

Disque	Correspondance	Remarques
1 disque blanc à 2 faces.	Sphère céleste	Chaque face représente une demi-sphère céleste (N ou S). Les étoiles sont positionnées d'après leur ascension droite ARa et leur déclinaison D . <i>(nota : l'échelle des déclinaisons n'est pas représentée sur ce disque, utiliser le disque rouge « Astres errants » pour déterminer D.</i>
9 disques transparents (grilles bleues, réversibles).	Sphères locales	Chaque disque représente les sphères locales de 10° en 10° entre 5° à 85° de latitude N ou S. Le centre est le zénith de l'observateur. On peut lire les hauteurs H et les azimuts Z des astres.
1 disque transparent (grilles rouges avec une encoche).	Astres errants	Ce disque permet le positionnement des planètes et la lecture de l'angle au pôle.

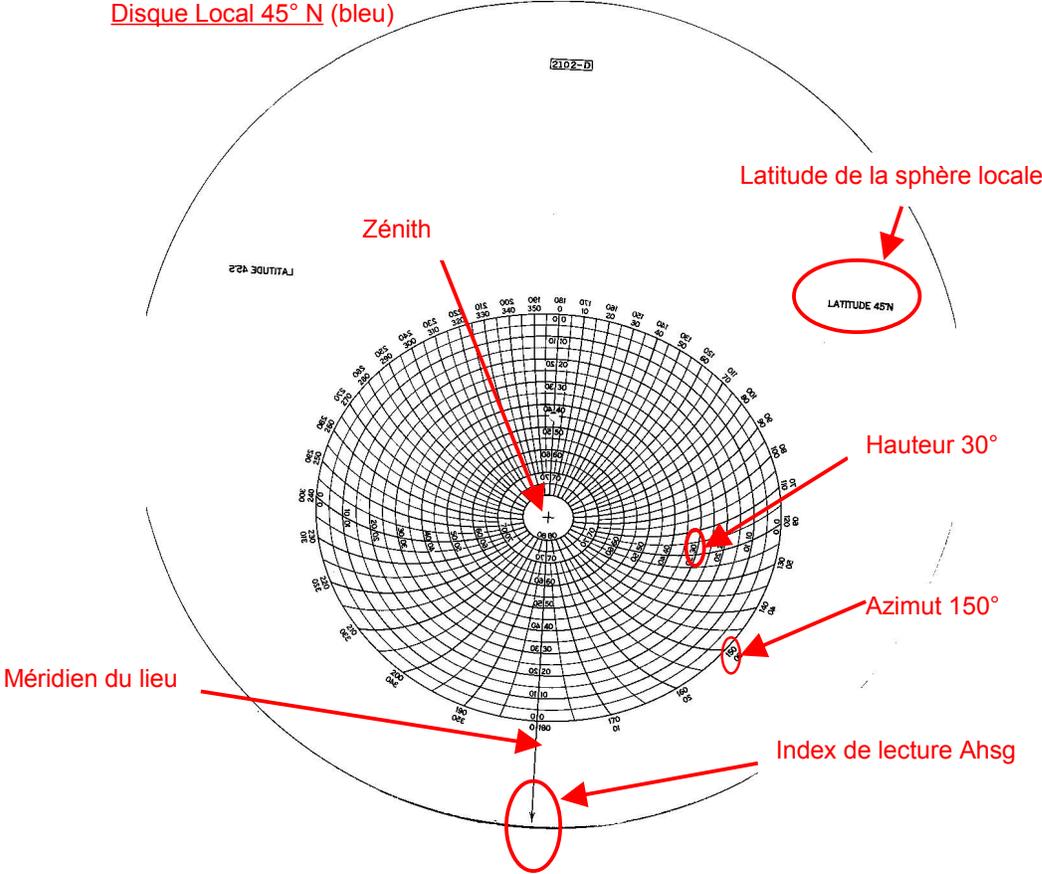
Le Star-finder permet l'obtention des coordonnées équatoriales (**Ara**, **D**) et des coordonnées horizontales (**H**, **Z**) en superposant un des disques transparents sur le disque blanc.

L'identification se fait en positionnant le plateau représentant la sphère céleste (disque blanc) par rapport au plateau représentant la sphère locale (disques bleus) pour un lieu et un instant donné.

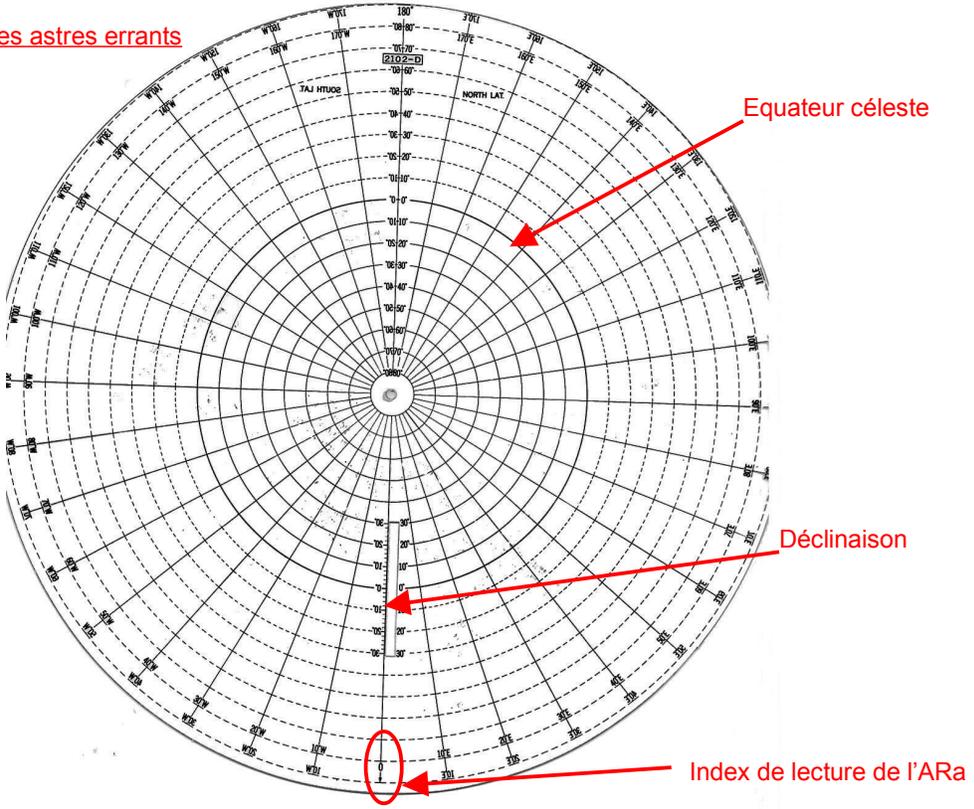
Disque céleste (blanc) :
hémisphère Nord



Disque Local 45° N (bleu)



Disque des astres errants (rouge)



ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 - 06/11
A. Charbonnel	LE STAR-FINDER 2102-D	3/6

UTILISATION

L'utilisation se fait à partir de l'heure T_{cp} (UT) et des coordonnées estimées φ_e et G_e du lieu.

1. Sélectionner la face Nord ou Sud du disque représentant la sphère céleste ;
2. Sélectionner le disque transparent représentant la sphère locale correspondant à la latitude la plus proche de φ_e (et le placer sur la bonne face Nord ou Sud !);
3. Positionner par rotation du disque transparent la flèche sur l'angle horaire sidéral l'AH_{sg} calculé pour le moment choisi (la flèche représente le méridien du lieu).

Nota : Par définition l'angle horaire sidéral à Greenwich a pour symbole AH_{so} ou AH_{sp}. Dans la marine marchande, la pratique est d'utiliser la notation AH_{so} aux heures rondes et AH_{sp} aux heures précises (avec minutes et secondes)

Identifier une étoile

A partir de H et Z observés d'une étoile, trouver son nom (ceci afin de pouvoir calculer la droite de hauteur).

Exemple:		
Le 18 mars 2003	à T _{cf} = 03h 13 min 10 s	Position : $\varphi_e = 49^{\circ}30' N$ $G_e = 17^{\circ} W$
On observe une étoile par :	H _v = 48° 19,26'	Z = 82,2°
Quel est le nom de cet astre ?		
Solution		
<u>a- Déterminer T_{cp}</u>	<u>b- Déterminer AH_{sg}</u>	<u>c- Caler le Star-finder</u>
T _{cf} = 03 h 13 min 10 s	AH _{so} = 235°18,4'	<u>d- Porter l'étoile (H, Az)</u>
+ f = +1	+ pp = .03°18,0'	<u>e- Identifier :</u>
T _{cp} = 04 h 13 min 10 s	AH _{sp} = 238°36,4'	=> Vega
	- G _e = -17°00,0'	
	AH _{sg} = 221°36,4'	

Identifier un astre errant

Si l'astre observé ne se trouve pas sur le Star-finder il s'agit d'une planète.

Pour identifier cette planète il faut trouver ses coordonnées équatoriales (AR_a, D) grâce au disque rouge.

On compare alors les coordonnées trouvées à celles calculées à partir des pages journalières des « *Éphémérides nautiques* ».

Exemple:	
Le 16 septembre 2003	à T _{cp} = 03 h 52 min 37 s
	Position: $\varphi_e = 9^{\circ}15,0' S$ $G_e = 30^{\circ}33,2' W$
On observe une planète par :	H _v = 43°40'
	Z = 256°
Quel est le nom de cette planète ?	
Solution	
<u>a- Déterminer T_{cp}</u>	<u>d- Porter l'astre observé (H, Z)</u>
T _{cp} = 03 h 52 min 37 s	<u>e- Déterminer les coordonnées (AR_a, D) de l'astre (disque rouge)</u>
<u>b- Déterminer l'AH_{sg}</u>	AR _a = 332,5° / D = 16°S
AH _{so} = 39°39,2'	<u>f- Calculer les coordonnées horaires</u>
+ pp = 13°11,4'	AH _{sp} = 52°50,6'
AH _{sp} = 52°50,6'	-AR _a = -332°30,0'
- G _e = -30°33,2'	Ah _{ap} = 80°20,6'
AH _{sg} = 22°17,4'	<u>g- Comparer les valeurs à celles des éphémérides</u>
<u>c- Caler le Star-finder sur AH_{sg}</u>	=> Il s'agit de Mars

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 - 06/11
A. Charbonnel	LE STAR-FINDER 2102-D	4/6

Placer un astre errant

Pour un lieu donné et à un instant Tcf choisi par l'observateur, on peut calculer les coordonnées équatoriales de l'astre (ARa, D) puis le positionner à l'aide du disque transparent rouge sur le disque de la sphère céleste (au crayon effaçable !!!). Il ne reste plus qu'à caler le Star-finder avec AHsg pour obtenir ses coordonnées horizontales.

Exemple:	
Placer la planète Jupiter Le 18 mars 2003	à Tcf = 03h 13 min 10 s Position : $\Phi_c = 49^\circ 30' N$ $G_c = 17^\circ W$
Solution	
a- Déterminer Tcf Tcf = 03 h 13 min 10 s +f = +1 Tcf = 04 h 13 min 10 s	d- Calculer les coordonnées (ARa, D) de l'astre AHsp = $238^\circ 36,4'$ - Ahap = $-107^\circ 24,7'$ ARa = $131^\circ 11,7'$ [360°]
b- Déterminer AHsg AHso = $235^\circ 18,4'$ + pp = $.03^\circ 18,0'$ AHsp = $238^\circ 36,4'$ - Ge = $-17^\circ 00,0'$ AHsg = $221^\circ 36,4'$	e- Porter l'astre à observer (Ara, D) sur la sphère céleste.
c- Déterminer les coordonnées (AHao, D) de l'astre avec les E.N. AHao = $104^\circ 7,2' N$ + pp = $.03^\circ 17,5'$ AHap = $.107^\circ 24,7' N$ D = $18^\circ 59,3' N$ (à 4 h 00) + pp = $00^\circ 00,0'$ D = $18^\circ 59,3' N$ (à 4 h 13 min 10 s)	f- Caler le Star-finder sur AHsg g- Lire les valeurs (H, Z) de l'astre H = 14° / Z = 282°

Préparer un point d'étoile

C'est le principal intérêt de cet appareil !

Calculer l'heure d'observation

- Le meilleur moment pour réaliser un point d'étoiles est l'aube ou le crépuscule (observation des étoiles ET de l'horizon) ; Il faut donc déterminer l'heure approximative de l'observation (au lever ou coucher) à l'aide des éphémérides nautiques : $Tcp = Tcg + Ge/15$.
- Les « *Éphémérides nautiques* » donnent les heures du lever et du coucher du soleil ainsi que celles du début de l'aube et de fin du crépuscule op. Ces éléments sont fournis en fonction de la latitude et exprimés en heures locales Tcg.
- Par nuit claire et dégagée, il est possible de faire un point d'étoile à toute heure.

Porter les planètes sur le disque céleste (option)

- Déterminer l'angle verse des planètes les plus visibles.
 $ARa = AHso - AHao[360^\circ] = AHsp - AHap[360^\circ]$
- Porter les planètes sur le disque céleste (disque blanc).

Caler le Star-finder

- Calculer l'Ahsg correspondant au Tcf choisi.
- Caler le Star-finder avec l'AHsg.

Sélectionner les astres à observer

- Sélectionner les astres observables (i.e. présents dans le quadrillage bleu) selon leur **magnitude**, leur hauteur (entre 20 et 60°) et leur **répartition** en azimut (prendre 3 étoiles à 120°).

Observer les astres

Les indications fournies par le Star-finder (Hv et Z approximatifs) permettent de trouver rapidement les astres. *Il est préférable de commencer l'observation des étoiles 1/2h avant l'heure prévue afin de s'habituer à l'obscurité*

Exemple :

Le 16 Septembre 2003 vers 01h00 UT $\phi_e = 54^\circ S$ $Ge = 063^\circ 01,0' E$

Préparer un point avec 3 étoiles pour réaliser un point à l'aube de ce jour.

Solution :

a- Déterminer l'heure d'observation

$$\begin{array}{rcl} \text{Tcg} & = & 05 \text{ h } 30 \text{ min} \\ + g & = & - 04 \text{ h } 12 \text{ min } 04 \\ & & \text{s} \\ \hline \text{Tcp}_{\text{aube du lieu}} & = & 01 \text{ h } 17 \text{ min } 56 \\ & & \text{s} \end{array}$$

$$g = Ge / 15 \text{ (positif si W, négatif si E)}$$

b- Déterminer la position des planètes

Pour le 16 septembre à $Tcp = 01 \text{ h } 17 \text{ min } 56 \text{ s}$:

	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
AHso	009°34,3'	009°34,3'	009°34,3'	009°34,3'
- AHao	- 188°37,4'	- 034°27,9'	- 213°08,4'	- 266°48,4°
ARa	180°56,9'	335°6,4	156°25,9'	102°45,9'

Pour le calcul de ARa, on a omis les parties proportionnelles de AHso et AHao étant données que celles ci s'annulent.

Pour déterminer la partie proportionnelle de D :

- soit on regarde la valeur de l'accroissement horaire d de l'a déclinaison et l'on fait une interpolation linéaire ;
- soit l'on regarde qu'elle est la valeur de la correction indiquée dans les tables d'interpolation (on arrondit à la valeur la plus proche).

Attention il faut regarder le sens d'évolution de D (croissance, décroissance) pour le signe de la partie proportionnelle.

	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
d	d = 1,3'	d = 0,0'	d = 0,2'	d = 0,0'
D =	1°00,7' N	16°28,1' S	10°45,1' N	22°10,7' N à 1h00 UT
+ PP	- 0,3'	- 0,0'	- 0,1'	- 0,0'
D	1°00,4' N	16°28,1 S	10°45,0' N	22°10,7' N à 1h 17min 56

c- Reporter les planètes sur le Starfinder

d- Déterminer le Ahsq et caler le Star-finder

$$\begin{array}{rcl} \text{AHso} & = & 09^\circ 34,3' \text{ Heure ronde : } 01 \text{ h } 00 \text{ UT} \\ + \text{pp} & = & 04^\circ 29,7' \text{ Pour } \Delta t = 17 \text{ min } 56 \text{ s car } \text{Tcp} = 01 \text{ h } + 17 \text{ min } 56 \text{ s} \\ \hline \text{AHsp} & = & 14^\circ 04,0' \\ - \text{Ge} & = & + 63^\circ 01,0' \\ \hline \text{Ahsq} & = & 77^\circ 05,0' \end{array}$$

d- Sélectionner les astres à observer et déterminer les azimuts et hauteurs approchés

Les planètes

- Vénus et Jupiter sont sous l'horizon.
- Mars est légèrement au dessus de l'horizon ($Z = 250^\circ$, $H = 4^\circ$)
- Saturne est au dessus de l'horizon ($Z = 51^\circ$, $H = 11^\circ$)
- Les planètes sont trop basses pour être utilisées. dans le cas présent.

Les étoiles

	Z	H
Sirius	31°	49°
Fomalhaut	247	20°
Acrux	145°	40°

On utilisera les 3 étoiles sélectionnées.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 - 06/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>LE STAR-FINDER 2102-D</i>	6/6

BIBLIOGRAPHIE/SOURCES

Patrick Brassier – *Navigation astronomique* – nov. 1999 – Vuibert

Caillou/Laurent/Percier – *Traité de navigation* – INFOMER

Bureau des longitudes – *Ephémérides nautiques 2003 – 2002* -Edinautic
 les éphémérides astronomiques sont disponibles en ligne gratuitement sur <http://www.imcce.fr/ephemeride.html> à partir d'un formulaire.

N. Bowditch - *The american practical Navigator* – 2003 – NIMA
 Document disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>

MARDI 18 MARS 2003

Heure UT.	SOLEIL				LUNE				Lever du Soleil		LATI- TUDE		Lever et coucher de la Lune				
	Aho	D	Aho	ν	D	d	π	début de l'aube	lever	Z	lever	Var 10° G	Var 10° G	lever	Var 10° G	coucher	Var 10° G
00	177 55,0	S 1 12,1	1 39,8	9,5	N 8 01,0	15,7	60,5	5 10	6 11	91	70 N	17 58	3,7	7 15	0,6		
01	192 55,2	1 11,1	16 08,3	9,6	7 45,3	15,7	60,5	5 15	6 10	91	68	18 01	3,5	7 08	0,4		
02	207 55,4	1 10,1	30 36,9	9,6	7 29,6	15,8	60,5	5 19	6 10	91	66	18 04	3,3	7 02	0,3		
03	222 55,6	1 09,1	45 05,5	9,6	7 13,8	15,9	60,5	5 22	6 10	91	64	18 07	3,1	6 58	0,1		
04	237 55,7	1 08,2	59 34,1	9,6	6 57,9	15,9	60,6	5 25	6 09	91	62 N	18 09	3,0	6 53	0,0		
05	252 55,9	1 07,2	74 02,7	9,6	6 42,0	16,0	60,6	5 28	6 09	90	60 N	18 11	2,9	6 50	0,1		
06	267 56,1	S 1 06,2	88 31,3	9,7	N 6 26,0	16,0	60,6	5 30	6 09	90	58	18 13	2,7	6 46	0,2		
07	282 56,3	1 05,2	103 00,0	9,6	6 10,0	16,1	60,6	5 32	6 09	90	56	18 14	2,6	6 44	0,3		
08	297 56,5	1 04,2	117 28,6	9,7	5 53,9	16,1	60,6	5 33	6 09	90	54	18 15	2,6	6 41	0,4		
09	312 56,6	1 03,2	131 57,3	9,7	5 37,8	16,2	60,6	5 35	6 08	90	52 N	18 17	2,5	6 38	0,5		
10	327 56,8	1 02,2	146 26,0	9,7	5 21,6	16,2	60,7	5 36	6 08	90	50 N	18 18	2,4	6 36	0,5		
11	342 57,0	1 01,2	160 54,7	9,7	5 05,4	16,2	60,7	5 39	6 08	90	45	18 20	2,2	6 31	0,7		
12	357 57,2	S 1 00,3	175 23,4	9,8	N 4 49,2	16,2	60,7	5 41	6 08	90	40	18 22	2,1	6 27	0,8		
13	12 57,4	0 59,3	189 52,2	9,7	4 33,0	16,3	60,7	5 42	6 07	90	35	18 24	2,0	6 24	0,9		
14	27 57,6	0 58,3	204 20,9	9,7	4 16,7	16,4	60,7	5 43	6 07	90	30 N	18 26	1,9	6 21	1,0		
15	42 57,7	0 57,3	218 49,6	9,8	4 00,3	16,3	60,7	5 44	6 06	90	20 N	18 28	1,7	6 15	1,2		
16	57 57,9	0 56,3	233 18,4	9,7	3 44,0	16,4	60,8	5 45	6 06	91	10 N	18 31	1,6	6 10	1,3		
17	72 58,1	0 55,3	247 47,1	9,8	3 27,6	16,5	60,8	5 44	6 05	91	0	18 33	1,4	6 05	1,4		
18	87 58,3	S 0 54,3	262 15,9	9,7	N 3 11,1	16,4	60,8	5 43	6 04	91	10 S	18 35	1,3	6 01	1,6		
19	102 58,5	0 53,3	276 44,6	9,8	2 54,7	16,5	60,8	5 41	6 03	91	20 S	18 37	1,2	5 56	1,7		
20	117 58,6	0 52,3	291 13,4	9,8	2 38,2	16,5	60,8	5 38	6 02	91	30 S	18 40	1,0	5 50	1,9		
21	132 58,8	0 51,4	305 42,2	9,7	2 21,7	16,5	60,8	5 36	6 01	91	35	18 42	0,9	5 46	2,0		
22	147 59,0	0 50,4	320 10,9	9,8	2 05,2	16,5	60,8	5 33	6 00	91	40	18 43	0,8	5 42	2,1		
23	162 59,2	0 49,4	334 39,7	9,8	1 48,7	16,6	60,8	5 30	5 59	92	45	18 45	0,7	5 38	2,2		
24	177 59,4	S 0 48,4	349 08,5	9,7	N 1 32,1	16,5	60,8	5 25	5 58	92	50 S	18 48	0,5	5 32	2,4		
								5 23	5 57	92	52 S	18 49	0,5	5 30	2,5		
								5 21	5 57	92	54	18 50	0,4	5 27	2,6		
								5 18	5 56	92	56 S	18 51	0,3	5 24	2,6		

Heure UT.	Point vernal Aho	VÉNUS		MARS		JUPITER		SATURNE		Heure UT.
		Aho	D	Aho	D	Aho	D	Aho	D	
00	175 08,6	214 20,4	S 15 26,0	256 03,6	S 23 30,2	43 56,8	N 18 59,2	93 04,5	N 22 12,1	00
01	190 11,0	229 19,9	S 15 25,3	271 04,3	S 23 30,2	58 59,4	N 18 59,2	108 06,9	N 22 12,1	01
02	205 13,5	244 19,4	S 15 24,5	286 05,1	S 23 30,1	74 02,0	N 18 59,2	123 09,2	N 22 12,1	02
03	220 16,0	259 18,9	S 15 23,7	301 05,8	S 23 30,1	89 04,6	N 18 59,3	138 11,6	N 22 12,1	03
04	235 18,4	274 18,3	S 15 22,9	316 06,5	S 23 30,0	104 07,2	N 18 59,3	153 13,9	N 22 12,2	04
05	250 20,9	289 17,8	S 15 22,1	331 07,3	S 23 30,0	119 09,8	N 18 59,3	168 16,2	N 22 12,2	05
06	265 23,3	304 17,3	S 15 21,3	346 08,0	S 23 29,9	134 12,4	N 18 59,4	183 18,6	N 22 12,2	06
07	280 25,8	319 16,8	S 15 20,6	1 08,8	S 23 29,9	149 15,0	N 18 59,4	198 20,9	N 22 12,2	07
08	295 28,3	334 16,3	S 15 19,8	16 09,5	S 23 29,8	164 17,6	N 18 59,4	213 23,3	N 22 12,2	08
09	310 30,7	349 15,7	S 15 19,0	31 10,3	S 23 29,8	179 20,2	N 18 59,5	228 25,6	N 22 12,2	09
10	325 33,2	4 15,2	S 15 18,2	46 11,0	S 23 29,7	194 22,8	N 18 59,5	243 28,0	N 22 12,2	10
11	340 35,7	19 14,7	S 15 17,4	61 11,7	S 23 29,7	209 25,4	N 18 59,5	258 30,3	N 22 12,3	11
12	355 38,1	34 14,2	S 15 16,6	76 12,5	S 23 29,6	224 28,0	N 18 59,6	273 32,7	N 22 12,3	12
13	10 40,6	49 13,7	S 15 15,8	91 13,2	S 23 29,6	239 30,6	N 18 59,6	288 35,0	N 22 12,3	13
14	25 43,1	64 13,1	S 15 15,1	106 14,0	S 23 29,5	254 33,2	N 18 59,6	303 37,4	N 22 12,3	14
15	40 45,5	79 12,6	S 15 14,3	121 14,7	S 23 29,5	269 35,8	N 18 59,7	318 39,7	N 22 12,3	15
16	55 48,0	94 12,1	S 15 13,5	136 15,5	S 23 29,4	284 38,4	N 18 59,7	333 42,0	N 22 12,3	16
17	70 50,5	109 11,6	S 15 12,7	151 16,2	S 23 29,4	299 41,0	N 18 59,7	348 44,4	N 22 12,3	17
18	85 52,9	124 11,1	S 15 11,9	166 16,9	S 23 29,3	314 43,6	N 18 59,8	3 46,7	N 22 12,4	18
19	100 55,4	139 10,5	S 15 11,1	181 17,7	S 23 29,2	329 46,2	N 18 59,8	18 49,1	N 22 12,4	19
20	115 57,8	154 10,0	S 15 10,3	196 18,4	S 23 29,2	344 48,8	N 18 59,8	33 51,4	N 22 12,4	20
21	131 00,3	169 09,5	S 15 09,5	211 19,2	S 23 29,1	359 51,4	N 18 59,9	48 53,8	N 22 12,4	21
22	146 02,8	184 09,0	S 15 08,7	226 19,9	S 23 29,1	14 54,0	N 18 59,9	63 56,1	N 22 12,4	22
23	161 05,2	199 08,5	S 15 07,9	241 20,6	S 23 29,0	29 56,6	N 18 59,9	78 58,5	N 22 12,4	23
24	176 07,7	214 08,0	S 15 07,1	256 21,4	S 23 29,0	44 59,2	N 19 00,0	94 00,8	N 22 12,4	24
		$v = 0,5$	$d = 0,8$	$v = 0,7$	$d = 0,1$	$v = 2,6$	$d = 0,0$	$v = 2,3$	$d = 0,0$	
		mag. = -4,0	$\pi = 0,1$	mag. = +0,7	$\pi = 0,1$	mag. = -2,4	$\pi = 0,0$	mag. = +0,1	$\pi = 0,0$	

MARDI 16 SEPTEMBRE 2003

Heure UT.	SOLEIL				LUNE				Lever du Soleil		LATI- TUDE		Lever et coucher de la Lune				
	Aho	D	Aho	ν	D	d	π	début de l'aube	lever	Z	lever	Var 10° G	Var 10° G	lever	Var 10° G	coucher	Var 10° G
00	181 12,7	N 2 53,5	304 34,6	14,1	N 18 23,2	10,1	54,2	4 10	5 14	79	70 N	17 58	3,7	7 15	0,6		
01	196 12,9	2 52,3	319 07,7	14,0	N 18 33,3	9,9	54,2	4 20	5 18	80	68	17 25	-	14 43	-		
02	211 13,2	2 51,3	333 40,7	14,0	N 18 43,2	9,9	54,2	4 29	5 22	81	66	18 14	1,9	13 56	-4,6		
03	226 13,4	2 50,4	348 13,7	14,0	N 18 53,1	9,9	54,2	4 36	5 24	82	64	18 45	0,3	13 25	-3,0		
04	241 13,6	2 49,4	362 46,7	13,9	N 19 03,0	9,7	54,2	4 42	5 27	82	62 N	19 08	0,1	13 03	2,6		
05	256 13,8	2 48,4	377 19,7	13,8	N 19 12,7	9,7	54,2	4 47	5 29	83	60 N	19 27	0,3	12 44	2,4		
06	271 14,1	N 2 47,5	391 52,4	13,8	N 19 22,4	9,6	54,2	4 51	5 31	83	58	19 43	0,5	12 20	2,2		
07	286 14,3	2 46,5	406 25,2	13,7	N 19 32,0	9,3	54,2	4 55	5 32	83	56	19 56	0,6	12 17	2,1		
08	301 14,5	2 45,6	420 57,9	13,7	N 19 41,5	9,4	54,2	4 58	5 34	84	54	20 08	0,6	12 05	2,0		
09	316 14,7	2 44,6	435 30,6	13,6	N 19 50,9	9,3	54,2	5 01	5 35	84	52 N	20 18	0,7	11 56	2,0		
10	331 15,0	2 43,6	450 3,2	13,5	N 20 00,2	9,3	54,2	5 04	5 37	84	50 N	20 28	0,8	11 47	1,9		
11	346 15,2	2 42,7	464 35,7	13,5	N 20 09,5	9,2	54,2	5 10	5 39	85	45	20 47	0,9	11 28	1,8		
12	1 15,4	N 2 41,7	479 08,2	13,5	N 20 18,7	9,1	54,2	5 14	5 41	85	40	21 03	1,0	11 13	1,8		
13	16 15,6	2 40,															

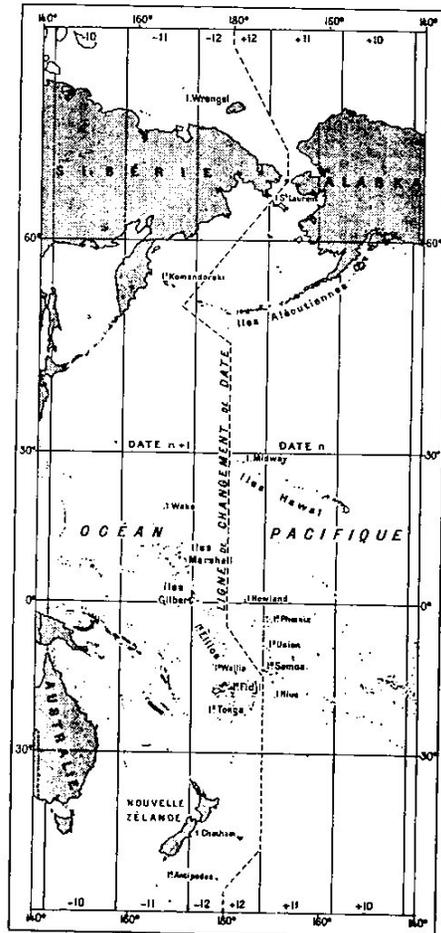
TABLES DE NAVIGATION

XVII Fuseaux horaires.

N°	LIMITES	NOTATIONS internationales
12	180°	+12 Y
13	172,5 w	+11 X
14	167,5 w	+10 W
15	162,5 w	+9 V
16	157,5 w	+8 U
17	152,5 w	+7 T
18	147,5 w	+6 S
19	142,5 w	+5 R
20	137,5 w	+4 Q
21	132,5 w	+3 P
22	127,5 w	+2 O
23	122,5 w	+1 N
0	7,5 w	0 Z
1	7,5 e	-1 A
2	22,5 e	-2 B
3	37,5 e	-3 C
4	52,5 e	-4 D
5	67,5 e	-5 E
6	82,5 e	-6 F
7	97,5 e	-7 G
8	112,5 e	-8 H
9	127,5 e	-9 I
10	142,5 e	-10 K
11	157,5 e	-11 L
12	172,5 e	-12 M
	180	

XVIII

Ligne de changement de date.



TABLES DE NAVIGATION

I. - Réfractions astronomiques moyennes.

Baromètre = 760 millimètres. Thermomètre Celsius = + 10°.

Haut. appa- rente	Réfrac- tion	Diffé- rence pour 10'	Haut. appa- rente	Réfrac- tion	Diffé- rence pour 10'	Haut. appa- rente	Réfrac- tion	Diffé- rence pour 10'	Haut. appa- rente	Réfrac- tion	Diffé- rence pour 10'	Haut. appa- rente	Réfrac- tion	Diffé- rence pour 10'
0 00	33,80	1,88	7 00	7,43	0,16	14 00	3,83	0,04	21 00	2,51	0,021	63	0,49	0,003
10	31,92	1,75	10	7,27	0,15	10	3,79	0,05	22	2,39	0,019	64	0,47	0,003
20	30,17	1,62	20	7,12	0,14	20	3,74	0,04	23	2,28	0,017	65	0,45	0,003
30	28,55	1,50	30	6,98	0,14	30	3,70	0,04	24	2,17	0,016	66	0,43	0,003
40	27,05	1,39	40	6,84	0,13	40	3,66	0,04	25	2,07	0,015	67	0,41	0,003
50	25,66	1,29	50	6,71	0,13	50	3,62	0,04	26	1,98	0,014	68	0,39	0,003
1 00	24,37	1,19	8 00	6,58	0,13	15 00	3,58	0,04	27	1,90	0,013	69	0,37	0,003
10	23,18	1,11	10	6,45	0,12	10	3,54	0,04	28	1,82	0,012	70	0,35	0,003
20	22,07	1,03	20	6,33	0,11	20	3,50	0,04	29	1,75	0,011	71	0,33	0,003
30	21,04	0,95	30	6,22	0,11	30	3,46	0,04	30	1,68	0,011	72	0,31	0,003
40	20,09	0,88	40	6,11	0,11	40	3,42	0,04	31	1,61	0,010	73	0,30	0,003
50	19,21	0,82	50	6,00	0,11	50	3,38	0,04	32	1,55	0,010	74	0,28	0,003
2 00	18,39	0,77	9 00	5,89	0,10	16 00	3,34	0,03	33	1,49	0,009	75	0,26	0,003
10	17,62	0,72	10	5,79	0,09	10	3,31	0,03	34	1,44	0,009	76	0,24	0,003
20	16,90	0,67	20	5,70	0,10	20	3,28	0,04	35	1,39	0,008	77	0,22	0,003
30	16,23	0,62	30	5,60	0,09	30	3,24	0,03	36	1,34	0,008	78	0,21	0,003
40	15,61	0,58	40	5,51	0,09	40	3,21	0,03	37	1,29	0,008	79	0,19	0,003
50	15,03	0,55	50	5,42	0,09	50	3,18	0,04	38	1,24	0,007	80	0,17	0,003
3 00	14,48	0,52	10 00	5,33	0,08	17 00	3,14	0,03	39	1,20	0,007	81	0,15	0,003
10	13,96	0,48	10	5,25	0,08	10	3,11	0,03	40	1,16	0,007	82	0,14	0,003
20	13,48	0,45	20	5,17	0,08	20	3,08	0,03	41	1,12	0,006	83	0,12	0,003
30	13,03	0,43	30	5,09	0,08	30	3,05	0,03	42	1,08	0,006	84	0,10	0,003
40	12,60	0,41	40	5,01	0,07	40	3,02	0,03	43	1,04	0,006	85	0,08	0,003
50	12,19	0,38	50	4,94	0,07	50	2,99	0,03	44	1,00	0,006	86	0,07	0,003
4 00	11,81	0,36	11 00	4,87	0,07	18 00	2,96	0,03	45	0,97	0,005	87	0,05	0,003
10	11,45	0,34	10	4,80	0,07	10	2,93	0,03	46	0,94	0,005	88	0,03	0,003
20	11,11	0,32	20	4,73	0,07	20	2,90	0,02	47	0,91	0,005	89	0,02	0,003
30	10,79	0,31	30	4,66	0,07	30	2,88	0,03	48	0,88	0,005	90	0,00	
40	10,48	0,29	40	4,59	0,06	40	2,85	0,03	49	0,85	0,005			
50	10,19	0,28	50	4,53	0,06	50	2,82	0,02	50	0,82	0,005			
5 00	9,91	0,26	12 00	4,47	0,06	19 00	2,80	0,03	51	0,79	0,005			
10	9,65	0,25	10	4,41	0,06	10	2,77	0,03	52	0,76	0,004			
20	9,40	0,24	20	4,35	0,06	20	2,74	0,02	53	0,73	0,004			
30	9,16	0,23	30	4,29	0,06	30	2,72	0,02	54	0,70	0,004			
40	8,93	0,22	40	4,23	0,05	40	2,70	0,03	55	0,68	0,004			
50	8,71	0,21	50	4,18	0,05	50	2,67	0,02	56	0,66	0,004			
6 00	8,50	0,20	13 00	4,13	0,05	20 00	2,65	0,03	57	0,63	0,004			
10	8,30	0,19	10	4,08	0,05	10	2,62	0,02	58	0,61	0,004			
20	8,11	0,18	20	4,03	0,05	20	2,60	0,02	59	0,58	0,004			
30	7,93	0,17	30	3,98	0,05	30	2,58	0,02	60	0,56	0,004			
40	7,76	0,17	40	3,93	0,05	40	2,56	0,03	61	0,54	0,004			
50	7,59	0,16	50	3,88	0,05	50	2,53	0,02	62	0,52	0,004			
7 00	7,43		14 00	3,83		21 00	2,51		63	0,49				

TABLES DE NAVIGATION

II - Corrections des réfractions moyennes d'après la température.

Thermo- mètre	RÉFRACTION MOYENNE								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+ 42	-0.11	-0.21	-0.32	-0.43	-0.53	-0.64	-0.75	-0.85	-0.96
40	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.81	0.91
+ 38	-0.10	-0.19	-0.28	-0.38	-0.47	-0.57	-0.66	-0.76	-0.85
36	0.09	0.18	0.27	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.80
34	0.08	0.17	0.25	0.33	0.41	0.49	0.58	0.66	0.74
32	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.61	0.68
30	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63
+ 28	-0.06	-0.13	-0.19	-0.25	-0.31	-0.38	-0.44	-0.50	-0.57
26	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	0.51
24	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
22	0.04	0.09	0.13	0.17	0.21	0.26	0.30	0.34	0.38
20	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32
+ 18	-0.03	-0.06	-0.09	-0.11	-0.14	-0.17	-0.20	-0.23	-0.26
16	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20
14	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
12	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
+ 8	+0.01	+0.02	+0.03	+0.03	+0.04	+0.05	+0.05	+0.06	+0.07
6	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14
4	0.02	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20
+ 2	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27
0	0.04	0.07	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	0.34
- 2	+0.05	+0.09	+0.14	+0.19	+0.23	+0.28	+0.32	+0.36	+0.41
4	0.06	0.11	0.17	0.22	0.27	0.33	0.38	0.43	0.49
6	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.57
8	0.07	0.15	0.22	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
10	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72
- 12	+0.09	+0.18	+0.27	+0.36	+0.45	+0.54	+0.62	+0.71	+0.80
14	0.10	0.20	0.30	0.39	0.49	0.59	0.68	0.78	0.88
- 16	+0.11	+0.22	+0.32	+0.43	+0.54	+0.64	+0.75	+0.86	+0.96

III - Corrections des réfractions moyennes d'après la pression atmosphérique.

Additives	RÉFRACTION MOYENNE									Sous- tractives
	Baromètre	1	2	3	4	5	6	7	8		9	Baromètre
800 ^{mm}	0.05	0.10	0.16	0.21	0.27	0.32	0.37	0.42	0.48	720 ^{mm}
795	0.05	0.09	0.14	0.19	0.23	0.28	0.32	0.37	0.42	725
790	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	730
785	0.03	0.06	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.26	0.30	735
780	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.16	0.18	0.21	0.24	740
775	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	745
770	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	750
765	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	755
760	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	760

TABLES DE NAVIGATION

IV - Dépression apparente de l'horizon.

Élévation de l'œil	Dépression	Élévation de l'œil	Dépression	Élévation de l'œil	Dépression	Élévation de l'œil	Dépression
0 ^m	1.25	8 ^m	5.01	21 ^m	8.11	36 ^m	10.62
1.0	1.77	8.5	5.16	22	8.30	37	10.77
1.5	2.17	9.0	5.31	23	8.49	38	10.91
2.0	2.50	9.5	5.46	24	8.67	39	11.05
2.5	2.80	10	5.60	25	8.85	40	11.19
3.0	3.07	11	5.87	26	9.03	41	11.33
3.5	3.31	12	6.13	27	9.20	42	11.47
4.0	3.54	13	6.38	28	9.37	43	11.61
4.5	3.75	14	6.62	29	9.53	44	11.74
5.0	3.96	15	6.86	30	9.69	45	11.87
5.5	4.15	16	7.08	31	9.85	46	12.00
6.0	4.34	17	7.30	32	10.01	47	12.13
6.5	4.51	18	7.51	33	10.17	48	12.26
7.0	4.68	19	7.72	34	10.32	49	12.39
7.5	4.85	20	7.92	35	10.47	50	12.52

V - Parallaxe de hauteur du Soleil.

Hauteur	Parallaxe	Hauteur	Parallaxe	Hauteur	Parallaxe	Hauteur	Parallaxe
0°	0.15	25°	0.13	50°	0.09	75°	0.04
5	0.15	30	0.13	55	0.08	80	0.03
10	0.15	35	0.12	60	0.07	85	0.01
15	0.14	40	0.11	65	0.06	90	0.00
20	0.14	45	0.10	70	0.05		
25	0.13	50	0.09	75	0.04		

VI - Demi-diamètre de la Lune.

Parallaxe	Demi-diamètre	Variation de la parallaxe	Variation du demi-diamètre
53	14.44	0.1	0.027
54	14.71	0.2	0.054
55	14.99	0.3	0.082
56	15.26	0.4	0.109
57	15.53	0.5	0.136
58	15.80	0.6	0.163
59	16.08	0.7	0.191
60	16.35	0.8	0.218
61	16.62	0.9	0.245

TABLES DE NAVIGATION

VII Corrections des hauteurs observées du Soleil.
(- Réfraction moyenne - dépression + parallaxe + demi-diamètre)

PREMIÈRE CORRECTION.

Hauteur observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL												
	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	12 m	14 m	16 m	18 m	20 m	22 m	24 m
7 00	+ 8,7	+ 8,2	+ 5,1	+ 4,3	+ 3,6	+ 3,0	+ 2,5	+ 2,0	+ 1,5	+ 1,1	+ 0,7	+ 0,3	- 0,1
20	9,0	8,5	5,4	4,6	4,0	3,4	2,8	2,3	1,9	1,4	1,0	0,6	0,2
40	9,3	8,8	5,7	4,9	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,3	0,9	0,5
8 00	9,6	7,1	6,0	5,2	4,5	3,9	3,4	2,9	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
20	9,8	7,3	6,3	5,4	4,8	4,2	3,6	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1
40	10,1	7,5	6,5	5,7	5,0	4,4	3,9	3,4	2,9	2,5	2,1	1,7	1,3
9 00	+ 10,3	+ 7,7	+ 6,7	+ 5,9	+ 5,2	+ 4,6	+ 4,1	+ 3,6	+ 3,1	+ 2,7	+ 2,3	+ 1,9	+ 1,5
20	10,5	7,9	6,9	6,1	5,4	4,8	4,3	3,8	3,3	2,9	2,5	2,1	1,7
40	10,7	8,1	7,1	6,3	5,6	5,0	4,5	4,0	3,5	3,1	2,7	2,3	1,9
10 00	10,8	8,3	7,3	6,5	5,8	5,2	4,7	4,2	3,7	3,3	2,9	2,5	2,1
20	11,0	8,5	7,4	6,6	5,9	5,3	4,8	4,3	3,9	3,4	3,0	2,6	2,3
40	11,2	8,6	7,6	6,8	6,1	5,5	5,0	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,4
11 00	+ 11,3	+ 8,8	+ 7,7	+ 6,9	+ 6,3	+ 5,7	+ 5,1	+ 4,6	+ 4,2	+ 3,7	+ 3,3	+ 2,9	+ 2,6
30	11,5	9,0	7,9	7,1	6,5	5,9	5,3	4,8	4,4	3,9	3,5	3,1	2,8
12 00	11,7	9,2	8,1	7,3	6,7	6,1	5,5	5,0	4,6	4,1	3,7	3,3	3,0
30	11,9	9,4	8,3	7,5	6,8	6,2	5,7	5,2	4,8	4,3	3,9	3,5	3,2
13 00	12,0	9,5	8,5	7,7	7,0	6,4	5,9	5,4	4,9	4,5	4,1	3,7	3,3
30	12,2	9,7	8,6	7,8	7,1	6,5	6,0	5,5	5,1	4,6	4,2	3,8	3,5
14 00	+ 12,3	+ 9,8	+ 8,8	+ 8,0	+ 7,3	+ 6,7	+ 6,2	+ 5,7	+ 5,2	+ 4,8	+ 4,4	+ 4,0	+ 3,6
15 00	12,5	10,1	9,0	8,2	7,5	6,9	6,4	5,9	5,5	5,0	4,6	4,2	3,9
16 00	12,5	10,3	9,3	8,5	7,8	7,2	6,7	6,2	5,7	5,3	4,9	4,5	4,1
17 00	13,0	10,5	9,5	8,7	8,0	7,4	6,9	6,4	5,9	5,5	5,1	4,7	4,3
18 00	13,2	10,7	9,6	8,8	8,2	7,6	7,1	6,6	6,1	5,7	5,3	4,9	4,5
19 00	13,4	10,8	9,8	9,0	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,4	5,0	4,7
20 00	+ 13,5	+ 11,0	+ 9,9	+ 9,1	+ 8,5	+ 7,9	+ 7,4	+ 6,9	+ 6,4	+ 6,0	+ 5,6	+ 5,2	+ 4,8
22 00	13,5	11,3	10,2	9,4	8,7	8,1	7,6	7,1	6,7	6,2	5,8	5,4	5,1
24 00	14,0	11,5	10,4	9,6	8,9	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	6,0	5,7	5,3
26 00	14,2	11,7	10,6	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5	7,1	6,6	6,2	5,9	5,5
28 00	14,3	11,8	10,8	10,0	9,3	8,7	8,2	7,7	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6
30 00	14,5	12,0	10,9	10,1	9,4	8,8	8,3	7,8	7,4	6,9	6,5	6,2	5,8
32 00	+ 14,6	+ 12,1	+ 11,0	+ 10,2	+ 9,6	+ 9,0	+ 8,5	+ 8,0	+ 7,5	+ 7,1	+ 6,7	+ 6,3	+ 5,9
34 00	14,7	12,2	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4	6,0
36 00	14,8	12,3	11,2	10,4	9,8	9,2	8,7	8,2	7,7	7,3	6,9	6,5	6,1
38 00	14,9	12,4	11,3	10,5	9,9	9,3	8,8	8,3	7,8	7,4	7,0	6,6	6,2
40 00	15,0	12,5	11,4	10,6	10,0	9,4	8,8	8,3	7,9	7,4	7,0	6,7	6,3
45 00	15,1	12,6	11,6	10,8	10,1	9,5	9,0	8,5	8,1	7,6	7,2	6,8	6,5
50 00	+ 15,3	+ 12,8	+ 11,7	+ 10,9	+ 10,3	+ 9,7	+ 9,2	+ 8,7	+ 8,2	+ 7,8	+ 7,4	+ 7,0	+ 6,6
55 00	15,4	12,9	11,9	11,1	10,4	9,8	9,3	8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,7
60 00	15,5	13,0	12,0	11,2	10,5	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,6	7,2	6,8
70 00	15,7	13,2	12,2	11,4	10,7	10,1	9,6	9,1	8,6	8,2	7,8	7,4	7,0
80 00	15,9	13,4	12,3	11,5	10,9	10,3	9,7	9,2	8,8	8,4	8,0	7,6	7,2
90 00	+ 16,0	+ 13,5	+ 12,5	+ 11,7	+ 11,0	+ 10,4	+ 9,9	+ 9,4	+ 8,9	+ 8,5	+ 8,1	+ 7,7	+ 7,3

DEUXIÈME CORRECTION (Bord inférieur).

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	0,0	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3

DEUXIÈME CORRECTION (Bord supérieur).

- 32,3	- 32,2	- 32,1	- 32,0	- 31,8	- 31,8	- 31,8	- 31,8	- 31,9	- 32,1	- 32,2	- 32,3
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TABLES DE NAVIGATION

VII (suite et fin) Corrections des hauteurs observées du Soleil.
(- Réfraction moyenne - dépression + parallaxe + demi-diamètre)

PREMIÈRE CORRECTION.

Hauteur observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL												
	26 m	28 m	30 m	32 m	34 m	36 m	38 m	40 m	42 m	44 m	46 m	48 m	50 m
7 00	- 0,4	- 0,8	- 1,1	- 1,4	- 1,8	- 2,1	- 2,4	- 2,6	- 2,9	- 3,2	- 3,5	- 3,7	- 4,0
20	- 0,1	- 0,5	- 0,8	- 1,1	- 1,4	- 1,7	- 2,0	- 2,3	- 2,6	- 2,9	- 3,1	- 3,4	- 3,7
40	+ 0,2	- 0,2	- 0,5	- 0,8	- 1,1	- 1,4	- 1,7	- 2,0	- 2,3	- 2,6	- 2,8	- 3,1	- 3,4
8 00	0,4	+ 0,1	- 0,2	- 0,6	- 0,9	- 1,2	- 1,5	- 1,8	- 2,0	- 2,3	- 2,6	- 2,8	- 3,1
20	0,7	0,4	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3	2,6	2,8
40	0,9	0,6	+ 0,3	- 0,1	0,4	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6
9 00	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,2	- 0,2	- 0,5	- 0,8	- 1,0	- 1,3	- 1,6	- 1,9	- 2,1	- 2,4
20	1,3	1,0	0,7	0,4	0,0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2
40	1,5	1,2	0,9	0,6	+ 0,2	- 0,1	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0
10 00	1,7	1,4	1,1	0,7	0,4	+ 0,1	- 0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8
20	1,9	1,6	1,2	0,9	0,6	0,3	0,0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6
40	2,1	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	+ 0,2	- 0,1	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5
11 00	+ 2,2	+ 1,9	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	0,0	- 0,3	- 0,5	- 0,8	- 1,0	- 1,3
30	2,4	2,1	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	+ 0,2	- 0,1	0,3	0,6	0,8	1,1
12 00	2,6	2,3	1,9	1,6	1,3	1,0	0,7	0,4	+ 0,1	+ 0,1	0,4	0,6	0,9
30	2,8	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	+ 0,1	- 0,2	0,5	0,7
13 00	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	0,3	0,6
30	3,1	2,8	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	+ 0,1	- 0,1	0,4
14 00	+ 3,2	+ 2,9	+ 2,6	+ 2,3	+ 2,0	+ 1,7	+ 1,4	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,3	0,0	- 0,2
15 00	3,5	3,2	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	+ 0,3	0,0
16 00	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	+ 0,2
17 00	3,9	3,6	3,3	3,0	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,4
18 00	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4	1,2	0,9	0,6
19 00	4,3	4,0	3,6	3,3	3,0	2,7	2,4	2,1	1,9	1,6	1,3	1,1	0,8
20 00	+ 4,4	+ 4,1	+ 3,8	+ 3,5	+ 3,1	+ 2,8	+ 2,6	+ 2,3	+ 2,0	+ 1,7	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,9
22 00	4,7	4,4	4,1	3,7	3,4	3,1	2,8	2,6	2,3	2,0	1,7	1,5	1,2
24 00	4,9	4,6	4,3	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,4
26 00	5,1	4,8	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0	2,7	2,4	2,1	1,9	1,6
28 00	5,3	4,9	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,6	2,3	2,1	1,8
30 00	5,4	5,1	4,8	4,4	4,1	3,8	3,5	3,3	3,0	2,7	2,5	2,2	1,9
32 00	+ 5,5	+ 5,2	+ 4,9	+ 4,6	+ 4,3	+ 4,0	+ 3,7	+ 3,4	+ 3,1	+ 2,8	+ 2,6	+ 2,3	+ 2,1
34 00	5,6	5,3	5,0	4,7	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,7	2,4	2,2
36 00	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,3
38 00	5,8	5,5	5,2	4,9	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,6	2,3
40 00	5,9	5,6	5,3	4,9	4,6	4,3	4,0	3,8	3,5	3,2	3,0	2,7	2,4
45 00	6,1	5,8	5,5	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9	3,7	3,4	3,1	2,9	2,6
50 00	+ 6,3	+ 5,9	+ 5,6	+ 5,3	+ 5,0	+ 4,7	+ 4,4	+ 4,1	+ 3,8	+ 3,5	+ 3,3	+ 3,0	+ 2,7
55 00	6,4	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9	3,7	3,4	3,2	2,9
60 00	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2	4,9	4,6	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0
70 00	6,7	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	4,0	3,7	3,5	3,2
80 00	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6	5,3	5,0	4,7	4,4	4,1	3,9	3,6	3,4
90 00	+ 7,0	+ 6,6	+ 6,3	+ 6,0	+ 5,7	+ 5,4	+ 5,1	+ 4,8	+ 4,5	+ 4,3	+ 4,0	+ 3,7	+ 3,5

DEUXIÈME CORRECTION (Bord inférieur).

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	0,0	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3

DEUXIÈME CORRECTION (Bord supérieur).

- 32,3	- 32,2	- 32,1	- 32,0	- 31,8	- 31,8	- 31,8	- 31,8	- 31,9	- 32,1	- 32,2	- 32,3
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TABLES DE NAVIGATION

VIII Corrections des hauteurs observées des Étoiles et des Planètes.
(- Réfraction moyenne - dépression)
PREMIÈRE CORRECTION (soustractive).

Hauteur observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL												
	0m	2m	4m	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m	24m
7 00	7,4	10,0	11,0	11,8	12,5	13,1	13,7	14,2	14,6	15,1	15,5	15,9	16,2
7 20	7,1	9,7	10,7	11,5	12,2	12,8	13,3	13,8	14,3	14,7	15,1	15,5	15,9
7 40	6,8	9,4	10,4	11,2	11,9	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	14,9	15,3	15,6
8 00	6,6	9,1	10,2	11,0	11,7	12,3	12,8	13,3	13,7	14,2	14,6	15,0	15,4
8 20	6,3	8,9	9,9	10,7	11,4	12,0	12,5	13,0	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1
8 40	6,1	8,6	9,7	10,5	11,2	11,8	12,3	12,8	13,3	13,7	14,1	14,5	14,9
9 00	5,9	8,4	9,5	10,3	11,0	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,3	14,7
9 20	5,7	8,2	9,3	10,1	10,8	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3	13,7	14,1	14,5
9 40	5,5	8,0	9,1	9,9	10,6	11,2	11,7	12,2	12,6	13,1	13,5	13,9	14,3
10 00	5,3	7,8	8,9	9,7	10,4	11,0	11,5	12,0	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1
10 20	5,2	7,7	8,7	9,5	10,2	10,8	11,3	11,8	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9
10 40	5,0	7,5	8,6	9,4	10,1	10,7	11,2	11,7	12,1	12,6	13,0	13,4	13,7
11 00	4,9	7,4	8,4	9,2	9,9	10,5	11,0	11,5	12,0	12,4	12,8	13,2	13,6
11 20	4,7	7,2	8,2	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4
11 40	4,5	7,0	8,0	8,8	9,5	10,1	10,6	11,1	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2
12 00	4,3	6,8	7,8	8,7	9,3	9,9	10,5	11,0	11,4	11,9	12,3	12,6	13,0
12 20	4,1	6,6	7,7	8,5	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,7	12,1	12,5	12,8
12 40	4,0	6,5	7,5	8,3	9,0	9,6	10,1	10,6	11,1	11,5	11,9	12,3	12,7
13 00	3,8	6,3	7,4	8,2	8,9	9,5	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,5
13 20	3,6	6,1	7,1	7,9	8,6	9,2	9,7	10,2	10,7	11,1	11,5	11,9	12,3
13 40	3,3	5,9	6,9	7,7	8,4	9,0	9,5	10,0	10,4	10,9	11,3	11,7	12,0
14 00	3,1	5,7	6,7	7,5	8,2	8,8	9,3	9,8	10,2	10,7	11,1	11,5	11,8
14 20	3,0	5,5	6,5	7,3	8,0	8,6	9,1	9,6	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7
14 40	2,8	5,3	6,3	7,1	7,8	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5
15 00	2,7	5,2	6,2	7,0	7,7	8,3	8,8	9,3	9,8	10,2	10,6	11,0	11,4
15 20	2,4	4,9	5,9	6,7	7,4	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1
15 40	2,2	4,7	5,7	6,5	7,2	7,8	8,3	8,8	9,3	9,7	10,1	10,5	10,9
16 00	2,0	4,5	5,5	6,3	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7
16 20	1,8	4,3	5,4	6,2	6,8	7,4	8,0	8,5	8,9	9,3	9,7	10,1	10,5
16 40	1,7	4,2	5,2	6,0	6,7	7,3	7,8	8,3	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4
17 00	1,5	4,0	5,1	5,9	6,6	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9	10,2
17 20	1,4	3,9	5,0	5,8	6,5	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,8	10,1
17 40	1,3	3,8	4,9	5,7	6,4	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9	9,3	9,7	10,0
18 00	1,2	3,7	4,8	5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8	9,2	9,6	9,9
18 20	1,2	3,7	4,7	5,5	6,2	6,8	7,3	7,8	8,2	8,7	9,1	9,5	9,8
18 40	1,0	3,5	4,5	5,3	6,0	6,6	7,1	7,6	8,0	8,5	8,9	9,3	9,6
19 00	0,8	3,3	4,4	5,2	5,8	6,4	6,9	7,4	7,9	8,3	8,7	9,1	9,5
19 20	0,7	3,2	4,2	5,0	5,7	6,3	6,8	7,3	7,8	8,2	8,6	9,0	9,3
19 40	0,6	3,1	4,1	4,9	5,6	6,2	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	8,9	9,2
20 00	0,4	2,9	3,9	4,7	5,4	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,3	8,7	9,0
20 20	0,2	2,7	3,7	4,5	5,2	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,5	8,8
20 40	0,0	2,5	3,5	4,3	5,0	5,6	6,1	6,6	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7

Planètes. - 2003

DEUXIÈME CORRECTION pour la parallaxe (additive).

Hauteur observée	VÉNUS				MARS			
	Janvier	Avril	Août	Décembre	Janvier	Avril	Août	Décembre
0	+0,2	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,4	+0,2
30	+0,2	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,3	+0,1
60	+0,1	+0,1	0,0	+0,1	0,0	+0,1	+0,2	+0,1

TABLES DE NAVIGATION

VIII (suite et fin) Corrections des hauteurs observées des Étoiles et des Planètes.
(- Réfraction moyenne - dépression)
PREMIÈRE CORRECTION (soustractive).

Hauteur observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL												
	26m	28m	30m	32m	34m	36m	38m	40m	42m	44m	46m	48m	50m
7 00	16,6	16,9	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,8	19,1	19,4	19,6	19,9	20,1
7 20	16,3	16,6	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,8	19,0	19,3	19,6	19,8
7 40	16,0	16,3	16,7	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,7	19,0	19,3	19,5
8 00	15,7	16,1	16,4	16,7	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,7	19,0	19,3
8 20	15,5	15,8	16,1	16,5	16,8	17,1	17,4	17,6	17,9	18,2	18,5	18,7	19,0
8 40	15,2	15,6	15,9	16,2	16,5	16,8	17,1	17,4	17,7	18,0	18,2	18,5	18,8
9 00	15,0	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	17,2	17,5	17,8	18,0	18,3	18,5
9 20	14,8	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,7	17,0	17,3	17,6	17,8	18,1	18,3
9 40	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,2	16,5	16,8	17,1	17,4	17,6	17,9	18,1
10 00	14,4	14,8	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	17,2	17,4	17,7	17,9
10 20	14,3	14,6	14,9	15,3	15,6	15,9	16,2	16,4	16,7	17,0	17,3	17,5	17,8
10 40	14,1	14,5	14,8	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,8	17,1	17,4	17,6
11 00	14,0	14,3	14,6	14,9	15,3	15,6	15,9	16,1	16,4	16,7	16,9	17,2	17,5
11 20	13,8	14,1	14,4	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,5	16,7	17,0	17,3
11 40	13,6	13,9	14,2	14,5	14,9	15,2	15,5	15,7	16,0	16,3	16,5	16,8	17,1
12 00	13,4	13,7	14,0	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,1	16,4	16,6	16,9
12 20	13,2	13,5	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,7	15,9	16,2	16,4	16,7
12 40	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,0	16,3	16,6
13 00	12,9	13,2	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,1	16,4
13 20	12,6	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,2
13 40	12,4	12,7	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9
14 00	12,2	12,5	12,9	13,2	13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	14,9	15,2	15,4	15,7
14 20	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5	14,7	15,0	15,3	15,5
14 40	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,8	15,1	15,4
15 00	11,7	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,4	14,7	15,0	15,2
15 20	11,4	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,1	14,4	14,7	14,9
15 40	11,2	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	13,9	14,2	14,5	14,7
16 00	11,0	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,5	13,7	14,0	14,3	14,5
16 20	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,8	14,1	14,4
16 40	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7	14,0	14,2
17 00	10,6	10,9	11,2	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,0	13,3	13,6	13,8	14,1
17 20	10,5	10,8	11,1	11,5	11,8	12,1	12,4	12,6	12,9	13,2	13,5	13,7	14,0
17 40	10,4	10,7	11,0	11,4	11,7	12,0	12,3	12,5	12,8	13,1	13,4	13,6	13,9
18 00	10,3	10,6	10,9	11,3	11,6	11,9	12,2	12,4	12,7	13,0	13,3	13,5	13,8
18 20	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7
18 40	10,0	10,3	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,4	12,7	13,0	13,2	13,5
19 00	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6	12,8	13,1	13,4
19 20	9,7	10,0	10,4	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,1	12,4	12,7	12,9	13,2
19 40	9,6	9,9	10,2	10,6	10,9	11,2	11,5	11,7	12,0	12,3	12,6	12,8	13,1
20 00	9,4	9,7	10,0	10,4	10,7	11,0	11,3	11,5	11,8	12,1	12,4	12,6	12,9
20 20	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,2	12,4	12,7
20 40	9,0	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5	11,7	12,0	12,2	12,5

Planètes. - 2003

DEUXIÈME CORRECTION pour la parallaxe (additive).

Hauteur observée	VÉNUS				MARS			
	Janvier	Avril	Août	Décembre	Janvier	Avril	Août	Décembre
0	+0,2	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,4	+0,2

TABLES DE NAVIGATION

IX Corrections des hauteurs observées de la Lune.
PREMIÈRE CORRECTION (négative)
Dépression apparente de l'horizon.

Élévation de l'œil (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Dépression	0,0	-2,3	-3,5	-4,3	-5,0	-5,6	-6,1	-6,6	-7,1	-7,5	-7,9	-8,3	-8,7

DEUXIÈME CORRECTION. - Bord inférieur (additive)
(- Réfraction moyenne + parallaxe + demi-diamètre)

Hauteur apparente	PARALLAXE HORIZONTALE												
	54'	55'	55,5	56'	56,5	57'	57,5	58'	58,5	59'	59,5	60'	61'
5°		59,9	60,6	61,2	61,8	62,4	63,1	63,7	64,4	65,0	65,6	66,2	67,4
5 30	59,6	60,9	61,5	62,1	62,8	63,4	64,1	64,7	65,4	66,0	66,7	67,3	68,5
6	60,7	61,9	62,5	63,2	63,8	64,5	65,1	65,8	66,5	67,2	67,8	68,5	69,1
6 30	61,1	62,4	63,0	63,6	64,2	64,9	65,5	66,2	66,8	67,4	68,0	68,7	69,6
7	61,5	62,8	63,4	64,0	64,6	65,3	65,9	66,5	67,1	67,8	68,4	69,1	70,4
7 30	61,8	63,1	63,7	64,3	64,9	65,6	66,2	66,8	67,5	68,1	68,7	69,4	70,7
8	62,1	63,3	63,9	64,6	65,2	65,9	66,5	67,1	67,8	68,4	69,0	69,7	70,9
8 30	62,3	63,5	64,2	64,8	65,4	66,1	66,7	67,4	68,0	68,6	69,2	69,9	71,1
10	62,7	64,0	64,6	65,2	65,8	66,5	67,1	67,7	68,3	69,0	69,6	70,3	71,5
11	63,0	64,2	64,8	65,5	66,1	66,7	67,3	68,0	68,6	69,3	69,9	70,5	71,8
12	63,2	64,4	65,0	65,7	66,3	66,9	67,5	68,2	68,8	69,5	70,1	70,7	72,0
13	63,3	64,5	65,2	65,8	66,4	67,0	67,6	68,3	68,9	69,6	70,2	70,8	72,1
14	63,4	64,6	65,2	65,9	66,5	67,1	67,7	68,4	69,0	69,6	70,2	70,9	72,1
15	63,4	64,6	65,2	65,9	66,5	67,1	67,7	68,4	69,0	69,6	70,2	70,9	72,1
16	63,4	64,6	65,2	65,9	66,5	67,1	67,7	68,3	68,9	69,6	70,2	70,9	72,0
17	63,4	64,6	65,2	65,9	66,5	67,1	67,7	68,3	68,9	69,6	70,2	70,9	71,9
18	63,2	64,4	65,0	65,6	66,2	66,8	67,4	68,0	68,6	69,2	69,8	70,4	71,8
19	63,1	64,3	64,9	65,5	66,1	66,7	67,3	67,9	68,5	69,1	69,7	70,3	71,6
20	62,9	64,1	64,7	65,3	65,9	66,5	67,1	67,7	68,3	68,9	69,6	70,2	71,4
21	62,7	63,9	64,5	65,1	65,7	66,3	66,9	67,5	68,1	68,7	69,3	70,0	71,2
22	62,5	63,7	64,3	64,9	65,5	66,1	66,7	67,3	67,9	68,5	69,1	69,7	70,9
23	62,2	63,4	64,0	64,6	65,2	65,8	66,4	67,0	67,6	68,2	68,8	69,4	70,6
24	62,0	63,1	63,7	64,3	64,9	65,5	66,1	66,7	67,3	67,9	68,5	69,1	70,3
25	61,7	62,8	63,4	64,0	64,6	65,2	65,8	66,4	67,0	67,6	68,2	68,8	69,9
26	61,3	62,5	63,1	63,7	64,3	64,9	65,5	66,0	66,6	67,2	67,8	68,4	69,6
27	61,0	62,2	62,8	63,3	63,9	64,5	65,1	65,7	66,3	66,8	67,4	68,0	69,2
28	60,7	61,8	62,4	63,0	63,6	64,1	64,7	65,3	65,9	66,4	67,0	67,6	68,8
29	60,3	61,4	62,0	62,6	63,2	63,7	64,3	64,9	65,5	66,0	66,6	67,2	68,4
30	59,9	61,0	61,6	62,2	62,8	63,3	63,9	64,4	65,0	65,6	66,2	66,7	67,9
31	59,5	60,6	61,2	61,7	62,3	62,9	63,5	64,0	64,6	65,1	65,7	66,3	67,4
32	59,0	60,2	60,8	61,3	61,9	62,4	63,0	63,5	64,1	64,7	65,3	65,8	66,9
33	58,6	59,7	60,3	60,8	61,4	61,9	62,5	63,1	63,6	64,2	64,8	65,3	66,4
34	58,1	59,2	59,8	60,3	60,9	61,4	62,0	62,5	63,1	63,6	64,2	64,8	65,9
35	57,7	58,7	59,3	59,8	60,4	60,9	61,5	62,0	62,6	63,1	63,7	64,2	65,3
36	57,2	58,2	58,8	59,3	59,9	60,4	61,0	61,5	62,1	62,6	63,2	63,7	64,7
37	56,7	57,7	58,3	58,8	59,4	59,9	60,4	60,9	61,5	62,0	62,6	63,1	64,2
38	56,1	57,2	57,8	58,2	58,8	59,3	59,9	60,4	61,0	61,4	62,0	62,5	63,6
39	55,6	56,6	57,2	57,7	58,3	58,7	59,3	59,8	60,4	60,8	61,4	61,9	62,9
40	55,0	56,1	56,7	57,1	57,7	58,1	58,7	59,2	59,8	60,2	60,8	61,3	62,3
41	54,4	55,5	56,1	56,5	57,1	57,5	58,1	58,6	59,2	59,6	60,1	60,6	61,6
42	53,9	54,9	55,5	55,9	56,5	56,9	57,5	57,9	58,5	59,0	59,5	60,0	61,0
43	53,3	54,3	54,9	55,3	55,9	56,3	56,8	57,3	57,8	58,3	58,8	59,3	60,3
44	52,7	53,7	54,3	54,7	55,2	55,6	56,1	56,6	57,1	57,6	58,1	58,6	59,6
45	52,0	53,0	53,5	54,0	54,5	55,0	55,5	56,0	56,4	56,9	57,4	57,9	58,9
Diamètre de la Lune	29,4	30,0	30,3	30,6	30,8	31,1	31,4	31,7	32,0	32,2	32,5	32,8	33,3

Pour le bord supérieur, retrancher le diamètre de la correction précédente.

TABLES DE NAVIGATION

IX (suite et fin) Corrections des hauteurs observées de la Lune.
PREMIÈRE CORRECTION (négative)
Dépression apparente de l'horizon.

Élévation de l'œil (m)	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
Dépression	-9,0	-9,4	-9,7	-10,0	-10,3	-10,6	-10,9	-11,2	-11,5	-11,7	-12,0	-12,3	-12,5

DEUXIÈME CORRECTION. - Bord inférieur (additive)
(- Réfraction moyenne + parallaxe + demi-diamètre)

Hauteur apparente	PARALLAXE HORIZONTALE												
	54'	55'	55,5	56'	56,5	57'	57,5	58'	58,5	59'	59,5	60'	61'
45°	52,0	53,0	53,5	54,0	54,5	55,0	55,3	56,0	56,1	56,9	57,4	57,9	58,9
46	51,4	52,4	52,8	53,3	53,8	54,3	54,8	55,3	55,8	56,2	56,7	57,2	58,2
47	50,7	51,7	52,2	52,6	53,1	53,6	54,1	54,6	55,1	55,5	56,0	56,5	57,4
48	50,1	51,0	51,5	52,0	52,5	52,9	53,4	53,9	54,4	54,8	55,3	55,8	56,7
49	49,4	50,3	50,8	51,3	51,8	52,2	52,7	53,1	53,6	54,1	54,5	55,0	55,9
50	48,7	49,6	50,1	50,5	51,0	51,5	52,0	52,4	52,9	53,3	53,8	54,2	55,1
51	48,0	48,9	49,4	49,8	50,3	50,7	51,2	51,6	52,1	52,5	53,0	53,4	54,3
52	47,3	48,2	48,7	49,1	49,6	50,0	50,4	50,9	51,4	51,8	52,2	52,7	53,5
53	46,6	47,5	47,9	48,3	48,8	49,2	49,7	50,1	50,6	51,0	51,4	51,8	52,7
54	45,8	46,7	47,2	47,6	48,0	48,4	48,9	49,3	49,8	50,2	50,6	51,0	51,9
55	45,1	46,0	46,4	46,8	47,2	47,6	48,1	48,5	48,9	49,3	49,7	50,2	51,0
56	44,4	45,2	45,6	46,0	46,4	46,8	47,3	47,7	48,1	48,5	48,9	49,4	50,2
57	43,6	44,4	44,8	45,2	45,6	46,0	46,5	46,9	47,3	47,7	48,1	48,5	49,3
58	42,8	43,6	44,0	44,4	44,8	45,2	45,6	46,0	46,4	46,9	47,3	47,7	48,5
59	42,1	42,9	43,3	43,6	44,0	44,4	44,8	45,2	45,6	46,0	46,4	46,8	47,6
60	41,3	42,1	42,5	42,8	43,2	43,6	44,0	44,4	44,8	45,1	45,5	45,9	46,7
61	40,5	41,2	41,6	42,0	42,4	42,7	43,1	43,5	43,9	44,3	44,7	45,0	45,8
62	39,6	40,4	40,8	41,1	41,5	41,9	42,3	42,6	43,0	43,4	43,8	44,1	44,9
63	38,8	39,6	39,9	40,3	40,7	41,0	41,4	41,8	42,1	42,5	42,9	43,2	43,9
64	38,0	38,7	39,1	39,4	39,8	40,2	40,6	40,9	41,2	41,6	42,0	42,3	43,0
65	37,2	37,9	38,2	38,6	39,0	39,3	39,7	40,0	40,3	40,7	41,1	41,4	42,1
66	36,4	37,0	37,3	37,7	38,1	38,4	38,8	39,1	39,4	39,8	40,1	40,4	41,1
67	35,5	36,2	36,5	36,8	37,2	37,5	37,9	38,2	38,5	38,8	39,2	39,5	40,2
68	34,7	35,3	35,6	36,0	36,3	36,6	37,0	37,3	37,6	37,9	38,3	38,6	39,2
69	33,8	34,4	34,7	35,1	35,4	35,7	36,0	36,3	36,6	37,0	37,3	37,6	38,2
70	32,9	33,6	33,9	34,2	34,5	34,8	35,1	35,4	35,7	36,0	36,3	36,7	37,3
71	32,1	32,7	33,0	33,3	33,6	33,9	34,2	34,5	34,8	35,1	35,4	35,7	36,3
72	31,2	31,8	32,1	32,3	32,6	32,9	33,2	33,5	33,8	34,1	34,4	34,7	35,3
73	30,3	30,9	31,2	31,4	31,7	32,0	32,3	32,6	32,9	33,2	33,5	33,7	34,3
74	29,4	30,0	30,3	30,5	30,8	31,1	31,4	31,6	31,9	32,2	32,5	32,7	33,3
75	28,5	29,1	29,4	29,6	29,9	30,1	30,4	30,7	31,0	31,2	31,5	31,8	32,3
76	27,7	28,2	28,5	28,7	29,0	29,2	29,5	29,7	30,0	30,2	30,5	30,8	31,3
77	26,8	27,3	27,5	27,7	28,0	28,2	28,5	28,8	29,0	29,3	29,5	29,8	30,2
78	25,8	26,3	26,5	26,8	27,1	27,3	27,6	27,8	28,0	28,3	28,5	28,7	29,2
79	24,9	25,4	25,6	25,9	26,1	26,3	26,6	26,8	27,0	27,3	27,5	27,7	28,2
80	24,0	24,5	24,7	24,9	25,1	25,4	25,6	25,8	26,0	26,3	26,5	26,7	27,2
81	23,1	23,6	23,8	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,0	25,3	25,5	25,7	26,2
82	22,2	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7	25,1
83	21,3	21,7	21,9	22,1	22,3	22,5							

TABLES D'INTERPOLATION GÉNÉRALES

12 ^m		Correction moyenne à l'angle horaire		v ou d	Correction
Soleil Planètes	Point vernal	Lune			
00	3 00,0	3 00,5	2 51,8	0,0	0,0
01	3 00,3	3 00,7	2 52,0	0,3	0,1
02	3 00,5	3 01,0	2 52,3	0,6	0,1
03	3 00,8	3 01,2	2 52,5	0,9	0,2
04	3 01,0	3 01,5	2 52,8	1,2	0,3
05	3 01,3	3 01,7	2 53,0	1,5	0,3
06	3 01,5	3 02,0	2 53,2	1,8	0,4
07	3 01,8	3 02,2	2 53,5	2,1	0,4
08	3 02,0	3 02,5	2 53,7	2,4	0,5
09	3 02,3	3 02,7	2 53,9	2,7	0,6
10	3 02,5	3 03,0	2 54,2	3,0	0,6
11	3 02,8	3 03,3	2 54,4	3,3	0,7
12	3 03,0	3 03,5	2 54,7	3,6	0,8
13	3 03,3	3 03,8	2 54,9	3,9	0,8
14	3 03,5	3 04,0	2 55,1	4,2	0,9
15	3 03,8	3 04,3	2 55,4	4,5	0,9
16	3 04,0	3 04,5	2 55,6	4,8	1,0
17	3 04,3	3 04,8	2 55,9	5,1	1,1
18	3 04,5	3 05,0	2 56,1	5,4	1,1
19	3 04,8	3 05,3	2 56,3	5,7	1,2
20	3 05,0	3 05,5	2 56,6	6,0	1,3
21	3 05,3	3 05,8	2 56,8	6,3	1,3
22	3 05,5	3 06,0	2 57,0	6,6	1,4
23	3 05,8	3 06,3	2 57,3	6,9	1,4
24	3 06,0	3 06,5	2 57,5	7,2	1,5
25	3 06,3	3 06,8	2 57,8	7,5	1,6
26	3 06,5	3 07,0	2 58,0	7,8	1,6
27	3 06,8	3 07,3	2 58,2	8,1	1,7
28	3 07,0	3 07,5	2 58,5	8,4	1,8
29	3 07,3	3 07,8	2 58,7	8,7	1,8
30	3 07,5	3 08,0	2 59,0	9,0	1,9
31	3 07,8	3 08,3	2 59,2	9,3	1,9
32	3 08,0	3 08,5	2 59,4	9,6	2,0
33	3 08,3	3 08,8	2 59,7	9,9	2,1
34	3 08,5	3 09,0	2 59,9	10,2	2,1
35	3 08,8	3 09,3	3 00,2	10,5	2,2
36	3 09,0	3 09,5	3 00,4	10,8	2,3
37	3 09,3	3 09,8	3 00,6	11,1	2,3
38	3 09,5	3 10,0	3 00,9	11,4	2,4
39	3 09,8	3 10,3	3 01,1	11,7	2,4
40	3 10,0	3 10,5	3 01,3	12,0	2,5
41	3 10,3	3 10,8	3 01,6	12,3	2,6
42	3 10,5	3 11,0	3 01,8	12,6	2,6
43	3 10,8	3 11,3	3 02,1	12,9	2,7
44	3 11,0	3 11,5	3 02,3	13,2	2,8
45	3 11,3	3 11,8	3 02,5	13,5	2,8
46	3 11,5	3 12,0	3 02,8	13,8	2,9
47	3 11,8	3 12,3	3 03,0	14,1	2,9
48	3 12,0	3 12,5	3 03,3	14,4	3,0
49	3 12,3	3 12,8	3 03,5	14,7	3,1
50	3 12,5	3 13,0	3 03,7	15,0	3,1
51	3 12,8	3 13,3	3 04,0	15,3	3,2
52	3 13,0	3 13,5	3 04,2	15,6	3,3
53	3 13,3	3 13,8	3 04,4	15,9	3,3
54	3 13,5	3 14,0	3 04,7	16,2	3,4
55	3 13,8	3 14,3	3 04,9	16,5	3,4
56	3 14,0	3 14,5	3 05,2	16,8	3,5
57	3 14,3	3 14,8	3 05,4	17,1	3,6
58	3 14,5	3 15,0	3 05,6	17,4	3,6
59	3 14,8	3 15,3	3 05,9	17,7	3,7
60	3 15,0	3 15,5	3 06,1	18,0	3,8

13 ^m		Correction moyenne à l'angle horaire		v ou d	Correction
Soleil Planètes	Point vernal	Lune			
00	3 15,0	3 15,5	3 06,1	0,0	0,0
01	3 15,3	3 15,8	3 06,4	0,3	0,1
02	3 15,5	3 16,0	3 06,6	0,6	0,1
03	3 15,8	3 16,3	3 06,8	0,9	0,2
04	3 16,0	3 16,5	3 07,1	1,2	0,3
05	3 16,3	3 16,8	3 07,3	1,5	0,3
06	3 16,5	3 17,0	3 07,5	1,8	0,4
07	3 16,8	3 17,3	3 07,8	2,1	0,5
08	3 17,0	3 17,5	3 08,0	2,4	0,5
09	3 17,3	3 17,8	3 08,3	2,7	0,6
10	3 17,5	3 18,0	3 08,5	3,0	0,7
11	3 17,8	3 18,3	3 08,7	3,3	0,7
12	3 18,0	3 18,5	3 09,0	3,6	0,8
13	3 18,3	3 18,8	3 09,2	3,9	0,9
14	3 18,5	3 19,0	3 09,5	4,2	0,9
15	3 18,8	3 19,3	3 09,7	4,5	1,0
16	3 19,0	3 19,5	3 09,9	4,8	1,1
17	3 19,3	3 19,8	3 10,2	5,1	1,1
18	3 19,5	3 20,0	3 10,4	5,4	1,2
19	3 19,8	3 20,3	3 10,7	5,7	1,3
20	3 20,0	3 20,5	3 10,9	6,0	1,4
21	3 20,3	3 20,8	3 11,1	6,3	1,4
22	3 20,5	3 21,0	3 11,4	6,6	1,5
23	3 20,8	3 21,3	3 11,7	6,9	1,6
24	3 21,0	3 21,6	3 11,8	7,2	1,6
25	3 21,3	3 21,8	3 12,1	7,5	1,7
26	3 21,5	3 22,1	3 12,3	7,8	1,8
27	3 21,8	3 22,3	3 12,6	8,1	1,8
28	3 22,0	3 22,6	3 12,8	8,4	1,9
29	3 22,3	3 22,8	3 13,0	8,7	2,0
30	3 22,5	3 23,1	3 13,3	9,0	2,0
31	3 22,8	3 23,3	3 13,5	9,3	2,1
32	3 23,0	3 23,6	3 13,8	9,6	2,2
33	3 23,3	3 23,8	3 14,0	9,9	2,2
34	3 23,5	3 24,1	3 14,2	10,2	2,3
35	3 23,8	3 24,3	3 14,5	10,5	2,4
36	3 24,0	3 24,6	3 14,7	10,8	2,4
37	3 24,3	3 24,8	3 14,9	11,1	2,5
38	3 24,5	3 25,1	3 15,2	11,4	2,6
39	3 24,8	3 25,3	3 15,4	11,7	2,6
40	3 25,0	3 25,6	3 15,7	12,0	2,7
41	3 25,3	3 25,8	3 15,9	12,3	2,8
42	3 25,5	3 26,1	3 16,1	12,6	2,8
43	3 25,8	3 26,3	3 16,4	12,9	2,9
44	3 26,0	3 26,6	3 16,6	13,2	3,0
45	3 26,3	3 26,8	3 16,9	13,5	3,0
46	3 26,5	3 27,1	3 17,1	13,8	3,1
47	3 26,8	3 27,3	3 17,3	14,1	3,2
48	3 27,0	3 27,6	3 17,5	14,4	3,2
49	3 27,3	3 27,8	3 17,8	14,7	3,3
50	3 27,5	3 28,1	3 18,0	15,0	3,4
51	3 27,8	3 28,3	3 18,3	15,3	3,4
52	3 28,0	3 28,6	3 18,5	15,6	3,5
53	3 28,3	3 28,8	3 18,8	15,9	3,6
54	3 28,5	3 29,1	3 19,0	16,2	3,6
55	3 28,8	3 29,3	3 19,2	16,5	3,7
56	3 29,0	3 29,6	3 19,5	16,8	3,8
57	3 29,3	3 29,8	3 19,7	17,1	3,8
58	3 29,5	3 30,1	3 20,0	17,4	3,9
59	3 29,8	3 30,3	3 20,2	17,7	4,0
60	3 30,0	3 30,6	3 20,4	18,0	4,1

TABLES D'INTERPOLATION GÉNÉRALES

16 ^m		Correction moyenne à l'angle horaire		v ou d	Correction
Soleil Planètes	Point vernal	Lune			
00	4 00,0	4 00,7	3 49,1	0,0	0,0
01	4 00,3	4 00,9	3 49,3	0,3	0,1
02	4 00,5	4 01,2	3 49,5	0,6	0,2
03	4 00,8	4 01,4	3 49,8	0,9	0,2
04	4 01,0	4 01,7	3 50,0	1,2	0,3
05	4 01,3	4 01,9	3 50,3	1,5	0,4
06	4 01,5	4 02,2	3 50,5	1,8	0,5
07	4 01,8	4 02,4	3 50,7	2,1	0,6
08	4 02,0	4 02,7	3 51,0	2,4	0,7
09	4 02,3	4 02,9	3 51,2	2,7	0,7
10	4 02,5	4 03,2	3 51,5	3,0	0,8
11	4 02,8	4 03,4	3 51,7	3,3	0,9
12	4 03,0	4 03,7	3 51,9	3,6	1,0
13	4 03,3	4 03,9	3 52,2	3,9	1,1
14	4 03,5	4 04,2	3 52,4	4,2	1,2
15	4 03,8	4 04,4	3 52,6	4,5	1,2
16	4 04,0	4 04,7	3 52,9	4,8	1,3
17	4 04,3	4 04,9	3 53,1	5,1	1,4
18	4 04,5	4 05,2	3 53,4	5,4	1,5
19	4 04,8	4 05,4	3 53,6	5,7	1,6
20	4 05,0	4 05,7	3 53,8	6,0	1,7
21	4 05,3	4 05,9	3 54,1	6,3	1,7
22	4 05,5	4 06,2	3 54,3	6,6	1,8
23	4 05,8	4 06,4	3 54,6	6,9	1,9
24	4 06,0	4 06,7	3 54,8	7,2	2,0
25	4 06,3	4 06,9	3 55,0	7,5	2,1
26	4 06,5	4 07,2	3 55,3	7,8	2,1
27	4 06,8	4 07,4	3 55,5	8,1	2,2
28	4 07,0	4 07,7	3 55,7	8,4	2,3
29	4 07,3	4 07,9	3 56,0	8,7	2,4
30	4 07,5	4 08,2	3 56,2	9,0	2,5
31	4 07,8	4 08,4	3 56,5	9,3	2,6
32	4 08,0	4 08,7	3 56,7	9,6	2,6
33	4 08,3	4 08,9	3 56,9	9,9	2,7
34	4 08,5	4 09,2	3 57,2	10,2	2,8
35	4 08,8	4 09,4	3 57,4	10,5	2,9
36	4 09,0	4 09,7	3 57,7	10,8	3,0
37	4 09,3	4 09,9	3 57,9	11,1	3,1
38	4 09,5	4 10,2	3 58,1	11,4	3,1
39	4 09,8	4 10,4	3 58,4	11,7	3,2
40	4 10,0	4 10,7	3 58,6	12,0	3,3
41	4 10,3	4 10,9	3 58,8	12,3	3,4
42	4 10,5	4 11,2	3 59,1	12,6	3,5
43	4 10,8	4 11,4	3 59,3	12,9	3,5
44	4 11,0	4 11,7	3 59,6	13,2	3,6
45	4 11,3	4 11,9	3 59,8	13,5	3,7
46	4 11,5	4 12,2	4 00,0	13,8	3,8
47	4 11,8	4 12,4	4 00,3	14,1	3,9
48	4 12,0	4 12,7	4 00,5	14,4	4,0
49	4 12,3	4 12,9	4 00,8	14,7	4,0
50	4 12,5	4 13,2	4 01,0	15,0	4,1
51	4 12,8	4 13,4	4 01,2	15,3	4,2
52	4 13,0	4 13,7	4 01,5	15,6	4,3
53	4 13,3	4 13,9	4 01,7	15,9	4,4
54	4 13,5	4 14,2	4 02,0	16,2	4,5
55	4 13,8	4 14,4	4 02,2	16,5	4,5
56	4 14,0	4 14,7	4 02,4	16,8	4,6
57	4 14,3	4 14,9	4 02,7	17,1	4,7
58	4 14,5	4 15,2	4 02,9	17,4	4,8
59	4 14,8	4 15,4	4 03,1	17,7	4,9
60	4 15,0	4 15,7	4 03,4	18,0	5,0

17 ^m		Correction moyenne à l'angle horaire		v ou d	Correction
Soleil Planètes	Point vernal	Lune			
00	4 15,0	4 15,7	4 03,4	0,0	0,0
01	4 15,3	4 15,9	4 03,6	0,3	0,1
02	4 15,5	4 16,2	4 03,9	0,6	0,2

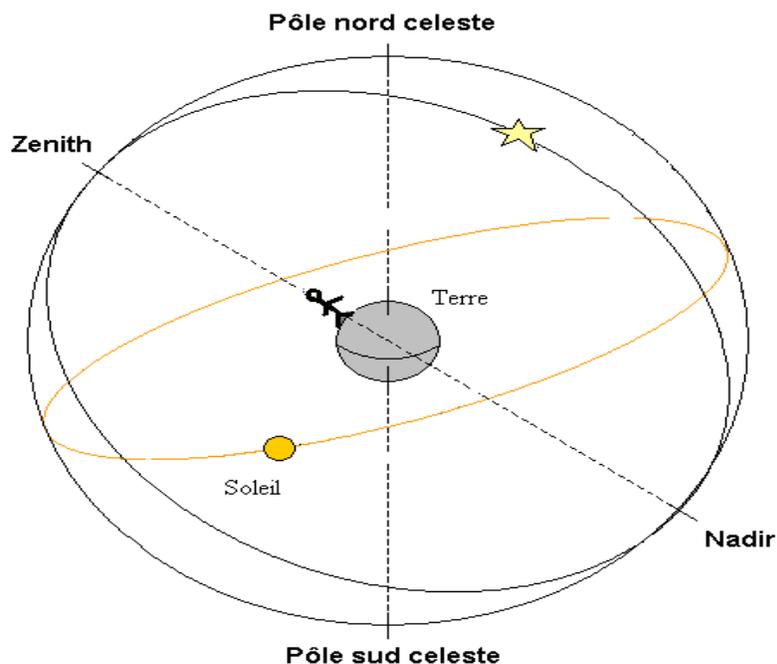
ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.2 – 12/11
A. Charbonnel	STARFINDER - IDENTIFICATION DES ASTRES	1/2

Travail préparatoire au TP :

- Revoir et connaître les coordonnées équatoriales, horaires et horizontales.
- Revoir le loran C (principes, réglages...)
- Réaliser l'atelier 0.

Atelier 0 : Préparation du TP

1. Représenter sur le schéma :
 - les coordonnées équatoriales,
 - les coordonnées horaires,
 - les coordonnées horizontales.



2. A partir du fascicule "Éléments de calculs" :
 - a) Déterminer l'angle horaire sidéral local le 30 août à 06 h 00 min 00 s.
 - b) Déterminer l'angle horaire sidéral local le 30 août à 06 h 13 min 32 s.
 - c) Déterminer la déclinaison de Vénus 30 août à 06 h 00 min 00 s.
 - d) Déterminer la déclinaison de Vénus 30 août à 06 h 13 min 32 s.

Atelier 1 : Prise en main du Star-finder

Vous vous situez au Havre (49°30' N - 000°06'E)

1. Lecture de coordonnées

- a) Déterminer les coordonnées équatoriales (Ara, D) de Altair ;
- b) Déterminer les coordonnées équatoriales (Ara, D) de Menkent ;
- c) Déterminer si ces coordonnées varient selon la latitude/longitude de l'observateur.

2. Zone de visibilité des étoiles

- a) L'angle horaire local de du navire est $AH_{sg} = 345^\circ$; déterminer si les étoiles suivantes sont visibles :
 - Acturus,
 - Cappella,
 - Rigel,
 - Sirius.
- b) Indiquer s'il est possible de voir les étoiles se trouvant au sud de l'équateur céleste. Préciser le pourquoi.

ENSM Le Havre	NAVIGATION ASTRONOMIQUE	V1.1 – 12/11
A. Charbonnel	TP STARFINDER - IDENTIFICATION DES ASTRES	2/2

Atelier 2 : Identifier un astre

Identifier les astres suivants à partir des informations suivantes :

	Position estimée		Date	Coordonnées de l'astre	
a)	$\varphi_e = 55^\circ \text{ N}$	$Ge = 015^\circ \text{ E}$	18/03/2003 à 20 h 30 min 13 s UT	$Z = 168^\circ$	$H = 53^\circ 31'$
b)	$\varphi_e = 15^\circ \text{ S}$	$Ge = 080^\circ \text{ E}$	18/03/2003 à 14 h 12 min 48 s UT	$Z = 307^\circ$	$H = 39^\circ 42'$
c)	$\varphi_e = 15^\circ \text{ N}$	$Ge = 165^\circ \text{ W}$	18/03/2003 à 16 h 42 min 14s UT	$Z = 114^\circ$	$H = 23^\circ 11'$

Atelier 3 : Préparer un point d'étoile (éphémérides)

(Nota : préciser l'année de l'éphéméride que vous avez utilisée pour répondre aux questions)

- Le 30 août**, votre navire se trouve à la position estimée $\varphi_e = 55^\circ \text{ N}$ $Ge = 015^\circ \text{ W}$

 - Calculer l'heure du point d'étoiles (aube/crépuscule).
 - Placer les planètes.
 - Donner la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
 - Donner la hauteur et l'azimut des étoiles sélectionnées.
- Le 3 septembre**, votre navire se trouve à la position estimée $\varphi_e = 35^\circ \text{ S}$ $Ge = 080^\circ \text{ E}$

 - Calculer l'heure du point d'étoiles (aube/crépuscule).
 - Placer les planètes.
 - Donner la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
 - Donner la hauteur et l'azimut des étoiles sélectionnées.
- Le 2 septembre**, votre navire se trouve à la position estimée $\varphi_e = 10^\circ \text{ N}$ $Ge = 140^\circ \text{ W}$

 - Calculer l'heure du point d'étoiles (aube/crépuscule).
 - Placer les planètes.
 - Donner la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
 - Donner la hauteur et l'azimut des étoiles sélectionnées.

Atelier 4 : Préparer un point d'étoiles (avec le logiciel Almicantarat)

Idem qu'à atelier 3 en utilisant le logiciel Almicantarat.

Atelier 5 : Reconnaître les astres et constellations

A partir des photos du ciel, reconnaître les constellations et repérer les étoiles figurant parmi les plus brillantes.

Atelier 6 : Révision - Exploiter le loran C (cf. TP 2^{ème} année)

- Configurer le récepteur Loran C.
- Déterminer votre position.
- Expliquer les différents réglages et le principe du Loran C

Ce document est téléchargeable sur www.nemo.profmarine.org.

Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »
 hors illustrations (propriété de leurs auteurs) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>

Quatrième partie

Divers

Chapitre 7

Ateliers de révisions de 1ère et 2e année

ENSM Le Havre	RÉVISION	V1.1– 05/11
A. Charbonnel	Ateliers de révisions	1/4

Atelier 1 : Le compas magnétique

Questions

- Lister les différents types de compas que vous connaissez
- Quels sont les avantages et inconvénients du compas magnétique
- Quand réalise-t-on la compensation ?
- Quand réalise-t-on la régulation ?
- Quelle est la différence entre fer doux et fer dur ?
- Quelles sont les 5 parties du compas qu'il faut contrôler pour s'assurer de sa bonne marche.
- Placer les différents éléments du compas.
- Quel est l'objectif de la compensation.
- Quel est l'objectif de la régulation.
- Quelles sont les précautions à prendre avant d'utiliser un compas magnétique.

Pratique

- Placer votre navire au $Cc=90^\circ$ et relever la cheminée ouest EDF. Déterminer la déviation du compas à ce cap.
- Vous voulez suivre le $Cv=273$; déterminer le cap compas Cc à suivre à partir de la courbe de déviation donnée.
- Quelles sont les précautions à prendre avant d'utiliser un compas magnétique.
- Réaliser la régulation.

Atelier 2 : le radar

Questions

- Le radar est-il permis de déterminer précisément une distance, une direction, une distance ?
- Quelle est la précision du radar en distance et en relevement ?
- Quelles est la portée radar ?
- Quelles sont les réglages à effectuer sur un radar ?
- Quelle est la différence entre le mode cap en haut et le mode route en haut (heap up et course up) ?
- Qu'est ce qu'une zone d'ombre ?
- Quelles sont les différences, pour l'exploitation, entre les radars 3cm et 10 cm
- Dans quels cas utilise-t-on le radar en short pulse et en long pulse ?
- Sur quoi agit-on lorsque l'on règle le tuning.
- Que se passe-t-il quand on joue sur le gain ? la brillance ? l'anti-clutter sea ? l'anticlutter rain ?
-

Pratique

A partir de la carte, déterminer quels sont les éléments remarquables (trait de côtes, constructions, amers...) susceptibles d'être facilement observable au radar.

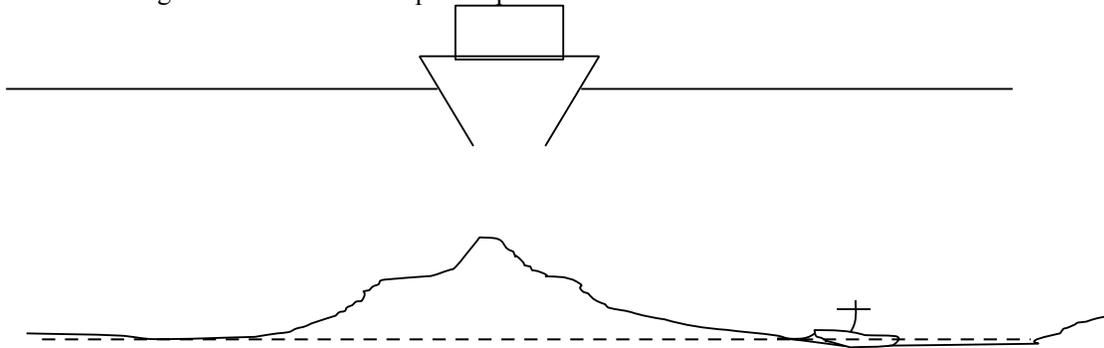
- Démarrer le radar et caler la ligne de foi selon le cap indiqué sur le radar.
- Effectuer la mise en route et les réglages du radar.
- Changer les modes de représentation.
- Interpréter l'image radar par rapport au visuel.
- Manipuler l'ensemble des commandes de réglage du radar.
- Manipuler l'alidade électronique. Déterminer la distance et l'azimut de l'entrée du port.
- Manipuler les cercles de distance. Déterminer à quelle distance se trouve le plus proche navire.
- Acquérir une cible.
- Visualiser les informations concernant la cible.

ENSM Le Havre	RÉVISION	V1.1– 05/11
A. Charbonnel	<i>Ateliers de révisions</i>	2/4

Atelier 3 : Le sondeur

Questions

- Répondre aux questions suivantes :
 - Que fait on quand on règle le TVG ?
 - Le réglage du gain affecte uniquement les signaux de grande profondeurs . vrai ou faux
 - Quelle est la précision du sondeur ?
 - Quelle fréquence utilise-t-on pour des fonds de 2000m ?
 - Qu'est ce que l'erreur de 2^{ème} balayage ?
- L'échelle du sondeur est placée sur 750 m. La profondeur est de 78 0m.
En supposant que le sondeur vous indique une profondeur faussée par l'erreur de 2^{ème} balayage, quelle sera la valeur de cette profondeur erronée donnée par le sondeur ?
- En utilisant le guide du navigateur, lister les situations particulières de navigation, où le sondeur doit être impérativement mis en fonction et surveillé.
- Sur le dessin, représentant le fond, votre navire, une épave et le niveau de l'eau et le zéro hydrographique, porter :
2 sondes (une positive et une négative), la Hauteur de la Pleine mer, la hauteur de la basse mer, la hauteur d'eau, la profondeur, le tirant d'eau, la mesure du sondeur, et le brassiage renseigné sur les cartes de l'épave représentée.



Pratique

- Répondre aux questions suivantes :



- Déterminer le gain pré-réglé (%)
 - Déterminer le gain variable pré-réglé (TVG)
 - Quelle est la différence entre le gain variable (TVG) et le gain ?
 - Déterminer les niveaux haut et bas d'alarme.
 - Déterminer quelle est la fréquence en cours d'utilisation.
 - Pourquoi la correction de tirant doit-elle est déterminée pour chaque fréquence (écran 3) ?
- Configurer le sondeur pour un navire d'un TE=7m naviguant sur des profondeurs de 130m.
Les trois transducteurs 200, 50 et 38 kHz sont respectivement placés à 1m, 1m et 2m au dessus de la quille.

ENSM Le Havre	RÉVISION	V1.1– 05/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>Ateliers de révisions</i>	<i>4/4</i>

Pratique

Déterminer votre position à partir du récepteur LORAN.

Atelier 7 : Le GPS

Questions

- Quel est l'intérêt du GPS différentiel. De quel(s) type(s) d'erreurs le D-GPS permet-il de s'affranchir ?
- Quelles sont les principales sources d'erreur pour le système DGPS (6 au total).
- Que représente le DOP
- Quelle est la précision du GPS
- Quels sont les éléments à vérifier lors de l'exploitation du GPS

Pratique

- Configurer le GPS
- Vérifier que vous êtes bien en mode différentiel
- Configurer une alarme d'écart de route de 0,5M.
- Porter le point sur la carte

Atelier 8 : L'ECDIS

Questions

Quelle est la signification de la couleur jaune sur la barre de menu de l'ECDIS ?
 Quelle est la différence entre le safety depth et le safety contour ?

Pratique

Configurer la carte (infos, lignes de sondes, alarmes)
 Créer et valider une route

Atelier 9 : L' AIS

Questions

A quoi sert l' AIS ?
 Peut on couper les diffusions de l' AIS ?

Pratique

Configurer l' AIS.

Chapitre 8

Procédures : Morse et pavillon

Sommaire

Signaux et pavillons	143
Code Morse	147
Histoire du code Morse	151
TP pavillons et code Morse	151

Objectif général :

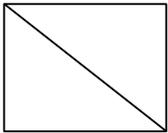
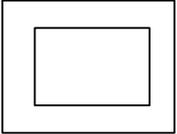
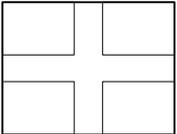
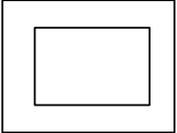
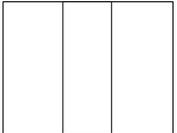
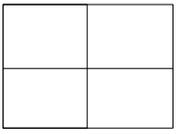
- Connaître le code des pavillons et le code Morse

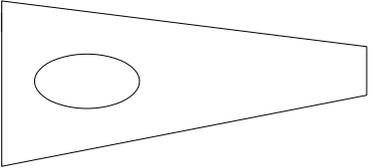
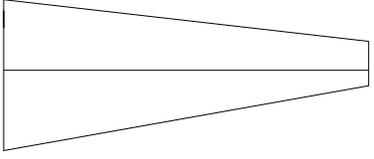
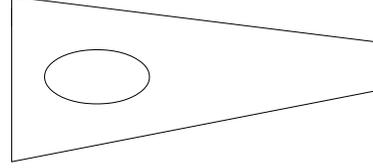
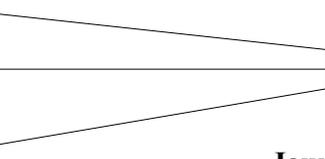
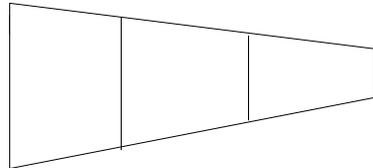
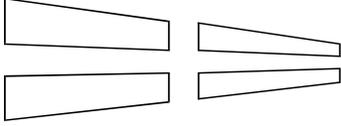
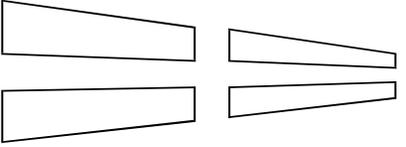
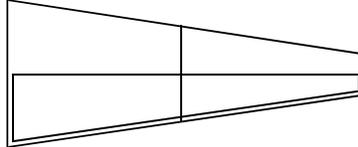
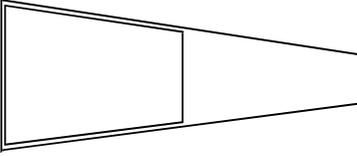
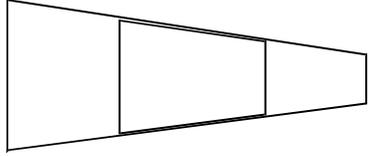
Objectifs opérationnels :

- Connaître les pavillons (forme, couleur, lettre, signification, morse)
- Être capable de coder et décoder un message visuel en morse au rythme de 30 signes/min.

Lettre & code morse	Pavillon	Signification.
ALPHA ● —		Blanc /Bleu J'ai un scaphandrier en plongée ; tenez-vous à distance et avancez lentement.
BRAVO* — ● ● ●		Rouge Je charge ou décharge ou je transporte des marchandises dangereuses.
CHARLIE* — ● — ●		bleu/blanc/rouge/blanc/bleu Oui. (réponse affirmative ou le groupe qui précède doit être considéré comme une affirmation).
DELTA* — ● ●		jaune/bleu/jaune Ne me gênez pas, je manoeuvre avec difficulté.
ECHO* ●		Bleu/Rouge Je viens sur tribord.
FOXTROT ● ● — ●		Centre rouge, extérieur blanc Je suis désespéré ; communiquez avec moi
GOLF* — — ●		Jaune/bleu/jaune/bleu/jaune/bleu J'ai besoin d'un pilote. <i>Fait par un bateau de pêche : je relève mes filets.</i>

HOTEL* ● ● ● ●		Blanc/rouge J'ai un pilote à bord.
INDIA* ● ●		Jaune/cercle noir Je viens sur bâbord.
JULIETT ● — — —		Bleu/blanc/bleu J'ai un incendie à bord et je transporte des substances dangereuses ou j'ai une fuite de substances dangereuses.
KILO — ● —		Jaune/bleu Je désire entrer en communication avec vous ou vous invite à transmettre.
LIMA ● — ● ●		Jaune/noire Noire/jaune Stoppez votre navire immédiatement.
MIKE* — —		Bleu/croix blanche Mon navire est stoppé et n'a plus d'erre.
NOVEMBER — ●		Damier bleu/blanc Non (réponse négative ou le signal qui précède doit être considéré comme une négation). <i>Cette lettre ne peut être employée que par voie visuelle ou sonore. Pour la transmission à la voix ou radio il faut employer le signal « NO ».</i>

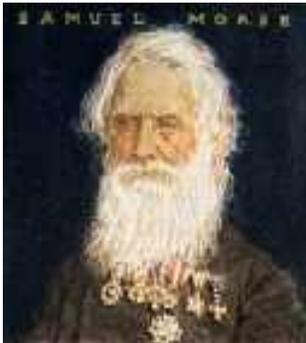
ENSM Le Havre	<i>DIVERS</i>		V1.2- 07/11
<i>A.Charbonnel</i>	<i>SIGNAUX ET PAVILLONS</i>		2/3
OSCAR — — —		Jaune(bas)/rouge (haut) Un homme à la mer.	VICTOR • • • —
PAPA • — — •		Tour bleu/centre blanc Au port : toutes les personnes doivent se présenter à bord, le navire doit prendre la mer. <i>A la mer, fait par un bateau de pêche</i> : mes filets sont accrochés par un obstacle. A la mer (voie sonore) : J'ai besoin d'un pilote.	WHISKEY • — —
QUEBEC — — • —		Jaune Mon navire est indemne, je demande la libre pratique.	X-RAY — • • —
ROMEO • — •		Rouge/croix jaune Reçu (valable pour tous les moyens de signalisation, excepté pour la transmission par signaux flottants).	YANKEE — • — —
SIERRA* • • •		Tour blanc/centre bleu Je bats en arrière.	ZULU* — — • •
TANGO* —		Rouge/blanc/bleu <i>Fait par un bateau de pêche</i> : ne me gênez pas, je fais du chalutage jumelé.	Blanc/croix rouge Je demande .
UNIFORM • • —		Rouge/blanc Blanc/rouge Vous courez vers un danger.	Bleu (ext) / blanc (milieu) /rouge(centre) J'ai besoin d'assistance médicale.
			Blanc/croix bleue Arrêtez vos manœuvres et veuillez mes signaux.
			Jaune/rouge Mon ancre chasse.
			Jaune (haut), bleu (droite), rouge (bas), noir (gauche) J'ai besoin d'un remorqueur. <i>Fait par un bateau de pêche</i> : je mets mes filets à l'eau.
			Les signaux marqués d'un astérisque ne peuvent être transmis par moyens sonores que conformément aux règles internationales pour prévenir les abordages en mer, règles 34 et 35, en acceptant que les signaux « G » et « Z » puissent continuer à être utilisés par les navires de pêche qui opèrent à peu de distance d'autres navires de pêche.

1  blanc/rond rouge	6  Bleu/blanc
UNAONE ● — — — —	SOXISIX — ● ● ● ●
2  Bleu/ rond blanc	7  Jaune/rouge
BISSOTWO ● ● — — —	SETTESEVEN — — ● ● ●
3  rouge/blanc/bleu	8  blanc/croix rouge
TERRATHREE ● ● ● — —	OKTOEIGHT — — — ● ●
4  Rouge/croix blanche	9  Blanc/rouge
KARTEFOUR ● ● ● ● —	NOVENINE — — — — ●
5  jaune/bleu	0  jaune/rouge/jaune
PANTAFIVE ● ● ● ● ●	NADAZERO — — — — —

ENSM Le Havre	PROCÉDURES – SUPPORT	V1.2 – 07/11
A. Charbonnel	LE CODE MORSE	1/4

PRÉSENTATION

Un peu d'histoire



Le code morse a été inventé par l'américain Samuel F. B. Morse (1791-1872) en 1832-1833, mais les autorités ne voulaient pas croire en l'avenir de son invention. C'est donc seulement en 1844 que le premier message morse à longue distance a été envoyé, entre Washington DC et Baltimore (40 miles, 60 km).

A partir de là, le code morse pris son envol, et 4 ans plus tard seulement, la plupart des compagnies privées (journaux de l'Associated Press principalement) utilisaient déjà ce système.

Avec le développement des systèmes de radiocommunication, le code morse est devenu avec le temps quelque peu désuet. Fin 1999, l'Organisation Maritime Internationale a décidé d'y mettre officiellement un terme.

Si le code morse n'est plus aujourd'hui utilisé pour les radiocommunications maritimes, il reste néanmoins d'actualité pour les échanges navire/navire par signaux lumineux (scott) pour les communications de secours.

Objectifs

La maîtrise du code morse est **OBLIGATOIRE** pour l'obtention des diplômes d'officier de marine marchande de 1^{ère} et 2^{ème} classe.

L'objectif affiché pour les formations d'officier de marine marchande est de savoir émettre et recevoir un code morse par **signaux lumineux** au rythme de **30 signes/min**.

Méthodologie de l'apprentissage du code morse

Méthode auditive (méthode recommandée)

Il s'agit d'apprendre les lettres de manière auditive (un peu comme la musique) : on écoute des lettres, on associe le rythme à la lettre (sans compter les traits/points), puis des groupes de lettres et enfin des mots et des phrases. C'est la méthode la plus **performante** à terme pour l'apprentissage, mais la plus longue en acquisition.

Méthodes visuelles/calculatoires

Il est possible d'apprendre le code morse d'une manière visuelle (voire aide mnémotechnique) ; on apprend la correspondance entre la lettre et les traits/points. Cette méthode, sans être interdite, est certes la plus simple pour débiter, mais aussi la plus **limitative** (il est impossible de l'utiliser quand le rythme des signaux augmente).

ENSM Le Havre	PROCÉDURES – SUPPORT	V1.2 – 07/11
A. Charbonnel	LE CODE MORSE	2/4

APPRENTISSAGE AUDITIF (RECOMMANDÉ)

Moyens

Ecouter les signaux morse par l'intermédiaire d'un logiciel morse ; le logiciel, par rapport au manipulateur humain a l'avantage d'être parfaitement régulier ce qui facilite l'apprentissage.

Remarques :

- Il est recommandé de ne pas utiliser une vitesse d'étude du caractère trop lente ; en effet une vitesse lente permettrait de s'orienter vers l'analyse des éléments en points et traits ou de les compter mentalement.
- Un rythme d'au moins **13 mots par minute** est conseillé (1 mot = 5 signes).
- Cet apprentissage nécessite d'écouter régulièrement les signaux morses (5 min/jour est l'idéal) : l'écoute durant les séances de TP ne peut être suffisante pour cette acquisition.

Méthode

Apprendre les lettres

- Ecouter les lettres, chacune répétée plusieurs fois pour les mémoriser (4 à 6 lettres).
- Ecouter des suites des lettres mémorisées :

Liste 1 de groupes de lettres à mémoriser

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| - E N D X 0 | - R L F 5 6 |
| - T A W P 1 | - OKYC4RLF56 |
| - ENDX0TAWP1 | - S B J 7 8 |
| - M G Z Q 2 | - ENDX0TAWP1MGZQ2IUVH3 |
| - I U V H 3 | - ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ |
| - MGZQ2IUVH3 | - 0123456789 |
| - ENDX0TAWP1MGZQ2IUVH3 | - ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123 |
| - O K Y C 4 | 456789 |

Liste 2 de groupes de lettres à mémoriser

- | | |
|-----------------|-----------------|
| - 5 0 E T A R | - T M O |
| - S L U Q J | - A N W G |
| - H O N C V | - D U V J B |
| - I B Y P | - R K L F |
| - W K Z M | - P X Z C Y Q |
| - D X F G | - F K B Q T C |
| - F G H M J R U | - Z H W X |
| - B D K N T V Y | - M D Y U P A |
| - C E I L O S | - J O E R |
| - A P Q X Z W | - S G N L V I |
| - E T A I M N | - E T I M S O H |
| - S O D R C U | - A W U J V F |
| - K P H G W L | - C G K Q F Z |
| - Q H F Y | - R Y L B X D N |
| - Z V X J | - A E I O U |
| - E I S H | |

S'entraîner sur des bigrammes, mots courts

Une fois l'alphabet à peu près maîtrisé, passer à des bigrammes.

APPRENTISSAGE VISUEL (NON RECOMMANDÉ)

On associe un mot à chaque lettre du code :

- syllabes avec le son O => son long ;
- syllabes sans le son O => son court.

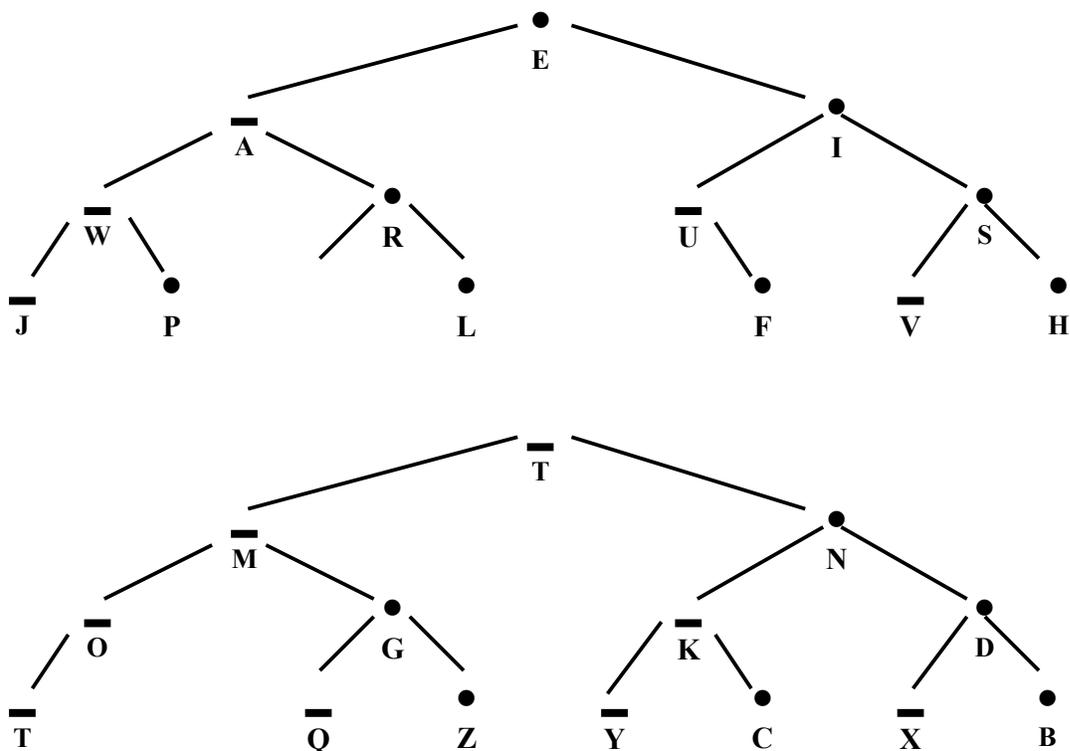
Exemple : CO-CA-CO-LA représente la lettre C (1^{ère} lettre du mot CocaCola)

Lettre	Morse	Aide	AIDE
A	. -	Allô	AL- <u>LÔ</u>
B	- ...	Bonaparte	<u>BO</u> -NA-PAR-TE
C	- . - .	Coca-Cola	<u>CO</u> -CA- <u>CO</u> -LA
D	- ..	Docile	<u>DO</u> -CI-LE
E	.	Et	ET
F	.. - .	Farandole	FA-RAN <u>DO</u> -LE
G	- - .	Gondole	<u>GON</u> - <u>DO</u> -LE
H	Hilarité	HI-LA-RI- <u>TÉ</u>
I	..	Ici	I-CI
J	. - - -	Jiromoto	JI- <u>RO</u> - <u>MO</u> - <u>TO</u>
K	- . -	Kohinor	<u>KO</u> -HI- <u>NOR</u>
L	. - ..	Limonade	LI- <u>MO</u> -NA-DE
M	- -	Moto	<u>MO</u> - <u>TO</u>
N	- .	Noé	<u>NO</u> - <u>É</u>
O	- - -	Ostrogoth	<u>OS</u> - <u>TRO</u> - <u>GOTH</u>
P	. - - .	Philologie	PHI- <u>LO</u> - <u>LO</u> -GIE
Q	- - . -	Cocorico	<u>CO</u> - <u>CO</u> -RI- <u>CO</u>
R	. - .	Ramoneur	RA-MO-NEUR
S	Salade	SA-LA-DE
T	-	Thon	<u>THON</u>
U	.. -	Ultrason	UL-TRA- <u>SON</u>
V	... -	Végétation	VE-GE-TA- <u>TION</u>
W	. - -	Wagons hauts	WA- <u>GONS</u> HAUTS
X	- .. -	oxydation	<u>O</u> -XY-DA- <u>TION</u>
Y	- . - -	Yolimoto	<u>YO</u> -LI- <u>MO</u> - <u>TO</u>
Z	- - ..	Zoroastre	<u>ZO</u> - <u>RO</u> -AS-TRE

Nombre	Morse	Nombre	Morse
0	- - - - -	5	. . . . .
1	. - - - -	6	-
2	. . - - -	7	- - . . .
3	. . . - -	8	- - - . .
4	. . . . -	9	- - - - .

ARBORESCENCE DES LETTRES MORSES

Cette présentation arborescente peut être utilisée pour décoder un message en morse dans le cas où l'on ne maîtrise pas le code.



RESSOURCES

CW player : logiciel freeware pour l'apprentissage du code morse (téléchargeable sur le site www.telecharger.com, rubrique morse)

NB : ce logiciel est installé sur l'ordinateur de la passerelle et les deux ordinateurs équipés de carte de son de la salle informatique

ENSM Le Havre	PROCÉDURES	V1.1 – 07/11
<i>A. Charbonnel</i>	<i>TP CODE DES PAVILLONS & CODE MORSE</i>	1/1

Pour vous auto-entraîner au code Morse et aux pavillons vous pouvez utiliser les logiciels gratuits suivants :

Logiciel NAVRULES

Sur l'ordinateur de la passerelle est installé un logiciel : NAVRULES.
Ce logiciel vous permet de vous former et de vous entraîner sur les règles de barre et les pavillons.

Navrules est téléchargeable gratuitement : <http://www.navrules.com/>

Logiciel CW Player

Sur l'ordinateur de la passerelle est installé un logiciel : CW Player.
Ce logiciel permet l'apprentissage et l'entraînement au code Morse sous forme auditive.

CW Player est téléchargeable gratuitement : <http://florl.club.fr/cwpfra.htm>

Chapitre 9

Météorologie

Sommaire

Pratique de la météorologie	155
TP de météorologie	173

Objectif général :

- Savoir interpréter le ciel.
- Savoir interpréter les cartes météorologiques

Objectifs opérationnels :

- Reconnaître les différents types de nuage.
- Associer nuages et perturbation.
- Localiser les perturbations et fronts sur une carte
- Déterminer la direction d'évolution des perturbations

RECONNAÎTRE LES NUAGES

Les nuages

Un nuage est un ensemble de gouttelettes (1 à 100 microns de diamètre) d'eau ou de cristaux de glace en suspension dans l'air.

Il se forme par condensation de la vapeur d'eau autour de minuscules impuretés appelées noyaux de condensation (cristaux de sel marin, pollens, poussières) et ce lorsque l'air humide se refroidit.

Typologie des nuages

Forme des nuages Altitude des nuages	STRATIFORMES (masse d'air stable)	CUMULIFORMES (masse d'air instable)	AUTRES
Étage supérieur = 5 000 m	CIRROSTRATUS (Cs) Voile, halo de 22° ne supprime pas les ombres portées au sol	CIRROCUMULUS (Cc) Petites billes blanches $d < 1^\circ$	CIRRUS (Ci) cheveux, filaments blancs soyeux
Étage moyen = 2 000 m	ALTOSTRATUS (As) Soleil comme à travers un verre dépoli, plus d'ombre portée au sol	ALTOCUMULUS (Ac) Damier, mosaïque, petites boules, $1^\circ < d < 5^\circ$	STRATOCUMULUS (Sc) Galets, dalles, rouleaux soudés ou non, gris $d < 5^\circ$
Étage inférieur Sol	NIMBOSTRATUS (Ns) Masque le Soleil, base floue	CUMULONIMBUS (Cb)	
	STRATUS (St) Brouillard si la base touche le sol	CUMULUS (Humilis, congestus) (Cu)	

(d = diamètre apparent = 1° = largeur du petit doigt bras tendu ; 5° = largeur de 3 doigts bras tendu ; 15° = largeur de la main bras tendu)

Illustration 1 : Formes et nuages (schéma Météo France)

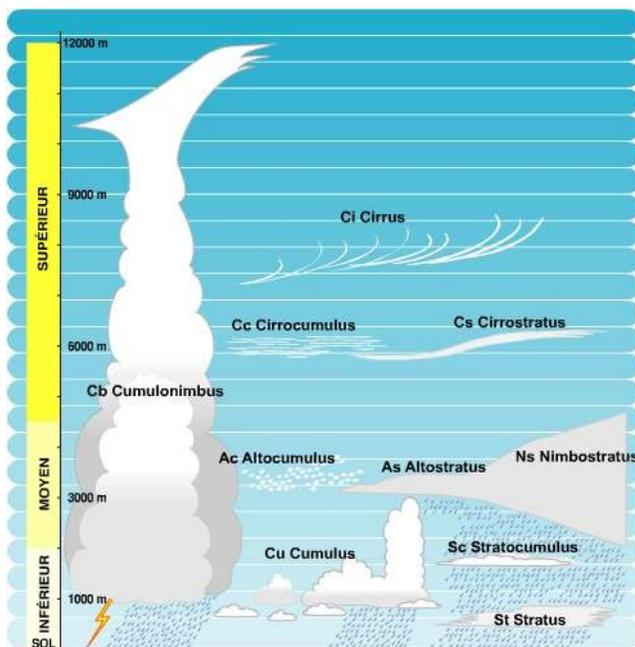


Illustration 2 : Répartition des nuages

La troposphère peut être divisée en trois niveaux, ou "étages": l'étage inférieur, l'étage moyen, et l'étage supérieur.

Les limites entre ces niveaux sont grossières et dépendent de la latitude. En Europe, les nuages bas se trouvent à des altitudes inférieures à 2 km, tandis que les nuages de l'étage moyen sont compris entre 2 et 6 km. Les nuages élevés s'observent jusqu'à 12 km d'altitude.

Description des nuages

Type de nuage	Altitude	Description	Composition	Précipitations
Cirrus (Ci) 	6 km 	Nuages élevés en forme de filaments blancs, souvent d'aspect chevelu. Annoncent généralement une dégradation du temps. cristaux de glace.		
Cirrostratus (Cs) 	6 - 12 km 	Voile nuageux élevé, transparent ou blanchâtre, reconnaissable par les phénomènes de halo entourant le soleil ou la lune. Annonce généralement une dégradation du temps.		
Cirrocumulus (Cc) 	6 km 	Banc, nappe ou couche mince de nuages blancs sans ombre propre composés de très petits éléments en forme de granules, de rides, etc., soudés ou non et disposés plus ou moins régulièrement; la plupart des éléments ont une largeur apparente inférieure à 1 degré (de moins d'un doigt tenu à longueur de bras).		

Nuages supérieurs

ENSM Le Havre A. Charbonnel		MÉTÉOROLOGIE PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE		V1.1 – 01/11 3/17	
Nuages intermédiaires	Alto cumulus    	2, 5 - 5 km	<p>Nuage dense à extension verticale considérable en forme de montagne ou de tour immense. Une partie au moins de sa région supérieure est généralement lisse, fibreuse ou striée et presque toujours aplatie ; cette partie cirriforme s'étale souvent en forme d'enclume ou de vaste panache.</p>		
	Altostratus (As)    	2 - 5 km	<p>Nappe ou couche nuageuse grisâtre ou bleuâtre, d'aspect strié, fibreux ou en uniforme couvrant entièrement ou partiellement le ciel et présentant des parties suffisamment minces pour laisser voir le soleil, au moins vaguement, comme au travers d'un verre dépoli. Il ne présente pas de phénomène de halo. Certains altostratus épais peuvent masquer complètement le soleil.</p>		
	Nimbostratus (Ns)    	0 - 2 km	<p>Couche nuageuse grise, souvent foncée dont l'aspect est rendu flou par des chutes de pluie plus ou moins continues, qui, dans la plupart des cas atteignent le sol. Il masque complètement le soleil sur toute son étendue. Sous sa base on retrouve fréquemment des nuages bas, déchiquetés, soudés ou non avec elle ainsi que des précipitations.</p>		pluie

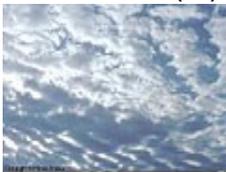
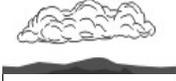
Nuages bas	Nuages à extension verticale	Stratus (St)  	0 - 2 km Couche nuageuse, généralement grise, à base assez uniforme pouvant donner lieu à de la bruine, des cristaux de glace ou de la neige en grains. Lorsque le soleil est visible à travers ces nuages, on distingue facilement son contour. Il se présente parfois en bandes déchiquetées.		bruine
		Stratocumulus (Sc)  	0 - 2 km Banc, nappe ou couche de nuages gris ou blanchâtre, ou les deux à la fois, ayant presque toujours des parties foncées, formées de dalles, de galets, de rouleaux, etc., d'aspect non fibreux, soudés ou non.		pluie
		Cumulonimbus (Cb)  	0,5 - 12 km Nuage dense à extension verticale considérable en forme de montagne ou de tour immense. Une partie au moins de sa région supérieure est généralement lisse, fibreuse ou striée et presque toujours aplatie; cette partie cirriforme s'étale souvent en forme d'enclume ou de vaste panache. Nuages d'instabilité		grêle pluie orage
		Cumulus (Cc)  	1 - 5 km Nuages d'instabilité		pluie

Illustration 3 : Description des différents types de nuages

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	5/17

Genre – espèces -variétés

Genre	Espèce (un seul)	Variété (un ou plus)	Caractéristique supplémentaire	
cumulus	Humilis mediocris congestus fractus	radiatus	Pileus velum virga praecipitatio arcus pannus tuba	
stratocumulus	Stratiformis lenticularis castellanus	translidus perlucidus opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus	Mama virga praecipitatio	
stratus	Nebulosis fractus	Opacus translucidus undulatus	praecipitatio	
altocumulus	Stratiformis lenticularis castellanus floccus	translidus perlucidus opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus	Virga mama	
altostratus	aucun	translidus opacus duplicatus undulatus radiatus		

ASSOCIER NUAGES ET PERTURBATION

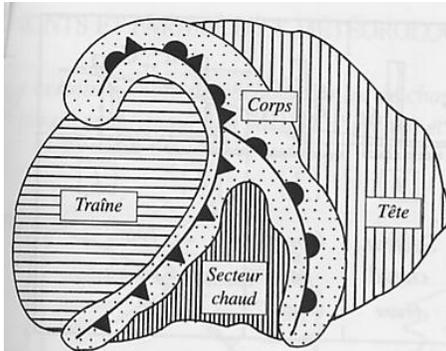


Illustration 4 : les différentes parties d'une perturbation

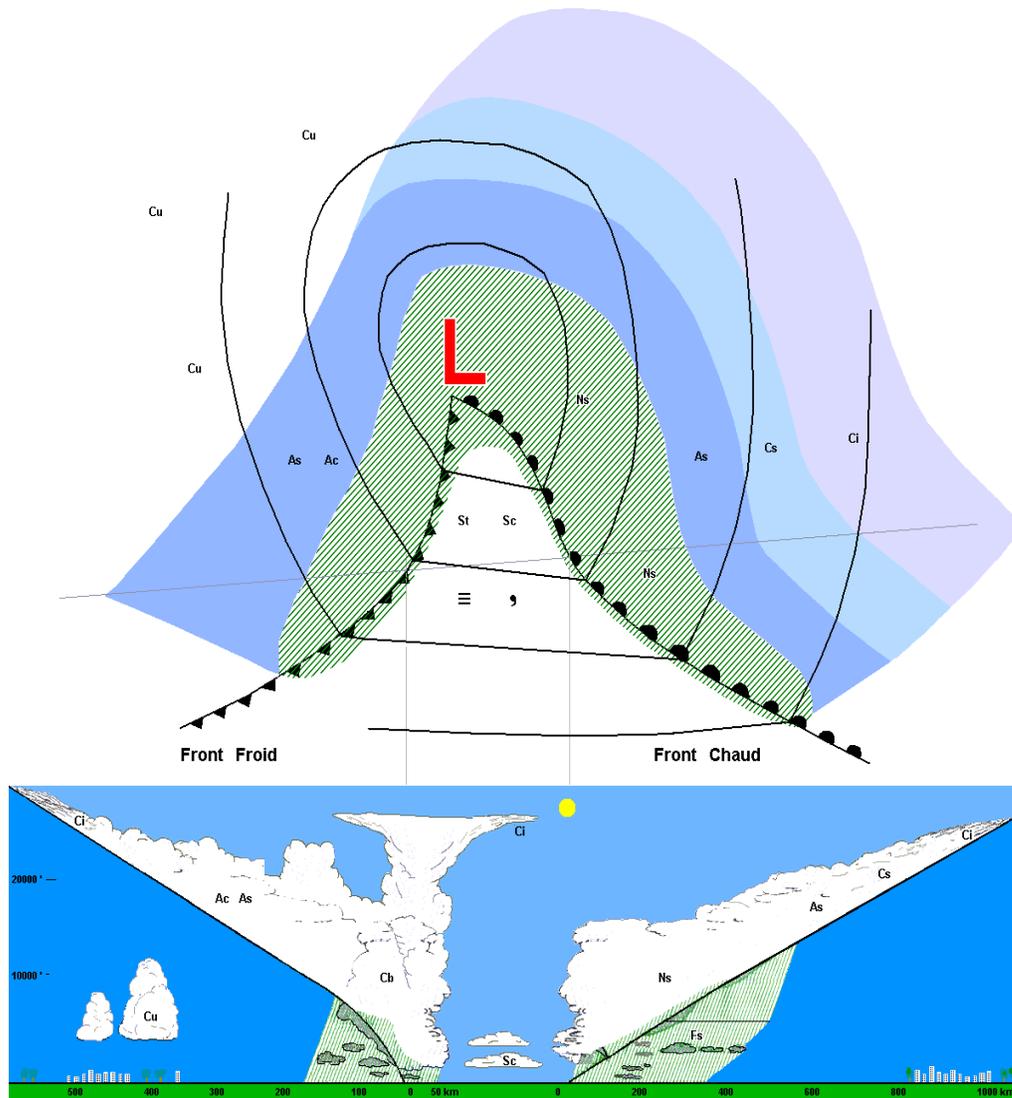


Illustration 5 : Fronts et coupe d'une perturbation

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	7/17

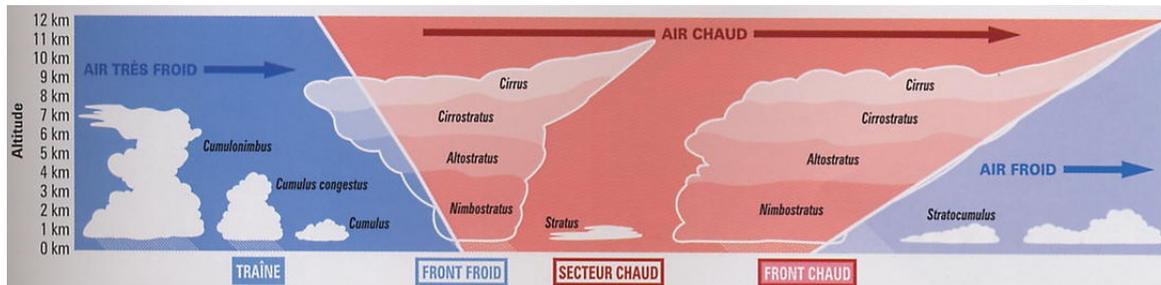


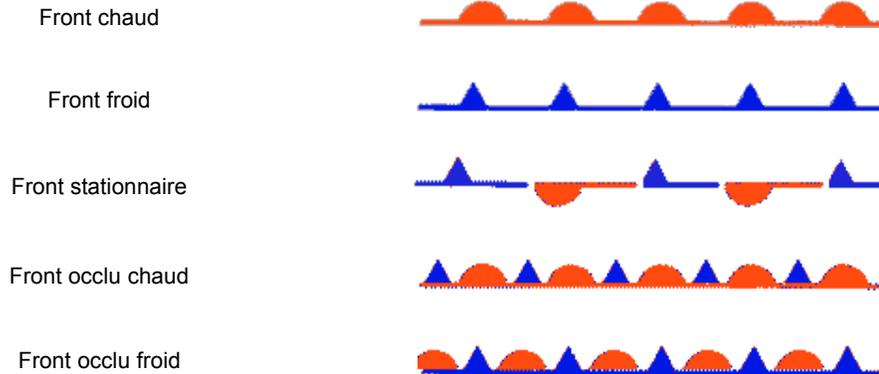
Illustration 6 : Association des fronts d'une perturbation et de la couverture nuageuse (Météo-France)

Évolution des paramètres météorologiques au passage d'une perturbation (Météo-France)

Position d'un observateur fixe	A l'avant de la perturbation (tête)	Au début du corps pluvieux	Sous le front chaud	Dans le secteur chaud	Sous le front froid	A l'arrière de la perturbation (traîne)
Précipitation		Début de la pluie	Pluie forte	Bruine ou pluie faible	Pluie forte	Averse
Nuages	Nuages élevés, voile de cirrus devenant de plus en plus épais	Ciel couvert	Ciel gris et bas	Ciel gris, nuages bas de type stratus	Ciel gris et bas	Variable, nuage de type cumulus
Température			En hausse	Stationnaire	En baisse	
Vent		SW 	Passé du SW à l'W	W régulier 	Passé de l'W au NW avec renforcement temporaire	NW irrégulier
Pression	En faible baisse	En baisse	En forte baisse	Stationnaire	En hausse nette	
Visibilité	Bonne	Moyenne	Mauvaise sous les précipitations	Mauvaise ou médiocre	Mauvaise sous les précipitations	Très bonne

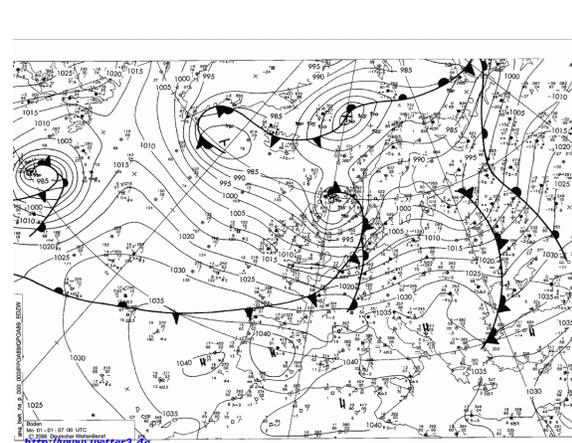
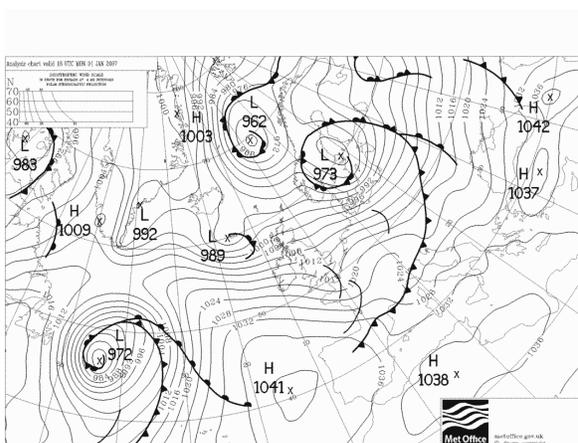
RECONNAÎTRE LES SYMBOLES MÉTÉOROLOGIQUES

Les fronts



Vocabulaire

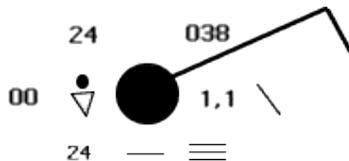
	France	GB/US	Allemagne	Italie	Espagne
Carte de la pression au niveau du sol	Surface	Surface pressure MSLP (mean sea level pressure)	Boden	Pressionne (suolo)	Press. Al nivel del mar
Carte 500 hPa	500 hPa				
Carte sur l'état de la mer	État de la mer	Waves	See	Stato del mare	Estado del mar
Carte de la température de la mer	Temp. de la mer	STT (Sea surface temp.)	Wasser Temp.	Temp. del Mare	Temp del mar
Anticyclone	A	H (High)	H (Hoche)		
Dépression	D	L (Low)	T (Tief)		



ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	9/17

Symboles utilisés par les stations

Sur les cartes d'analyse chaque station est représentée par un ensemble de symboles que le météorologue peut interpréter.



Chaque station est représentée par un groupe de symboles comme celui qui présenté ci-contre.

"Nébulosité complète du ciel, avec une température de l'air de 24 degrés celcius, point de rosée à 24 degrés celcius. Le vent de nord-est entre 10 et 15 noeuds. La pression à 1003,8 millibars en baisse de 1,1 millibars depuis 3 heures. Des averses de pluie sévissent et les nuages bas sont des stratus, la visibilité est réduite à moins d'un kilomètre. Dans l'heure qui précédait l'observation, le temps était au brouillard".

Afin de mieux comprendre l'on peut représenter cette station météo avec l'aide d'une grille.

		Ch		
	TT	Cm	PPP	
VV	ww	N	PP	a
	TdTd	Ce	w	

- Ch : Type de nuage élevé
- Cm : Type de nuage moyen
- Ce : Type de nuage bas
- N : Nébulosité du ciel
- PPP : Pression atmosphérique indiquée en millibars mais seulement les trois derniers chiffres sont présentés : une pression de 1002,1 sera présentée 021 alors qu'une pression à 1021,1 sera présentée 211.
- PP : Variation de pression depuis la dernière observation (en millibars).
- a : Représentation graphique de la variation de pression.
- ww : Temps qu'il fait au moment de l'observation.
- w : Temps passé dans la dernière heure au moment de l'observation.
- vv : Visibilité (en kilomètre).
- TdTd : Point de rosée en degré celcius.
- TT : Température de l'air.

Légende des codes et des symboles utilisés

Nébulosité (cercle central)

- Aucun nuage
- ◐ 1 dixième ou moins de nuages mais pas absence complète
- ◑ entre 2 et 3 dixièmes du ciel est couvert
- ◒ 4 dixièmes du ciel couvert
- ◓ 5 dixièmes du ciel couvert
- ◔ 6 dixièmes du ciel couvert
- ◕ entre 6 et 7 dixièmes du ciel couvert
- ◖ 9 dixièmes du ciel couvert
- Complètement couvert
- ⊗ Ciel complètement obscurci par une couche avec base à la surface ou par un phénomène obscurcissant avec base en altitude

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	10/17

Vitesse du vent

 V = 5 noeuds

Direction du vent : représentée par la hampe d'une flèche volant dans le vent à +/- 5°.

 V = 10 noeuds

Vitesse V du vent : représentée par les symboles suivants ou leur combinaison à +/-2 noeuds.

 V = 50 noeuds

Exemples

 vent d'ouest, V = 25 noeuds

 vent d'ouest-sud-ouest, V = 75 noeuds

 vent calme, (V < 1 noeud)

 vent d'ouest -sud-ouest, 1 < V < 2 noeuds

Nuages bas

Pas de nuage Sc, Cu, Cb

 Cu à faible extension verticale et d'apparence aplatie

 Cu à extension considérable, généralement bourgeonnant, avec ou sans autre Cu ou Sc. Toutes les bases au même niveau

 Cb avec sommet strié mais pas cirriforme ou en forme d'enclume, avec ou sans Cu, Sc, St

 Sc ne provenant pas de l'étalement du Cu

 St pu Sf ou les deux, mais pas Sf de mauvais temps

 Sf et/ou Cf de mauvais temps, ordinairement sous As et Ns

 Cu et Sc (ne provenant pas de l'étalement de Cu) avec bases à niveaux différents

 Cb avec sommet fibreux, souvent en forme d'enclume, avec ou sans Cu, Sc, St.

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	11/17

Nuages moyens (Cm)

Pas de nuages Ac, As, Ns



As mince (la couche entière est semi-transparente).



As opaque ou Ns.



Ac mince; les éléments ne changent d'aspect que très lentement et sont tous du même niveau.



Ac mince en bancs: les éléments changent continuellement et/ou à plusieurs niveaux.



Ac mince en nappes ou en couche envahissant le ciel et devenant généralement plus opaque.



Ac provenant de l'étalement de Cu.



Couche double; ou As et Ac opaque qui n'augmente pas; ou As et Ac présents au même moment ou à des niveaux différents.



Ac en forme de flocons cumuliformes ou Ac avec de petites tours.



Ac d'un ciel chaotique, généralement à plusieurs niveaux; des bancs de cirrus dense sont ordinairement présents.

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	12/17

Nuages élevés (Ch)

Pas de nuages Ci, Cc, Cs.



Filament de Ci, épars n'augmente pas.



Ci dense en bancs ou en gerbes n'augmentant pas.



Ci, souvent en forme d'enclume, provenant de ou associé à Cb



Ci, en forme de crochets envahissant le ciel et devenant plus épais



Ci et Cs ou Cs seulement; la couche continue n'atteignant pas 45 degrés au-dessus de l'horizon.



Ci et Cs ou Cs seulement; la couche continue dépasse 45 degrés au-dessus de l'horizon.



Cs couvrant le ciel entier



Cs n'augmentant pas et ne couvrant pas le ciel entier; Ci et Cc peuvent être présents.



Cc seul ou Cc avec Ci mais le Cc est le type cirriforme dominant.

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	13/17

Variation de pression (a)

-  En hausse puis en baisse; même ou plus haute que trois heures auparavant.
-  En hausse, puis stationnaire; ou en hausse, puis en hausse plus lente. Plus haute que 3 heures auparavant.
-  En hausse (régulière ou irrégulière). Plus haute que 3 heures auparavant.
-  En baisse ou stationnaire, puis en hausse; ou en hausse puis en hausse plus rapide. Plus haute que 3 heures auparavant.
-  Stationnaire: même que 3 heures auparavant.
-  En baisse, puis en hausse; même ou plus basse que 3 heures auparavant.
-  En baisse, puis stationnaire; ou en baisse puis en baisse plus lente. Plus basse que 3 heures auparavant.
-  En baisse (régulière ou irrégulière). Plus basse que 3 heures auparavant.
-  Stationnaire ou en hausse, puis en baisse, ou en baisse puis en baisse plus rapide. Plus basse que 3 heures auparavant.

Temps qu'il fait au moment de l'observation (ww) et temps passé dans la dernière heure au moment de l'observation (w).

	Pluie		Brume sèche		Neige
	Bruine		Bruine humide		Neige roulée
	Averse		Brouillard		Tempête de neige
	Pluie verglaçante		Brouillard givrant		Grésil
	Violente averse		Orage		Grêle
	Ligne de grain		Orage avec averse		Granules de glace
			Orage avec grêle		
			Éclairs de chaleur		

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	14/17

TRACER LES ISOBARES

Pour tracer les isobares :

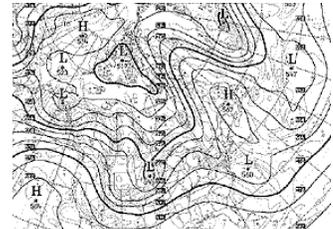
- Repérer le lieu ou la direction des vents dessine a peu près un petit cercle (petite patatoïde en réalité) : vous avez le centre de l'anticyclone ou de la dépression.
- Entre deux observations on interpole à vue pour tracer l'isobare.
- Tracer les isobares en vous éloignant progressivement du centre de 10hPa en 10 hPa puis les intermédiaires (de 5 en 5hPa)

 La difficulté du tracé réside dans le repérage des cols (les isobares ne s'emboîtent alors plus simplement).

Les isobares

- Les isobares sont des lignes joignant des points d'égale pression :
- Les isobares sont portées de 5 en 5 hPa (sauf chez les anglo-saxons et dans les zones tropicales).
- L'isobare 1015hPa, valeur moyenne, est portée en **gras**.
- **Les isobares sont à peu près parallèles au vent.**

 Attention : la pression est cotée en dixième d'hectopascal (hPa) sur les cartes.



Rappels

- **Dépression** : région de l'atmosphère ou, à niveau égal, la pression est basse par rapport à celle du voisinage (isobares faibles).
- **Dorsale** : axe le long duquel la pression est élevée par rapport à celle du voisinage (isobares en forme de U ou de V).
- **Thalweg** : axe le long duquel la pression est basse par rapport à celle du voisinage (isobares en forme de U ou de V).
- **Col** : région de faible gradient de pression qui apparaît entre deux anticyclones et deux dépressions disposés en croix.
- **Marais barométrique** : zone de dépression à faible gradient.
- **Gradient de pression** : taux de variation de la pression avec la distance (plus le gradient est élevé, plus les isobares sont resserrées).

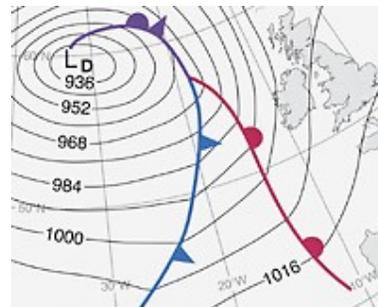
TRACER LES FRONTS

Pour déterminer les fronts, le paramètre déterminant est encore le vent ; un paramètre secondaire est la tendance de pression:

- **Vent** : repérer la rotation des vents du secteur S à W ou S à NW (vents de vitesse significative i.e. <10 nds).
- **Tendance barométrique** :
 - en baisse* : avant du front froid.
 - en hausse* : arrière du front.

La Tendance :

La tendance est la variation de pression au cours des 3 dernières heures, elle est exprimée en dixième d'hectopascal et est précédée du signe moins si elle est en baisse.



ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	15/17

DÉTERMINER LE DEPLACEMENT D'UNE PERTURBATION

Les lignes isollabares



Lignes isollabares

Les lignes isollabares sont des lignes d'égales tendances. Les isolignes positives sont portées en **bleu** et les négatives en **rouge** ; elles sont cotées en chiffres romains. Les isolignes sont portées de 10 en 10 dixième d'hectopascal.

Les isollabares permettent de déterminer la direction de la dépression pour les prochaines heures : une dépression aura toujours tendance à se déplacer **dans la direction des plus fortes baisses**.

Avec les cartes d'altitude



Cartes d'altitudes

Ces cartes donnent le relief d'une surface isobare. Ainsi une carte 500hPa représentera les altitudes auxquelles on rencontre la pression 500hPa. Les altitudes sur les cartes de surfaces sont portées généralement en décimètres.



Lignes isohypses

Les lignes isohypses sont des isolignes de même altitude pour une pression de référence

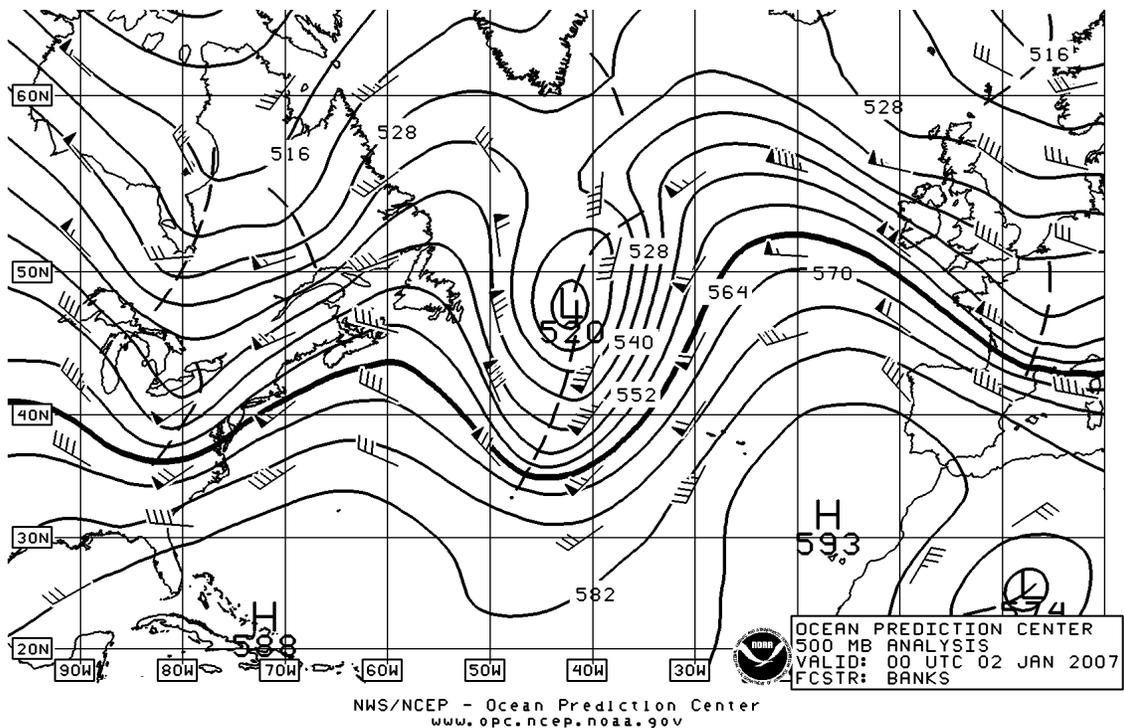


Illustration 7: Carte 500 hPa du 02 janvier 2007 (NOAA)

Pour déterminer l'évolution d'un anticyclone ou d'une dépression on repère la position de son centre sur une carte de surface et on le reporte sur une carte d'altitude (la 500hPa généralement).

Selon la courbure des isohypses, on peut en déduire l'évolution :

- **Isolignes de faible courbure** : évolution le long de ces isolignes ($v=1/2 Vg$)
- **Isolignes de forte courbure** : évolution stationnaire ou lente
- **Isolignes quasi-fermées** : évolution avec le vent le plus fort (isobares)

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	16/17

CALCULER LA FORCE DU VENT

Mesurer du gradient horizontal de pression

Mesurer la distance séparant deux isobares encadrant le point à observer (attention la distance doit être prise perpendiculairement aux isobares).

Calculer la vitesse du vent géostrophique



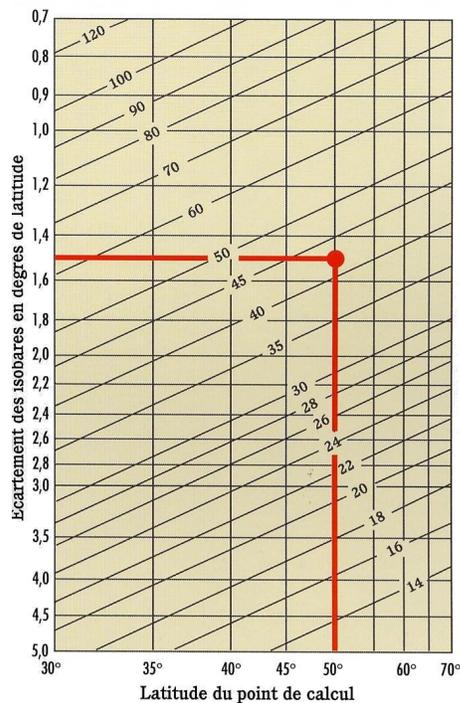
Le vent géostrophique

Le vent géostrophique représente assez bien le vent qui souffle vers 1000 m - 1500 m, là où le frottement de l'air sur le sol ne se fait plus sentir. En effet le vent géostrophique est un vent calculé à partir des seules forces de pression et de Coriolis, sans prendre en compte les forces de frottements.



Reporter sur l'abaque :

- En abscisse la latitude du point observé
- En ordonnée : la distance entre les deux isobares (différant de 5 hPa) encadrant le point observé



Pour plus de précision, on mesure la distance en degré entre deux isobares différant de 10 hPa et l'on divise cette mesure par 2.

Calculer la vitesse du vent moyen réel

Multiplier la vitesse du vent géostrophique par 0,5 sur la terre ou 0,7 sur la mer.

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 01/11
A. Charbonnel	PRATIQUE DE L'OBSERVATION ET DE LA CARTE MÉTÉOROLOGIQUE	17/17

RESSOURCES

Ressources internet

<http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/>
<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1wz.html>

CRÉDIT GRAPHIQUES

<i>Illustration</i>	<i>Auteur / source</i>
Illustration 1: Formes et nuages (schéma Météo France)	Schéma météo-france
Illustration 2: Répartition des nuages	Schéma météo-france
Illustration 3: Description des différents types de nuages	Images des nuages extraites du site http://www.ffme.fr Schéma extraits de http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/teachers_guides/module7_cloud_s_f.html
Illustration 4: les différentes parties d'une perturbation Illustration 1: Formes et nuages (schéma Météo France)	J. Gourdeau. http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1wz.html
Illustration 5: Fronts et coupe d'une perturbation	Schéma extrait du site http://www.astrosurf.org/lombry/meteo-fronts-perturbations3.htm
Illustration 6: Association des fronts d'une perturbation et de la couverture nuageuse (Météo-France)	Schéma météo-france
Erreur : source de la référence non trouvée Erreur : source de la référence non trouvée	Schéma météo-france

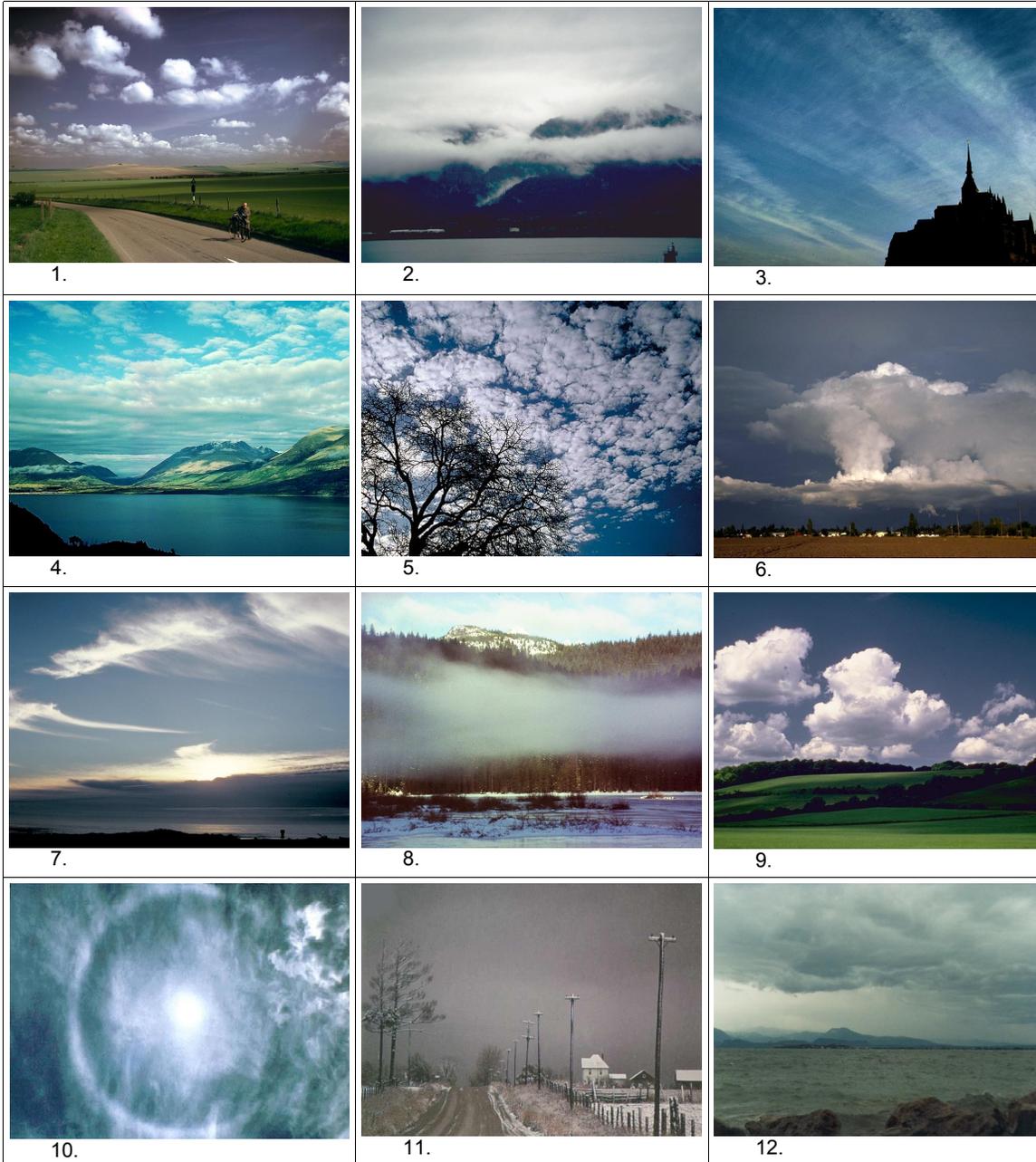
ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 07/11
A. Charbonnel	TP MÉTÉOROLOGIE	1/10

Travail préparatoire

- Lire, de manière approfondie, les fiches support météorologie et votre cours de météorologie.
- Lister les points non compris.

Atelier 1 :Reconnaître les différents types de nuages

1- Déterminer le genre de nuages des photographies suivantes :





13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.



27.



28.



29.



30.



31.



32.



33.



34.



35.



36.



37.



38.



39.



40.



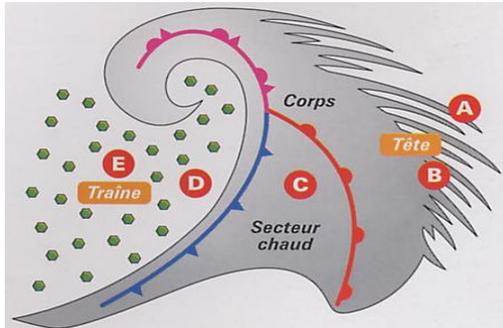
41.



42.

ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 07/11
A. Charbonnel	TP MÉTÉOROLOGIE	4/10

Atelier 2 : Associer les nuages à la structure d'une perturbation



1. Associer les points A, B, C, D et E aux photographies de l'atelier 0.
2. Déterminer quels sont les types de nuages présents actuellement dans le ciel

Atelier 3 : Exploiter les équipements et documents

1. Déterminer la direction et vitesse du vent à l'aide de l'anémomètre.
2. Déterminer la température du point de rosée.
3. Représenter la situation météorologique actuelle au cap de la Hève avec les symboles météorologiques.
4. Configurer le Navtex.

Atelier 4 : Lire de cartes et images météorologiques

Comprendre l'analyse d'une situation

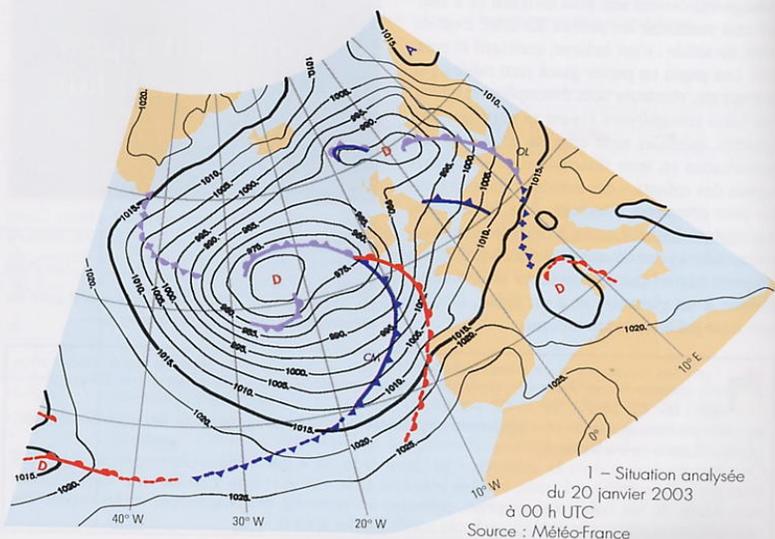
Voici la carte analysée du lundi 20 janvier 2003 à 00 h UTC (carte 1). Nous allons nous intéresser en particulier aux conditions météorologiques sur la pointe de Bretagne.

Une fois les côtes de France repérées sur la carte, que remarque-t-on ?

La situation météorologique de ce début de semaine est dominée par une vaste zone dépressionnaire dont le centre principal, au large de l'Irlande, est à une valeur inférieure à 970 hPa (la dernière isobare fermée est cotée 970 hPa). C'est une valeur de pression très basse, qui ne se rencontre qu'en hiver ou en automne. Au sud de cette dépression, de 50° W à la mer d'Alboran, la pression est supérieure à 1 025 hPa. Ces deux centres d'action présentent donc un grand écart de pression, « il y a du gradient » disent les prévisionnistes ; on en déduit immédiatement qu'il y a du vent, et même de la tempête. Quand on sait qu'en hémisphère nord, les vents tournent dans le sens anti-horaire autour des dépressions, on en déduit qu'il souffle sur une grande moitié de la France un vent de sud-ouest pas aussi violent qu'au large (les isobares sont moins serrées), mais déjà

fort. De fait, sur le Finistère, les vents sont de secteur sud sud-ouest pour 35 nœuds et, plus au large, un avis de tempête (vent

supérieur à 47 nœuds) est en cours sur les zones Pazenn et Finistère. Sur les zones qui bordent les côtes de France, du



ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 07/11
A. Charbonnel	TP MÉTÉOROLOGIE	5/10

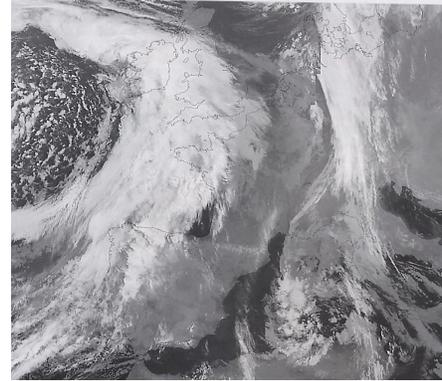
Cotentin à l'Espagne, c'est un avis de coup de vent à fort coup de vent qui est émis (34 à 47 nœuds).

Compte tenu des vents engendrés par cette dépression, la mer est très forte à grosse (4 à 9 mètres) voire localement très grosse (9 à 14 mètres) et une houle de sud-ouest conséquente (5 à 6 mètres) s'installe.

Concernant la température, il y a une règle simple qui relève du bon sens. En hiver, si le vent vient du sud, du sud-ouest ou de l'ouest, il apporte de l'air maritime doux. Pour toutes les autres directions (sud-est, est, nord-est jusqu'au nord-ouest), ce sera de l'air plutôt froid. En été, en revanche, l'air maritime (vent du sud-ouest au nord) est plutôt frais et l'air continental (vent du nord-est au sud) est chaud. Tout ceci est

évidemment à modérer en fonction de la configuration des isobares. Un flux de sud drainant l'air depuis le Sahara jusqu'au nord de la France entraînera des températures plus élevées qu'un vent de sud limité à la partie antérieure d'une dépression peu étendue. Dans notre cas, le flux général étant de secteur ouest à sud-ouest, les températures sont douces pour un mois de janvier : on observe 11 °C à Brest.

La dépression atlantique est accompagnée d'une perturbation active, en trait plein sur la carte, dont le front chaud aborde le golfe de Gascogne. À l'avant de cette perturbation, le ciel se couvre de plus en plus, puis les pluies sont omniprésentes. La visibilité est médiocre sous les précipitations, moyenne par ailleurs.



Analyser une situation

A l'aide des cartes 1, 2 et 3 (cf. page suivante), déterminer quelle est l'évolution du temps sur la pointe Bretagne entre le 20 janvier 00h 00 UTC et le 21 janvier 12h00 UTC ; pour cela entourer les bonnes réponses :

Ciel :

- Ciel nuageux à couvert, puis brouillard, enfin nuages stratiformes et éclaircies.
- Ciel nuageux à couvert, nuages de plus en plus bas, puis éclaircies et nuages d'averse.
- Ciel nuageux à couvert, puis ciel clair se voilant.

Précipitations :

- Pluie se renforçant suivie de bruine, puis passages pluvieux soutenus suivis d'éclaircies et averses.
- Pluie modérée à forte suivie de brouillard, puis brève éclaircie suivie de pluie continue.
- Pluie modérée devenant faible entrecoupée d'éclaircies.

Vent :

- Vent fort de SSO devenant faible, avant de tourner au NO en se renforçant.
- Vent fort de SSO tournant à l'OSO mardi midi en mollissant légèrement.
- Vent fort de SSO devenant faible, temporairement NO après le passage de chacun des fronts.

Visibilité :

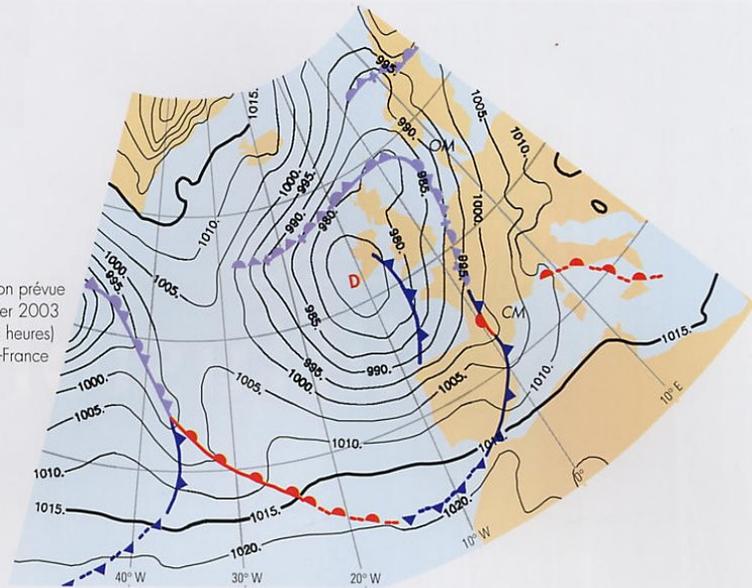
- Visibilité moyenne avec des périodes de visibilité médiocre.
- Visibilité moyenne à médiocre s'améliorant spectaculairement avant de redevenir moyenne après le passage des fronts.
- Visibilité moyenne temporairement médiocre, devenant bonne à très bonne entre les averses en fin de période.

Température :

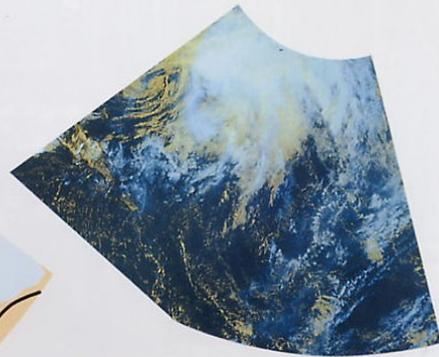
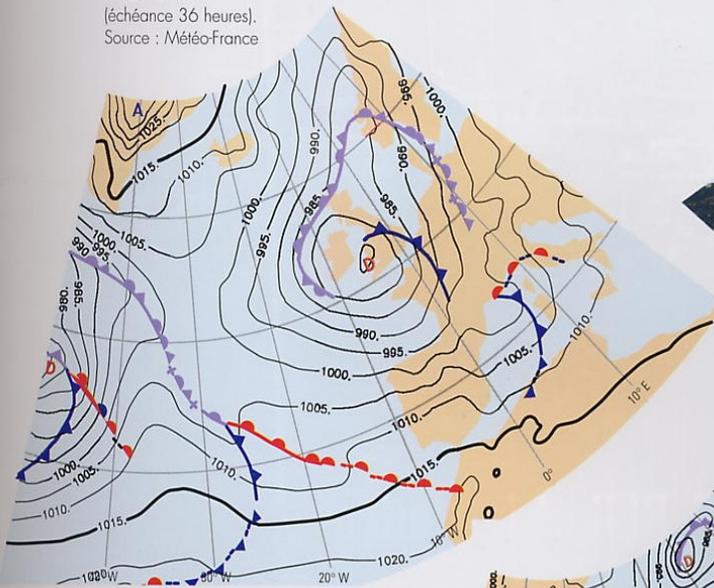
- Température douce en légère baisse après les passages des fronts froids.
- Température en forte hausse au passage du secteur chaud, puis chute.
- Température douce en chute avant de remonter.

2. A partir de la carte 4, déterminer si le ciel français est couvert, parsemé d'orages ou clair ?

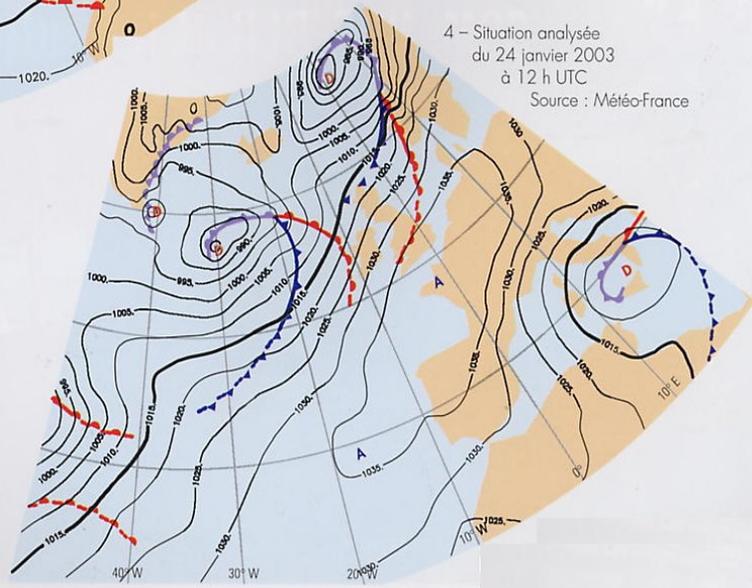
2 – Situation prévue pour le 21 janvier 2003 à 00 h UTC (échéance 24 heures)
Source : Météo-France



3 – Situation prévue pour le 21 janvier 2003 à 12 h UTC (échéance 36 heures).
Source : Météo-France



4 – Situation analysée du 24 janvier 2003 à 12 h UTC
Source : Météo-France



ENSM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.1 – 07/11
A. Charbonnel	TP MÉTÉOROLOGIE	7/10

Atelier 5 : Exploiter les cartes météorologiques

Les illustrations en références sont présentées dans les pages suivantes.

1. A partir de la carte présentée à l'illustration 2 :
 - a) Tracer les isobares à partir des informations présentes sur la carte.
 - b) Indiquer les cols, talweg, dorsales éventuels.
 - c) Tracer les fronts froids, chauds et occlus.
2. Déterminer l'image satellite de l'illustration 4 correspondant à cette situation décrite dans l'illustration 2.
3. En utilisant la carte de l'illustration 3 :
 - a) Tracer les isollabares.
 - b) Déterminer la direction que devrait prendre la dépression au cours des prochaines heures.
4. En utilisant l'abaque de l'illustration 1, déterminer la force du vent.

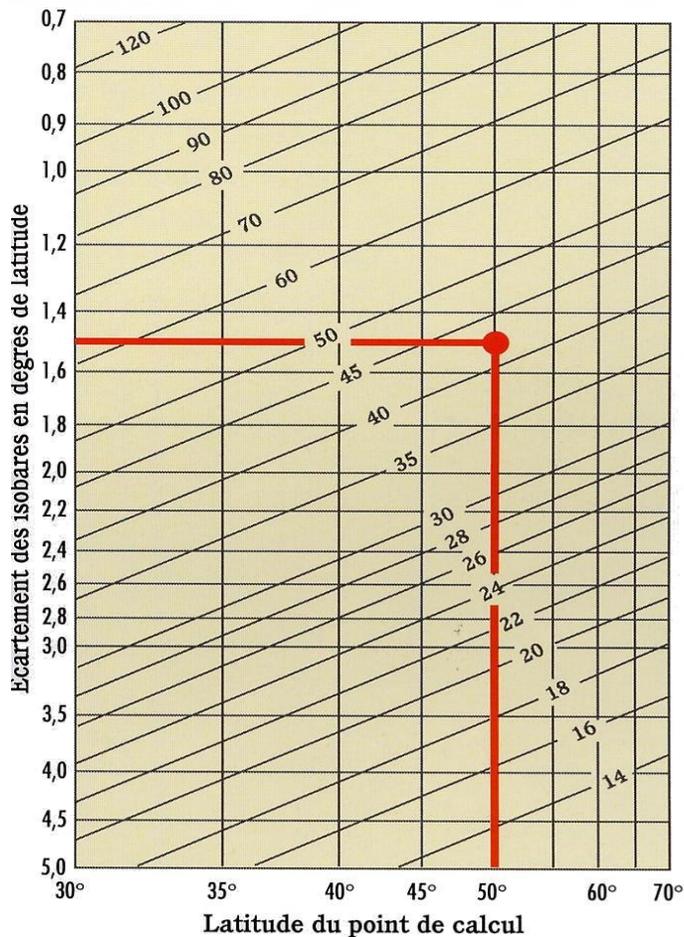
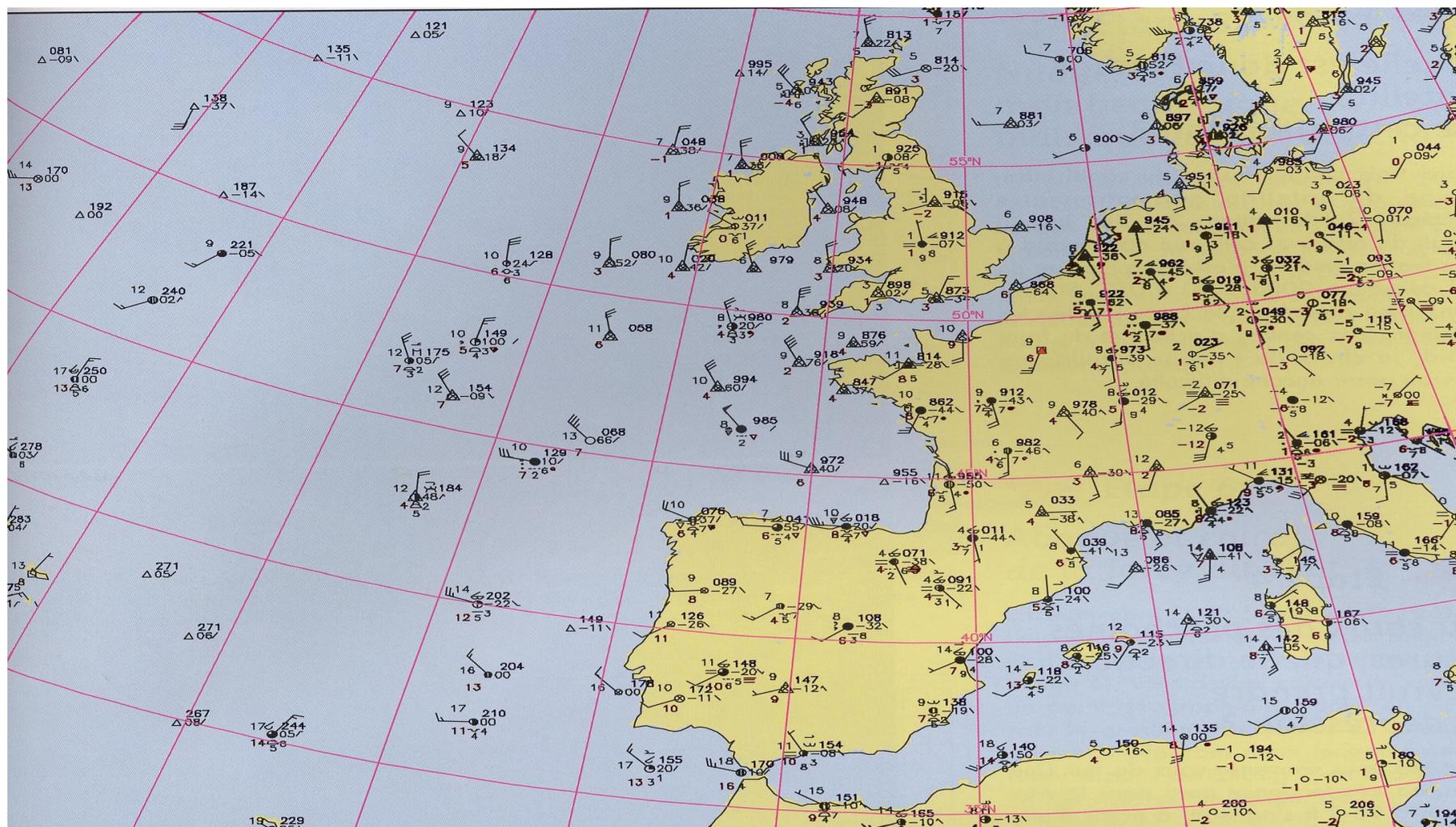


Illustration 1 : Abaque de calcul de la vitesse du vent géostrophique

ENMM Le Havre A. Charbonnel	MÉTÉOROLOGIE TP MÉTÉOROLOGIE	V1.0 – 09/07 8/10
--------------------------------	---	----------------------



180

Illustration 2 : Carte pointée du 28/12/2003 à 00 UTC.

ENMM Le Havre A. Charbonnel	MÉTÉOROLOGIE TP MÉTÉOROLOGIE	V1.0 - 09/07 9/10
--------------------------------	---------------------------------	----------------------

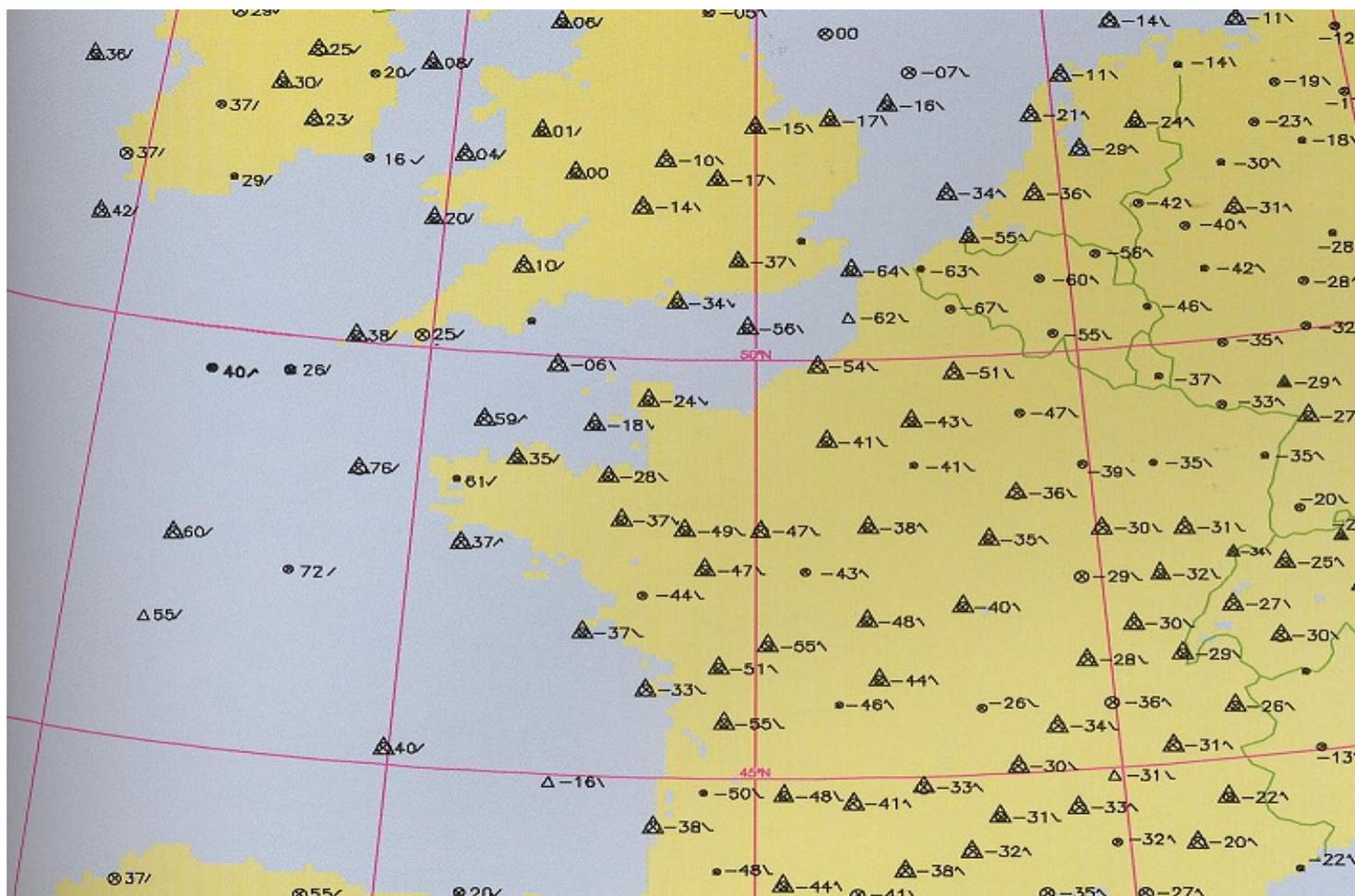


Illustration 3 : Tendence de pression au cours des 3h précédentes, le 29/12/03 à 00h UTC

ENMM Le Havre	MÉTÉOROLOGIE	V1.0 – 09/07
A. Charbonnel	TP MÉTÉOROLOGIE	10/10

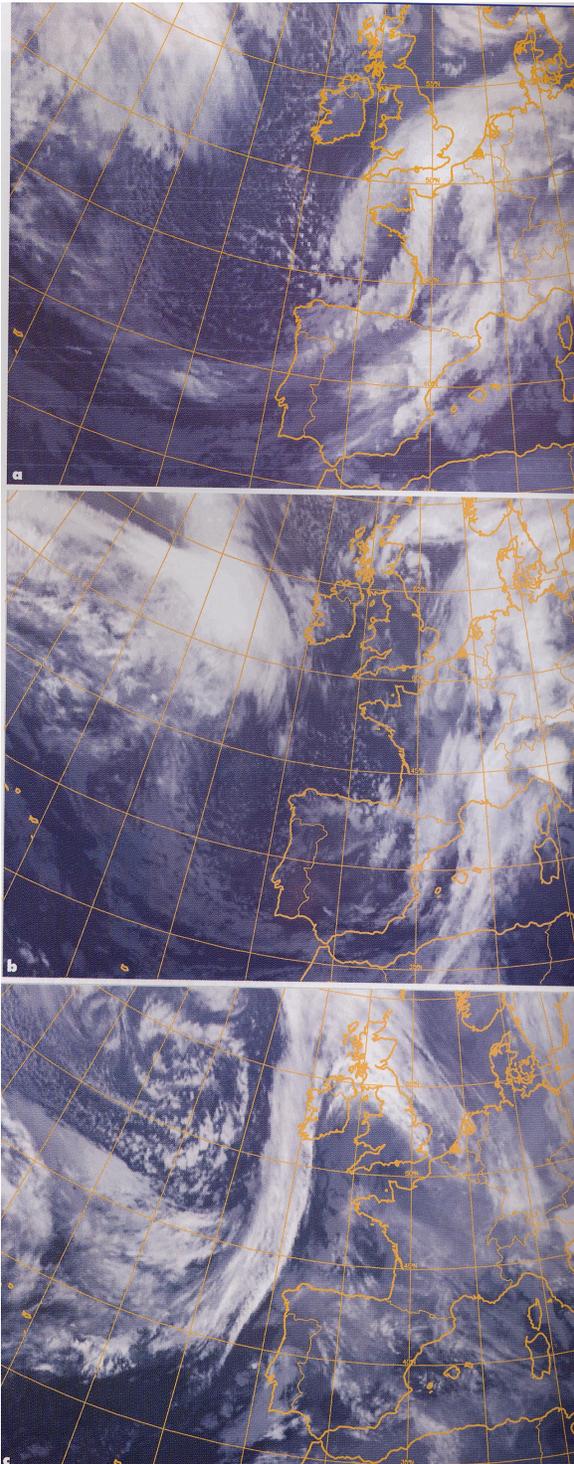


Illustration 4 : Images satellite

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.
 Licence : Creative commons « Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 »
 hors illustrations (propriété de leurs auteurs) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/deed.fr>



Proposition de correction

Cahier pratique de navigation (vol.3) - sept 2011

Afin d'améliorer ce document, vous pouvez me faire part de vos propositions de correction et/ou d'amélioration.

Pour transmettre vos propositions, vous pouvez me retourner cette feuille ou me transmettre vos remarques directement par mail à aude.charbonnel@supmaritime.fr

*D'avance merci pour votre contribution,
Cordialement,*

A. Charbonnel

Proposition de correction

<i>Page</i>	<i>Correction</i>

Propositions d'amélioration (idées diverses, compléments, etc.) :

