

# LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE

## Repérage sur la sphère terrestre

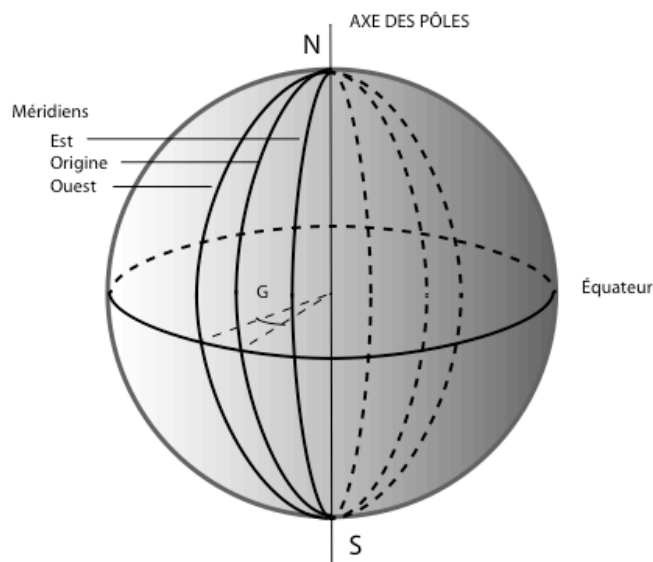
### Généralités

La Terre peut être considérée, en première approximation, comme une sphère, de rayon  $R=6378$  Km. Par un point quelconque de la surface de la Terre, qu'on considérera par la suite comme une surface lisse, c'est à dire sans "aspérités", on peut faire passer une infinité de cercles, tous tracés à la surface de cette sphère. Par ailleurs, on définit un "grand cercle" comme un cercle dont le rayon est celui de la Terre; c'est le cercle dont le diamètre est le plus grand qu'on peut tracer à la surface de la sphère. Un grand cercle particulier est représenté par l'équateur, qui est perpendiculaire à la ligne qui joint les deux pôles, ligne qui représente l'axe de rotation de la Terre.

Parmi tous les cercles traçables sur la géosphère passant par un point donné de la surface terrestre, on peut individualiser deux cercles particuliers: les méridiens et les parallèles.

### Méridien

Le premier de ces cercles passe par le point considéré et les deux pôles. Ce cercle est perpendiculaire à l'équateur; du fait de la rotation de la Terre, le plan qui contient ce cercle "balaie" en 24 heures (ou presque) tout le ciel et il y a donc un moment pour lequel le soleil passe dans ce plan; il est alors "midi vrai" pour tous les points de ce cercle, appelé pour cela méridien du point.



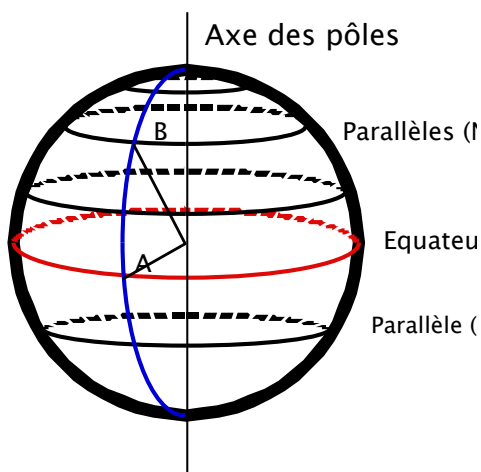
On peut alors repérer chaque méridien par rapport à un méridien, pris conventionnellement pour origine; le méridien passant par l'observatoire de Londres, situé à Greenwich, est le méridien de base en géographie (mais certaines cartes prennent encore comme méridien origine celui de Paris).

Si on regarde les points d'intersection entre l'équateur et le méridien de Greenwich, d'une part, et le méridien d'un point quelconque d'autre part, on peut mesurer la distance qui sépare ces deux points; celle-ci peut s'exprimer en unités de longueur, mais plus habituellement en unités d'angle: degré et ses sous-multiples.

Cette valeur angulaire, appelée longitude peut s'appliquer à un point situé à l'est du méridien de Greenwich; on parle alors de longitude Est (symbole: E), comptée négativement, ou à l'ouest de ce méridien; il s'agit alors d'une longitude Ouest, symboliquement écrite W et affectée d'une valeur positive. Le méridien situé à une longitude de  $180^\circ$  est indifféremment E ou W (le tour de l'équateur fait  $360^\circ$ ); situé à l'opposé du méridien de Greenwich, il a un rôle

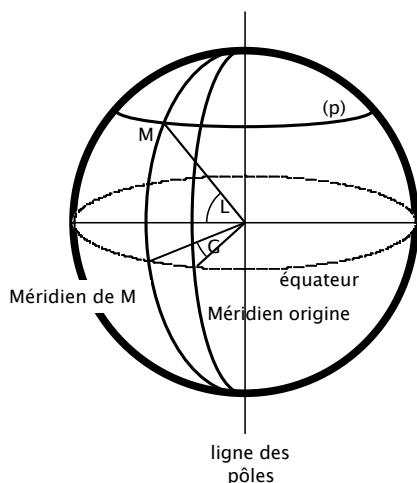
particulier: c'est la ligne de changement de date. Enfin, le symbole international de la longitude est G (comme Greenwich).

## Parallèle



Un autre cercle intéressant est un cercle situé dans un plan parallèle à celui de l'équateur, et qui passe par le point considéré. Contrairement au méridien, ce n'est pas un grand cercle. Ce cercle est dénommé parallèle, et la distance angulaire sur le méridien qui le sépare de l'équateur est appelée latitude. Elle est nulle à l'équateur pour atteindre le maximum, soit  $90^\circ$ , au pôle. La latitude (symbole L) est comptée positivement vers le pôle nord dans l'hémisphère nord (latitude nord, symbole N) et négativement vers le pôle sud dans l'hémisphère sud (latitude sud, symbole: S).

## Repérage



Un point quelconque de la surface terrestre doit être également repéré par un troisième élément: la distance qui le sépare de la surface terrestre idéale, c'est à dire en gros par son altitude. En navigation, ce paramètre est généralement oublié, sauf, bien sûr, lors des calculs de marée.

Un point est donc, en navigation marine, totalement défini par sa longitude et sa latitude, toutes deux exprimées en degrés d'angle (symbole:  $^\circ$ ) et minutes ( $'$ ). L'utilisation des secondes d'angle ( $''$ ), soixantièmes de la minute, est de plus en plus abandonnée au profit des dixièmes et centièmes de minutes, comme par exemple  $45^\circ 15,475'$ .

## Conventions d'écriture

Un point sur la surface terrestre est donc complètement déterminé par:

Sa longitude (G), qui varie de  $0$  à  $180^\circ$  W ou E;

Sa latitude (L), qui varie de  $0$  à  $90^\circ$ , N ou S.

On peut remarquer que la longitude couvre un espace de  $360^\circ$  (correspondant à la mesure sur l'équateur), alors que la latitude n'est mesurée que sur un méridien, qui correspond à la moitié d'un grand cercle, donc  $180^\circ$ .

## L'ellipsoïde terrestre

En fait, la Terre n'est pas une sphère, mais un volume complexe, de surface irrégulière. On définit le géoïde comme la surface des eaux tranquilles (c'est à dire sans mouvement), prolongée sous les continents. Ce volume diffère peu de celui d'un ellipsoïde de révolution, engendré par une ellipse tournant autour d'un de ses axes (en ce qui concerne la Terre, c'est le petit axe). Cette déformation de la sphère est essentiellement due à la rotation de la Terre

autour de son axe, qui imprime une vitesse nulle aux pôles, mais de l'ordre de 2000 Km par heure au niveau de l'équateur, induisant une force centrifuge qui déforme la Terre. Cette déformation peut être mesurée par l'excentricité  $e$  (aussi appelée aplatissement), comparant la longueur des deux demi-axes de l'ellipse :  $a = b * \left(1 + \frac{1}{e}\right)$ .

Les valeurs de "a" et de "e" permettent donc de définir totalement l'ellipsoïde terrestre. Le problème est que ces valeurs sont différentes d'une mesure à l'autre car de plus en plus précises. Les dernières mesures, définissant l'ellipsoïde WGS 84 sont  $a=6\ 378\ 137$  mètres et

$e = \frac{1}{298,26}$ . Une des implications de cette évolution des mesures de l'ellipsoïde est que les

cartes dessinées avec des ellipsoïdes différents doivent être corrigées pour être utilisées ensemble. En particulier, les systèmes de navigation type GPS utilisent l'ellipsoïde WGS84. Le report du point sur les cartes de navigation, qui utilisent souvent un autre ellipsoïde (celui de Hayford) exige alors une correction, indiquée sur le cartouche de ces cartes, pour que celui-ci corresponde au point réel: les coordonnées d'un point diffèrent avec le type de l'ellipsoïde choisi: voir ci-dessous la note d'avertissement d'une carte en ED50:

**Positions géographiques** rapportées au système géodésique Européen compensé.  
**Positionnement relatif au système géodésique WGS 84** : Les positions obtenues au moyen de systèmes de navigation par satellites rapportées au système géodésique mondial WGS 84 doivent être corrigées de 0,06' vers le Nord et de 0,06' vers l'Est pour être en accord avec cette carte.

Et ce n'est pas le pire: les cartes des Antilles, réalisées avec le système géodésique IGN51 présentent un écart de 500 m avec le WGS84; pour celles de la Réunion, cet écart atteint 1500 m!

## Unités de distance et de vitesse

On a déjà vu que, en navigation, on préfère utiliser des unités qui se rapportent à la mesure de la latitude ou de la longitude, et on a défini le mille marin comme la longueur, sur un méridien, d'un trajet mesurant 1 minute. Du fait de la non-sphéricité de la Terre, il faut convenir d'une latitude à laquelle on mesure ce mille. Celle-ci a été fixée à  $45^\circ$ . C'est donc, en gros, le  $\frac{1}{360 * 60}$  ème de la circonférence terrestre. Si on considère que celle-ci est de 40 000

Km, le mille marin est équivalent à 1851,66 mètres. Mais cette valeur dépend du lieu de mesure sur l'ellipsoïde, mais également de l'ellipsoïde choisi et, pour s'affranchir des variations des données définissant l'ellipsoïde, le mille marin a été défini par la conférence hydrographique internationale de 1929 comme égal à 1 852 mètres.

Le mille marin (abréviation: NM: nautical mille) possède beaucoup de sous-unités: la brasse, l'encablure..., et des unités dérivées: la vitesse, qui s'exprime en mille par heure, ou nœud (voir la remarque du chapitre précédent quant à son origine).

Il faut faire rappeler un point très important, déjà signalé: le mille marin est défini sur un méridien, qui est un grand cercle de la géosphère. La distance correspondant à 1 minute mesurée sur un cercle plus petit correspond à une distance inférieure, variant selon le rayon de ce cercle. C'est le cas, en particulier, des parallèles. Donc, sur un parallèle, la longueur d'un arc de 1 minute est toujours inférieure (ou égale si on se place à l'équateur) à 1 mille, et elle varie avec la latitude. On verra plus bas, dans l'exposé sur la représentation cartographique, l'importance de cette remarque.

## Influence de l'ellipsoïde sur les coordonnées

Les coordonnées définies plus haut (latitude et longitude) l'ont été sur une représentation sphérique de la Terre. Le remplacement de cette sphère par un ellipsoïde entraîne certaines modifications:

- La longitude  $G$  se définit comme dans le cas de la sphère: angle que fait le méridien du lieu avec le méridien international. Il n'y a pas de changement.
- La latitude est l'angle que fait la verticale du lieu avec l'équateur. Or, puisque la surface terrestre n'est plus une sphère, la perpendiculaire à la verticale n'est plus le plan tangent à l'ellipsoïde, mais fait avec celui-ci un angle, dépendant de la latitude. La latitude vraie doit être corrigée d'une valeur, appelée "angle à la verticale", égale à  $11'35,7'' \times \sin(2G)$ , où  $G$  est la latitude du point considéré.

À titre d'exemple, pour la valeur maximale de  $\sin 2G$  (qui vaut 1 pour  $G=45^\circ$ ), la correction en latitude est de  $11'35''$ , relativement importante.

Cette correction est bien sûr intégrée dans les représentations cartographiques; on en tient automatiquement compte lors des mesures et tracés sur des cartes marines.

## LA CARTOGRAPHIE

La cartographie se définit comme la représentation de la surface terrestre sur une surface plane, selon une échelle qui traduit la correspondance entre les longueurs mesurées sur la carte et celles mesurées sur le terrain. Les échelles des cartes marines habituellement utilisées varient entre 1/10 000 000 (cartes océanographiques) et 1/5 000 (cartes détaillées des ports).

Le problème majeur de la cartographie est qu'il n'est pas possible, géométriquement, de transporter une surface ellipsoïdale sur une surface plane sans entraîner des déformations. Toute la difficulté de la cartographie réside en la minimisation des erreurs ainsi commises.

La projection est le système qui permet cette représentation. Son type est choisi essentiellement en fonction de l'importance de la surface représentée, mais aussi de sa localisation. Ces projections font toutes l'hypothèse d'une terre sphérique; la faible valeur de l'excentricité de l'ellipsoïde justifie cette approximation.

Les inconvénients ou les avantages inhérents à tout type de projection peuvent concerner les angles (valeurs conservées dans les projections dites "conformes"); les surfaces (projections "équivalentes"); la représentation des grands cercles par des lignes droites (projections "gnomoniques").

### Projection de Mercator

C'est la plus ancienne des projections, mais aussi la plus utilisée; elle couvre sans trop de déformations les régions dont la latitude est inférieure à  $60^\circ$ , qui représentent la plus grande partie du domaine navigable terrestre. C'est la projection type des cartes marines.

#### Définition et caractéristiques

La projection de Mercator est une projection cylindrique modifiée: la surface terrestre est projetée sur un cylindre dont l'axe est celui des pôles, et qui est tangent à l'équateur. Toutefois, cette technique ne conserve pas les angles; pour ce faire, Mercator a "écarté" les parallèles, de plus en plus distants au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur.

La projection de Mercator est donc une projection conforme, avec quelques caractéristiques:

- Les pôles ne peuvent pas être représentés;

- Les méridiens sont représentés par des droites; ils sont espacés de manière régulière;
- Les parallèles, également représentés par des droites, sont de plus en plus écartés quand on s'éloigne de l'équateur.

Donc, sur une projection de Mercator, l'écart entre deux parallèles est variable; il faudra tenir compte de cette particularité lors des mesures de distance, en particulier sur les méridiens.

### **Echelle de la projection de Mercator; unité**

Du fait de la variation de l'écartement entre parallèles, une distance identique, mesurée sur la carte à deux latitudes différentes, ne correspond pas à une valeur identique sur la surface terrestre. L'échelle d'une carte de Mercator varie donc avec la latitude; c'est pourquoi l'échelle moyenne est définie au niveau de parallèle "moyen" de la carte considérée.

On appelle "unité de la carte" la longueur en millimètres sur la carte représentant une minute de longitude au point médian de la carte.

*On peut montrer mathématiquement que l'échelle "locale" E d'une carte à la latitude L et dont la valeur de l'unité est u est donnée par la formule* 
$$E = \frac{u}{1852 \cdot 10^3 \cdot \cos(L)}.$$

### **Mesure des distances sur une carte en projection de Mercator**

Rappelons tout d'abord que la majorité des cartes marines est réalisée selon cette projection. On a vu que l'échelle d'une telle carte dépendait de la longitude du point considéré. Cette échelle doit être mesurée sur l'axe des latitudes, c'est à dire sur le bord vertical de la carte, à la même latitude que le segment dont on cherche la longueur. Comme une minute d'angle correspond à un mille, il suffit de reporter, à l'aide d'un compas à pointes sèches, la distance mesurée sur le bord vertical de la carte, à la même latitude, pour connaître la distance en lisant le nombre de minutes correspondant.

Il faut rappeler que l'échelle d'une carte en projection de Mercator varie en fonction de la latitude.

### **Mesure des angles en projection de Mercator**

La projection de Mercator étant une projection conforme, il n'y a aucun problème particulier en ce qui concerne la mesure des angles.

### **Trajectoires en projection de Mercator**

Deux types de trajectoire sont fondamentaux en navigation: l'orthodromie (route la plus courte entre deux points) et la loxodromie: route à cap constant entre deux points. Ceci fait l'objet d'un chapitre à part, mais il faut souligner quelques points importants:

En projection de Mercator, la route la plus courte entre deux points n'est pas la ligne qui joint ces deux points. Cette ligne droite, qui coupe méridiens et parallèles à angle constant, est la route loxodromique.

De façon générale, sur une sphère, la route la plus courte entre deux points est un arc de grand cercle passant par ces deux points: c'est la route orthodromique, qui, en projection de Mercator est une courbe complexe.

## Les autres projections conformes

Elles sont beaucoup moins utilisées en cartographie maritime.

### Projection stéréographique polaire

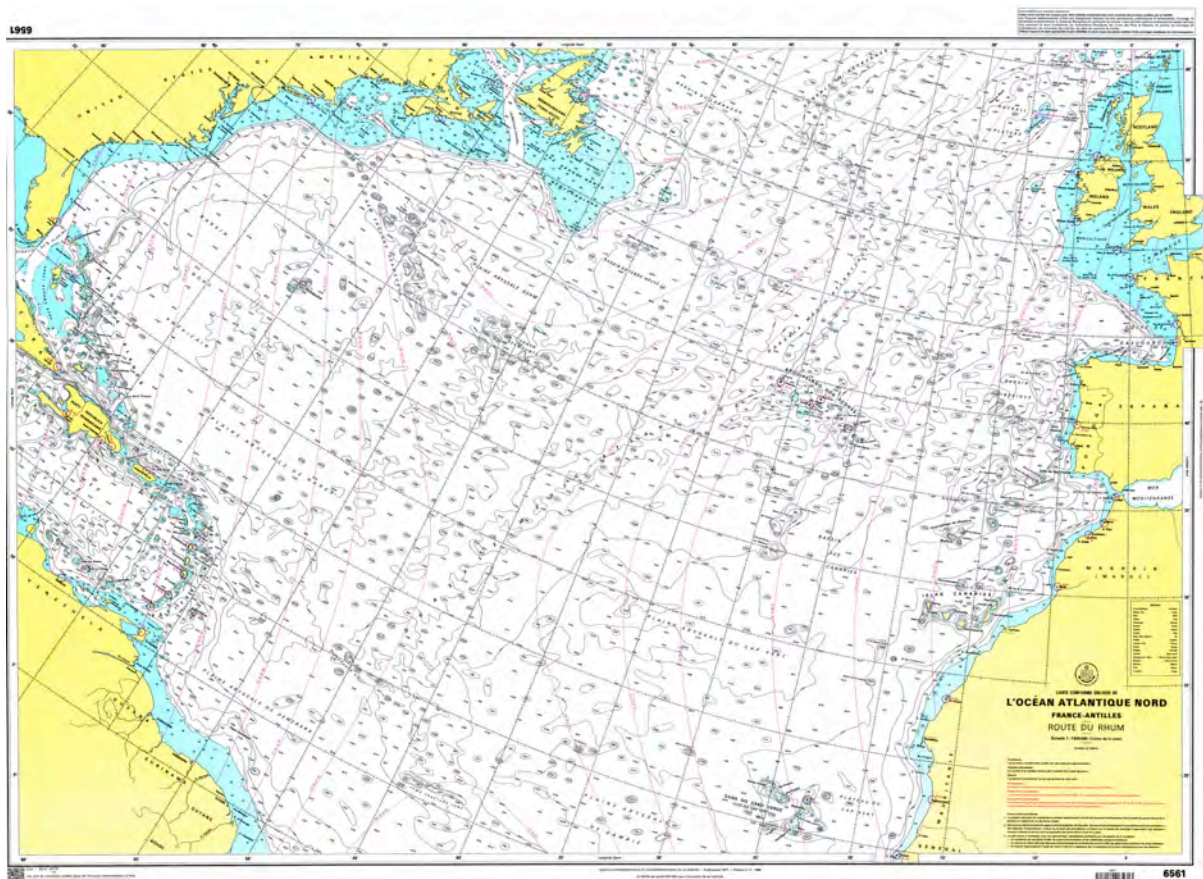
C'est une projection conforme pour les hautes latitudes, où elle complète et remplace celle de Mercator. Elle consiste à choisir un plan tangent à la surface terrestre passant par le pôle, "centre" de la carte, et à projeter cette surface sur ce plan en prenant pour origine des lignes de projection le pôle opposé. Les méridiens sont représentés par des demi-droites, rayonnant autour du pôle et les parallèles par des cercles concentriques, de rayon augmentant vers les latitudes basses.

### Projection de Mercator transverse, ou projection de Gauss, ou UTM

Cette projection est relativement utilisée, en particulier pour les surfaces terrestres, pour lesquelles les systèmes type GPS utilisent des coordonnées UTM. Le cylindre à axe vertical de la projection de Mercator est transformé en un cylindre à axe horizontal, tangent à la surface terrestre en un méridien donné. Autour de ce méridien, les surfaces sont pratiquement conservées. C'est en associant un ensemble de cartes, centrées sur des méridiens espacés de  $6^\circ$  qu'on arrive à obtenir une représentation pratiquement non déformée de la Terre. Toutefois, cet écart de  $6^\circ$  est trop faible pour utiliser ces cartes en navigation maritime.

### Projection conforme oblique

C'est une autre généralisation de la projection de Mercator: le cylindre choisi est tangent à un trajet déterminé joignant de la manière la plus courte deux points de la surface terrestre. Ces cartes correspondent à des trajets fixés (Le Havre-New York; Brest-Les Antilles). Parallèles et méridiens sont des courbes complexes, mais la projection reste conforme et présente un grand intérêt autour de la route choisie.



### Projection de Lambert

Cette projection est utilisée par l'IGN pour la cartographie de la France métropolitaine et de la Corse. La projection se fait sur un cône tangent à la surface terrestre au niveau d'un parallèle choisi. Les méridiens y sont représentés par des droites concourant au pôle, et les parallèles par un réseau de cercles concentriques orthogonaux aux méridiens. Pour la France, le méridien "origine" est le méridien de Paris, et les parallèles sont au nombre de 4, définissant les 4 projections utilisées par l'IGN: Lambert I (55 gr), Lambert II (52 gr), Lambert III (49 gr) et Lambert IV (Corse).

### Autres projections

La projection gnomonique est utilisée en particulier pour les plans des ports. Elle ressemble un peu à la projection stéréographique: par un point déterminé (centre de la carte), on fait passer un plan tangent et on projette la sphère terrestre sur ce plan à partir du centre de la sphère. Cette projection peut être méridienne (point central sur l'équateur), polaire (centre=un des pôles) ou oblique (centre=point quelconque).

## La carte marine

### Généralités

La carte marine est une représentation symbolique des divers éléments que l'on peut trouver sur ou dans la mer, ou à proximité immédiate de celle-ci. Ceux-ci répertoriés dans un ouvrage du SHOM<sup>1</sup>, comptant 105 pages... Ces symboles peuvent représenter:

Sur la côte: soit des points "remarquables", dénommés amers, mais qui n'ont rien à voir avec la navigation (moulin à vent, éolienne, grande maison isolée...), soit des constructions utilisées dans un but maritime, en particulier les phares;

Sur la mer; on distingue:

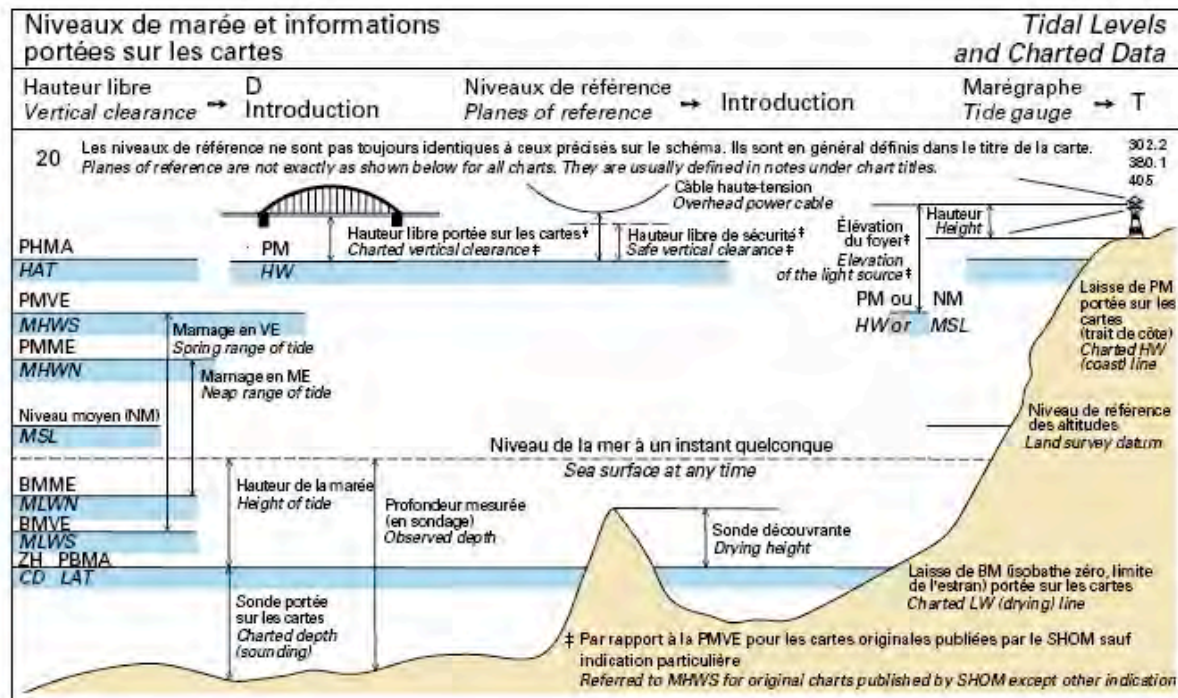
- Les îles ou îlots qui ne couvrent pas, c'est à dire qui présentent en permanence une partie émergée; il en est de même pour les objets flottants (bouées, balises...)
- Les obstacles couvrants et découvrants, c'est à dire qui peuvent être totalement immergés à marée haute, et émergents à marée basse; l'estran est la partie de la côte qui couvre et découvre;
- Les obstacles immergés en permanence.

### Origine des niveaux. Conventions d'écriture.

Pour mesurer les hauteurs au dessus de l'eau ou la profondeur, on est amené à choisir une origine des niveaux. La **hauteur** des îles, îlots ou roches qui ne couvrent pas est mesurée par rapport au niveau moyen de la mer (0 géographique). En revanche, celle du foyer d'un phare est mesurée à partir du niveau qu'atteint la pleine mer en marée de vives-eaux (PMVE), correspondant à un coefficient 95 sur les tables de marées.

---

<sup>1</sup> Les ouvrages du SHOM en téléchargement libre sont consultables et téléchargeables à l'aide des liens répertoriés dans la section idoine du site "[www.latangente.org](http://www.latangente.org)"



En ce qui concerne les **profondeurs**, par convention, en France, le niveau 0 des cartes correspond à la plus basse mer astronomique (PBMA), c'est à dire à la plus basse mer observable, correspondant à une marée de coefficient 120. Une roche qui couvre et découvre, contrairement aux roches toujours émergées, a une "altitude" repérée par rapport au niveau PBMA. Comme elle est au dessus du niveau de cette PBMA, sa valeur est soulignée, pour signifier qu'il s'agit d'une roche au dessus de ce niveau.

On appelle sonde la valeur mesurée "à la sonde" d'une profondeur et, par extension, d'une hauteur d'un objet directement au contact de l'eau. Le graphisme de l'écriture de cette valeur permet de distinguer:

- Les valeurs positives d'une sonde (cas d'une roche couvrante et découvrante): celles-ci sont soulignées;
- Les valeurs d'une sonde contrôlées à la drague hydrographique ou par plongeur: elles sont repérées par un "crochet couché" sous la valeur numérique.
- La valeur minimum d'une sonde (c'est à dire que la valeur véritable de la sonde est supérieure à celle-ci): le nombre est surligné.

## Symboles et représentations

Les symboles et représentations les plus utilisés sont rapportés la plupart du temps sur une des feuilles de chaque carte marine. Sur ces cartes sont également repérés les alignements, droites particulières passant par deux amers remarquables.

### Phares et balises

#### Visibilité et couleur des feux

Un feu visible de façon unique sur tout l'horizon ne possède pas de symbole particulier, si ce n'est l'indication de sa couleur: R(ed) pour rouge, W(hite) pour blanc, G(reen) pour vert. Un feu dont la couleur change selon le secteur est entouré de rayons, délimitant ces différents secteurs, ainsi que d'un arc de cercle, en pointillés, sur lequel est inscrit la couleur du secteur ainsi délimité.

#### Périodicité des feux



Si les feux fixes sont constamment allumés, les feux rythmés présentent des alternances d'éclairage et d'obscurité. On distingue:

- Les feux à occultations, repérés par le symbole **oc**. Ils sont définis par des périodes obscures de durée inférieure aux périodes d'allumage. Ces occultations peuvent être régulièrement espacées ou regroupées; dans ce cas, le nombre des occultations groupées est indiquée après le symbole **oc**, comme par exemple **oc(3)** voire **oc(2+3)**.
- Les feux isophases, pour lesquels la durée d'obscurcissement est égale à la durée d'éclairage; ils sont symbolisés sur la carte par "**iso**".
- Les feux à éclats ("**F1**"), pour lesquels la durée d'obscurité dépasse celle de l'illumination; la durée des éclats peut être plus ou moins grande; ils peuvent être continus, groupés, de façon régulière ou non; ces éclats sont dits longs ("**LF1**") quand ils dépassent 2 secondes. A l'opposé, les feux scintillants sont des feux à éclats dont la fréquence est supérieure à 50 par minute. Ils se subdivisent en feux scintillants (de 50 à 79/min:"**Q**"), feux scintillants rapides (de 80 à 159:"**vQ**") et feux scintillants ultra-rapides ("**vQ**"), au dessus de 180/min.

### **Représentation des feux**

Un phare est représenté par une étoile, une balise par sa représentation stylisée. Ces graphismes sont complétés par plusieurs indications:

Pour les balises, seuls la couleur du feu et son type sont indiqués, de manière conventionnelle comme expliqué plus bas. Toutefois, peuvent également apparaître l'existence d'un signal sonore et/ou celle d'un répondeur radar:

Pour les phares, les indications de la carte marine comportent:

- Le type du feu (occultations, isophase, éclats);
- Le cas échéant, les différentes couleurs émises<sup>2</sup> (cas de phares à secteurs);
- La périodicité du signal lumineux, exprimée en secondes;
- La hauteur du phare, mesurée à partir de la haute mer de vive-eau (coefficient 95);
- La portée du phare, exprimée en MN. Si le phare a plusieurs secteurs, celle-ci correspond à celle du secteur blanc, et est suivie de celle des secteurs colorés.

### **Autres sources**






Tous les phares sont répertoriés dans le livre des feux et signaux de brume, édité par le SHOM. Y apparaissent successivement: le numéro d'ordre du phare; son nom habituel; la position (G;L) du foyer; les caractéristiques (type, période, secteurs...); l'élévation de ce foyer au dessus de HMVE; la portée des différents secteurs (en MN); la description, en clair, de ce feu; des informations complémentaires (angles des secteurs, renforcements...)

---


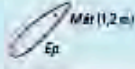




















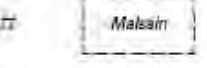

<sup>2</sup> Contrairement aux feux de circulation, seul le secteur blanc est sûr; les secteurs rouge ou vert sont des secteurs dangereux!

**Représentation des obstacles**

Les planches suivantes (extraites de l'ouvrage 1D du SHOM) doivent être connues pratiquement par cœur, et l'ouvrage 1D lu plusieurs fois...

1		Ligne de danger : Une ligne de danger attire l'attention sur un danger qui ne ressortirait pas nettement s'il n'était représenté que par son symbole (par exemple ; roche isolée), ou délimite les zones contenant de nombreux dangers à travers lesquels la navigation n'est pas sûre. <i>Danger line : A danger line draws attention to a danger which would not stand out clearly enough if represented solely by its symbol (e.g. isolated rock) or delimits an area containing numerous dangers, through which it is unsafe to navigate.</i>		411.4 420.1
2		Contrôle à la drague hydrographique ou par plongeur <i>Swept by wire drag or diver</i>		415 422.3 422.9
3		Profondeur inconnue mais estimée être supérieure à la profondeur indiquée <i>Depth unknown, but considered to have a safe clearance to the depth shown</i>		422.5 422.9

Rochers, roches		Symboles nationaux supplémentaires : Supplementary national symbols : a, c		Rocks	
Niveau de référence des altitudes Plane of Reference for Heights → H		Niveau de référence des profondeurs Plane of Reference for Depths → H			
10		Rocher (îlot) qui ne couvre pas, cote rapportée au niveau de référence des altitudes <i>Rock (islet) which does not cover, height above Height Datum</i>			421.1
11		Rocher qui couvre et découvre, cote rapportée au zéro hydrographique <i>Rock which covers and uncovers, height above Chart Datum</i>			421.2
12		Rocher à fleur d'eau, au niveau du zéro hydrographique <i>Rock awash at the level of Chart Datum</i>			421.3
13		Rocher dangereuse pour la navigation de surface, toujours submergée, de profondeur inconnue <i>Underwater rock of unknown depth, dangerous to surface navigation</i>			421.4
14		Rocher dangereuse pour la navigation de surface, toujours submergée, de profondeur connue <i>Underwater rock of known depth, dangerous to surface navigation</i>			421.4
14.1		située dans la zone de profondeur correspondante <i>inside the corresponding depth area</i>			
14.2		située en dehors de la zone de profondeur correspondante <i>outside the corresponding depth area</i>			

Épaves		Symbole national supplémentaire : Supplementary national symbol :	b	Wrecks	
Niveau de référence des profondeurs Plane of Reference for Depths		→ H	Épave historique Historic wreck	→ N	
20			Épave, coque toujours découverte, sur les cartes à grande échelle (cote rapportée au niveau de référence des altitudes) <i>Wreck, hull always dry, on large-scale charts (height above Height Datum)</i>		422.1
21			Épave couvrant et découvrant sur les cartes à grande échelle (cote rapportée au zéro hydrographique) <i>Wreck, covers and uncovers, on large-scale charts (height above Chart Datum)</i>		422.1
22			Épave submergée, de profondeur connue, sur les cartes à grande échelle <i>Submerged wreck, depth known, on large-scale charts</i>		422.1
23			Épave submergée, de profondeur inconnue, sur les cartes à grande échelle <i>Submerged wreck, depth unknown, on large-scale charts</i>		422.1
24			Épave dont une partie de la coque ou des superstructures sont visibles à basse mer <i>Wreck showing any portion of hull or superstructure at the level of Chart Datum</i>		422.2
25			Épave dont seul(s) le(s) mât(s) est (sont) visible(s) à basse mer <i>Wreck of which the mast(s) only are visible at Chart Datum</i>		422.2
26			Épave dont le brassiage connu a été déterminé seulement par sondage <i>Wreck, least depth known obtained by sounding only</i>		422.4
27			Épave dont le brassiage connu a été contrôlé à la drague hydrographique ou par plongeur <i>Wreck, least depth known, swept by wire drag or diver</i>		422.3
28			Épave de brassiage inconnu, considérée potentiellement dangereuse pour des navires de surface. <b>Avertissement important :</b> sur de nombreuses cartes, ce symbole est utilisé seulement pour les épaves de brassiage inconnu, supposées couvertes de moins de 20 mètres d'eau. Les autres épaves, représentées par le symbole K29, sont alors potentiellement dangereuses pour les navires d'un tirant d'eau supérieur à 20 mètres.		422.6
29			Épave de brassiage inconnu. <b>Avertissement important :</b> sur de nombreuses cartes, ce symbole est utilisé pour les épaves de brassiage inconnu, supposées couvertes de plus de 20 mètres d'eau. Les épaves ainsi représentées sont alors potentiellement dangereuses pour les navires d'un tirant d'eau supérieur à 20 mètres. Nota : ce symbole est aussi utilisé pour toutes les épaves dans des fonds supérieurs à 200 m.		422.6
30			Épave dont le brassiage est inconnu, mais estimé être supérieur à la profondeur indiquée <i>Wreck, least depth unknown, but considered to have a safe clearance to the depth shown</i>		422.5
31			Vestiges d'une épave ou autre zone de fonds malsains, non dangereux pour la navigation mais qui constituent un danger pour le mouillage, le chalutage, etc. <i>Remains of a wreck, or other foul areas, non-dangerous to navigation but to be avoided by vessels anchoring, trawling etc.</i>		422.8

### Représentation des lignes de sonde

Les lignes de sonde, ou isobathes, sont des lignes qui relient les points d'égale profondeur, ramenée au niveau des plus basses mers. Selon le type de cartes, elles peuvent délimiter des surfaces colorées (habituellement en bleu), être continues ou ponctuées, ou surlignées. L'indication de la profondeur apparaît toujours sur la ligne, mais parfois elle est assez éloignée; pour identifier la profondeur d'une ligne, on peut regarder les sondes de points situés de part et d'autre de cette ligne.

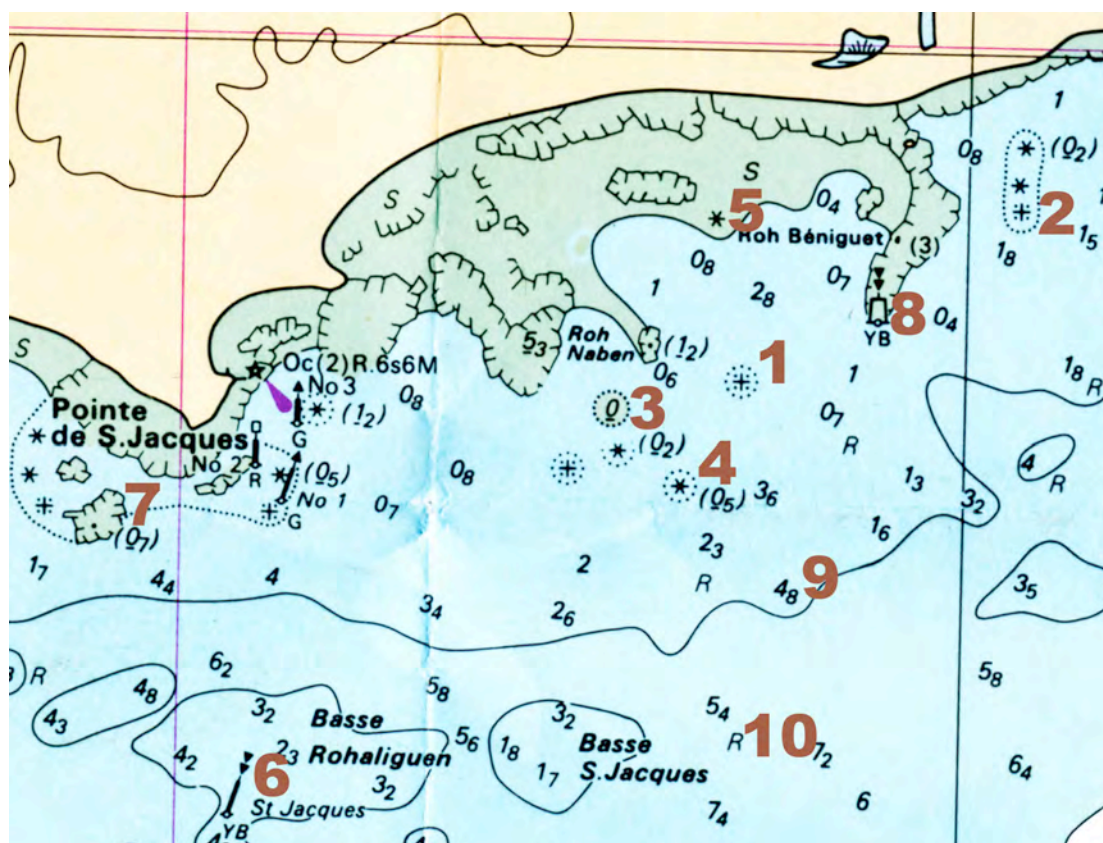
Sur la carte au 1/50 000 qui sert à l'examen, les profondeurs inférieures à 10 m sont colorées en bleu; la ligne de sonde des 20m est surlignée de bleu du côté des profondeurs inférieures, celle des 5 m est en traits pleins.

### Autres représentations

Elles sont toutes données dans l'ouvrage 1D, qu'il convient de lire attentivement.

### EXERCICE sur la carte 9999

Identifier les 10 éléments de la carte ci-dessous



### Remarques

Les cartes marines ne sont pas le seul élément dont le navigateur doit tenir compte. Il doit s'appuyer en premier sur les instructions nautiques, bien sûr mises à jour, qui décrivent précisément les approches des ports ou des endroits "à risque". Par ailleurs, il fait savoir que les sondes peuvent être imprécises, tant en valeur qu'en position. Il faut en outre tenir compte, en ce qui concerne la hauteur d'eau, des différents phénomènes qui peuvent modifier celle-ci: pression atmosphérique, vent, enfoncement du bateau en rapport avec sa vitesse...

En ce qui concerne les phares et balises, le livre des feux et signaux de brume est indispensable. Il en est de même de celui des courants de marée, lorsque ceux-ci sont conséquents.

Le choix de l'échelle de la carte utilisée pour le positionnement est également important; il existe en effet trois grands types de cartes: les cartes générales (échelles entre 1/300 000 et 1/ 2 750 000), les cartes régionales ou d'atterrissage (1/300 000 à 1/30 000), et les cartes locales (jusqu'à 1/5 000). En règle générale, il faut travailler avec l'échelle la plus grande, donnant le maximum de détails, et appliquer toujours la règle du pouce: "ne pas s'approcher sur la carte de plus de la largeur d'un pouce des endroits potentiellement à risques".

Il ne faut pas oublier non plus de "corriger" les cartes non WGS84 si on utilise un système de positionnement par satellites; comme vu plus haut.

Enfin, l'utilisation de systèmes de positionnement automatique sur carte numérique (ECDIS) doit être réfléchi, en particulier sur la fonction "zoom" qui ne devrait pas permettre de contourner la "règle du pouce". Il faut rappeler, en outre, que la position des dangers immergés portés sur une carte est connue avec une précision généralement inférieure à celle du système satellitaire.

Un document intéressant traitant de ces problèmes est publié par le SHOM sous le titre: L'hydrographie, les documents nautiques, leurs imperfections et leur bon usage (ouvrage 1F), téléchargeable à l'adresse internet ci-dessous:

[http://www.shom.fr/fr\\_page/fr\\_prod\\_ouvrage/og\\_num/1F\\_1.001\\_28112006.pdf](http://www.shom.fr/fr_page/fr_prod_ouvrage/og_num/1F_1.001_28112006.pdf)

## ANNEXE: LES SYSTÈMES DE BALISAGE

Le système de balisage mondialement utilisé comporte deux types de balisage: celui d'un chenal et celui d'un danger.

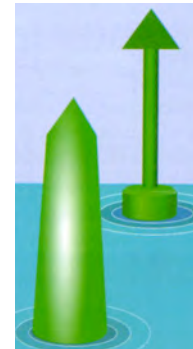
### Balisage d'un chenal

Un chenal est matérialisé par des balises, placées de part et d'autre de ce chenal, disposées de façon à ce que, en venant du large, on trouve à bâbord des balises de couleur rouge, cylindriques, et numérotées en utilisant des numéros pairs (croissants à partir du large), alors que, sur le côté tribord du chenal, on trouve des bouées coniques, de couleur verte et portant des numéros impairs.

Pour se rappeler cette configuration, on peut utiliser la locution "deux bas si rouges, un tricot vert": deux (chiffre pair) bas (bâbord) si (cylindrique) rouge (couleur) un (impair) tri (tribord) cot (cône) vert (couleur).



Balisage bâbord



Balisage tribord

Ces balises, de nuit, présentent des feux, souvent fixes, de même couleur.

### Balisage d'un danger

Deux types de balisage existent: un balisage simple (danger isolé) et un plus complexe, le balisage cardinal.

#### Balisage simple

Il est réalisé par une bouée dite de "danger isolé", comportant trois bandes horizontales, une bande rouge comprise entre deux bandes noires, surmontées de deux boules noires et ayant, comme signature lumineuse, deux éclats blancs groupés.



#### Balisage cardinal

Il est utilisé pour baliser un danger plus important (hauts fonds, pointe...), et identifie le danger par rapport à la position de la balise:

- **Cardinale nord:** elle est située au nord du danger, et est caractérisée par une bande noire surmontant une bande jaune, ainsi que par une marque distinctive composée de 2 cônes l'un au dessus de l'autre, tous les deux pointe en haut. Pour se rappeler cette configuration, on peut considérer que les deux cônes sont orientés vers le nord, et que les pointes de ces cônes sont tournées de la partie jaune vers la partie noire de la balise.



- **Cardinale sud:** c'est l'opposé de la cardinale nord. Elle montre un corps avec une bande jaune surmontant une bande noire, et deux cônes superposés, tous deux pointe en bas. L'assimilation avec la direction du sud est exactement calquable sur ce qu'on a vu concernant la cardinale N.
- **Cardinale W:** Elle présente 3 bandes horizontales de couleur: une bande noire est comprise entre deux bandes jaunes; la marque caractéristique associée comporte deux cônes, opposés par la pointe. Là aussi on peut considérer que les cônes sont dirigés dans le sens du noir; le cône supérieur doit donc présenter sa pointe vers le bas (jaune vers noir), le cône inférieur sa pointe vers le haut. On peut alors remarquer que l'association des deux cônes esquisse la lettre "W", inclinée sur l'horizontale.
- **Cardinale E:** Deux bandes noires entourent une bande jaune, et la balise est surmontée de deux cônes opposés par la base. Ici également, la convention "cône dirigé du jaune vers le noir" s'applique, et on peut remarquer que les deux cônes opposés par la base dessinent la lettre "epsilon", qui est E en grec.



### Feux des cardinales

Le balisage nocturne des cardinales (non obligatoire!) est assez facile à mémoriser:

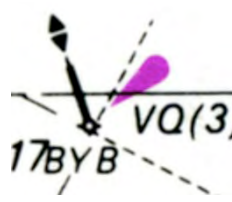
- **La cardinale N**, qui est en quelque sorte au midi du danger, présente la nuit un feu à scintillements continus.
- **La cardinale E**, située dans une zone qui correspond à la position "3 heures" par rapport au danger, présente la nuit un feu à 3 scintillements groupés;
- **La cardinale S**, située dans une zone qui correspond, sur un cadran, à la zone des 6 heures du danger, est identifiable la nuit par une séquence de 6 scintillements groupés suivis d'un éclat long.
- **Enfin, la cardinale W** est identifiable par 9 éclats ou scintillements groupés.

Tous ces feux, s'ils sont périodiques (en pratique tous, sauf la cardinale N) ont une période de 10 ou de 15 secondes.



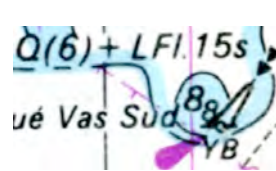
**Cardinale N la nuit**

VQ=feu scintillant rapide permanent



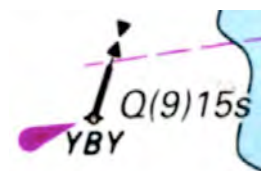
**Cardinale E la nuit**

VQ(3) 10s feu à 3 scintillements groupés toutes les 10 s



**Cardinale S la nuit**

Q(6)+LFI 15s: feu associant 6 scintillements et un éclat long toutes les 15 s



**Cardinale E la nuit**

Q(9)15s Feu à 9 scintillements groupés toutes les 15 s

## PLAN DU COURS 2" LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE"

<b>REPÉRAGE SUR LA SPHÈRE TERRESTRE.....</b>	<b>1</b>
GÉNÉRALITÉS.....	1
MÉRIDIEN .....	1
PARALLÈLE .....	2
REPÉRAGE.....	2
CONVENTIONS D'ÉCRITURE .....	2
<b>L'ELLIPSOÏDE TERRESTRE .....</b>	<b>2</b>
UNITÉS DE DISTANCE ET DE VITESSE .....	3
INFLUENCE DE L'ELLIPSOÏDE SUR LES COORDONNÉES.....	4
<b>LA CARTOGRAPHIE.....</b>	<b>4</b>
PROJECTION DE MERCATOR .....	4
<i>Définition et caractéristiques.....</i>	4
<i>Echelle de la projection de Mercator; unité .....</i>	5
<i>Mesure des distances sur une carte en projection de Mercator .....</i>	5
<i>Mesure des angles en projection de Mercator.....</i>	5
<i>Trajectoires en projection de Mercator .....</i>	5
LES AUTRES PROJECTIONS CONFORMES.....	6
<i>Projection stéréographique polaire.....</i>	6
<i>Projection de Mercator transverse, ou projection de Gauss, ou UTM .....</i>	6
<i>Projection conforme oblique.....</i>	6
<i>Projection de Lambert .....</i>	7
<i>Autres projections .....</i>	7
<b>LA CARTE MARINE .....</b>	<b>7</b>
GÉNÉRALITÉS.....	7
ORIGINE DES NIVEAUX. CONVENTIONS D'ÉCRITURE.....	7
SYMBOLES ET REPRÉSENTATIONS .....	8
<i>Phares et balises .....</i>	8
Visibilité et couleur des feux .....	8
Périodicité des feux.....	8
Représentation des feux .....	9
<i>Représentation des obstacles .....</i>	10
<i>Représentation des lignes de sonde .....</i>	12
<i>Autres représentations .....</i>	12
<i>EXERCICE sur la carte 9999 .....</i>	12
REMARQUES .....	12
<b>BALISAGE D'UN CHENAL .....</b>	<b>14</b>
<b>BALISAGE D'UN DANGER.....</b>	<b>14</b>
BALISAGE SIMPLE .....	14
BALISAGE CARDINAL .....	14
FEUX DES CARDINALES .....	15

**MAJ DU 19/09/2016**