

|          |                                        |           |
|----------|----------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Avant propos.....</b>               | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Les Spécificités du kayak.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>Le matériel.....</b>                | <b>2</b>  |
| 3.1      | Le compas de route.....                | 3         |
| 3.2      | Cartes et documents.....               | 4         |
| 3.3      | Porte-carte étanche.....               | 5         |
| 3.4      | Compas de relèvement.....              | 5         |
| 3.5      | Règle-rapporteur.....                  | 7         |
| 3.6      | Montre étanche.....                    | 8         |
| 3.7      | Lampe étanche.....                     | 8         |
| 3.8      | Matériel complémentaire.....           | 9         |
| <b>4</b> | <b>Les marées et les courants.....</b> | <b>10</b> |
| 4.1      | Observation du phénomène de marée..... | 10        |
| 4.2      | Explication du phénomène.....          | 11        |
| 4.3      | Les types de marées.....               | 12        |
| 4.4      | Les coefficients de marée.....         | 12        |
| 4.5      | Calculs de marée.....                  | 13        |
| 4.6      | Les courants.....                      | 15        |
| <b>5</b> | <b>Cartes et documents.....</b>        | <b>16</b> |
| 5.1      | Cartographie.....                      | 16        |
| 5.2      | Autres documents.....                  | 22        |
| <b>6</b> | <b>La navigation à l'estime.....</b>   | <b>22</b> |
| 6.1      | Les éléments de l'estime.....          | 23        |
| 6.2      | Le problème de l'estime.....           | 24        |
| 6.3      | Le problème de l'estime inverse.....   | 26        |
| <b>7</b> | <b>Le GPS.....</b>                     | <b>30</b> |
| 7.1      | Principe du fonctionnement.....        | 30        |
| 7.2      | Choisir son GPS.....                   | 32        |
| 7.3      | Conseils d'utilisation.....            | 33        |
| <b>8</b> | <b>Divers.....</b>                     | <b>35</b> |
| 8.1      | Balisage.....                          | 35        |
| 8.2      | Navigation de nuit.....                | 38        |
| 8.3      | Phares et feux.....                    | 38        |

## 1 Avant propos

Edité à l'occasion du Forum CK-Mer 2001, ce guide a pour but de reprendre les différentes notions qui y seront discutées, ainsi que de s'étendre sur d'autres domaines qui n'auront pu y être traités, faute de temps.

Certains s'étonneront peut être de cette association entre le kayak et la navigation : pour les non-initiés, le kayak est en effet souvent considéré comme un simple engin de plage. Pourtant depuis l'introduction du kayak de mer en Europe (et bien avant, lorsque les Inuits s'en servaient encore pour survivre), de nombreuses traversées, randonnées... nous ont prouvés le caractère marin de cette embarcation.

En le rédigeant, j'espère ne pas écrire un Nième traité de navigation comme il en existe déjà beaucoup, mais plutôt adapter des connaissances et techniques connues et éprouvées aux spécificités du kayak.

Un certain nombre de produits sont décrits. Il ne s'agit ni de leur faire de publicité ni de les critiquer, mais de présenter le matériel habituellement utilisé par le kayakiste (ou qui pourrait de l'être). Bien sur, ces remarques n'engagent que moi!

## 2 Les Spécificités du kayak

Il paraît évident d'admettre qu'une embarcation capable de passer le Cap Horn ou d'effectuer des traversées vers la Corse soit un bateau, pourtant, on ne peut comparer un kayak de mer à n'importe quel bateau : ses possibilités, limites et son utilisation diffèrent largement de celles d'un voilier de 2 mètres de tirant d'eau ou de celles d'un cargo de 180 mètres de long. Ces principales spécificités sont :

- Un très faible tirant d'eau combiné à une bonne manœuvrabilité permettent de se rapprocher au plus près de la côte et des dangers, donc de ne pas forcément avoir besoin d'une grande précision, sauf dans certains cas (par exemple : brisants au large avec brouillard).
- La hauteur de l'œil du kayakiste, à environ 70cm ne lui permet de voir des objets à la surface de l'eau qu'à une distance de 1,8 milles...en théorie et par mer plate. Ce facteur a aussi une grande influence sur la perception de l'environnement : certains amers à terre ne seront plus visibles, les vagues paraissent toujours immenses, la terre toujours lointaine (mauvaise perception des distances).
- Matériel et documents embarqués forcément limités (parfois au strict minimum) à cause de leurs poids, encombrement et prix
- Parmi ce matériel, une partie ne sera même pas utilisable pendant la navigation, ce qui nécessite préparation et anticipation.
- L'importance de cette préparation est amplifiée par les conditions de navigation : il est bien difficile de travailler sur une carte pliée et repliée dans sa pochette étanche, saisie sur le pont trempé d'une embarcation instable.
- Les cartes et documents nautiques ne fournissent généralement que bien peu de renseignements concernant les parages favoris des kayakistes, adeptes de « rase-cailloux ».

## 3 Le matériel

Même si le kayak est une activité où on se contente d'assez peu de matériel par choix, et aussi par obligation, il paraît raisonnable d'en posséder un minimum.

Ce minimum pourra être limité à une simple boussole et à une lampe étanche, lorsque l'on navigue dans des parages familiers : une boussole pour être sûr de retrouver la côte en cas de brouillard, une lampe pour se signaler et pour lire sa boussole (ou compas) dans le cas où l'on se ferait surprendre par la nuit.

Même si on navigue en territoire connu, rajouter une carte à ce matériel minimum est une bonne idée, ne serait-ce que pour s'habituer à l'utiliser et à savoir comment les détails topographiques peuvent être représentés.

Dans tous les autres cas le matériel de base (et suffisant pour des randos « classiques ») se composera de :

- Un compas de route
- Cartes et documents nautiques
- Porte-carte étanche
- Compas de relèvement
- Règle-rapporteur
- Montre étanche
- Lampe étanche

### **3.1 Le compas de route**

Le compas est au marin ce que la boussole est au terrien : le moyen de s'orienter par rapport au Nord, ou plutôt à un Nord, puisque comme nous le verrons plus loin, il en existe plusieurs...ce qui explique peut-être la tendance de certains à le perdre!

Le principe de la boussole est très simple : une aiguille aimantée est posée en équilibre sur un pivot. S'il n'y a pas de perturbations magnétiques, l'aiguille s'orientera de façon à ce qu'une de ses extrémités indique le Nord « magnétique ».

Un compas n'est guère plus compliqué : une rose graduée de 0 à 360 degrés est simplement fixée à cette aiguille, de façon à permettre une lecture directe du cap, c'est à dire l'angle entre le kayak et le Nord magnétique.

Pour garder un cap, un compas sera toujours plus facile d'utilisation qu'une boussole. Parmi les différents modèles disponibles, faire un choix n'est pas toujours chose aisée. Les principaux critères de choix seront : confort de lecture, fiabilité du montage, solidité et intégration au pont (pour ne pas créer trop de protubérances sur le pont).

On fera toujours attention de ne pas avoir d'éléments métalliques susceptibles d'en gêner le fonctionnement.

#### **3.1.1 Les compas à plat-pont.**

Ces compas, simplement vissés sur le pont du kayak sont souvent peu confortables à utiliser : leur place est souvent prévue proche du pagayeur, qui devra naviguer « tête basse », ce qui peut même parfois donner le mal de mer à certains...

De plus ces compas n'étant pas du tout encastrés, et étant généralement d'assez grande taille, sont de véritables tremplins à vagues...qui se feront un plaisir de nous arroser le visage!

Exemple : Regatta 85 de Silva (présente l'avantage de pouvoir recevoir un éclairage, en option)

#### **3.1.2 Les compas encastrés**

Assez peu utilisés, les compas encastrés à plat sont plus discret sur le pont que les modèles précédents, certains modèles peuvent recevoir un éclairage.

Les compas encastrés inclinés peuvent être installés plus loin du kayakiste, lui permettant ainsi de relever un peu la tête...attention tout de même à ne pas le placer trop loin ce qui le rendra illisible...tout le monde n'a pas 10 dixièmes à chaque oeil.

Une bonne solution consiste à le positionner en arrière de la cloison avant, ce qui limite les risques de perturbations magnétiques dues au matériel stocké (cartouches de gaz, piles électriques, piquets de tente...).

Le bon encastrement de ces compas les rend discrets...à condition bien sur que le constructeur du kayak ai prévu un encastrement spécifique pour ce type de compas.

Exemple : 70 P Silva...mon compas fixe préféré pour kayak... sauf qu'il n'y a pas d'éclairage prévu pour ce modèle.

### 3.1.3 Compas amovibles

Vous avez plusieurs kayaks, mais ne voulez pas acheter plusieurs compas...pas de problème. Il existe 2 types de compas amovibles pouvant à l'occasion servir de compas de relèvement (sans pour autant pouvoir prétendre à la même précision qu'un vrai compas de relèvement, puisque gradués tous les 5 degrés).

Le compas se clipse simplement dans un étrier...prévoyez tout de même un petit bout : tout ce qui est amovible est susceptible de se détacher au plus mauvais moment! Une fois le compas détaché, l'étrier est très discret...mais où mettre ce compas trop encombrant pour être logé dans une poche de gilet de sauvetage?

2 marques commercialisent de tels compas : Plastimo ( IRIS 100 ), SILVA ( 70UN et 70UNE ). L'IRIS est certainement le plus esthétique, mais le 70UNE, est une version équipée d'un éclairage à pile d'une autonomie de 20 heures environ. Aucun fil, ni installation compliquée ou peu fiable, c'est peut-être le meilleur choix pour celui qui navigue souvent de nuit (ce qui est interdit, comme chacun le sait). Assurez-vous tout de même que les piles ne perturbent pas trop le compas : déplacez les piles à côté du compas : si celui-ci « perd le Nord », ne les utilisez pas.



Silva 70 UNE

### 3.1.4 Compas « à sandows »

Apparus depuis peu dans le petit monde du kayak, ces compas permettent une installation immédiate sur n'importe quel pont, sans vis, ni colle...encore un bon choix pour celui (celle) qui possède plusieurs kayaks ou qui désire en louer. Seule obligation : disposer de lignes de vies pour attacher les mousquetons des sandows.

Non utilisés, ces compas sont moins encombrants que les compas amovibles classiques, ils ne sont cependant pas parfaits : il paraît difficile d'adapter quelque système d'éclairage que ce soit, de plus ils semblent être un peu moins précis que les autres compas (petit diamètre de la rose, pivot moins fin), mais restent tout de même suffisants pour toutes les utilisations habituelles.

Il en existe 2 modèles disponibles chez votre fabricant de kayaks préféré.

## 3.2 Cartes et documents

Seront l'objet d'un chapitre particulier

### 3.3 Porte-carte étanche

Indispensable pour protéger les cartes de l'humidité, vous y placerez aussi une fiche avec les horaires de marées, heures de diffusion des bulletins météo...

Attention aux inscriptions au feutre, stylo bille, etc...qui supportent mal l'humidité. Préférer les crayons à papiers (gras si vous voulez écrire sur les papiers spéciaux de certaines cartes marines).

Choisissez le plutôt de grande taille : format A4 ou mieux au format A3 : ça évite de trop avoir à plier la carte, et permet aussi suivant les cas de ne pas avoir à revoir le pliage de la carte en milieu de journée : en rando classique, avec une carte au 1/50.000ème, j'ai besoin de la surface d'une feuille A3, Je dispose ainsi du verso pour une deuxième carte et pour tous les petits renseignements utiles.

Au moment d'acheter un porte-carte, vérifiez que la matière permet vraiment une bonne lisibilité des deux cotés, ce qui n'est pas toujours le cas (un des coté est parfois « strié »).

Ortlieb diffuse un bon produit, mais il y a beaucoup d'autres marques disponibles.

Le porte carte ne sera jamais étanche à 100%. Si vous voulez garder longtemps vos cartes, vous devrez soit les imperméabiliser avec un produit adapté (trouvable dans les magasins de rando), ou alors améliorer l'étanchéité, par exemple en glissant un chiffon de coton le long de l'ouverture, afin d'absorber l'humidité. Les cartes « résistantes à l'eau » simplifient bien sur ce problème.

Si vous utilisez des photocopies de cartes, vous pouvez toujours utiliser des sacs plastiques transparents (type sac congélation) dont l'ouverture sera simplement fermée avec du ruban adhésif. L'ensemble est moins étanche et ne peut s'ouvrir à volonté, mais est bien suffisant pour de simples photocopies.

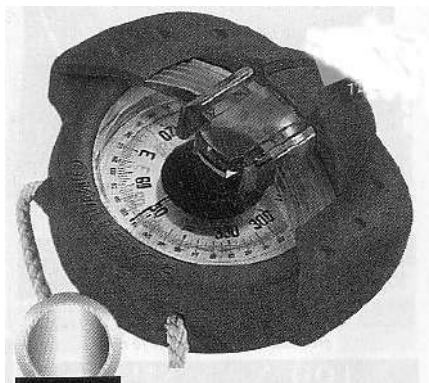
### 3.4 Compas de relèvement

Permettent de se positionner sur la carte en faisant des relèvements, d'une manière plus précise et plus facile qu'en orientant le kayak dans la direction de l'amer (élément fixe, reconnaissable et cartographié permettant de se repérer).

Le compas de relèvement peut aussi servir de 2<sup>ème</sup> compas (en secours), ou alors à se repérer lors des escapades à terre (lorsqu'on est bloqué à terre, à cause du temps, par exemple).

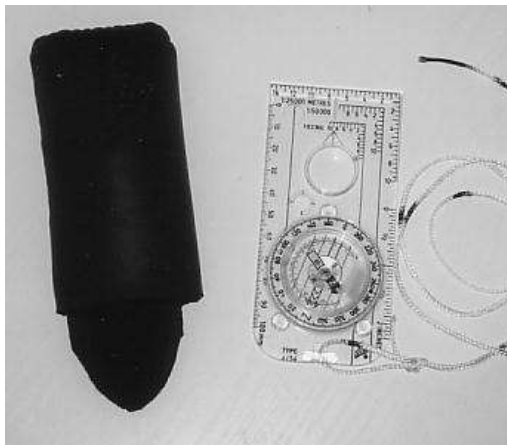
Là encore plusieurs types de compas existent :

- Les compas de type Axium ou Iris 50 : très précis (gradués tous les degrés, bonne qualité de fabrication)et faciles à utiliser : la rose est projetée à l'infinie et permet une lecture directe. Ils sont bien étanches et résistants. Ils sont cependant bien lourds et encombrants pour l'utilisation qu'on en fait, leur prix est aussi assez élevé : environ 450 Francs.



Plastimo : Iris 50

- Les compas amovibles utilisés comme compas de relèvement : Leur utilisation est un peu moins facile et moins précise : gradués tous les 5 degrés et nécessitant de faire bien attention à aligner les alidades (repères verticaux du compas) avec l'amer.
- Les boussoles à plaquettes de randonnée : souvent utilisées, elles ont l'avantage de nous dispenser d'emmener une règle rapporteur et permettent de rapporter directement le relèvement sur la carte. Leur utilisation est cependant bien difficile et implique une erreur assez importante (même pour les modèles à miroir). Elles ont aussi l'avantage d'être économiques : environ 140 francs pour la DS40 (recta) avec miroir. Il existe cependant un modèle un peu particulier qui ressemble à une boussole à plaquette mais qui est un compas (54 L Silva 360/6400). Un prisme est monté sur la couronne et permet d'effectuer des relèvements en lecture directe (comme avec des compas de type Axiom), en étant toutefois un peu plus difficile à lire, surtout si le kayak tangue et roule. Ce « compas à plaquette » peut aussi servir de règle rapporteur. Son prix par contre est élevé (mais justifié par la qualité du produit) : 440 francs.



54 L Silva 360/6400 avec sa housse de protection en néoprène (fait maison, s'il vous plait!)

Pour utiliser ces boussoles comme règle rapporteur, il suffit de placer la boussole parallèlement à la route à suivre et de faire tourner la couronne jusqu'à ce que le Nord de la couronne coïncide avec le Nord de la carte. Lire ensuite le cap sur la couronne.

Pour tracer un relèvement, tourner la couronne de façon à ce que le repère coïncide avec le relèvement, placer la boussole sur la carte en plaçant un de ses bords sur l'amer et en l'orientant pour que le Nord de la couronne coïncide avec le Nord de la carte. Tracer le relèvement.

- Les compas électroniques de relèvement : Je n'en ai jamais essayé, mais c'est bien cher pour l'utilisation qu'on en fait entre 800 et 1000 Francs pour des modèles de qualité. De plus, comment être sûr de la réelle étanchéité de ces appareils?
- Les montres avec compas intégré : Casio et Suunto (pour ne citer qu'eux) proposent des montres faisant aussi office de baromètre, thermomètre, boussole... Il faut tout de même bien faire attention à ce que la montre soit réellement horizontale au moment de prendre le relèvement : les compas électroniques y sont très sensibles. La précision théorique est bonne, mais dans la pratique ces modèles sont peu pratiques à orienter parfaitement.



### 3.5 Règle-rapporteur

Indispensable pour lire ou rapporter une direction sur une carte.

Il paraît judicieux d'avoir un modèle simple, sans aucun mécanisme et assez court pour ne pas trop s'encombrer. La règle Cras est certainement le meilleur modèle. C'est une règle large, transparente portant en son centre deux rapporteurs inversés ayant chacun un centre et deux graduations.

Topoplastic distribue plusieurs modèles dont un, le plus courant, faisant 37cm de long, et un autre de 20cm, mais il faut généralement le commander car il est peu utilisé. Le modèle de 20cm est bien plus pratique sur un kayak que le modèle de 37cm. Elles disposent sur leurs bords d'échelles graduées : au Km, à l'échelle 1/1.000.000, ce qui correspond à 1 mm, et au Mille, à l'échelle 1/1.000.000, soit 1,852mm.

Une autre marque propose une règle assez courte mais dont les échelles sont graduées au Km et au Mille à l'échelle 1/500.000, ce qui veut dire que 2cm représentent 10 km, ce qui est peu pratique à l'usage.

#### 3.5.1 Lire une direction avec la règle Cras

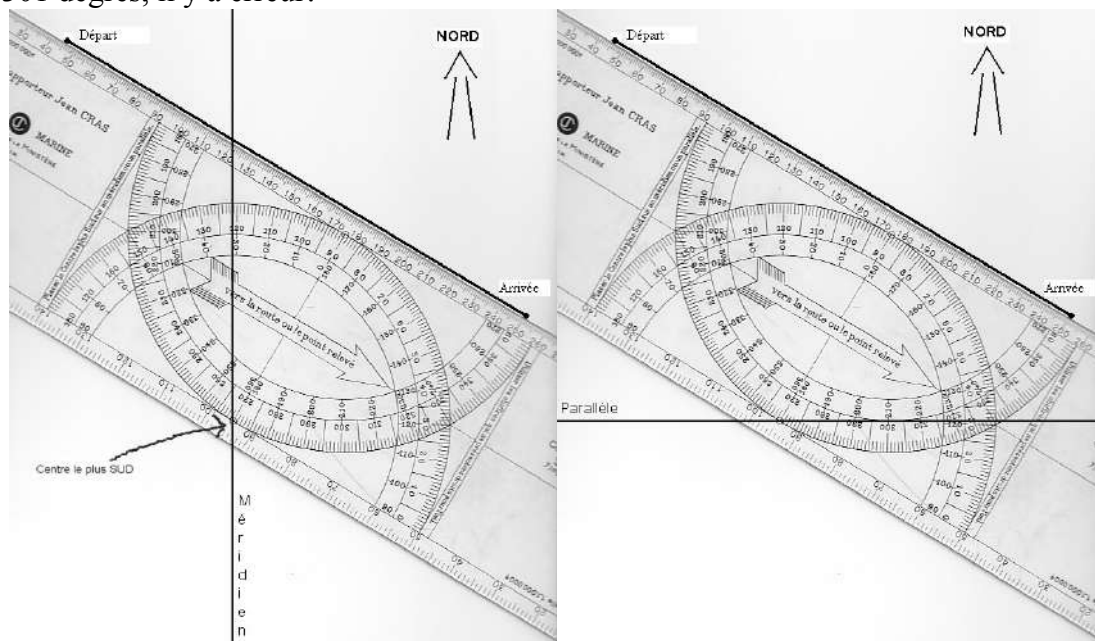
Orienter la carte (Nord en haut). Les indications inscrites sur la carte seront alors à l'endroit.

Poser la règle sur la carte en faisant attention à bien la poser à l'endroit : les inscriptions doivent être lisibles.

Orienter et translater la règle de façon à ce que l'un des bords soit parallèle à la direction à lire, à ce que la flèche « vers la route ou le point relevé » soit orienté dans le bon sens (sinon, vous ferez une erreur de 180 degrés), et à ce que le centre le plus Sud de la règle passe par un méridien ou un parallèle.

La lecture se fera sur le méridien, si le centre passe par le méridien, ou sur le parallèle, si le centre est sur le parallèle. Lire le chiffre inscrit horizontalement (dans le même sens que les inscriptions figurants sur la carte).

Contrôler la valeur indiquée : si on doit trouver une route au Sud-Ouest, et qu'on a lu 301 degrés, il y a erreur!



Dans les deux cas, les cap lu est de 121 degrés (approximativement Sud-Ouest).

### 3.5.2 Reporter une route sur la carte

C'est l'exercice inverse du précédent : on connaît un cap et un point de départ, et on désire tracer la route correspondante.

Placer la règle de façon à ce que le bord soit sur le point de départ, que le centre le plus Sud soit sur un méridien ou sur un parallèle et qu'on puisse lire le cap voulu sur le méridien ou sur le parallèle.

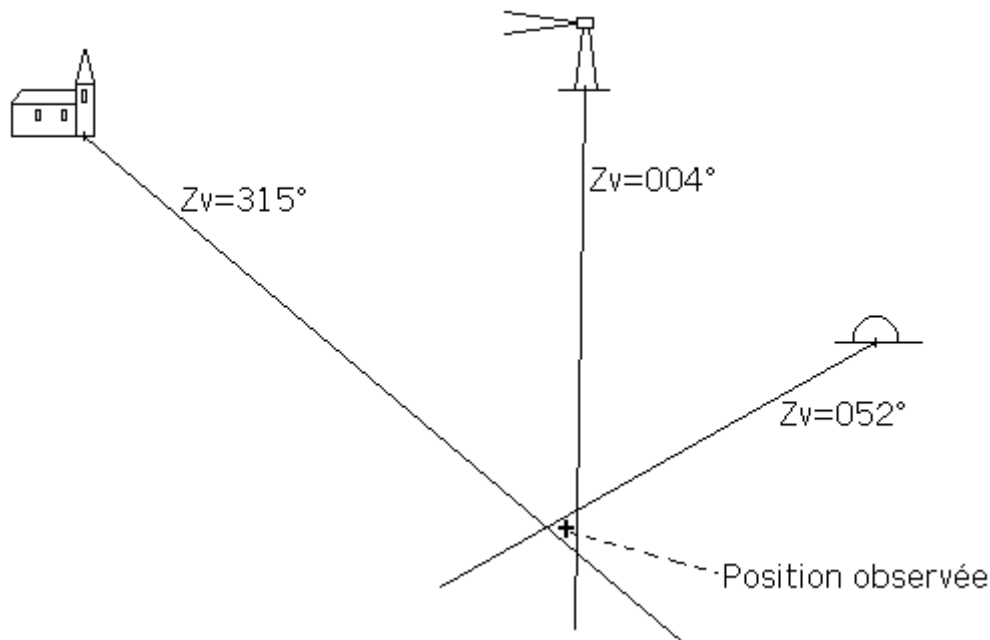
Tracer la route et contrôler (comme précédemment).

### 3.5.3 Porter un relèvement sur la carte

On procèdera comme précédemment sauf que la bord de la règle sera posé sur l'amer, la flèche étant orientée vers l'amer.

Tracer le relèvement et contrôler.

En portant 2, ou mieux, 3 relèvements sur la carte (pour vérification et pour évaluer l'erreur commise) on arrivera à déterminer sa position (à l'intersection des droites). Bien choisir les amers: éviter qu'ils ne soient angulairement trop proches ou trop opposés les uns des autres, pour une meilleure précision : un angle entre 30 et 150 degrés environ est convenable.



## 3.6 Montre étanche

Évidemment indispensable pour se servir des horaires de marées, ne pas rater les bulletins météo, estimer une distance parcourue (en fonction du temps de navigation), ne pas se faire surprendre par la tombée de la nuit, ... et pour l'heure de l'apéro.

Inutile de dire qu'elle doit être vraiment étanche et pas seulement waterproof (étanche à 50m minimum).

## 3.7 Lampe étanche

Même si l'on ne navigue habituellement pas de nuit (ce qui est interdit), il est nécessaire de pouvoir s'éclairer, dans le cas où l'on sera obligé de faire de la route de nuit.



Il faut pouvoir effectuer plusieurs type de tâches : lire un compas de nuit (donc avoir une bonne autonomie, se signaler aux autres membres du groupe, se signaler à d'autres bateaux (donc un éclairage puissant), lire une carte...

Pour se signaler, la meilleure solution semble être la lampe stroboscopique (souvent appelée lampe flash), son utilisation n'est cependant pas autorisée comme feu de navigation, alors que c'est le matériel le plus efficace pour être vu, les Coast-Guards américains la considèrent même comme signal de détresse!

Depuis quelque mois, il existe des lampes dont l'ampoule est remplacée par des diodes électroluminescentes (LED) permettant une excellente autonomie. Peu de modèles étanches sont disponibles pour l'instant, mais le développement de tels modèles est à prévoir (il en existe déjà quelques modèles disponibles dans les magasins de plongée, dont une frontale, par Frendo). Autre avantage : les LEDs n'ont pas de filament susceptible de casser (inutile d'emmener une ampoule de rechange).



Lampe frontale étanche à LEDs.

Si vous ne voulez avoir qu'une lampe, je conseillerai plutôt une petite frontale vraiment étanche de type Saxo Aqua (Petzl) ou Quest Solo Étanche (Frendo). Glissez dans votre sac « sécurité » un ou deux bâtons lumineux type Cyalume pour se signaler ou lire le compas (prévoir des petits bouts de 1 ou 2 mm de diamètre pour attacher le bâton aux lignes de vies), et vous serez paré à affronter la nuit. Ces éclairages (à usage unique) diffusent un éclairage assez diffus pendant plusieurs heures et coûtent environ 20F...pourquoi s'en priver?

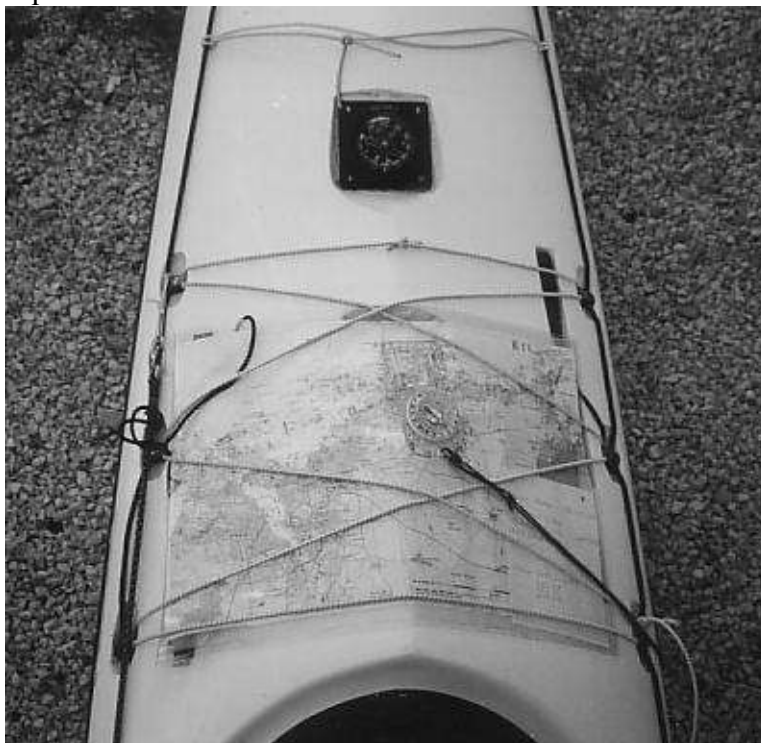
### 3.8 Matériel complémentaire

Voici quelques autres outils pouvant être utiles, selon les cas. A chacun de moduler selon ses besoins.

- Ficelle graduée en cm, ou en Milles, à l'échelle de la carte : bien pratique pour déterminer une distance en tenant compte des courbes (et pas cher). Le plus facile : une fine cordelette dans laquelle on fera des nœuds tous les 1,852 cm, c'est à dire tous les milles pour une échelle au 1/100.000, ou tous les ½ milles au 1/50.000.
- Éclairage de compas : des bidouilles existent, puisque peu de compas sont prévus pour recevoir un éclairage.
- Feutre indélébile fin et alcool à brûler pour écrire sur le porte-carte (l'alcool servant à effacer).
- Jumelles : quasiment inutilisables en kayak( ou du moins inutiles), on s'en servira plutôt pour observer les oiseaux!
- GPS : on en reparlera plus tard, dans un autre chapitre.

- Matériel complémentaire de signalisation : bandes réfléchissantes sur la pagaie, sur le kayak, sifflet efficace (ou mieux : corne de brume dont on coupe l'extrémité pour la rendre moins encombrante)...

En règle générale, on essaiera tout de même de rester simple : on ne fait pas du kayak pour se compliquer l'existence!



Compas, Carte et horaires de marées sous pochette étanche, boussole plaquette servant de règle rapporteur et de compas de relèvement...tout y est.

## 4 Les marées et les courants

La connaissance des marées, des courants qu'elles engendrent est indispensable au kayakiste puisque la vitesse des courants peut être plusieurs fois supérieure à celle d'un kayak, et que le paysage marin variera considérablement entre les marées hautes et basses (ainsi que la possibilité d'accès à un abris).

### 4.1 Observation du phénomène de marée

Installons notre Transat sur la plage de l'Écluse, à Dinard et observons un peu ce phénomène (prévoir boissons et un bon bouquin pour patienter):

La mer monte pendant environ 6 heures, c'est le flux ou montant, jusqu'à un maximum : la pleine mer. Ce niveau semble être tenu pendant quelques minutes : c'est l'étale de pleine mer (à ne pas confondre avec la renverse du courant : moment où le sens du courant de marée s'inverse, et qui peut être décalé de plus d'une heure par rapport à l'étale, ceux qui naviguent dans le Golfe du Morbihan par exemple connaissent).

Ensuite, la mer descend, c'est le reflux, ou perdant, jusqu'à l'étale de basse mer. La différence (ou amplitude) de niveau entre marée haute et marée basse est appelée marnage.

Le lendemain, on remarque que les étales sont décalées d'environ 50 minutes (plus tard), et que le marnage n'est plus le même : si le marnage augmente, on est en période de revif : on arrive dans une période de vives-eaux (à marée basse, pour la pêche aux

coques, c'est parfait), si le marnage diminue on est en période de déchet : on arrive dans une période de mortes-eaux.

Entre 2 grandes marées (=vives-eaux), il s'écoulera 29,5 jours. Elles ont lieu à peu près pendant les pleine-Lune et Nouvelle-Lune (en vérité, elles auront un certain retard, appelé age de la marée, qui est de 36 heures, à Brest).

Les grandes marées ne seront pas toutes de même importance : là encore, il existe un cycle. On retrouvera les plus grandes marées pendant les équinoxes (printemps et Automne).

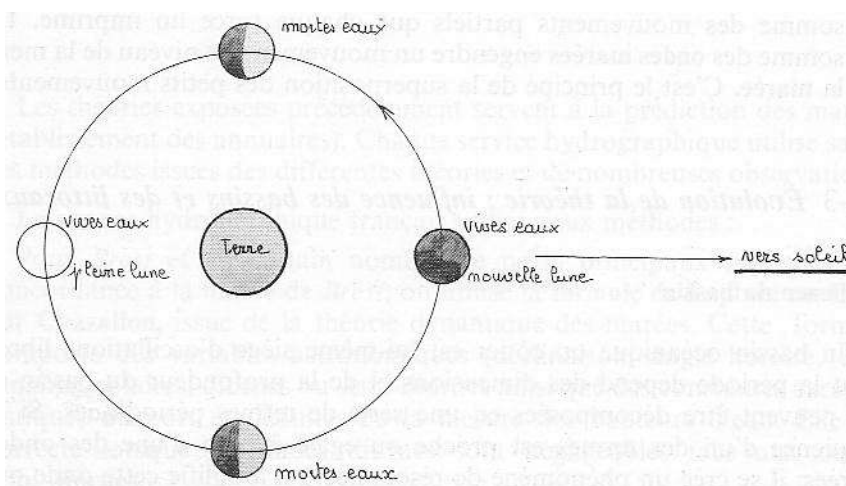
## 4.2 Explication du phénomène

La marée dans sa forme la plus simple est une onde progressive de très grande longueur d'onde qui se propage dans l'océan. A l'origine, elle est provoquée par l'attraction des astres et en particulier de la Lune et du Soleil. Cette onde provoque à la surface de la mer des gonflements et des creux, mais la variation de niveau au large reste très faible (quelques décimètres). Il n'y a pas transport de masse d'eau sur de grandes distances. Lorsque l'onde s'approche du rivage, elle se gonfle comme une vague avant de s'écraser sur le rivage. En fait, cette déformation provient surtout d'un phénomène de résonance du à la forme du littoral, ce qui explique que les marées peuvent être plus ou moins importantes selon les baies.

La prédiction des marées est effectuée en superposant plusieurs ondes, qui ajoutées les unes aux autres formeront l'onde de marée.

Chacune de ces ondes aura une période et une amplitude propre. Leur amplitude peut-être de quelques centimètres, ou de plusieurs mètres. Leur période peut être de quelques heures, jusqu'à un an.

Pourquoi y a t'il des grandes marées? On a vu que la marée était formée par l'attraction de la lune et du Soleil. Lorsque Lune et Soleil sont alignés avec la Terre, leur attraction s'ajoute, le marnage est donc maximum (Pleine-Lune et Nouvelle Lune). Les plus grandes marées sont obtenues aux équinoxes : l'orbite de la Terre autour du Soleil n'est pas circulaire, et c'est aux équinoxes que la Terre est au plus près du Soleil. Cette différence de distance entre Terre et Soleil n'est pas suffisante pour entraîner un changement notable du temps, par contre, l'attraction du soleil en sera modifiée.



Les pleines-mer de vives eaux (PMVE) et les basses-mer de vives eaux (BMVE) auront toujours lieu à une heure fixe de la journée pour un port donné (ex : mer basse vers 16heures à St Malo, en vives-eaux) : il s'écoule 29,5 jours entre 2 vives-eaux, la

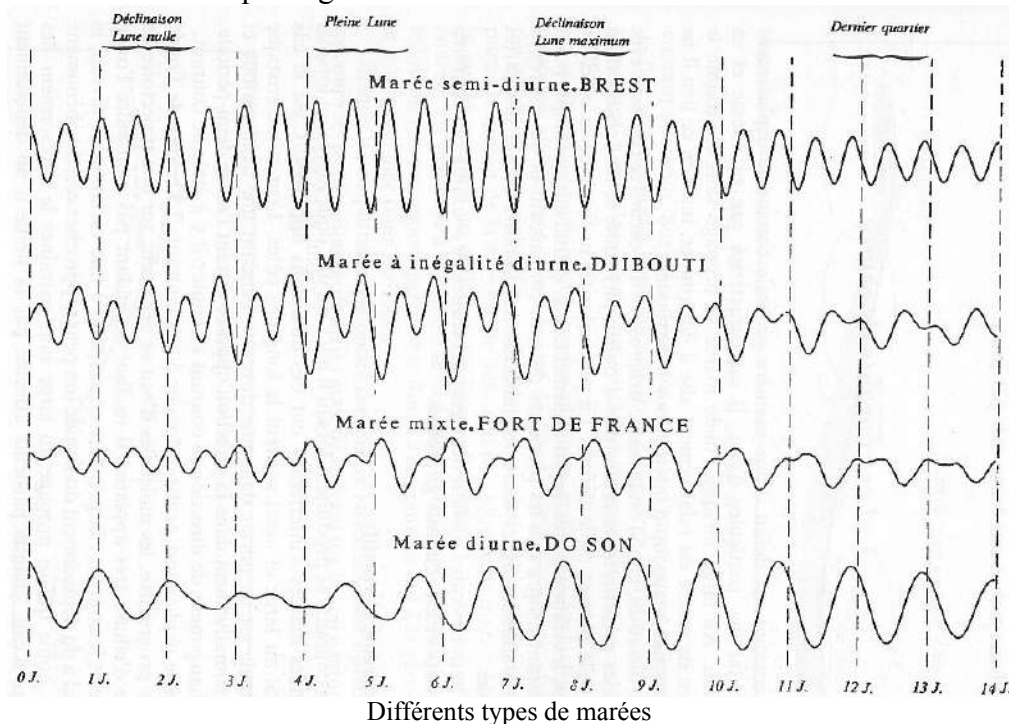
marée se décalant de 49 minutes par jour, en 29,5 jours, elle se sera décalée de  $29,5 * 49 = 24$  heures, c'est à dire d'une journée exactement.

### 4.3 Les types de marées

La marée décrite précédemment est la marée semi-diurne, c'est celle que l'on trouve sur les côtes de France, et en règle générale en Atlantique.

Il existe cependant d'autres types de marées :

- Les marées semi-diurnes à inégalité diurne : en Océan Indien et Pacifique.
- Les marées mixtes : en Océan Pacifique, principalement.
- Les marées diurnes : très rares, on les trouve uniquement dans le golfe du Tonkin et à Copenhague.



### 4.4 Les coefficients de marée

Ils sont l'image du marnage.

Le coefficient de marée est calculé pour le port de Brest selon la formule suivante :

$$C = (A / 2U) * 100$$

Avec C : Coefficient de marée, A : marnage, 2U : marnage moyen pendant les marées de vives-eaux d'équinoxe.

C sera compris entre 20 et 120

C=120 : marée extraordinaire de vives-eaux d'équinoxe

C=95 : marée de vives-eaux moyennes

C=70 : marée moyenne

C=45 : marée de mortes-eaux moyennes

C=20 : marée de mortes-eaux la plus faible

Les coeff sont généralement utilisés pour le calcul de courants de marée, et pour se faire une idée sur la marée. Les coeff ne sont utilisés qu'en France (et peut-être aussi dans quelques pays sous « influence » française).

## 4.5 Calculs de marée

Ils auront pour but de déterminer la hauteur d'eau à toute heure, et en tout lieu, en partant des indications fournies par les annuaires de marée.

On a vu que les annuaires de marée donnaient les renseignements suivants pour les ports principaux : Heures de pleines et basses mer, hauteur de pleines et basses mer.

Il nous faudra résoudre 2 problèmes pour faire un calcul précis :

- Connaître les mêmes renseignements, mais pour le lieu précis où l'on se trouve.
- Utiliser ces indications pour déterminer la hauteur de la mer à un moment précis.

### 4.5.1 Ports rattachés

Lorsque l'on se trouve entre 2 ports principaux, il peut être nécessaire de corriger les éléments donnés par les annuaires de marée pour les adapter au lieu précis (le port rattaché) où l'on se trouve.

Si on ne cherche pas une grande précision, le pifomètre sera suffisant, mais il arrive que cela ne soit pas possible : par exemple lorsque les corrections sont trop importantes (par exemple, à Goury, corrections jusqu'à 1h05mn et -4,05mètres par rapport à Saint Malo).

#### 4.5.1.1 Correction en hauteur

Les corrections données par les documents ont été établies pour des coeff de 45 (ME) et de 95 (VE). Si on est dans un autre cas, on effectuera une interpolation ou une extrapolation linéaire, comme pour les vitesses de courant.

#### 4.5.1.2 Correction en heure

Elles sont données pour les mêmes coeff. Il est hors de question ici de faire une extrapolation, ça n'aurait pas beaucoup de sens.

2 cas de figure se présentent :

- Le coeff est inférieur à 70 (marée moyenne): on prendra la correction donnée pour 45.
- Le coeff est supérieur à 70 : on utilisera la correction donnée pour 95.

#### 4.5.1.3 Exemple

On est le 15 Août 1999, et on se trouve à Portbail, en Normandie.

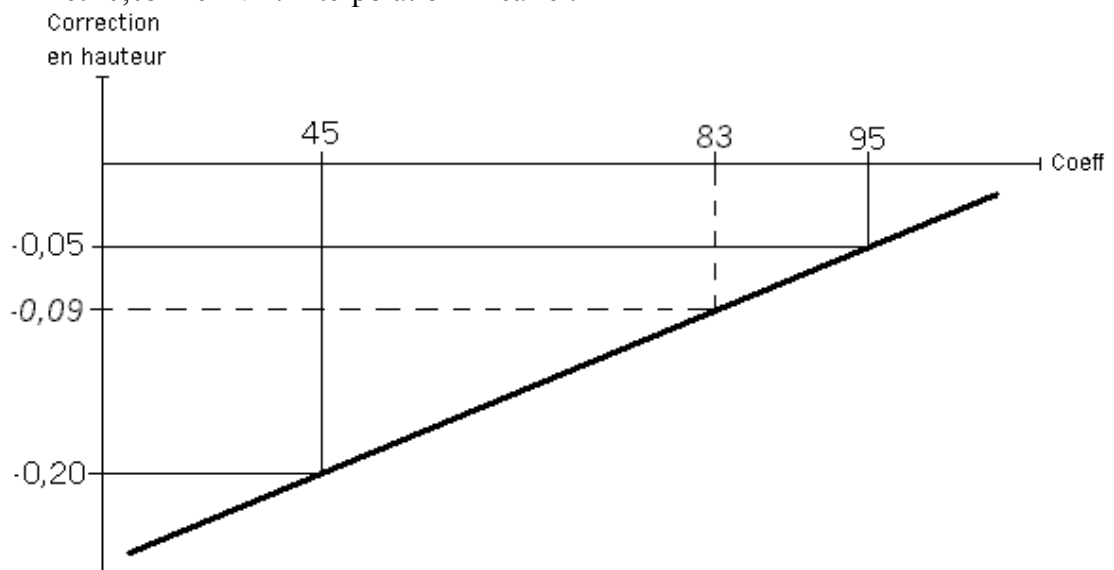
Le port de référence sera Saint Malo.

Le coeff de marée sera 83.

La basse mer à St Malo est à 16h26 (TU+1) donc à 17h26 à l'heure légale d'été (TU+2), pour une hauteur de 1,95m.



- Détermination de la hauteur de basse mer : les corrections sont de  $-0,20\text{m}$  en ME et  $-0,05\text{m}$  en VE. Interpolation linéaire :



La correction en hauteur obtenue est de  $-0,09\text{m}$ . La hauteur de la basse mer est donc de  $1,95 - 0,09 = 1,86\text{m}$

On pourra arrondir ce résultat à  $1,85\text{mètres}$

- Détermination de l'heure de la basse mer : le coeff étant de 83, on utilisera la correction donnée pour les VE soit  $+0\text{h}25\text{mn}$ . L'heure de basse mer sera donc de  $17\text{h}26 + 0\text{h}25 = 17\text{h}51\text{mn}$

#### 4.5.2 Calcul de la hauteur de la marée

Entre une marée haute et une marée basse, la variation du niveau de l'eau peut-être considéré comme une sinusoïde (enfin presque).

A partir de là, il existe 4 méthodes de calcul de marée :

- L'utilisation d'abaques dessinées pour chaque port, et tenant compte des phénomènes locaux (par exemple : retenue du plein, phénomène que l'on rencontre dans les estuaires), ces phénomènes ne sont pas pris en compte par les méthodes « sinusoïdales », mais compte-tenu de la faible précision que l'on recherche, ce n'est pas un grand défaut. Ces abaques sont assez faciles d'utilisation et sont fournies dans les annuaires de marée du SHOM. Elles seront par contre difficilement utilisables sur le pont d'un kayak.
- Abaques sinusoïdales fournies par l'annuaire des marées du SHOM : même problème!
- La formule magique :  $h = A * (1 - \cos(a)) / 2$  avec :  $h$  : variation de la hauteur depuis la marée précédente (haute ou basse),  $A$  : marnage,  $a = 180 * t / D$  avec  $t$  : durée à partir de la marée précédente,  $D$  : durée de la marée. C'est une bien belle formule, facilement programmable sur une calculette... mais je ne connais pas beaucoup de kayakistes qui en emmènent en kayak!!
- La règle des douzièmes : bien connue des « voileux ». On divise d'abord la durée en 6 « heures » (qui ne feront pas tout à fait une heure, bien entendu!), et le marnage en 12 « douzièmes ». La première heure, le niveau variera de 1 douzième, la deuxième heure de 2 douzièmes, la 3<sup>ème</sup> de 3 douzièmes, la 4<sup>ème</sup> de 3 douzièmes, la 5<sup>ème</sup> de 2 douzièmes et la 6<sup>ème</sup> de 1 douzième. Le résultat obtenu est suffisamment proche d'une sinusoïde. La méthode est facile à se souvenir : 1 2 3 3 2 1



Mais malgré son apparente simplicité, son utilisation sans calculatrice est assez difficile... essayez chez vous, vous comprendrez : diviser un marnage de 8,5m (par exemple) par 12 n'a rien d'amusant!

Pour nous, kayakistes qui n'avons besoin que d'une indication assez sommaire de la marée (les zones où on aura besoin de précision, compte-tenu de notre tirant-d'eau, ne sont pas précisément reportées sur les cartes.) il existe une méthode encore plus simple :

A mi-marée, la variation est de  $1+2+3=6$  douzièmes, soit la moitié du marnage (ce qui est plus que logique!)

Environ 2 heures après la marée précédente, la variation est de  $1+2=3$  douzièmes, soit un quart du marnage.

Environ 2 heures avant la marée suivante (ou environ 4 heures après la précédente), la variation est de  $1+2+3+3=9$  douzièmes, soit les  $\frac{3}{4}$  du marnage.

Environ 1 heure avant ou après une marée, la variation est de 1 douzième (8% du marnage). En arrondissant la variation à 1 dixième (il est toujours plus facile de diviser par 10 que par 12), on ne fera une erreur que de 2%

Cette méthode n'est pas parfaite... mais c'est la seule que j'arrive à utiliser lorsque je passe la Cap Fréhel par mer formée et que je veux savoir si je pourrai passer entre les Ebihens et la côte!

Dans cette méthode, on utilise des heures de 60 minutes; et pas des sixièmes de durée de la marée... mais bon on est pas là pour se compliquer l'existence!

Récapitulatif :

|                               |   |                                                     |
|-------------------------------|---|-----------------------------------------------------|
| Marée haute ou basse          | → | hauteur donnée par annuaire                         |
| 1 heure avant ou après marée  | → | variation de $\frac{1}{10^{\text{ème}}}$ du marnage |
| 2 heures avant ou après marée | → | variation de $\frac{1}{4}$ du marnage               |
| mi marée                      | → | variation de la moitié du marnage                   |

Au fait, n'allez pas dire que c'est moi qui vous ai dis de faire ainsi... je risque de me faire lyncher par les puristes!

NOTA : la pression atmosphérique fera varier la hauteur de 1cm par mbar de différence avec la pression moyenne théorique (1013mbar) : plus la pression atmosphérique est importante et plus le niveau de l'eau sera bas, et inversement.

Le vent aussi pourra avoir une action non-négligeable sur les marées.

## 4.6 Les courants

### 4.6.1 Calcul des courants de marée

Les marées provoquent des courants... c'est logique : si vous remplissez ou videz une baie (ou une piscine ou encore votre évier...) vous êtes bien obligé d'apporter ou de retirer de l'eau!

Ces courants sont relativement connus et on peut les déterminer grâce aux atlas des courants, ou grâce aux tableaux des courants inscrits sur les cartes du SHOM.

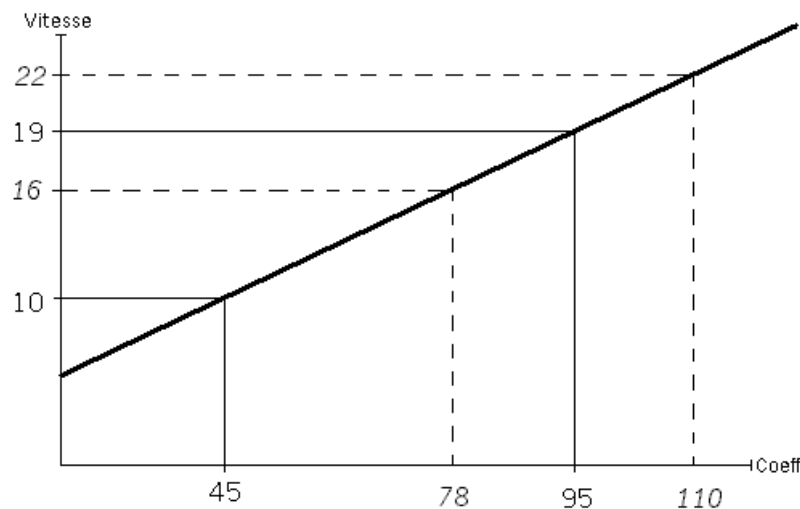
Plus le marnage (donc le coeff de marée) est important et plus le courant sera fort.

Ces documents donnent les vitesses et direction du courant suivant l'heure de la marée et pour 2 coefficients : 45 et 95, c'est à dire mortes-eaux moyennes et vives-eaux moyennes.

Si on est ni dans l'un ou l'autre de ces cas, il faudra faire une interpolation ou une extrapolation linéaire.

Prenons l'exemple ci-dessous : les documents indiquent pour un lieu donné, deux chiffres de vitesse : 10 et 19. Ces chiffres sont les vitesses du courant en dixièmes de nœuds pour les coeff 45 et 95.

En dessinant un graphique tel que celui représenté, on peut déterminer la vitesse du courant quel que soit le coefficient : par exemple 1,6 nœud pour un coeff de 78 ou encore 2,2 nœuds pour un coeff de 110



Deux cas peuvent nous pousser à vouloir connaître la vitesse du courant : en navigation côtière, pour savoir ce qui nous attend (si on va en baver ou pas avec ce maudit courant contraire...les plus fainéants d'entre nous voudront peut être alors se lever plus tôt pour profiter d'un courant plus favorable...), dans ce cas, on a pas besoin d'être très précis, et le « pifomètre » sera suffisant. L'autre cas est une traversée nécessitant de connaître précisément le courant afin de calculer au mieux le cap à suivre. Le schéma précédent sera alors fait à l'avance, chez soi ou sous la tente comme le reste de la préparation de la traversée.

#### 4.6.2 Autres courants

Il n'y a pas que les marées dans la vie!

D'autres phénomènes peuvent être la cause de courants.

On peut ainsi trouver un peu partout dans le monde des courants permanents à grande échelle ( comme les dérives océaniques, par exemple le Gulf Stream) ou plus localement des courants tels que ceux que l'on rencontrera à Gibraltar, au Cap Creus...

Ces courants sont bien connus et indiqués sur les cartes marines.

Le vent aussi peu provoquer un courant, parfois assez fort, comme ce courant de 2 nœuds qui nous a surpris cet hiver, entre la presqu'île de Giens et Porquerolles.

## 5 Cartes et documents

### 5.1 Cartographie

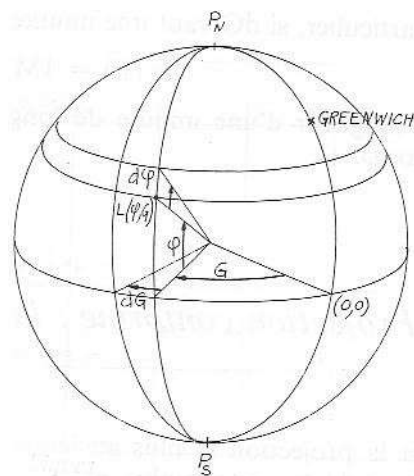
#### 5.1.1 Notions générales

L'unité de distance utilisée en mer est le mille marin, sa longueur est de 1852 mètres, ce qui correspond à une minute d'arc de latitude...en clair, ça veut dire que 60 milles font 1 degré de latitude. Les vitesses quand à elles sont exprimées en nœuds, c'est à dire en milles par heure.

L'échelle d'une carte (ou d'un plan) est le nombre de centimètres de terrains représentés sur 1 cm de carte : par exemple, pour une carte au 1/50.000ème, 1 cm sur la carte représentera 50.000 cm sur le terrain, soit 500mètres.

Les projections consistent à essayer de représenter un objet à peu près sphérique (la Terre) sur un support plan... essayez d'envelopper un ballon d'une feuille de papier, il sera impossible de ne pas faire de plis (les architectes diront que c'est une surface non développable). Il convient donc d'avoir recours à des artifices. Quel que soit le type de projection choisi, il aura un ou plusieurs inconvénients : il ne sera pas possible de respecter à la fois les distances, les surfaces et les angles. En navigation, la première qualité d'une projection est d'être conforme, c'est à dire qu'elle doit respecter les angles tout simplement dans le but de suivre facilement un cap.

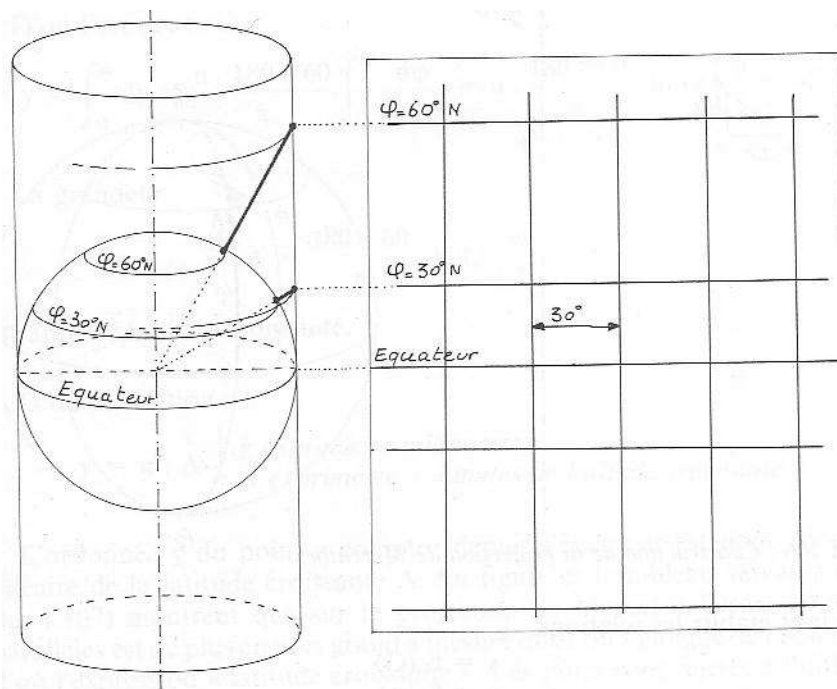
La position d'un objet sur la surface du globe sera donnée par ses coordonnées géographiques : latitude ( $\varphi$ ) et longitude (G). Les latitudes sont comptées de 0 à 90 degrés de l'équateur aux Pôles Nord et Sud. Les Longitudes sont comptées de 0 à 180 du méridien d'origine (Greenwich) vers l'ouest ou vers l'est.



Coordonnées géographiques

La projection la plus utilisée pour les cartes marines est la projection de Mercator (inventée en 1569...on est un peu conservateur, nous autres marins!). Il s'agit d'une projection cylindrique. Ces principales caractéristiques sont : les méridiens sont représentés par des droites régulièrement espacées, les parallèles sont de plus en plus espacés quand on s'éloigne de l'équateur (l'échelle varie donc selon la latitude, mais ce n'est pas gênant pour les échelles qu'on utilise en kayak), enfin, les pôles ne peuvent être représentés.

Pour ces deux dernières raisons, on limitera l'utilisation de ces cartes à environ 60 degrés de latitude : pour les navigations polaires, on utilisera des cartes à projection stéréographiques polaires, sur lesquelles les parallèles seront représentés par des cercles, et les méridiens par des droites convergentes.



Principe de la projection de Mercator

Sur la figure ci-dessus, on voit bien que l'espace entre 0 et 30 degrés de latitude n'est pas le même qu'entre 30 et 60°... voilà donc pourquoi les régions proches des pôles paraissent plus grandes que les régions proches de l'équateur.

### 5.1.2 Les cartes marines

On a dit que le kayak est destiné à aller sur mer...logiquement, son patron est donc un marin et les cartes qu'il utilise seront des cartes marines, c'est à dire conçues pour des navigateurs. Elles contiennent de nombreuses informations utiles :

- Feux (phares) et balises : même si on s'en sert moins que sur d'autres bateaux, les balises nous permettront au moins de nous repérer sans erreur possible.
- Sondes, c'est à dire les profondeurs d'eau.
- Nature des fonds...pour ceux qui n'aiment pas débarquer dans la vase ou dans les cailloux!
- Courants (mais d'une manière sommaire, pour plus de précision, il faudra disposer d'atlas de courants)
- Amers (points remarquables depuis la mer permettant de se repérer, tels qu'églises, châteaux d'eau, roches peintes...)

On les trouve à différentes échelles : 1/150.000ème ou inférieure...pas vraiment adaptées aux kayaks, 1/50.000ème, avec couverture globale des cotes françaises, ou supérieure(ex :1/20.000, 1/15.000) disponibles uniquement pour certaines zones : entrées de ports et zones « difficiles » comme le Golfe du Morbihan, la zone de Ouessant...

Préférer les séries « S » et « P » aux cartes classiques : ce sont des cartes pliées (qui ont en plus des indications supplémentaires bien utiles : cales de mise à l'eau, points d'eau...). Les séries « P » ont en plus l'avantage d'être imprimées sur un support résistant assez bien à l'eau (mais pas assez pour se priver d'un porte carte bien étanche).

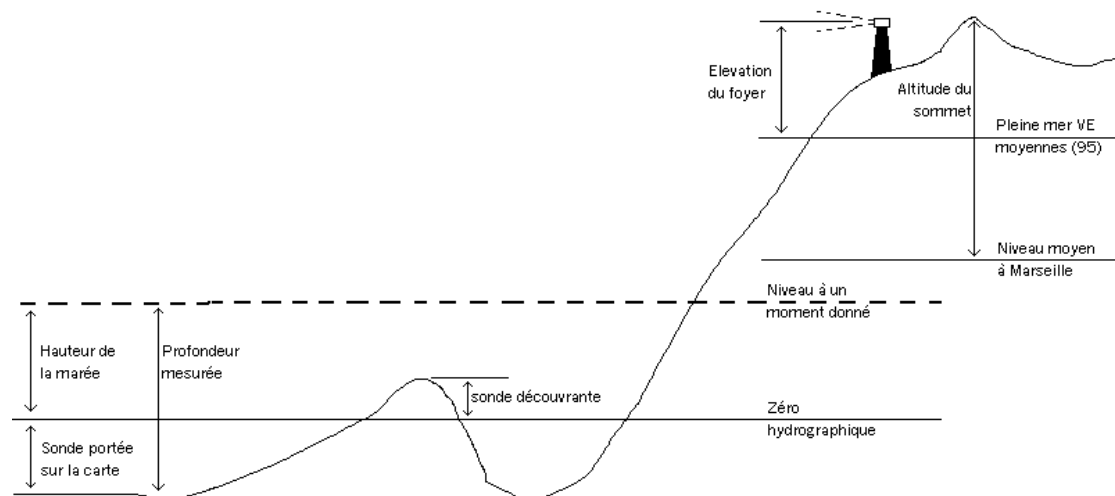
De nombreuses hauteurs sont indiquées dans les cartes : sondes, altitudes, élévations...un vrai souk!

Les sondes correspondent aux hauteurs des parties du littoral toujours immergées, ainsi qu'à celles qui couvrent et découvrent (elles seront alors soulignées d'un trait). Ces hauteurs sont mesurées depuis le zéro hydrographique : le niveau le plus bas théoriquement possible pour un coeff de 120.

Les altitudes sont les hauteurs des îles et du continent... bref tout ce qui n'est jamais sous l'eau. La référence de ces hauteurs est calculée à partir du niveau moyen de la mer à Marseille.

Les élévations sont utilisées pour les phares et les ponts. Elles sont calculées à partir du niveau haut de VE moyennes (coeff 90).

Si une sonde ou une altitude est entre parenthèse, c'est qu'elle est « hors position » : le caillou, le sommet etc... qu'elle précise est trop petit pour y inscrire la sonde. Par exemple : \* ( 5 ) signifiera : roche couvrante et découvrant de 5mètres (sonde soulignée), la roche étant au centre du symbole « \* ».



### 5.1.3 Symboles des cartes marines

Voici les symboles les plus utiles à connaître... il en existe beaucoup plus : ils sont tous répertoriés dans l'ouvrage 1D du SHOM. Les symboles représentés ici sont ceux des cartes internationales... les anciennes cartes françaises utilisent d'autres symboles, mais très ressemblants.

3 kn → Vitesse maximale et direction du courant de flot (marée montante)  
 2,8 kn → Vitesse maximale et direction du courant de jusant (marée descendante)

⬡ A Position des données de courant de marées

~~~~~ Remous, raz, rides de courant

⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ Tourbillons

nature du fond :

S : sable  
 M : Vase (mud)  
 Cy : Argile (Clay)  
 St : pierres (stones)  
 G : Gravier

R : roche

Sh : coquilles (shells)

S/M : deux couches : ici sable et vase

Des termes qualificatifs peuvent être rajoutés :

f : fin

m : moyen

c : grossier (coarse)

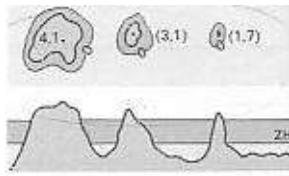
bk : brisés (broken)

so : mou (soft)

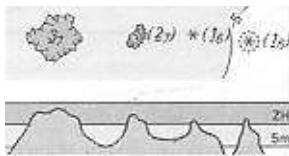
par exemple : bk Sh c S, sera un fond de coquilles cassées et de sable grossier



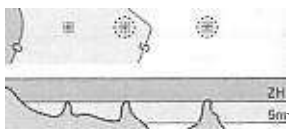
Zone couvrante et découvrante (à gauche : zone rocheuse, à droite : fonds de sable avec deux roches isolées)



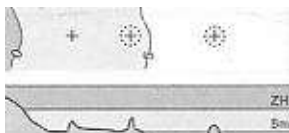
Rocher ne couvrant pas (île ou îlot), le chiffre est une altitude.



Rocher couvrant et découvrant (le chiffre est une sonde).



Rocher à fleur d'eau au niveau zéro hydrographique

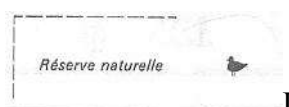


Roche toujours submergée mais dangereuse (...pas vraiment pour les kayaks, sauf pour les vagues susceptibles de briser au-dessus de ces zones).

Wk  ++ Différents symboles d'épaves.

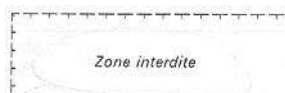


Voie de circulation et zone de séparation de dispositifs de séparation du trafic (ex : rail d'Ouessant). Symboles de couleur violette.



Limite de réserve naturelle, réserve naturelle(symboles violets).





Zone militaire, entrée interdite (symbole violet).



Phares (les abréviations de leur caractéristiques sont expliquées dans un autre chapitre).



Tourelle avec feu



Balise avec feu

nota : la forme des symboles des tourelles et balises correspondent aux voyants réels (sphères, cônes, cylindres...), les lettres correspondent aux couleurs, du haut vers le bas : b :black, r :red, w :white, y :yellow, g :green  
la petite « larme » représentant le feu est de couleur violette.



poste d'amarrage, bouée d'amarrage pour visiteurs, club nautique, cale de mise à l'eau, débarcadère public ou escaliers, téléphone public, station de carburant, restaurant, parking à bateaux, parking public, camping (symboles violets, sur cartes série S ou P, seulement).

### 5.1.4 Cartes topographiques

Établies par l'IGN, elles sont principalement disponibles sous 2 échelles : 1/25.000 et 1/100.000ème.

Les séries TOP 25 et TOP 100, indiquent en plus des indications classiques des renseignements bien utiles : terrains de camping, ports de plaisance, abris...

Ces cartes ne fournissent que peu de renseignements « maritimes », par contre, les reliefs, nature de terrain (bois, villes, falaises...) y sont très bien représentés, ce qui les rends très pratiques pour reconnaître la côte, choisir un lieu de bivouac, de mise à l'eau...

Les principaux symboles utilisés sont indiqués en légende de chaque carte.

L'utilisation de cartes IGN pour reporter un point GPS n'est pas évidente, même pour les cartes dites « compatibles GPS » : le carroyage, au lieu d'être en degrés et dixièmes, comme sur les cartes marines est exprimé en kilomètres.

### 5.1.5 Choix des cartes

En ballade à la journée on pourra se contenter de l'un ou l'autre de ces types de cartes, à l'échelle de 1/25.000. Avec ce type de carte, aucun détail de la côte ne vous échappera (surtout si c'est une carte topographique).

Par contre, en rando, cette échelle oblige à s'arrêter souvent pour replier la carte. Une carte au 1/50.000 sera certainement plus adaptée.

Personnellement (mais on peut certainement trouver mieux), j'utilise une carte marine au 1/50.000 pour la navigation, et une IGN au 1/100.000 pour choisir les lieux de bivouac, et pour avoir une vision plus globale sur la randonnée (plusieurs jours de navigation seront visibles sur une seule carte). La finesse du traçage des cartes IGN au 1/100.000 leur permet de donner plus de détails sur la côte que les cartes marines au 1/50.000... surtout que les cartes marines modernes ne donnent plus beaucoup de

renseignements sur les reliefs...les hydrographes pensent peut-être que le GPS nous enlève tout besoin de reconnaître une côte avec la seule aide de nos yeux!

## **5.2 Autres documents**

### **5.2.1 Annuaire des marées**

Il est absolument indispensable de connaître les heures de marées ainsi que les hauteurs de niveaux hauts et bas avant de partir en mer : les courants, l'accès à certains endroits en dépendent directement.

Il faut se méfier des heures utilisées dans les annuaires de marée :

- Les annuaires vendus par le SHOM utilise l'heure « en usage », c'est à dire TU+1, en France. Aucune modification n'aura à être faite en heure d'hiver, mais en heure d'été, il faudra ajouter 1 heure aux heures indiquées.
- L'almanach du marin Breton utilise l'heure GMT : il faut rajouter 1 heure en hiver et 2 heures en été.
- Les petits annuaires vendus ou distribués en kiosque utilisent l'heure légale (TU+1 en hiver, TU+2 en été) : aucune modification n'aura à être faite.

### **5.2.2 Atlas des courants**

Beaucoup plus pratiques à utiliser que les cartes marines pour déterminer les courants, en effet les courants y sont représentés sous formes de flèches et les données beaucoup plus nombreuses, ce qui permet de visualiser immédiatement le courant, ainsi que de choisir plus facilement le moment idéal pour effectuer une traversée. Le port de référence utilisé ne sera pas forcément celui qui vous servira pour vos calculs de marées... attention donc à connaître la correction en heure à apporter!

### **5.2.3 Livre des feux**

Inutiles pour ceux possédants des cartes récentes... attention tout de même : les caractéristiques des feux changent de temps en temps. Il est tout de même bon de savoir que les caractéristiques des feux principaux ne changent que très rarement...on pourra donc leur faire confiance en priorité.

Si on sait que les feux des marques latérales sont de la même couleur que la marque en question (vert ou rouge) et que les feux des marques cardinales ont des caractéristiques établies, on arrivera déjà à reconnaître la majorité des feux visibles. Les abréviations et caractéristiques sont traité dans le chapitre « phares et feux ».

### **5.2.4 Instructions nautiques et autres guides**

Les instructions nautiques sont destinés aux navires et ne nous seront d'aucune utilité...sauf peut être les très vieux ouvrages qui indiquaient ou il est possible de débarquer en annexe.

Les guides destinés aux plaisanciers ne connaissent eux non plus que marinas et mouillages pour voiliers et autres vedettes... ils contiennent cependant des infos sur la météo et sur les dangers locaux qui peuvent être intéressants pour préparer une ballade : on pourra ainsi savoir à quelle heure passer tel passage ou les courants de marée peuvent être dangereux...

## **6 La navigation à l'estime**

La navigation en vue des côtes ne nous pose généralement pas de difficultés : avec un peu d'expérience, on arrivera à faire le lien entre la réalité et sa représentation sur une

carte, on fera assez rarement des relèvements, on utilisera assez souvent des alignements improvisés, pour déterminer sa dérive...c'est à peu près tout. Hors de vue des côtes ou lorsqu'on doit effectuer une traversée un peu longue, avec du courant, il convient de se préparer à l'avance afin de pouvoir naviguer au compas tout en tenant compte des différents facteurs modifiant notre route : déclinaison et déviation magnétique, dérive due au vent ou au courant. C'est ce qu'on appelle naviguer à l'estime. Ce type de navigation est appelé ainsi puisque certains de ces facteurs sont seulement estimés, ou plus ou moins incertains. Un bon jugé, et un peu de bons sens sont les qualités les plus importantes du navigateur.

## 6.1 Les éléments de l'estime

Du cap lu au compas (appelé Cap compas, noté Cc), à la route tracée sur la carte (appelée route fond, notée Rf), différents paramètres devront être pris en compte. Dans l'ordre :

- Déviation magnétique (d) écart entre le Nord du compas et le Nord magnétique. Cette erreur du compas est principalement due aux perturbations des masses magnétiques à bord. En prenant soin d'éloigner tout objet susceptible de gêner le bon fonctionnement du compas, on pourra négliger la déviation.
- Déclinaison magnétique (D) : écart entre Nord magnétique et Nord Vrai. La déclinaison est indiquée sur les cartes marines et topographiques. N'étant pas constante, ces cartes donnent aussi la valeur de la correction à apporter par an. Par exemple : 4°20'W 1995 (7'E) signifiera une déclinaison de 4°20' (= 4,33°) ouest en 1995, diminuant de 0°07' par an, soit pour 2001 : 6 \* 7 = 42', d'où D = 4°20' - 42' = 3°38' ouest, on pourra arrondir à 4 degrés
- Dérive due au courant. Il n'existe aucune règle pour la calculer...c'est du pif. La dérive augmentera si le vent fraîchit, si on le reçoit par le travers, si le bateau a beaucoup de prise au vent (volumineux ou peu chargé), si la carène ne présente que peu de résistance à la dérive (coque en forme, contrairement aux coques à bouchains ou très quillées) ou si les vagues déferlent.
- Dérive due au vent. Le courant donne l'impression de marcher sur un tapis roulant. La correction sera déterminée en faisant l'addition vectorielle du courant et de la route suivie par une construction géométrique.

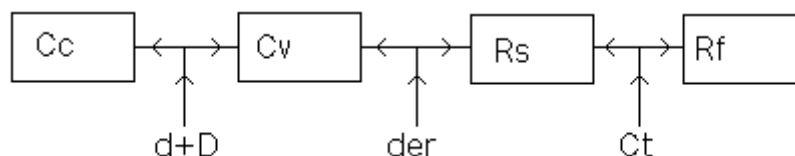
Déviation, déclinaison et dérive due au vent sont exprimées en degrés, elles seront positives si elles sont vers l'Est ou vers tribord, et négative vers l'Ouest ou vers bâbord.

Pour passer de Cc à Rf, on aura les relations suivantes :

$C_v = C_c + d + D$  où  $C_v$  est le cap vrai.

$R_s = C_v + der$  où  $R_s$  est la route surface et  $der$  la dérive due au vent.

$\vec{R_f} = \vec{R_s} + \vec{C_t}$  où  $\vec{C_t}$  est le courant



## 6.2 Le problème de l'estime

Il consiste à déterminer sa position, connaissant son point de départ, sa vitesse, le temps de route, les courants...

Prenons le cas d'un kayakiste parti depuis 2 heures d'un point A, naviguant au  $C_c = 025^\circ$  à 3 nœuds.

On supposera la déviation du compas nulle,  
Donc,  $C_m = C_c = 025^\circ$

$$\underline{C_m = 025^\circ}$$

Sur la carte, on note la Déclinaison magnétique :  $5^\circ 10' 1990$  (6'E)

On est en l'an de grâce 2001, la déclinaison en ce lieu et en ce jour sera donc de :  
 $5^\circ 10' - (2001-1990) * 6' = 5^\circ 10' - 66' = 5^\circ 10' - 1^\circ 06' = 4^\circ 04'$ , soit environ  $4^\circ$  Ouest (donc négative).

Donc,  $C_v = C_m + D = 025 - 4 = 021^\circ$

$$\underline{C_v = 021^\circ}$$

Notre kayakiste reçoit un vent de tribord, force 3 à 4, il estime que sa dérive (sur bâbord, donc positive) est de 5 degrés, environ.

$R_s = C_v + der = 021 + 5 = 026^\circ$

$$\underline{R_s = 026^\circ}$$

Le coefficient de marée lu sur l'annuaire de marées est de 78.

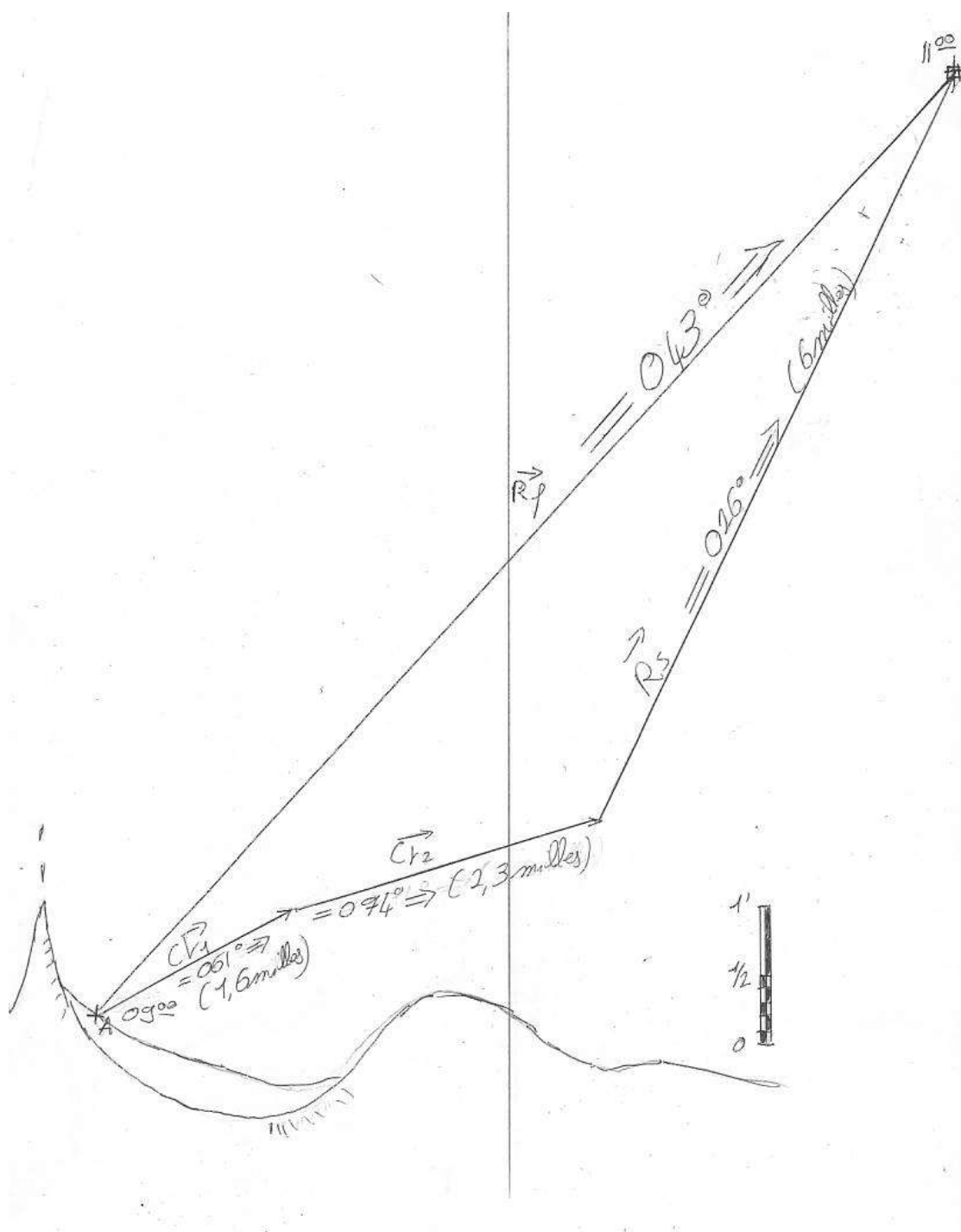
Le début de la traversée a commencé à TU+2.

Sur la carte (ou sur l'atlas des courants), dans la zone où on navigue, on note qu'à TU+2, le courant porte au  $061^\circ$ , pour une vitesse de 1,0 nœud en mortes-eaux et 1,9 nœuds en vives-eaux. Par interprétation linéaire (voire chapitre sur les courants), on déduit que pour un coeff de 78, on aura une vitesse de 1,6 nœuds.

De même pour TU+3, on note que le courant porte au  $074^\circ$ , pour 1,4 nœuds (ME) et 2,7 nœuds (VE), donc pour un coeff de 78, la vitesse du courant sera de 2,3 nœuds.

Le courant portant plutôt vers l'Est-Nord-Est, et le kayak naviguant au Nord-Nord-Est, on aura une dérive due au courant vers tribord, et vers l'avant, on aura donc  $R_f$  supérieure à  $R_s$  (Il faut toujours réfléchir ainsi pour vérifier qu'on n'a pas fait d'erreur).

Il faut maintenant faire la construction géométrique sur la carte :



Il faut donc ajouter 3 vecteurs : les 2 vecteurs courant ( $\vec{C}_1$  et  $\vec{C}_2$ ) et le vecteur  $\vec{R}_s$  pour 2 heures (donc de longueur représentant 6 milles). Pendant ses 2 heures de navigation, notre kayakiste aura donc suivi une route fond moyenne (moyenne puisque le courant n'était pas constant, il n'était donc pas à chaque instant sur le tracé de  $\vec{R}_f$ ) au 043°, pour une vitesse fond (moyenne, elle aussi) de 4,6 nœuds.

## 6.3 Le problème de l'estime inverse

Le but de cet exercice est inverse au précédent (comme son nom l'indique), il s'agit donc de déterminer le cap à suivre au compas pour aller d'un point à un autre, c'est le problème que l'on aura le plus souvent à résoudre (d'autant plus que le problème précédent, résolu en cours de navigation nécessite de travailler en pleine mer). Cette préparation à une traversée se prépare à l'avance (chez soi ou sous la tente). Le plus dur dans ce cas est souvent de partir et de rester dans les horaires fixés, à cause des courants inconstants.

Il existe deux méthodes pratiques : une méthode heure par heure et une méthode plus globale, mais la théorie est toujours la même, en fait il faut reprendre l'exercice précédent à l'envers.

### 6.3.1 Heure par heure

Tracer tout d'abord la route fond à suivre.

Depuis le point de départ, tracer le premier vecteur courant (de la même manière que précédemment). Depuis l'extrémité de ce vecteur, tracer une droite de longueur correspondant à la distance effectuée pendant cette première période de temps et orientée de manière à ce que son autre extrémité vienne en contact avec Rf. Cette droite sera la route surface à adopter initialement.

Renouveler l'opération heure par heure jusqu'à arriver au point d'arrivée. Sauf si on est chanceux, on n'aura pas un nombre rond d'heures de navigation à effectuer. Pour déterminer quand même la dernière Rs, prolonger Rf au-delà du point d'arrivée.

Dans l'exemple ci-dessous, on désire partir d'une île à 08h45, pour rejoindre une bouée cardinale Nord dans le Sud-Sud-Ouest à 7,5 milles, environ.

Les courants calculés pour ce jour, et pour ce coeff seront :

De 08h45 à 09h00 : 260°/1,4 nœuds

De 09h00 à 10h00 : 255°/0,8 nœuds

De 10h00 à 11h00 : 100°/0,9 nœuds

De 11h00 à 12h00 : 095°/1,3 nœuds

De 08h45 à 09h00, il n'y a que 15 minutes, la longueur du premier vecteur courant sera donc de  $15 / 60 * 1,4 = 0,35$  milles. De même, la longueur du premier vecteur Rs sera de  $15 / 60 * 3 = 0,75$  milles.

Les différentes Rs à adopter seront donc :

08h45 → 09h00 : 187°

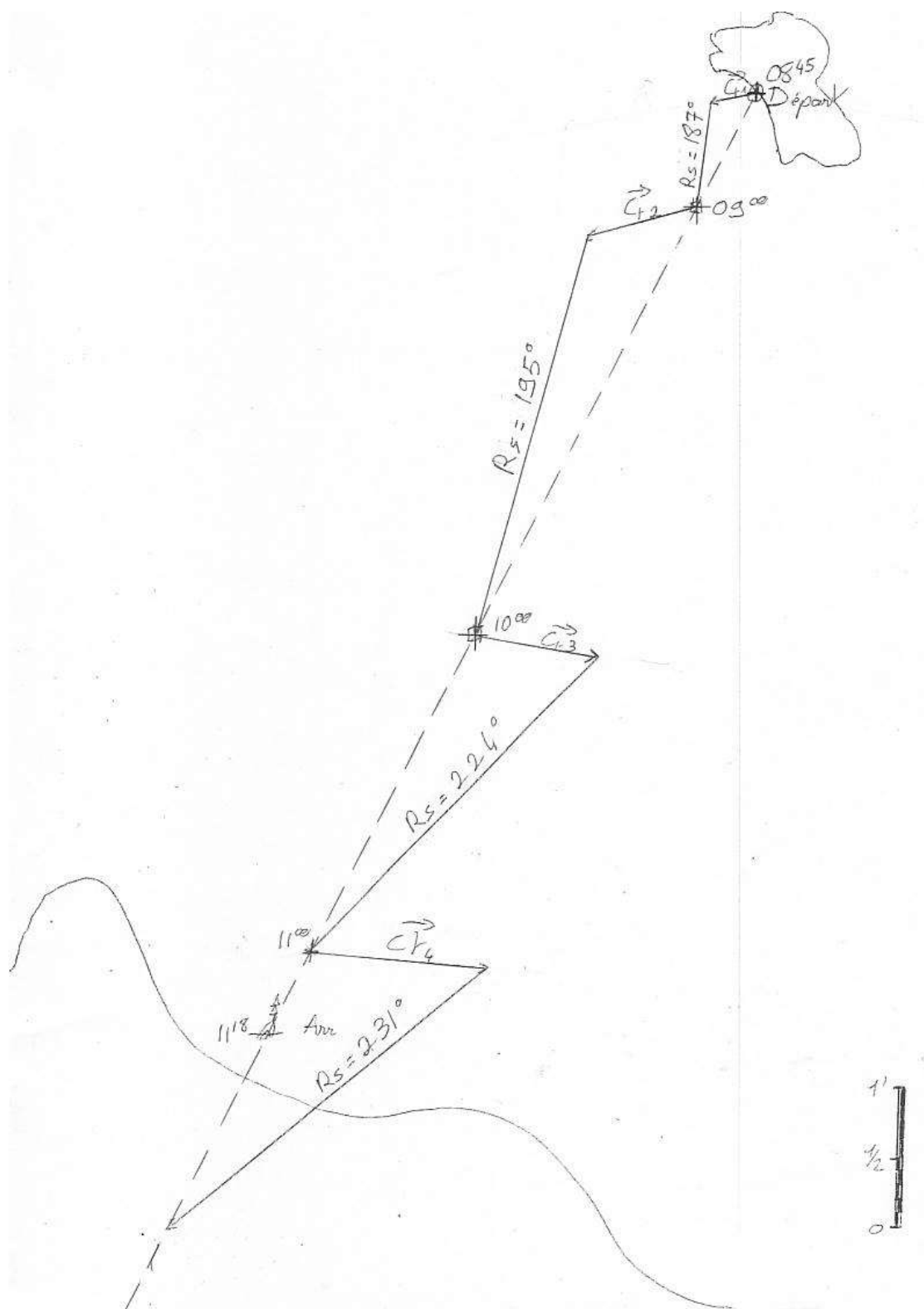
09h00 → 10h00 : 195°

10h00 → 11h00 : 224°

11h00 → arrivée : 231°

L'arrivée est prévue à 11h18....disons vers 11h20.





Pour chaque  $R_s$  obtenue, il faut ensuite déterminer le Cap vrai à suivre :  
 $R_s = C_v + der$  donc  **$C_v = R_s - der$**

Puis déterminer  $C_m$  :

$$C_v = C_m + D \text{ donc } \underline{C_m = C_v - D}$$

Enfin, déterminer le  $C_c$  :

$$C_m = C_c + d \text{ donc } \underline{C_c = C_m - d} \text{ (d généralement négligé)}$$

Les avantages de cette méthode sont donc : facilité à tracer, facilité à s'adapter en cas de non-respect des horaires fixés et route fond réellement suivi, sans dévier d'un côté ou de l'autre (et donc plus facile de vérifier sa route avec un GPS). Cette méthode impose par contre de changer de route toutes les heures (ne pas oublier d'écrire clairement à quelles heures changer de  $C_c$ ).

### 6.3.2 Méthode globale

La différence de cette méthode est que l'on cumule d'abord tous les vecteurs courant, ce qui permet de moyenner le courant sur toute la durée de la traversée.

Il faut tout d'abord évaluer la durée de la traversée : mesurer la distance à parcourir sur le fond, et jeter un coup d'œil sur les courants pour savoir globalement s'ils vont plutôt nous ralentir ou nous faire aller plus vite (essayer d'organiser sa journée pour être dans le deuxième cas...on est pas masos!).

Cette évaluation de la durée est un peu « pifométrie », dans le doute, il sera toujours préférable de sous évaluer sa vitesse : si la traversée est plus courte que prévu, il suffira de se laisser porter par le courant pour arriver à destination, au lieu de lutter contre lui).

Une fois cette évaluation faite, tracer les courants correspondant à la durée de la traversée et les additionner.

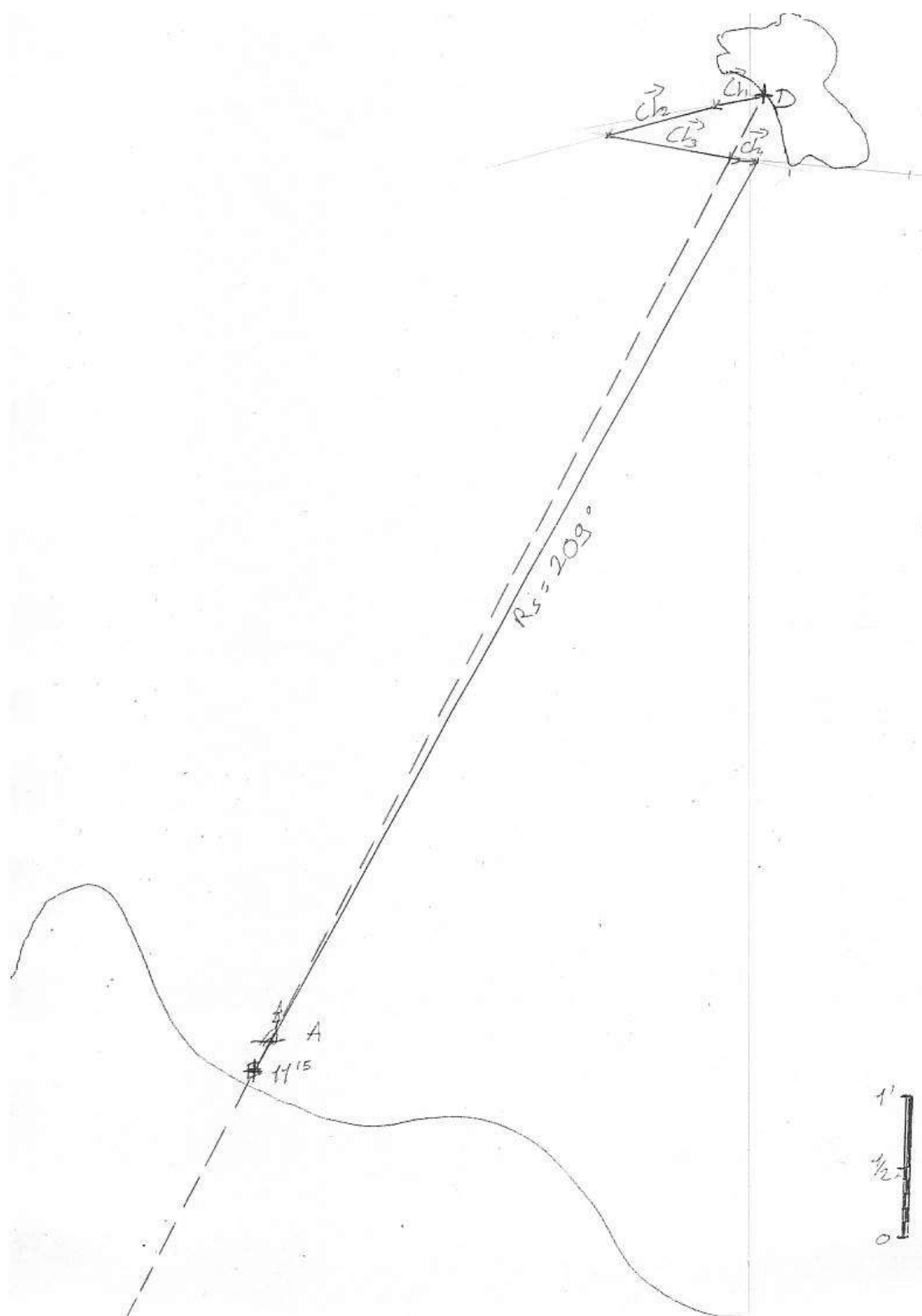
A partir de l'extrémité du dernier vecteur courant, tracer une droite de longueur correspondant au nombre d'heures de navigation prévu, l'orienter pour que son autre extrémité vienne en contact avec  $R_f$ . Si la durée a été bien estimée, ce point de contact doit être sur le point d'arrivée (ou près du point d'arrivée, sinon, il faut recommencer la construction géométrique!).

Cette droite est  $R_s$ , pour toute la traversée.

Dans l'exemple ci-dessous, identique au précédent (même points de départ et arrivée, même courants), on estime le temps de navigation à 2h30, environ.

En utilisant la méthode décrite, on s'aperçoit que l'on dépassera la bouée de 0,3 mille... le temps de navigation réel sera donc plutôt de 2h24 (pour une arrivée à 11h09).

Cependant, comme dans cet exemple,  $R_s$  est très proche de  $R_f$ , il sera inutile de refaire notre construction : au niveau de la bouée, ces deux droites sont presque confondues, l'erreur ainsi faite ne dépassera pas 1 ou 2 degrés.



Déterminer enfin  $C_c$  de la même manière que précédemment :  $C_c = R_s - der - D - d$

L'unique avantage de cette méthode (mais il est de taille) est un gain de temps qui peu être important, surtout si le courant varie nettement en cours de navigation (ou mieux encore, s'il s'inverse), en effet, la route surface suivie (dont dépend l'effort fourni) est constante...la ligne droite reste le chemin le plus court (sauf que dans ce cas, ce n'est pas la route par rapport au fond qui compte...ce qui n'est pas toujours facile à admettre). Le plus gros inconvénient de cette méthode est qu'on dévient de la route fond choisie (pour la rejoindre ensuite) d'une manière parfois importante, ce qui peut nous conduire sur des dangers (cet inconvénient est tout de même moins grave pour le kayak que pour un plus gros bateau) et rendre l'usage du GPS impossible pour vérifier son estime. Dans l'exemple ci-dessus, le gain de temps en utilisant cette méthode n'était que de 10 minutes, seulement, pour environ 2h30 de traversée, cependant, si le courant était un peu plus fort, le gain augmenterait considérablement.

## **7 Le GPS**

### **7.1 Principe du fonctionnement**

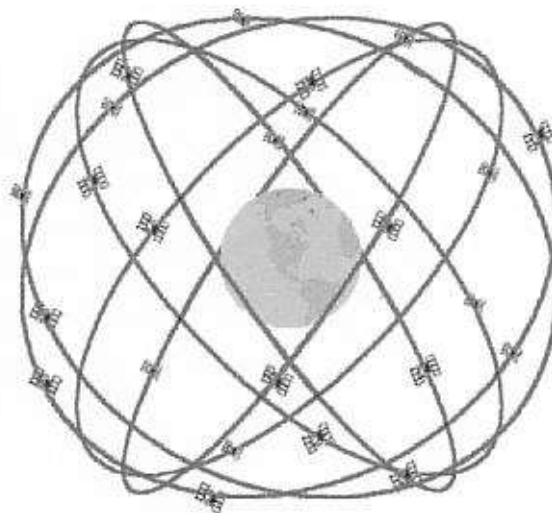
#### **7.1.1 Les composants du système**

Le système GPS, ou Global Positionning System a été créé et développé depuis 1973 par le département de la défense des USA.

Il permet de déterminer en tout lieu et à tout moment la position en 3 dimensions (latitude, longitude, altitude) d'un récepteur, ainsi que sa vitesse avec une grande précision...autant dire qu'à sa sortie, ce système était une petite révolution!

Le système est basé sur 3 secteurs :

- Le secteur espace, c'est à dire les satellites : au nombre de 24, au minimum, placés sur 6 plans orbitaux inclinés à 55° par rapport à l'équateur...retenez seulement qu'on peut toujours en voir au moins 4, et qu'en cas de défaillance, il en existe d'autres, de « secours ».
- Le secteur contrôle : stations terrestres qui recalent les satellites qui se seraient égarés, contrôlent leur bon fonctionnement...
- Le secteur utilisation, c'est à dire tous les récepteurs qui traitent les infos reçues des satellites pour nous fournir position, vitesses et d'autres fonctions annexes.



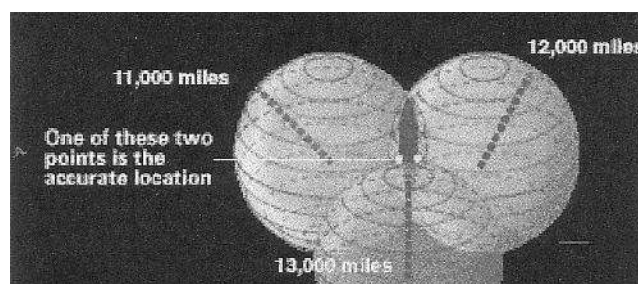
### 7.1.2 Détermination de la position

En quelques mots...histoire de se coucher moins bête;

Les ondes électromagnétiques se déplacent à une vitesse connue. Si on arrive à mesurer le temps nécessaire à leur propagation, on calculera alors facilement la distance ( $d$ ) entre émetteur (satellite) et récepteur. A partir de là, on sait que l'on est quelque part sur une sphère dont le centre est le satellite et le rayon est  $d$ .

On fait la même manipulation avec un autre satellite, on sait alors qu'on est à la fois sur les deux sphères...le lieu de position ainsi obtenu est un cercle (interception des deux sphères)...on est donc quelque part sur ce cercle.

On recommence encore ce petit exercice. Le cercle précédemment obtenu coupe une 3<sup>ème</sup> sphère...il ne reste alors plus que deux points possibles. Ces points sont suffisamment espacés pour qu'il n'y ai pas de doute possible.



Tout ceci est bien joli, mais il y a un problème : comment mesurer le temps de propagation?

Les satellites embarquent des horloges atomiques ultra-précises et corrigés par les stations à terre (comme-ça, tous les satellites sont parfaitement synchronisés). Pour mesurer précisément le temps de propagation, il faudrait équiper les récepteurs des mêmes horloges atomiques...inutile d'essayer, ça ne rentre pas dans un caisson de kayak (et ça coûte un peu cher). On utilisera un autre satellite (ce qui en fait 4 nécessaires), et avec une formule mathématique bien pensée on arrivera à résoudre ce problème.

Au lieu de 4 satellites, on pourra se contenter de 3, à condition de connaître son altitude (0 mètres pour un kayak) : la surface de la terre sera alors considérée comme une des sphères (OK, ce n'est pas vraiment une sphère, mais le récepteur corrige en conséquence).

### 7.1.3 Détermination de la vitesse et de la route suivie

Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour évaluer la dérive du kayak, vérifier sa navigation à l'estime, déterminer l'heure d'arrivée...

Il existe 2 moyens pour déterminer la route et la vitesse d'un récepteur mobile :

- Par sa vitesse moyenne : on compare les positions du récepteur à 2 moments suffisamment espacés (plus ils seront espacés et plus précis sera le résultat). Le choix de l'intervalle de mesure est particulièrement important : trop faible et la précision sera mauvaise, trop important et la vitesse ne tiendra pas compte des détours effectués (puisque'il considère que la distance parcourue est celle de la ligne droite joignant les 2 points)
- Par sa vitesse instantanée, grâce à l'effet Doppler. On a tous pu observer les conséquences de l'effet Doppler : on se tient près d'une voie ferrée et un train passe tout en utilisant son sifflet. Tant qu'il se rapproche, le son émis est aigu, puis il devient grave. Si un émetteur d'onde (acoustique, électromagnétique) est en mouvement relatif par rapport à un récepteur, il y aura variation de la fréquence de l'onde reçue (les « radars » de nos amis de la maréchaussée fonctionnent selon le même principe). En mesurant précisément les différences des fréquences reçues, le récepteur peut donc déterminer sa vitesse et route suivie, en vitesse instantanée (moins précise que la vitesse moyenne).

### 7.1.4 Précision et limites du GPS

Il existait 2 types de récepteurs :

- Les récepteurs « civils » : mode de fonctionnement (mode SA) volontairement dégradé par les USA. En cas de conflit, par exemple, les positions indiquées pourront être encore plus dégradées, localement et temporairement, selon les besoins stratégiques des USA.
- Les récepteurs militaires (USA et alliés) qui disposent de toute la précision GPS...impossibles à se procurer à moins d'avoir ces entrées à la Maison Blanche!

Depuis le 2 mai 2000, le gouvernement américain a décidé d'abandonner le « mode SA », ce qui veut dire que la précision d'un GPS civil est passé de 100mètres à 10mètres, environ. Le gouvernement américain pourra à tout instant décider de revenir au mode SA, mais ça ne semble pas à l'ordre du jour. La mesure de la vitesse par effet Doppler était environ de 0,5 nœuds, elle est maintenant de 0,2 nœuds, environ.

Il faut tout de même se méfier : le système n'est pas infallible : la couverture de tout point du globe par 4 satellites en services n'est pas assurée à 100%. En cas de couverture satellite insuffisante, on pourra essayer de passer en mode « 2D »...3 satellites seront alors nécessaire au lieu de 4.

Le GPS donne beaucoup d'informations utiles, mais ne saurait se substituer à l'observation, à l'expérience du kayakiste : la force du courant sera aussi facilement évaluée en observant le sillage d'une bouée, par exemple...

## 7.2 Choisir son GPS

Pour un kayak, le récepteur sera obligatoirement de type portable, c'est à dire avec antenne et batteries (ou piles) intégrées.

Les principales qualités recherchées seront :

- ✓ Solidité et étanchéité du boîtier afin de protéger votre investissement. Préférer les modèles étanches à l'immersion (norme IPX 7) à ceux seulement étanches aux projections. Utiliser une pochette étanche adaptée afin d'améliorer



l'étanchéité qui ne sera jamais totale. Eviter les modèles à antenne orientable (fuite possible).

- ✓ Faible encombrement. Il existe pas mal de modèles qui peuvent tenir dans une poche de gilet.
- ✓ Facilité d'utilisation. De gros efforts ont été fait dans ce sens afin de rendre l'utilisation plus instinctive. Le fabricant Français MLR, par exemple, propose un menu en Français (intéressant pour les réfractaires à l'Anglais).
- ✓ Autonomie des batteries : en général 4 piles R6, pour une autonomie qui varie entre 8 et 24 heures... attention tout de même, les constructeurs sont souvent très optimistes quant à l'autonomie de leurs appareils.
- ✓ Vitesse d'acquisition : paramètre important si on ne désire pas laisser l'appareil en service en permanence... la consommation du récepteur étant plus importante pendant l'acquisition (démarrage) qu'en service normal, on aura intérêt à ne pas le démarrer plusieurs fois par heure... dans ce cas mieux vaut le laisser allumé en permanence. Les modèles les plus rapides sont les 12 canaux parallèles, ce qui est le cas pour tous les récepteurs neufs, à l'heure actuelle. MLR diffuse depuis peu un modèle 24... c'est à dire 12 canaux parallèles à double acquisition, permettant un calage plus rapide encore. Ce dernier modèle a en plus une autonomie annoncée de 36 heures sur 4 piles AA.



Les modèles de la série Etrex de Garmin, sont à la fois étanches, petits, faciles à utiliser... mais avec un peu moins de fonctionnalités que d'autres modèles plus chers... à l'heure où vous lirez ces lignes d'autres appareils seront sortis, notamment des modèles compatibles WAAS, nouveau système qui permettra bientôt d'améliorer encore la précision des GPS.

### 7.3 Conseils d'utilisation

Selon les cas, le temps nécessaire à l'obtention d'un premier point peu fortement varier. Différents cas se posent donc :

- L'appareil a été utilisé depuis peu (quelques heures au maximum). Le calage sera rapide. En effet, les satellites envoient au récepteur des « éphémérides » comprenant les heures et positions de passage des différents satellites pour les

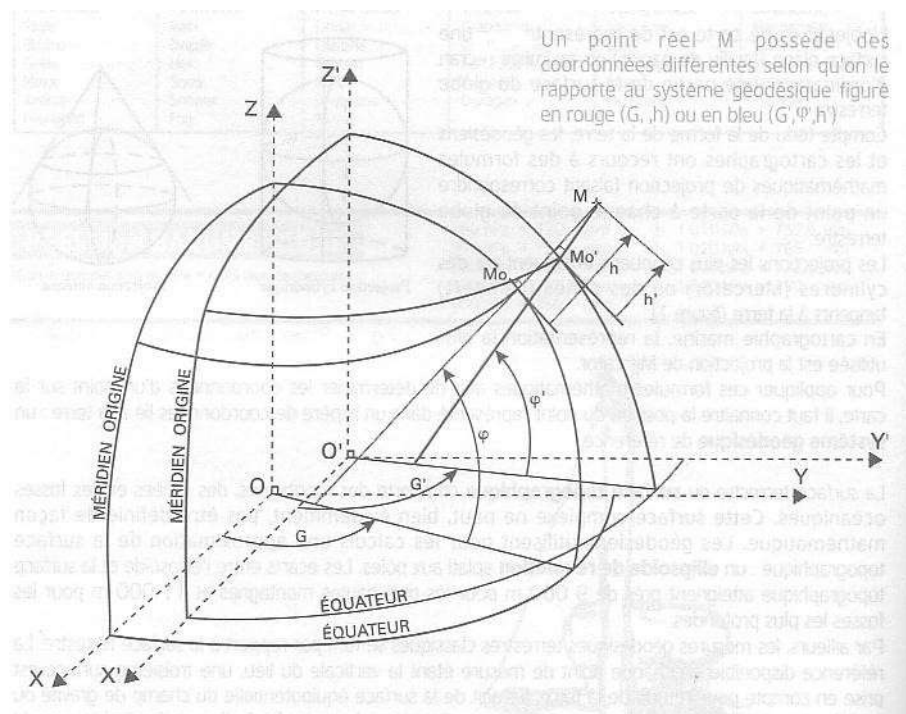
heures à suivre. Le récepteur est donc en mesure de savoir ou chercher les satellites en vue.

- L'appareil n'a pas été utilisé depuis quelque temps, mais a en mémoire position et heure estimées. Il pourra déterminer grossièrement les satellites en vue.
- L'appareil n'a pas de position ni d'heure estimée, il doit alors scanner tout le ciel...ça risque de prendre du temps. Un menu permet de régler position et heure estimées, selon les modèles, il est inutile de connaître sa position en Latitude et Longitude, il suffit dans ce cas de choisir une région ou un pays parmi une liste. Cette simple manipulation permet d'économiser pas mal de temps...et de batterie.

Il faut se méfier des différents systèmes géodésiques... on sait que la terre n'est pas réellement une sphère, les géographes ont donc essayé de la représenter par une ellipsoïde, sorte de modèle mathématique. Mais là encore, la réalité diffère des calculs, en fait, plusieurs modèles (appelés systèmes géodésiques) ont été faits, chacun étant adapté à une région (WGS 84 pour l'Amérique du Nord, ED 50 pour l'Europe...).

Les GPS calculent initialement les positions selon le système WGS 84...alors que les positions sur les cartes Françaises sont en ED 50...une correction est donc nécessaire (la différence est par exemple de 130m, environ en pointe Bretagne). Le passage progressif des cartes marines françaises en WGS 84 est en cours...n'oubliez pas de vérifier sur votre carte quel système géodésique est utilisé!

On peut effectuer les corrections manuellement : sur les cartes, les corrections à apporter sont indiquées dans le cartouche, ou automatiquement (c'est un poil moins précis mais tellement plus facile) en configurant le récepteur au même système que la carte.



Vous pouvez également acheter un câble de connection avec un ordinateur...pratique pour échanger par e-mail des fichiers de waypoints (spots de pêche, ou de surf, bivouacs paradisiaques, bistrot à ne pas manquer, etc.....)

## 7.4 Reporter une position

Reporter une position sur la carte posée devant soi n'est pas forcément chose aisée : les échelles de latitude et longitude sont souvent cachées (carte pliée), le pont courbe ne facilite pas l'utilisation de grandes règles.

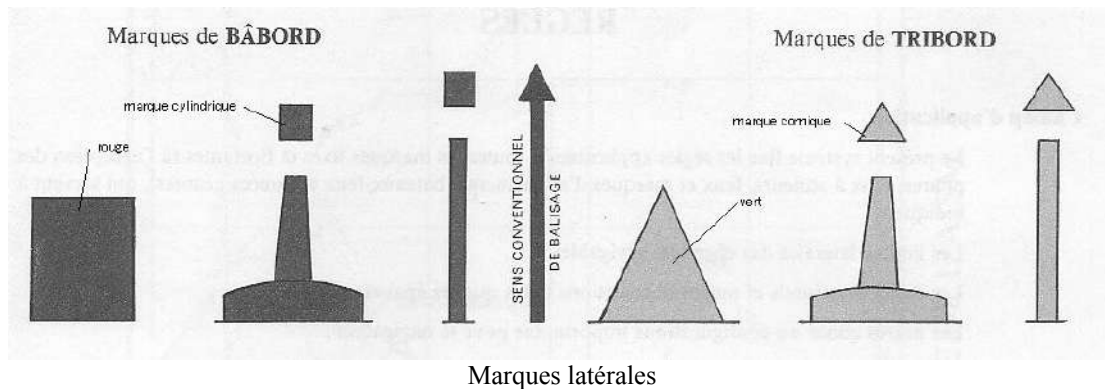
- Si vous utilisez une carte IGN dite « compatible GPS », le mieux est de configurer le récepteur en UTM-WGS84, avec affichage kilométrique (au lieu de l'affichage en degrés et minutes de degrés utilisé pour les cartes marines). Attention : le globe est divisé en plusieurs zones UTM, vérifier que la zone sélectionnée est celle indiquée en cartouche de la carte, par exemple zone 30 entre 000° et 006° de longitude Ouest. Le report de la position se fera alors en utilisant le carroyage bleu de la carte. Une petite règle graduée, ou un petit rapporteur spécial permettront un positionnement plus précis. Une autre précaution consistera à reporter les graduations au crayon sur la partie visible de la carte.
- Vous utilisez une carte marine : le GPS devra être réglé sur le système en usage sur la carte (WGS84, ou ED 50), l'affichage se fera en degrés et minutes de degrés : par exemple 006°40,54' signifieront 6 degrés et 40,54 minutes de degrés, soit 6,675666°, puisqu'il y faut 60' pour faire un degré. Les cartes marines n'utilisent pas forcément des échelles « standards »...pour reporter une position précisément, vous pourrez vous confectionner un petit rapporteur valable uniquement pour une échelle donnée, pour une latitude donnée, reporter approximativement votre position (bien suffisant, dans la plupart des cas)...ou alors il existe une 3<sup>ème</sup> solution...
- La 3<sup>ème</sup> solution est celle des fainéants, de ceux qui ont des cartes dont le système géodésique n'est pas programmé sur le GPS (c'est rare, mais ça existe encore) et de ceux qui n'ont pas pu trouver de cartes avec un système de report de position (cartes touristiques, par exemple). Elle consiste tout simplement à se placer en un point remarquable (par exemple parking de la voiture) et à rentrer la position actuelle en Waypoint. En activant la fonction « Goto » du GPS, vous aurez le relèvement et la distance de ce point de référence...il ne vous restera plus qu'à reporter votre position en utilisant règle Cras ou tout autre système de rapporteur d'angle pour le relèvement, et règle ou ficelle graduée pour la distance

## 8 Divers

### 8.1 Balisage

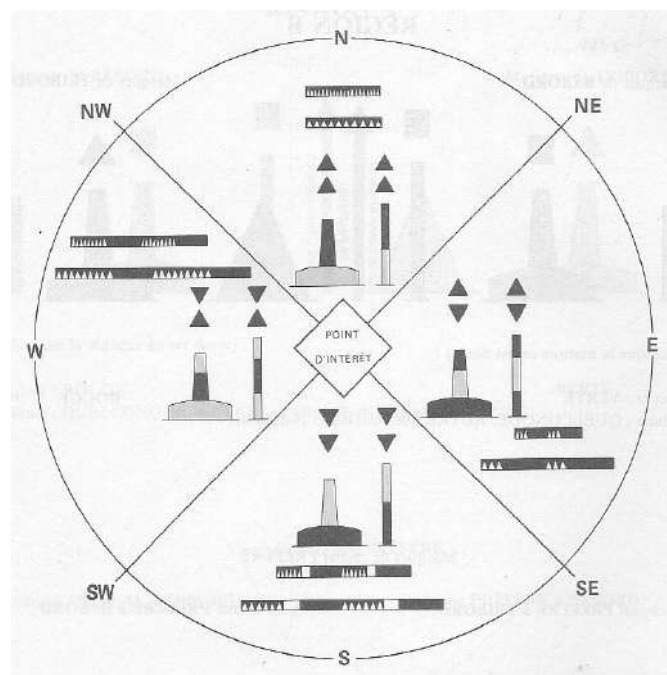
Les kayakistes n'ont aucun besoin de suivre les chenaux, du fait du faible tirant d'eau de leur embarcation, il est cependant utile de connaître le balisage utilisé par de plus gros navires : on pourra tout d'abord s'en servir pour déterminer sa position (ce qui est d'autant plus facile que le nom de chaque tourelle, balise, phare... est peint dessus), on pourra ensuite s'en servir afin d'éviter de rester trop longtemps dans des parages trop fréquentés.

Les dangers peuvent être signalés de 2 façons principales : avec des marques cardinales ou latérales.



Les marques latérales délimitent les limites d'un chenal, au-delà desquelles existent des dangers. Pour rester dans le chenal, on laissera les marques bâbord à bâbord (à gauche) et les marques tribord... à tribord (à droite), lorsque l'on rentre vers un port ou qu'on remonte une rivière. Attention de ne pas confondre « laisser à » avec « passer à »... c'est exactement le contraire, et beaucoup confondent. En allant vers le port, on doit donc voir les marques rouges à bâbord, et les vertes à tribord. En sortant du port, il faudra bien sur inverser ça et voir les marques vertes à bâbord, et les rouges à tribord.

Une petite remarque concernant les voyageurs outre-atlantique : ce balisage est celui de la région « AISM A », c'est à dire Europe, Afrique, Asie (sauf Japon) et Océanie. Les Amériques, le Japon, et les Antilles font partie de la région « AISM B », où les couleurs vertes et rouges sont inversées (les marques cylindriques restent cependant à bâbord et les coniques à tribord)



Les marques cardinales sont placées autour d'un danger : on peut placer une cardinale Nord au Nord du danger, une Ouest à l'Ouest du danger, etc...

Il conviendra donc de passer au Nord d'une cardinale nord, à l'Ouest d'une cardinale Ouest, etc...

Ces marques sont jaunes et noires, il est facile de les reconnaître : le signal, un bicone permet de les différencier :

Les 2 pointes vers le haut, et c'est une cardinale Nord (les pointes montrent le haut, et sur une carte marine, le Nord est en haut)

De même, les 2 pointes vers le bas indiquent une cardinale Sud.



Si les 2 cônes sont opposés par la pointe, on peut dessiner un W, incliné à 90° (W, comme West, il s'agira donc d'une cardinale Ouest)



Opposés par la base, ce sera une cardinale Est (avec un peu d'imagination, on peut dessiner un E).

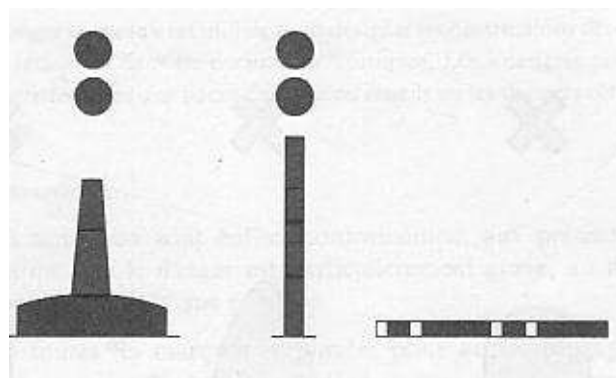
On peut aussi facilement distinguer ces marques par leur couleur : alternance de jaune et de noir, le noir étant dans la direction indiquée par les pointes des cônes (en haut pour la Nord, au centre pour l'Ouest, en bas pour la sud et aux extrémités pour l'Est).

Attention cependant de ne pas confondre noir et manque de peinture, à marée basse!

Un petit moyen mnémotechnique pour se rappeler du rythme de leurs feux :

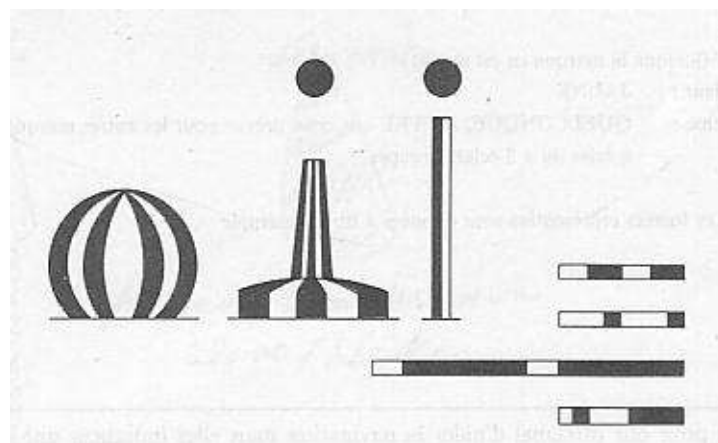
Les balises Est, Sud, Ouest et Nord ont respectivement comme rythme :

3 scintillements, 6 scintillement + 1 éclat long, 9 scintillements et scintillements continu (se souvenir de la série 3, 6+1, 9, continu).



Marques de danger isolé, et rythme de leur feu (si existant)

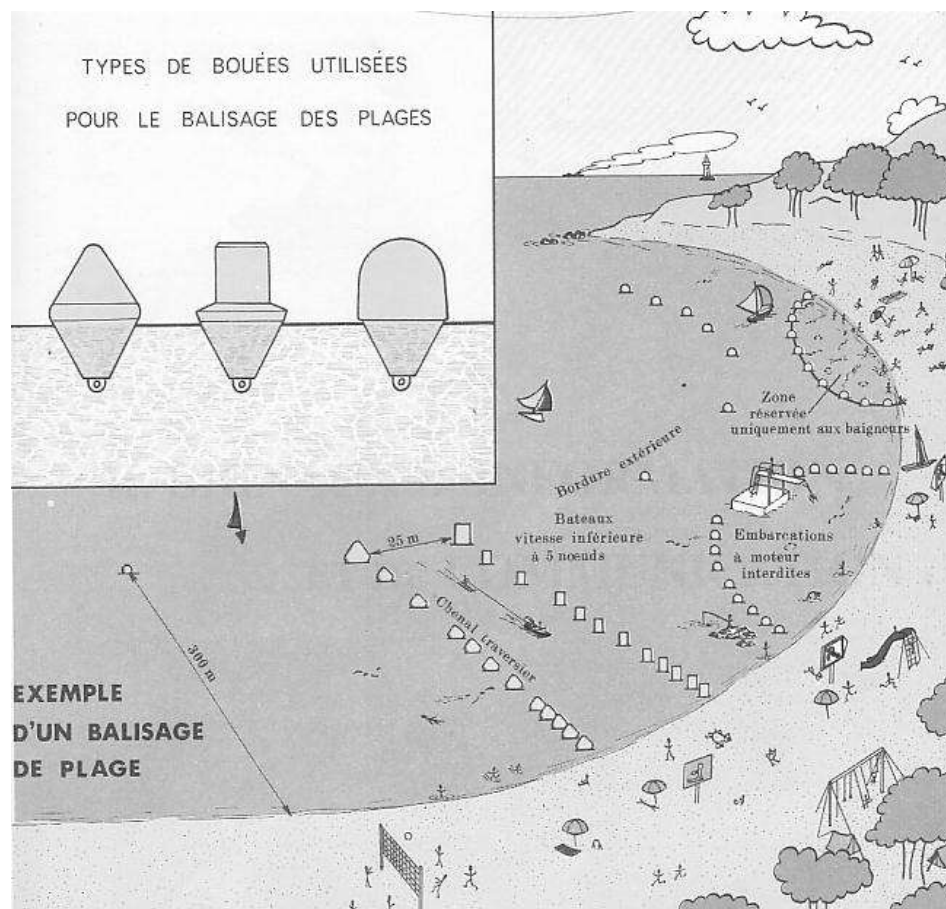
Les marques de danger isolé sont à bandes horizontales rouges et noires, elles balisent un danger isolé et de faible étendue, on peut passer n'importe où autour, à condition de laisser une bonne marge. Le feu est de couleur rouge.



Marques d'eau saines



Les marques d'eaux saines (blanches et rouges) délimitent la zone où il existent des dangers, elles ne sont pas souvent utilisées.



Se méfier du balisage des plages : beaucoup (surveillants de plage y-compris) ont tendance à confondre zone limitée à 5 nœuds (moins de 300mètres des côtes) et zone interdite à toutes embarcations (saisine reliant les bouées entre elles, ou au moins panneaux explicatifs sur la côte) : pour la plupart des plages, le balisage ou la signalisation à terre est incorrect ou mal interprété. Dans le doute, éviter de traîner trop longtemps dans les zones encerclées de bouées hémisphériques jaunes.

## 8.2 Navigation de nuit

Interdite en France pour les kayaks (Article 224-4.01 de l'arrêté du 23 Novembre 1987, alinéa 1), mais pas dans la majorité des autres pays.

La navigation de nuit en elle-même ne pose pas de problèmes si les marques lumineuses sont suffisamment nombreuses...à condition d'être rigoureux : chaque phare a un rythme propre, il faut se garder d'interpréter ce que l'on voit et être systématique, faire le point par relèvement au compas des phares reconnus. Les problèmes commencent en bord de côte, surtout lorsque les côtes ne sont pas franches, et par nuit noire (sans lune ou couverte).

Avant que la nuit ne soit complètement tombée, étudier consciencieusement sa carte pour repérer les différents feux que l'on rencontrera, essayer de les localiser à terre

(pendant un certain temps, on arrivera à lire sa carte et à distinguer les éclats des feux).

### 8.3 Phares et feux

Un feu peut être fixe, à occultations (période allumée supérieure à période éteinte), à éclat (c'est l'inverse), isophase (période allumée = période éteinte), scintillant (=flash), directionnel (n'éclairant que dans une direction), à secteurs (secteurs de couleurs différentes, en général, il faut rester dans le secteur blanc), superposé, ou avec feu additionnel.

Voici les différentes abréviations utilisées sur les cartes marines.

| Caractères des feux                                                          |                                                                                                                                                         |                        |                                                                                 | Light Characters             |                               |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Caractères des feux des bouées lumineuses<br>Light Characters on Light Buoys |                                                                                                                                                         |                        |                                                                                 | 471.2<br>K21 30a             |                               |
|                                                                              | Abréviation/Abbreviation                                                                                                                                |                        | Description du feu<br>Class of light                                            | Illustration<br>Illustration | Période :  <br>Period shown : |
|                                                                              | Internationale                                                                                                                                          | † Ancienne             |                                                                                 |                              |                               |
| 10.1                                                                         | F                                                                                                                                                       | Ff.                    | Fixe<br>Fixed                                                                   |                              |                               |
| 10.2                                                                         | A occultations (le temps de lumière est supérieur à celui de l'obscurité)<br>Occulting (total duration of light longer than total duration of darkness) |                        |                                                                                 |                              |                               |
|                                                                              | Oc                                                                                                                                                      | F.o.                   | A occultations régulières<br>Single-occulting                                   |                              |                               |
|                                                                              | Oc (2)<br>Exemple                                                                                                                                       | F.2o.<br>Exemple       | A occultations groupées<br>Group-occulting                                      |                              |                               |
|                                                                              | Oc (2 + 3)<br>Exemple                                                                                                                                   | F.2o3o.<br>Exemple     | A occultations diversement groupées<br>Composite group-occulting                |                              |                               |
| 10.3                                                                         | Isophase (le temps de lumière est égal à celui de l'obscurité)<br>Isophase (duration of light and darkness equal)                                       |                        |                                                                                 |                              |                               |
|                                                                              | Iso                                                                                                                                                     | F.i.                   | Isophase<br>Isophase                                                            |                              |                               |
| 10.4                                                                         | A éclats (le temps de lumière est inférieur à celui de l'obscurité)<br>Flashing (total duration of light shorter than total duration of darkness)       |                        |                                                                                 |                              |                               |
|                                                                              | Fl                                                                                                                                                      | F.é.                   | A éclats réguliers<br>Single-flashing                                           |                              |                               |
|                                                                              | Fl (3)<br>Exemple                                                                                                                                       | F.3é.<br>Exemple       | A éclats groupés<br>Group-flashing                                              |                              |                               |
|                                                                              | Fl (2 + 1)<br>Exemple                                                                                                                                   | F.2é1é.<br>Exemple     | A éclats diversement groupés<br>Composite group-flashing                        |                              |                               |
| 10.5                                                                         | LFl                                                                                                                                                     | F.él.                  | A éclats longs (éclats supérieurs à 2 s)<br>Long-flashing (flash 2 s or longer) |                              |                               |
| 10.6                                                                         | Scintillant (50 à 79 - habituellement 50 ou 60 éclats par minute)<br>Quick (repetition rate of 50 to 79 - usually either 50 or 60 flashes per minute)   |                        |                                                                                 |                              |                               |
|                                                                              | Q                                                                                                                                                       | F.sc.                  | Scintillant continu<br>Continuous quick                                         |                              |                               |
|                                                                              | Q (3)<br>Exemple                                                                                                                                        | F.3sc.<br>Exemple      | A scintillements groupés<br>Group quick                                         |                              |                               |
|                                                                              | IQ                                                                                                                                                      | ou F.sd.<br>F.sc.disc. | Scintillant interrompu<br>Interrupted quick                                     |                              |                               |



|                   | Abréviation/Abbreviation                                                                                                                                                        |                     | Description du feu<br>Class of light                                                                                         | Illustration<br>Illustration | Période :<br>Period shown : |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                   | Internationale                                                                                                                                                                  | † Ancienne          |                                                                                                                              |                              |                             |
| 10.7              | Scintillant rapide (de 80 à 159 - habituellement 100 ou 120 - éclats par minute)<br>Very quick (repetition rate of 80 to 159 - usually either 100 or 120 - flashes per minute)  |                     |                                                                                                                              |                              |                             |
|                   | VQ                                                                                                                                                                              | F. sr.              | Scintillant rapide continu<br>Continuous very quick                                                                          |                              |                             |
|                   | VQ (3)<br>Exemple                                                                                                                                                               | F.3sr.<br>Exemple   | A scintillements rapides groupés<br>Group very quick                                                                         |                              |                             |
|                   | IVQ                                                                                                                                                                             | F. srd.             | Scintillant rapide interrompu<br>Interrupted very quick                                                                      |                              |                             |
| 10.8              | Scintillant ultra-rapide (160 ou plus - habituellement 240 à 300 - éclats par minute)<br>Ultra quick (repetition rate of 160 or more - usually 240 to 300 - flashes per minute) |                     |                                                                                                                              |                              |                             |
|                   | UQ                                                                                                                                                                              | F.su.               | Scintillant ultra-rapide continu<br>Continuous ultra quick                                                                   |                              |                             |
|                   | IUQ                                                                                                                                                                             | F.sud.              | Scintillant ultra-rapide interrompu<br>Interrupted ultra quick                                                               |                              |                             |
| 10.9              | Mo(K)<br>Exemple                                                                                                                                                                | F. Mo(K)<br>Exemple | Signe morse<br>Morse Code                                                                                                    |                              |                             |
| 10.10             | FFI                                                                                                                                                                             | F.f.é.              | Fixe et à éclats<br>Fixed and flashing                                                                                       |                              |                             |
| 10.11             | ALWR<br>Exemple                                                                                                                                                                 | F.altr.<br>Exemple  | Alternatif (blanc et rouge)<br>Alternating                                                                                   |                              |                             |
| Couleurs des feux |                                                                                                                                                                                 |                     |                                                                                                                              | Colours of Lights            |                             |
| 11.1              | W                                                                                                                                                                               | b.                  | Blanc (utilisé seulement pour les feux à secteurs et les feux alternatifs)<br>White (only on sector- and alternating lights) |                              | 450.2                       |
| 11.2              | R                                                                                                                                                                               | r.                  | Rouge<br>Red                                                                                                                 |                              | 450.3                       |
| 11.3              | G                                                                                                                                                                               | v.                  | Vert<br>Green                                                                                                                |                              | 470.4                       |
| 11.4              | Bu                                                                                                                                                                              | bl.                 | Bleu<br>Blue                                                                                                                 |                              | 470.6                       |
| 11.5              | Vi                                                                                                                                                                              | vio.                | Violet<br>Violet                                                                                                             |                              | 475.1                       |
| 11.6              | Y                                                                                                                                                                               | j.                  | Jaune<br>Yellow                                                                                                              |                              | K51-                        |
| 11.7              | Y                                                                                                                                                                               | Or                  | Orangé<br>Orange                                                                                                             |                              | (Km)                        |
| 11.8              | Y                                                                                                                                                                               | Am                  | Ambre<br>Amber                                                                                                               |                              |                             |

| Période                                                                                                                                       |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | Period                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 12                                                                                                                                            | 90s 2,5s                                                              | Période en secondes et dixièmes de seconde<br>Period in seconds and tenths of a second                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | † 180s (2,5s)                                                                                                                        | 471,5<br>K41                        |
| Élévation                                                                                                                                     |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | Elevation                           |
| Niveau de référence des altitudes → IH Niveaux de marée → IH<br>Plane of Reference for Heights Tidal Levels                                   |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      |                                     |
| 13                                                                                                                                            | 12m                                                                   | Élévation du feu donnée en mètres<br>Elevation of light given in metres                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 12m                                                                                                                                  | 471,5<br>(K4)                       |
| Portée                                                                                                                                        |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | Range                               |
| Nota : La portée indiquée sur les cartes est la portée nominale en milles marins<br>Note Charted ranges are nominal ranges given in sea miles |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      |                                     |
| 14                                                                                                                                            | 15 M                                                                  | Feu avec une seule portée<br>Light with single range                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | † vis.15M                                                                                                                            | 471,7<br>471,9<br>475,5<br>K44      |
|                                                                                                                                               | 15/10 M                                                               | Feu avec deux portées différentes<br>Light with two different ranges                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | † vis.15M.Sbrv.                                                                                                                      |                                     |
|                                                                                                                                               | 15-7 M                                                                | Feu avec trois portées ou plus<br>Light with three or more ranges                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | † vis.15M.Sbrv.                                                                                                                      |                                     |
| Disposition                                                                                                                                   |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | Disposition                         |
| 15                                                                                                                                            | (hor)                                                                 | disposés horizontalement<br>horizontally disposed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | † FH. hor.                                                                                                                           | 471,8<br>K81                        |
|                                                                                                                                               | (vert)                                                                | disposés verticalement<br>vertically disposed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | † FV.                                                                                                                                | 471,8<br>K89                        |
| Exemple de représentation complète des caractères d'un feu                                                                                    |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | Example of a full Light Description |
|                                                                                                                                               |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | 471,9                               |
| 16                                                                                                                                            | Norme internationale                                                  | Description du feu : trois éclats groupés<br>Class of light : group flashing repeating a group of three flashes<br>Couleurs : blanc, rouge, vert, dans des secteurs définis<br>Colours : white, red, green, exhibiting the different colours in defined sectors<br>Période : durée totale d'une séquence de trois éclats et d'une période d'obscurité : 15 secondes<br>Period : the time taken to exhibit one full sequence of 3 flashes and eclipses : 15 seconds<br>Élévation du feu au dessus du niveau de la mer : 21 mètres<br>Elevation of focal plane above datum : 21 metres<br>Portée nominale : blanc 15 M, vert 11 M, rouge compris entre 15 et 11 M<br>Nominal range : white 15 M, green 11 M, red between 15 and 11 M | Norme ancienne                                                                                                                       |                                     |
|                                                                                                                                               | Nom<br>Fl(3)WRG 15s21m15-11M<br>Fl(3)<br>WRG<br>15s<br>21m<br>15-11 M |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nom<br>F.36(15s) 15M21 m. Sbrv.<br>F.36(15s) 21m. vis. 15M. Sect.b.r.v.<br>F.36<br>Sbrv. Sect.b.r.v.<br>(15s)<br>21m<br>15M vis. 15M |                                     |

Noter que les secteurs des feux directionnels, obscurcis, ou à secteurs sont tracés sur les cartes.