

II. LE BALISAGE MARITIME

Il s'agit de l'ensemble des moyens mis en œuvre pour signaler les côtes, les passes navigables et les dangers afin d'éviter aux navigateurs de s'échouer en leur indiquant les eaux saines. Il est donc impératif de toujours le respecter même si aucun danger n'apparaît à la surface de l'eau.

Ces dispositifs visuels, lumineux, sonores ou radioélectriques sont constitués par les **phares** et les **balises** (**tourelles** ou **bouées** équipées ou non d'un **feux**), et les **amers***

- **Amer** : édifice (clocher, château d'eau, rocher blanchi, construction isolée...) fixe et visible situé sur la côte. Les amers servent de points de repère aux navigateurs pour tracer leur route.

II.1 Un peu d'histoire

Le mot « **phare** » vient du grec : **PHAROS**, nom de l'île où a été bâtie, devant Alexandrie, au III^{ème} siècle avant J.C., une tour de 135 mètres au sommet de laquelle brûlait un feu de bois la nuit pour guider les navires.

Ce **phare d'Alexandrie**, au pays des pharaons, fut une des sept merveilles du monde.



Les Romains, après les Phéniciens et les Grecs («le Colosse de Rhodes») émaillaient les côtes de leur Méditerranée de quelques «tours de feu» : Ostie, Messine (les laves du Stromboli ou autre volcan comme le Yanar, bien connu des anciens turcs, ne suffirent plus à les guider), puis celles qui jalonnent leur pénétration atlantique : « tour d'Hercule » à la Corogne, « tour d'Ordre », bâtie en 40 à Boulogne.

L'empire romain disparaît, les «Barbares » éteignent alors les feux.

Le jour, ces tours redeviennent les points remarquables, des amers. Tout ce qui s'apparente à une verticale fixe pour le marin devient pour lui un repère possible. On a même tenté les phares diurnes à fumée, le feu étant alimenté de paille et de bois humides.

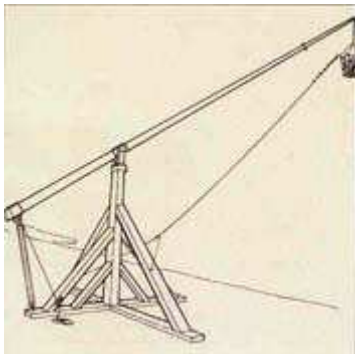
A partir du Vème siècle, la navigation maritime n'est plus qu'un "périple local". Il faudra attendre presque la fin du Moyen Age pour que des moines reprennent le « flambeau » (Pointe St Mathieu en 1252). Qu'ils soient militaires et/ou religieux, des édifices servent occasionnellement de porte-feux :

Pour l'Atlantique et la Manche : Calais 1290, Dunkerque 1365, Tour du Garrot - « La Lanterne » - à La Rochelle 1468, la Collégiale de Guérande.

Pour la Méditerranée : Tour Constance à Aigues Mortes (croisade oblige) 1246 - le Planier près de Marseille 1319 - La Ciotat 1564, Port Vendres ...

Ces feux attestent l'essor des flottes de commerce, notamment en Méditerranée où de nouvelles techniques de constructions navales se font jour.

D'autres dispositifs sont mis en place aux 16ème et 17ème siècles. Certains sont sommaires : « feux à balancier », feux dans un panier métallique qui brûlent trop souvent leur support.



D'autres plus élaborés dont le phare de **Cordouan** est le plus prestigieux. Celui-ci est comme les autres, un phare isolé sur un îlot au large de l'estuaire de la Gironde (9 km) - des moines installés au 11ème siècle ont dû y allumer des feux à l'intention des navires alors soumis « à la grâce de Dieu » - où les naufrages sont si fréquents que le roi Henri III décide en 1584 d'y faire reconstruire un phare pour remplacer la première tour (15,55 m) délabrée qu'avait fait édifier le prince de Galles dit «Prince Noir» en 1355. Henri IV veillera à son achèvement.

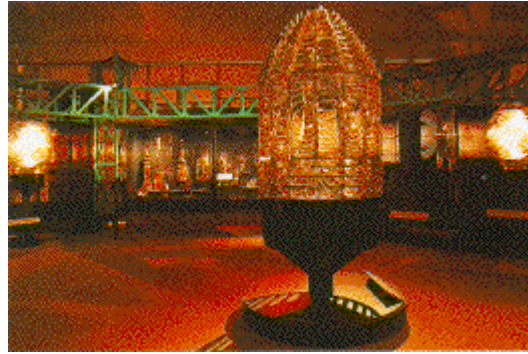
Jusqu'à la fin du 18ème siècle, « les feux de mer » restent à ciel ouvert ou mal abrités de la pluie, du vent ; on les alimente au bois, au charbon. Ils sont si gourmands de combustible qu'on ne peut les tenir en permanence et aucun dispositif ne permet d'amplifier l'intensité du feu, de maintenir la constance de son état. Leur fonctionnement ne dépend que d'initiatives privées.

Ce n'est qu'au 18ème siècle qu'on comprend vraiment qu'un phare doit être conçu comme un tout: tour et lanterne doivent être interdépendants. Mais c'est seulement **avec la révolution industrielle** que naîtront les phares que nous connaissons.

Ils bénéficient des progrès du génie civil pour la construction : les ingénieurs des Ponts et Chaussées sont là ! Le premier phare construit en mer (non sur un îlot) s'érige au large du Croisic en 1822 (Phare du Four). Ils bénéficient des progrès de la physique pour les optiques : feux à réverbères puis lentilles de Fresnel.

Pour le service « Phares et Balises », le mot « phare » désigne tout établissement de signalisation maritime équipé de l'ensemble ou d'une partie du matériel suivant : **un feu** qui rayonne des ondes lumineuses ; **un avertisseur sonore** qui rayonne des ondes sonores, **un radio-phare** qui rayonne des ondes électromagnétiques.

Installé dans l'enceinte du phare du CREAC'H, l'un des plus puissants au monde, le centre est consacré à l'histoire de l'éclairage et du balisages des côtes françaises.



Ouessant était toute désignée pour accueillir un tel établissement: c'est ici, en effet, que fut installée en 1889 la première optique pour feu électrique. Ici aussi que le premier phare automatique entra en service et que bon nombre d'optiques et de signaux sonores furent testés et perfectionnés.

L'île, sur laquelle est érigé le phare du STIFF, l'un des plus anciens phares français en service, a toujours constitué un laboratoire grandeur nature de signalisation maritime.

En rassemblant une impressionnante collection d'instruments, de maquettes et de films, le centre d'interprétation, véritable Musée des phares, témoigne d'une prodigieuse épopée qui débuta, trois siècles avant notre ère, sur l'île de PHAROS, en face d'Alexandrie.

Le saviez vous ? Le phare de la Teignouse pionnier du mercure !!!



Flanqué d'un petit bâtiment de service, le phare de la TEIGNOUSE se dresse au-dessus d'une robuste construction circulaire destinée au logement des gardiens. Allumé en janvier 1845, le phare montre des signes de faiblesse, la machinerie ayant du mal à supporter l'accélération des optiques. Suites aux tempêtes, le phare bouge l'horizontalité du faisceau lumineux n'est plus respectée.

Très vite, l'idée de doter l'appareil rotatif de roulements à galets coniques, pour limiter les frottements, est abandonnée au profit de l'idée suggérée en 1825 par le génial Fresnel :

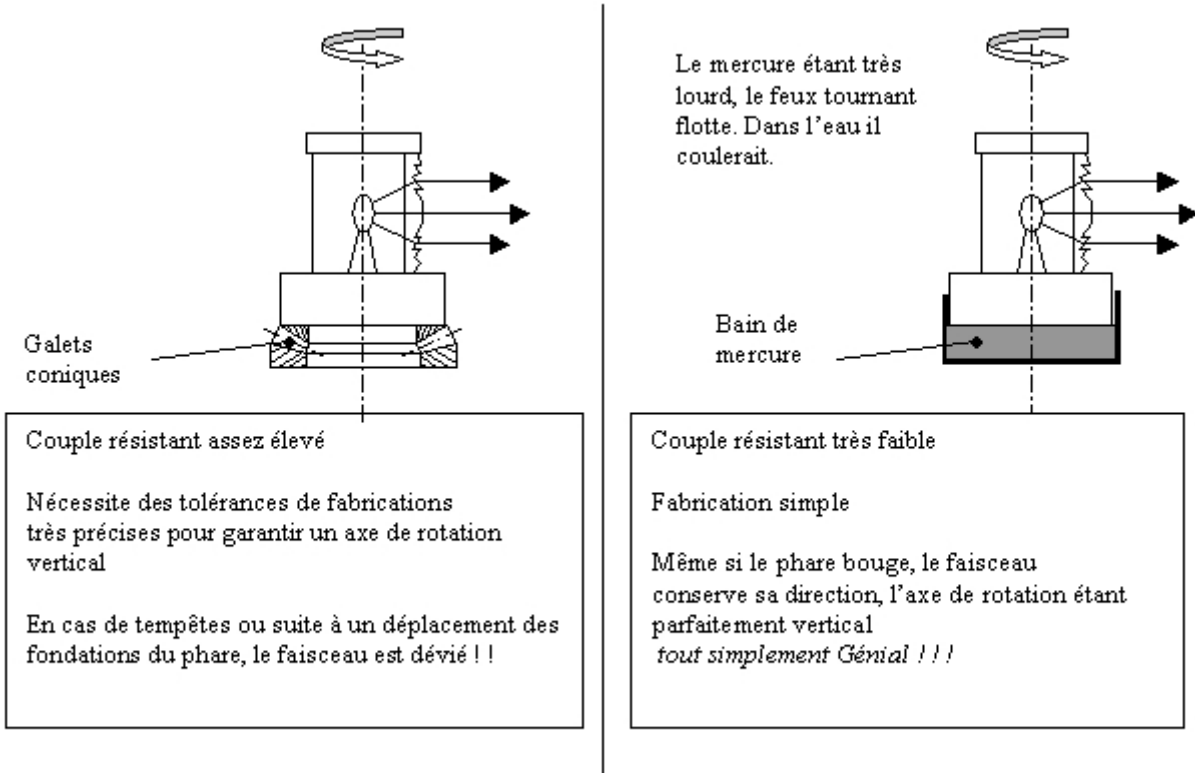
" Faire flotter les appareils à feu tournant dans un bain de mercure, au lieu de les faire rouler sur des galets" .

Ce principe est utilisé lors de la construction de l'Observatoire astronomique de Nice, en 1884, où la coupole hémisphérique de 95 tonnes flotte sur un coussin d'eau mélangé à du chlorure de magnésium, afin d'éviter le gel.

Arthur Meurs, conducteur au Service des Phares, découvre ce procédé inédit à l'Exposition Universelle de 1889. Encouragé par sa hiérarchie à poursuivre cette piste novatrice, il reprend finalement l'idée de Fresnel et propose de faire évoluer l'optique sur du mercure, le plus dense des liquides.

La Teignouse servira de phare pilote.

Première mondiale, son nouveau feu à deux lentilles reposant sur une cuve de mercure est allumé le 1er mai 1892.



II.2 Le principe des lentilles de fresnel

La lentille de Fresnel est un type de lentille inventé par Augustin Fresnel pour équiper le système optique des phares de signalisation marine. Sa conception lui permet d'obtenir une courte distance focale pour un large diamètre, sans le poids et le volume nécessaire à une lentille standard.

Par rapport à une lentille simple, la lentille de Fresnel réduit la quantité de verre à utiliser en la découpant en un ensemble de sections annulaires concentriques connues sous le nom de *zones de Fresnel*. Pour chacune de ces zones, l'épaisseur est réduite, ce qui fait que la surface globale de la lentille n'est plus lisse mais se compose de plusieurs surfaces de même courbure, séparées par des discontinuités.

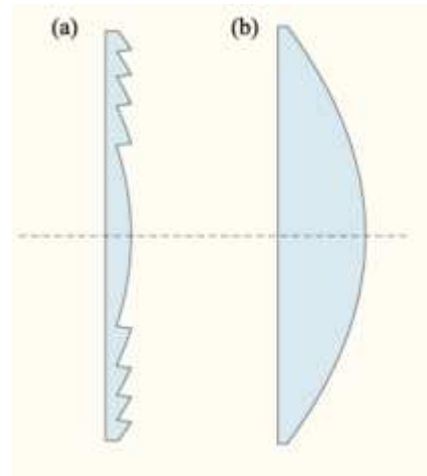
C'est en fait comme si l'on avait des anneaux découpés dans des lentilles différentes. Bien entendu, cette diminution de l'épaisseur et donc du poids a un prix : celui de la qualité optique.

Pour cette raison, les lentilles de Fresnel trouvent leurs applications là où la qualité de l'image est secondaire. Celles de haut de gamme sont utilisées dans les phares, parfois secondées par un système de prisme (optique) annulaire pour augmenter l'intensité du rayon lumineux. Dans un registre moins coûteux, on utilise le même principe optique (avec des zones annulaires très fines) pour certaines loupes et on en trouve également dans les rétroprojecteurs.

Ce système est aussi utilisé pour réduire l'angle mort vers le bas, par exemple pour des autobus.



Lentille de fresnel



(a) coupe d'une lentille de fresnel.
(b) coupe d'une lentille plan-convexe
de distance focale équivalente.

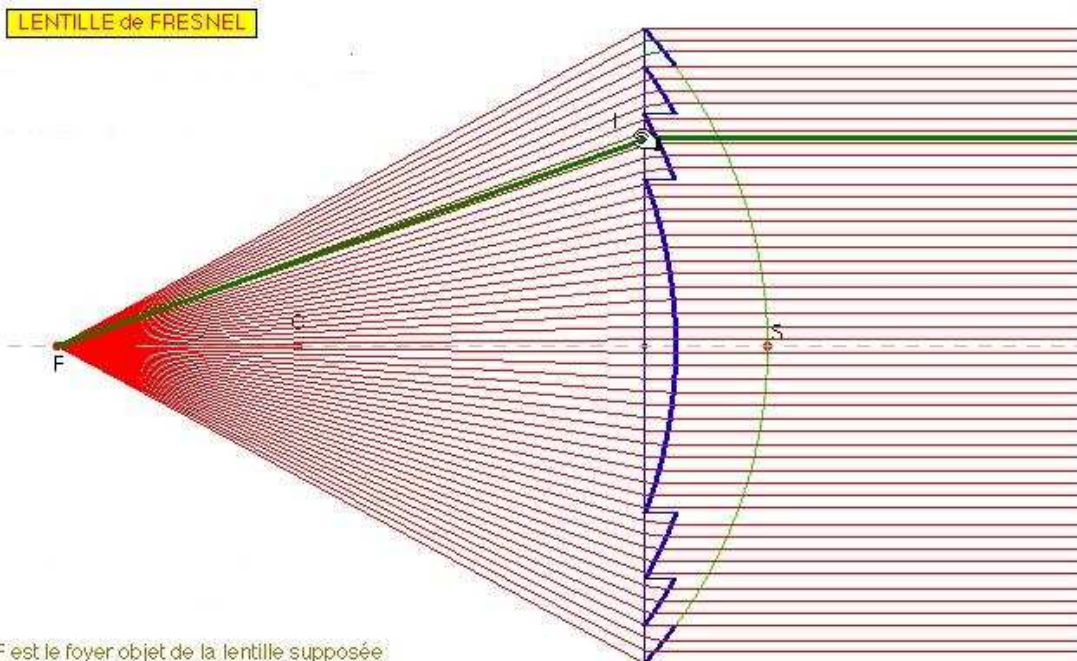
Le fanal GRL155 utilise une lentille de fresnel comme le montre l'image ci dessous :



Principe de fonctionnement :

Chaque rayon du foyer de la source lumineuse en contact avec la paroi interne de la lentille est renvoyé horizontalement sur l'ensemble de la surface de la lentille. A partir d'un point lumineux F quelconque, on augmente ainsi la surface lumineuse comme le montre le schéma ci dessous.





La distance focale est la distance qui sépare une lentille du foyer auquel aboutissent tous les points d'un objet sur lequel la lentille est braquée, et où se forme une image nette.

La distance focale est donc la distance entre le centre optique et le foyer. Cette distance s'exprime en millimètres. C'est un paramètre important qui caractérise l'objectif. La distance focale définit l'angle de champ de l'objectif, elle a aussi une incidence sur le grossissement de l'image et sur les perspectives.

Quand la distance focale augmente, l'angle de champ diminue, l'image semble rapprochée car elle est grossie, les perspectives sont écrasées.

Quand la distance focale diminue, l'angle de champ augmente, l'image semble éloignée car elle est réduite, les perspectives sont fuyantes.

II.3 Les différents repères visuels en mer

Sur la côte et également sur des rochers au milieu de l'eau se trouvent les **phares**. Ceux-ci sont identifiés de jour par leur forme et leur couleur comme d'autres **amers** * tels que les châteaux d'eau : ils permettent de se repérer sur l'eau. De nuit, c'est par la période, la couleur ainsi que la durée des éclairs lumineux que l'on peut les identifier.

D'après le Bureau des Phares et Balises de France, un **phare** est un établissement de signalisation maritime qui respecte au moins deux critères parmi les quatre ci-dessous :

- Pour la **fonction** : établissement de grand atterrissage ou de jalonnement.
- Pour la **hauteur** : établissement d'une hauteur totale au-dessus du sol de plus de 20 mètres.
- Pour l'**intensité** : établissement dont le feu est d'une intensité suffisamment importante (supérieure à 100000 candélas).
- Pour l'**infrastructure** : établissement abritant dans son enceinte un ou plusieurs bâtiments du bureau des phares et balises.

Sur l'eau, ce sont des bouées (flottantes) ou tourelles (fixes) que l'on trouve:

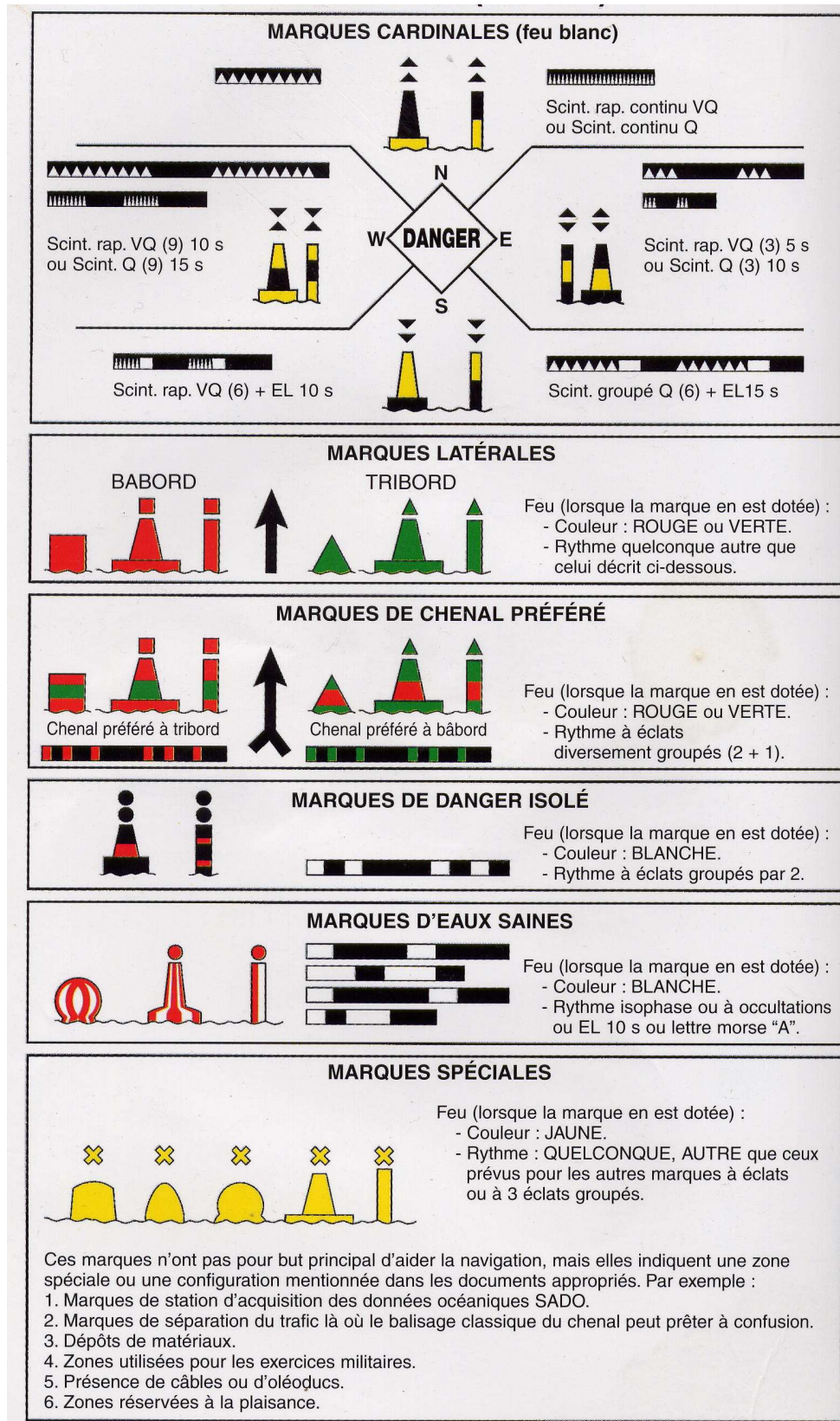


Balise flottante (bouée)



Balise fixe (tourelle)

Le balisage comporte **5 types de marques** (marques cardinales, latérales, de chenal préféré, de danger isolé, d'eaux saines plus les marques spéciales) comme l'indique le tableau de synthèse ci-dessous :



Ces bouées ou balises peuvent émettre des signaux lumineux de plusieurs types: la couleur, la période du balayage ainsi que la "forme d'onde" ou "cycle lumineux" ou "rythme".

En résumé, les balises servent à signaler les dangers et à montrer les passages pour les bateaux.

Les marques cardinales

Les marques cardinales indiquent un danger au large des côtes. Pour se repérer, et donc pour savoir où sont les eaux saines, il faut utiliser le compas.

Les balises cardinales portent le nom du secteur dans lequel il convient de passer.

Balise cardinale Nord : 2 cônes vers le haut indiquant le Nord



On passe au Nord du danger (et de la balise)

La nuit : les balises cardinales Nord sont surmontées d'un feu à scintillements blancs continus

Balise cardinale Ouest : 2 cônes opposés par la pointe

On peut y faire un W (West) :



On passe à l'Ouest du danger (et de la balise)

La nuit : Les balises cardinales Ouest sont surmontées d'un feu avec 9 scintillements blancs toutes les 10 à 15 secondes

Balise cardinale Est : 2 cônes opposés par la base

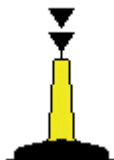
On peut y faire un E (Est) :



On passe à l'Est du danger (et de la balise)

La nuit : Les balises cardinales Est sont surmontées d'un feu avec 3 scintillements blancs toutes les 5 à 10 secondes

Balise cardinale Sud : 2 cônes vers le bas indiquant le Sud

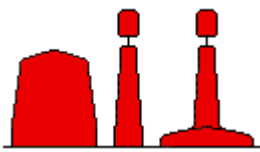





On passe au Sud du danger (et de la balise)

La nuit : les balises cardinales Sud sont surmontées d'un feu avec 6 scintillements blancs suivis d'un éclat blanc toutes les 10 à 15 secondes

Les marques latérales

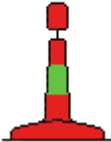





Les marques latérales indiquent le côté tribord ou bâbord de la route à suivre, ou la limite d'un chenal d'entrée de port.

BÂBORD	TRIBORD
	
<p>Les bouées bâbord ont toujours la forme d'un cylindre, et sont de couleur rouge. En venant du large, il faut les laisser sur bâbord, c'est-à-dire qu'il faut passer à tribord</p>	<p>Les bouées tribord ont toujours la forme d'un cône, et sont de couleur verte. En venant du large, il faut les laisser sur tribord, c'est-à-dire qu'il faut passer à bâbord</p>
<p>La nuit : les marques latérales bâbord sont surmontées d'un feu rouge clignotant</p> 	<p>La nuit : les marques latérales tribord sont surmontées d'un feu vert clignotant</p> 

NB : Les couleurs sont inversées dans les eaux du continent américain (et donc à la Guadeloupe, la Martinique, la Guyane, et à St Pierre et Miquelon), ainsi qu'au Japon, en Corée, et aux Philippines. Dans ces régions, les balises bâbord sont bien cylindriques, mais elles sont vertes. Inversement, les balises tribord sont coniques et rouges.

Les marques de chenal préféré

Lorsque plusieurs chenaux permettent d'aller au même endroit, les balises indiquent un chenal principal et un chenal secondaire. Le chenal secondaire n'étant pas toujours utilisable à marée basse, il est recommandé de prendre le chenal principal.

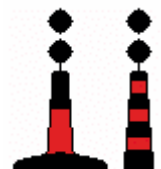
CHENAL PRÉFÉRÉ A TRIBORD	CHENAL PRÉFÉRÉ A BÂBORD
	
<p>Bouée à dominante rouge avec une bande verte</p> <p>En présence d'une telle marque latérale, il faut réagir comme face à une bouée bâbord : en venant du large, on laisse la bouée sur bâbord</p>	<p>Bouée à dominante verte avec une bande rouge</p> <p>En présence d'une telle marque latérale, il faut réagir comme face à une bouée tribord : en venant du large, on laisse la bouée sur tribord</p>
<p>La nuit : les bouées de chenal préféré à tribord sont surmontées d'un feu rouge à 2 éclats + 1</p> 	<p>La nuit : les bouées de chenal préféré à bâbord sont surmontées d'un feu vert à 2 éclats + 1</p> 
	

Les marques de danger isolé

Les marques de danger isolé sont noires avec une ou plusieurs bandes rouges, et sont surmontées de deux boules noires. Elles sont utilisées au large pour signaler un danger non visible. Par exemple, une épave ou un rocher.

Ces balises se trouvent toujours sur le danger.

Il faut donc s'en écarter largement à gauche ou à droite.



La nuit : les bouées de danger isolé sont indiquées par un feu blanc à 2 éclats groupés.



Les marques d'eaux saines

Les bouées d'eaux saines indiquent les eaux profondes, c'est-à-dire là où il n'y a pas de danger pour la navigation.

Les marques d'eaux saines sont rayées verticalement en rouge et blanc.



Au large : on passe à proximité de la bouée, indifféremment à droite ou à gauche.

Dans un chenal : cette bouée délimite l'axe du chenal. Il faut alors la laisser sur bâbord.

La nuit : les bouées d'eaux saines sont parfois dotées d'un feu blanc, d'un rythme quelconque autre que scintillant ou à deux éclats. Il s'agit le plus souvent d'un feu isophasé, à occultations, ou à un éclat long toutes les 10 secondes.

Feu isophasé



Feu à occultations

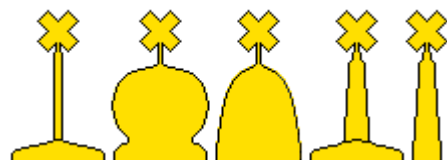


Feu à un éclat long toutes les 10 secondes



Les marques de danger spéciales

Les marques spéciales signalent des zones à éviter (zones d'élevage, zones d'exercices militaires, zones de câbles sous marins, zones de dragage...). Les marques spéciales peuvent avoir toutes sortes de formes. Elles sont reconnaissables à leur couleur jaune et à la croix qui les surplombe. Il convient de s'en écarter largement.



La nuit : la bouée peut être dotée d'un feu jaune d'un rythme quelconque, autre que ceux décrits pour les autres marques (exemple : feux à éclats, feux à 3 éclats groupés)

Différentes photos de phares et balises

<p>Photo: Alain Guyomard</p>			
<p>Feux d'entrée de port</p>	<p>Phare de PORT MANECH</p>	<p>Feux d'entrée de port Le palais_Belle île</p>	<p>Phare du Petit MINOU</p>
<p>Balise</p>	<p>Balise</p>	<p>Balise</p>	<p>Marque</p>

II.4 Les autres repères en mer

Toutes ces aides visuelles sont complétées voire remplacées par d'autres systèmes tels que :

- Des **signaux sonores** (corne de brume, sifflet ou cloche),
- Des **signaux radio** (signaux émis en morse permettant de localiser le phare),
- Des **réflecteurs** passifs de radar qui renvoie au radar embarqué sur le navire un écho important garantissant un repérage,
- Le **RACON**, appareil situé sur un point fixe ou flottant qui interrogé par radar donne sa position par rapport au navire,
- Le système **GPS** (**G**lobal **P**osition **S**ystem) ou le système **GLONASS** (**G**lobal **N**avigation **S**atellit **S**ystem). Ces systèmes assurent la couverture complète des côtes de France.

III. LE BUREAU DES PHARES ET BALISES

Le service des phares et balises a été créé en 1792, il est aujourd'hui rattaché à la direction centrale des affaires maritimes. Il est chargé de la mise en place et de la maintenance de tous les systèmes d'aides à la navigation maritime en métropole et dans les départements d'outre mer, mais aussi des voies de navigation intérieures, lacs et plans d'eau. Les utilisateurs signalent les problèmes qu'ils rencontrent pour naviguer. Ce service dispose de baliseurs, de bateaux qui mouillent et entretiennent les bouées. Leur rôle est de vérifier la position des bouées, leur état, la ligne de mouillage, et de les dépanner.