

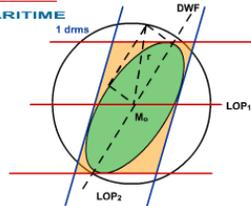
Auteur: Professeur de l'enseignement maritime H.Baudu

[herve.baudu@supmaritime.fr](mailto:herve.baudu@supmaritime.fr)

Version validée département Navigation:

- 1.0 septembre 2015

**ENSM**  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE MARITIME



- Introduction
- Fidélité, justesse
- Erreurs
- Précision du point

## Précision d'un système de radionavigation

L'auteur dégage toute responsabilité consécutive à l'utilisation incorrecte des informations et schémas des cours proposés, et ne saurait être tenu responsable ni d'éventuelles erreurs ou omissions, ni des conséquences liées à la mise en oeuvre des informations et schémas contenus dans ce cours. La diffusion de ce support est soumise à l'autorisation de l'auteur et ne doit, en aucun cas servir à des fins commerciales.

[page d'accueil](#)



[www.traitedemanoeuv्रे.fr](http://www.traitedemanoeuv्रे.fr)

Traité de Manœuvre

Accueil

Ouvrages

App Colregs

Cours

Code Polaire

News

Contact

### COURS DE NAVIGATION

#### Cours de navigation L1, L2 et L3

En version Pdf:

*En cours de rédaction pour les versions .pdf*

1. Cours de Navigation L1:
2. Cours Navigation L2:
3. Cours de Navigation L3:

En version Flash:

Vous pouvez télécharger les fichiers des cours de Navigation en Flash.swf sur votre PC et les lire avec le plugin Flash player ou Internet (uniquement sur PC). Pour cela, décompresser les fichiers ZIP à télécharger ci-dessous. Mettre tous les fichiers L1, L2 et L3 dans un même dossier pour bénéficier des liens à partir de la page « passerelle.swf » (vous pouvez également mettre les fichiers Colregs – voir menu « Cours Colregs »):

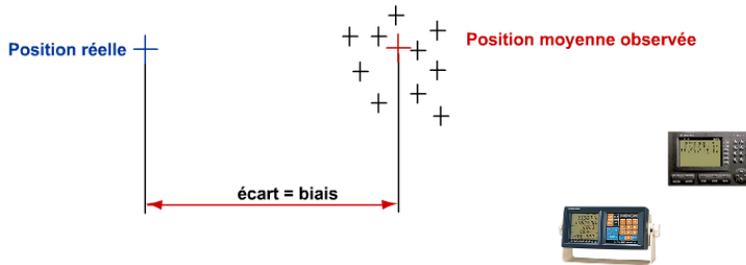
#### Cours sur Youtube: [Cours de navigation Hervé Baudu](#)

## Radionavigation - Introduction



### Généralités

Pour n'importe quel système de radionavigation utilisé, il y aura toujours un écart entre la **position moyenne observée** et la **position réelle** mesurée dans un système géodésique terrestre donné:



On va chercher à déterminer :

- 1- une **position la plus absolue possible** par rapport à un système géodésique indépendant du système de radiocommunication utilisé: **justesse ou prédictabilité**;
- 2- une **position en relatif** aux stations de localisation utilisées: **fidélité ou répétabilité**.



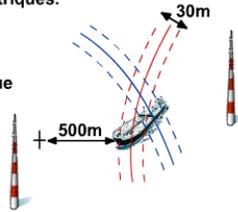
## Radionavigation - Fidélité et justesse



### Fidélité ou répétabilité

La **fidélité** ou **précision relative** exprime dans quelles **limites d'erreur** un système de navigation permet à son utilisateur **de retourner en un point donné** en se fiant aux mesures radioélectriques.

**Exemple:** Il est nécessaire qu'aux mêmes valeurs hyperboles du Loran C corresponde toujours la même position sur le globe, la position géographique exacte étant secondaire. La **constance du biais** est **plus importante que sa valeur intrinsèque**.



Cette notion couramment appelée **précision**, dépend de:

- la **sensibilité des lieux géométriques** du système: un lieu géométrique est sensible si à un déplacement  $dX$  perpendiculaire au lieu, correspond une variation importante  $dM$  de la grandeur mesurée.  
Le coefficient de sensibilité est défini par:  $\delta = \frac{dM}{dX}$
- la **constance de propagation**;
- la **sensibilité du récepteur** (plus petite variation décelable sur la grandeur mesurée);
- la **fidélité du récepteur**: aptitude du récepteur à fournir les mêmes valeurs si on le place plusieurs fois de suite en un même lieu, dans des conditions identiques.



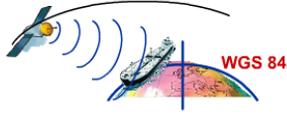
## Radionavigation

### - Erreurs

#### Justesse ou prédictabilité

La valeur du biais caractérise la justesse du système, c'est à dire la **précision par rapport à un système géographique**. Elle dépend de :

- la **fiabilité** du système;
- la **précision** absolue avec laquelle les positions des stations émettrices du système sont connus **dans le système géodésique** utilisé;
- la connaissance précise des phénomènes de **propagation**.



#### Erreurs systématiques

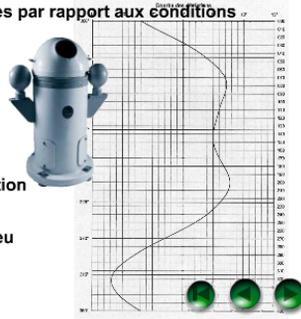
Les erreurs systématiques **se répètent à chaque mesure** en un lieu, une époque, et avec un matériel déterminé.

L'existence de cet écart systématique (biais) peut être dû à :

- un **mauvais réglage** de l'émetteur ou du récepteur;
- une **erreur sur la vitesse de propagation** des ondes électromagnétiques par rapport aux conditions standards;
- l'**imprécision des cartes**.

On va chercher à **réduire ces erreurs** systématiques par :

- des **séries de mesures** en vue d'établir:
  - . des **courbes de régulation** (compas magnétique)
  - . des **tables de corrections** après étalonnage de la chaîne (observation des erreurs constantes sur plusieurs années); Loran C;
- **prédiction mathématique des écarts** de propagation en fonction du lieu (algorithme de calcul des retards ionosphérique dans le GPS).



## Radionavigation

### - Erreurs

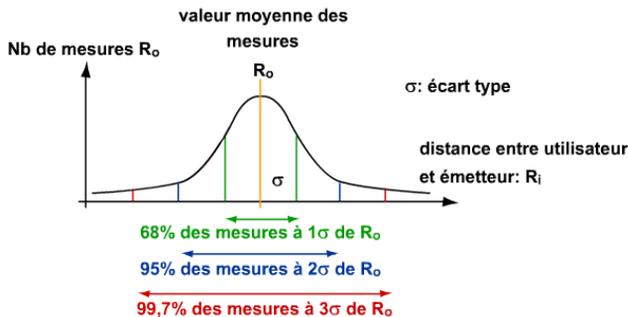
#### Erreurs aléatoires

La **dispersion des mesures** est due à des erreurs aléatoires, **impossible à modéliser**, dont la valeur varie avec le temps. Elles sont **difficiles à corriger** et **influent sur la fidélité**. Ces erreurs peuvent résulter :

- des **modifications soudaines dans la propagation** (orages, interférences);
- des erreurs de lecture...

L'étude de ces erreurs relèvent des calculs statistiques.

La **courbe de distribution des erreurs se rapproche de l'allure d'une courbe de Gauss**.



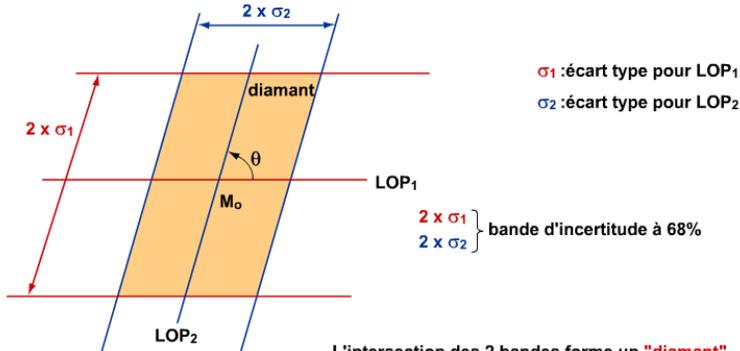
## Radionavigation

### - Précision du point



#### Influence des erreurs sur la précision du point: Point par 2 lignes de position

Admettons qu'un utilisateur détermine sa position, en 2 dimensions, en se plaçant à l'intersection de 2 hyperboles (assimilées à des droites). La position est donnée par l'intersection des 2 lieux LOP<sub>1</sub> et LOP<sub>2</sub> (Ligne Of Position).



## Radionavigation

### - Précision du point

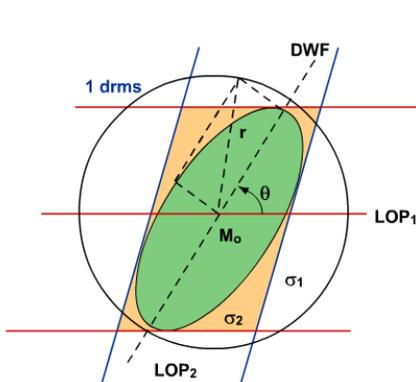


#### Ellipse d'erreur

C'est l'ellipse inscrite dans le diamant. La probabilité d'être dans cette ellipse n'est d'environ que 40%.

Mise en évidence de 2 directions:

- Direction de la plus grande incertitude DWF (Direction of Worst Fix) = grand axe de l'ellipse;
- Direction de la plus petite incertitude.



CEP : Cercle d'erreur Probable ou ECP: Ecart Circulaire Probable

L'ellipse n'est pas facilement maniable, aussi on lui substitue un cercle qui contient un pourcentage de points arbitrairement fixé à 50% (hypothèse réductrice de  $\sigma_1 = \sigma_2$  et  $\theta = 90^\circ$ ) : C'est le CEP

Erreur radiale: drms

- 63% < rayon de 1 drms < 68% des positions possibles;
- 95% < rayon de 2 drms < 98% des positions possibles.

Les notices indiquent par exemple:

Précision à 95% = 40m ou 2 drms = 40m mais il faudrait ajouter: écart maximum de la position réelle = 70m!



## Radionavigation - Précision du point

IALA



Table 2.6 Accuracy of some position-fixing processes and systems.

Process	Typical accuracy (95%probability)	Accuracy at 1 nm (metres)
Magnetic compass bearing on a light or landmark	3° The accuracy may deteriorate in high latitudes	93
Gyro-compass bearing on a light or landmark	1° (below 60° of latitude)	31
Radio direction finder	±3° to ±10°	93 - 310
Radar bearing	±1° to ±2° Assuming a stabilized presentation and a reasonably steady craft.	31-62
Radar distance measurement	1.5 % of the maximum range of the scale in use or 70 metres, whichever is the greater	
LORAN-C / CHAYKA	0.25 nm	
GPS	10 – 30 metres	
DGPS (GNSS) (ITU-R M.823/1 Format).	< 10 metres	
Dead Reckoning (DR)	Approximately 1 nautical mile for each hour of sailing	



## Radionavigation - Précision du point

IALA



Type d'instrument	Précision (probabilité de 95%)	Précision du point à 1 Mille Nautique (mètres)
Relèvement radar (en présentation stabilisée, sur un navire au cap stable)	1° or 2°	31-62
Mesure de distance radar	Plus grande valeur de : 1.5 % de l'échelle utilisée ou 70 mètres	
LORAN-C	100 – 500 mètres	
GPS (sans dégradation SA)	10 – 30 mètres	
DGPS	< 10 mètres	
Sylédis	< 10 mètres	
Estime	Environ 1 mille par heure de navigation 3% de la distance parcourue par beau temps	
Navigation astronomique	1 mille en conditions favorables	



**Radionavigation**  
- Précision du point

Précision type du point obtenu par les méthodes de navigation usuelles.



Type d'instrument	Précision (probabilité de 95%)	Précision du point à 1 Mille Nautique (mètres)
Relèvement Compas magnétique (correctement compensé et corrigé) sur un amer ou un feu	5°	62
Relèvement Gyro-compas sur un amer ou un feu	1°	31
Radio goniométrie (pour mémoire)	5°	155

Table 2.5 Current Maritime User Requirements for System Planning and Development.

Navigational Requirement	Accuracy Absolute (metres, at 95% probability)	Coverage	Availability	Fix Interval
Ocean	2-4 nm minimum 1-2 nm desirable	Global (at least EEZ)	99%	15 min or less desired; 2 hour maximum
Coastal	0.25 nm	Within 80 nm from shore or the limit of the continental shelf	99.7%	2 min
Harbour Approach	10-100m	Port approaches	99.9%	8-10 seconds
Restricted Waters	10-100m	Specific areas	99.9%	8-10 seconds



**Radionavigation**  
- Précision du point

IALA



Table 2.8 Chart scales, applications and related accuracy considerations.

Chart scale <sup>9</sup>	Corresponding need for accuracy (metres).	Approximate pencil width (0.5 mm) equivalence (metres) <sup>10</sup>	Application
1:10,000,000	10,000	5000	Ocean navigation
1:2,500,000	2,500	1250	
1:750,000	750	375	Coastal navigation
1:300,000	300	150	
1:100,000	100	50	Approach
1:50,000	50	25	
1:15,000	15	7.5	Restricted waters
1:10,000	10	5	
1:5,000	5	2.5	Harbour plans

<sup>9</sup> The chart scale is generally referenced to a particular latitude eg. 1:300,000 at lat 27° 15' S.

<sup>10</sup> This information may be helpful in assessing the practical accuracy requirements for laying buoy moorings.

