

GÉNÉRALITÉS

RADAR = Radio Detecting And Ranging

Le radar permet de localiser une cible en gisement et distance (y compris de nuit ou par mauvaise visibilité).

La cible peut être :

- un autre navire en anticollision,
- la côte ou un amer en positionnement.

Principe du radar à impulsion

Une onde électromagnétique est émise par l'antenne, elle se réfléchit sur la cible puis revient vers l'antenne (l'antenne fonctionne en émission puis en réception) :

- selon la position de l'antenne (capteur de position), le radar en déduit le gisement ;
- selon le temps de parcours de l'onde (aller/retour), le radar en déduit une distance.

Précision

Le radar de navigation est un instrument précis de lecture des distances ; il n'indique les directions que de manière approchée.

	Précision
Distance	1 à 2 % de la distance
Relèvement	2° à 3°

Portée radar: $P_{\text{radar}} = 2.2(\sqrt{h} + \sqrt{H})$

Elle est légèrement supérieure à la portée visuelle (portée optique : $P_{\text{opt}} = 2.1(\sqrt{h} + \sqrt{H})$)

Grandeurs et notations

- T = période de l'onde
- λ = longueur d'onde
- f = fréquence de l'onde
- $c = 3 \cdot 10^8$ m/s = vitesse de propagation de l'onde dans le vide
- τ = durée d'impulsion

$$\lambda = c \cdot T = c / f$$

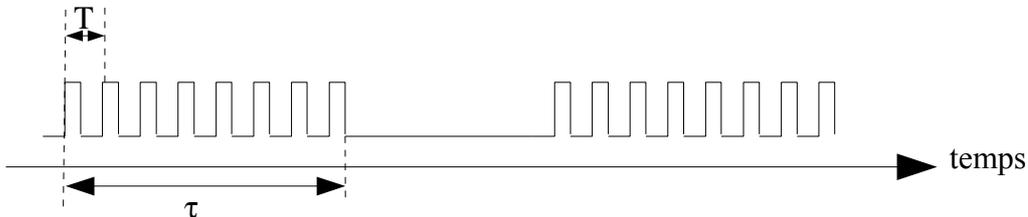


Illustration 2 : Période et durée d'impulsion d'une onde

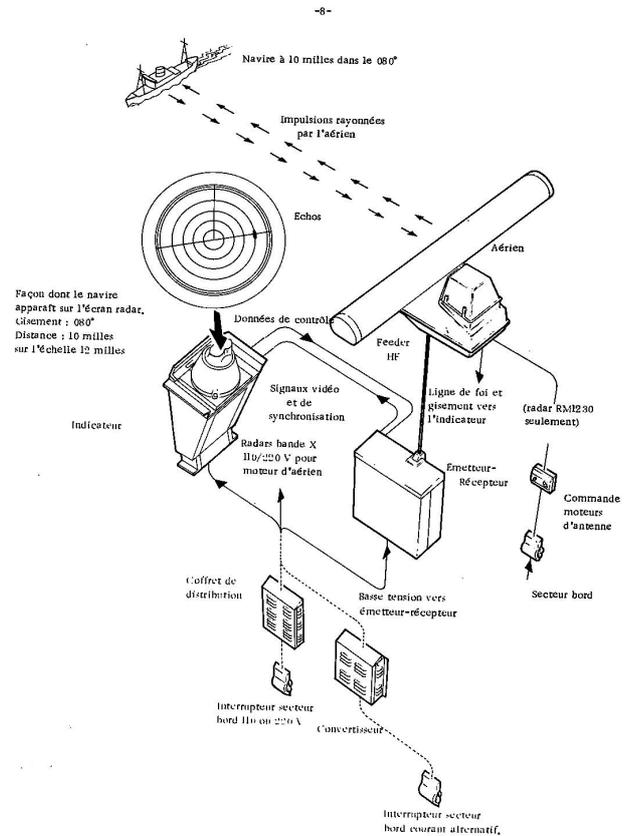


Illustration 1 : l'équipement radar

Discrimination

La discrimination est la capacité d'un radar à distinguer deux cibles proches.

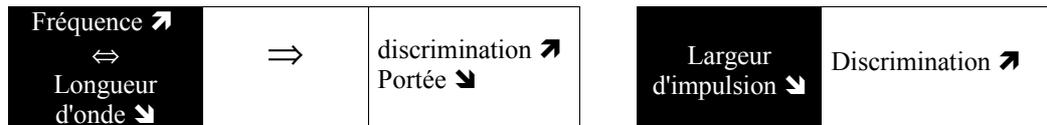
Un radar est capable de distinguer des objets situés dans un même azimut et distant d'au moins :

$d = 150 \tau$	d = distance minimale de discrimination (en m) T = période de l'onde (μs)
----------------------------------	---

d est aussi la distance minimale à laquelle une cible peut être détectée.

Plus la largeur d'impulsion est courte, meilleure est la discrimination.

Plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence de l'onde est élevée, meilleure est la discrimination.



Les parasites

L'image radar peut être "brouillée" par le retour de mer (retour de l'onde réfléchi sur le clapot de la mer) et par le retour de pluie (retour de l'onde réfléchi sur les précipitations météorologiques comme la pluie).

Les longueurs d'ondes les plus courtes sont celles les plus sensibles aux parasites.

Types de radar : '3cm' ou '10cm'

Il existe deux types de radar pour la navigation maritime ; les radars 3cm et radars 10 cm.

Radar 10cm (bande S)	Radar 3cm (bande X)
Utilisation en navigation au large (grande portée) et par mauvais temps. Moins précis que le 3cm.	Utilisation en navigation côtière, la côte est mieux définie (appareil plus précis que le 10cm), anticollision plus précis, mais il est plus sensible aux conditions météorologiques que le 10 cm et a moins de portée. Moins coûteux que le 10cm.

Surface équivalente radar (SER) & visibilité des cibles au radar

Cible	SER
Bateau de plaisance	1 à 10 m ²
Chalutier	50 à 200 m ²
Pétrolier	100 à 5 000m ²
Paquebot	10 000 à 100 000 m ²

La surface équivalente radar ou SER est une grandeur proportionnelle à la puissance re-rayonnée par la cible vers le radar : plus une cible possède une SER importante, plus son écho sera fort sur le radar.

La portée:

Les paramètres affectant la portée du radar sont :

- la puissance moyenne émise,
- le facteur de bruit,
- la largeur d'antenne,
- la vitesse de rotation de l'antenne.

ENMM Le Havre	LE RADAR	V1.4 – 09/08
<i>A. Charbonnel</i>	<i>SYNTHÈSE SUR LE RADAR</i>	3/13

PROCÉDURE DE MISE EN OEUVRE

Procédure

1. **Vérifier que l'aérien est libre de tout obstacle.**
2. Tourner l'éclairage du cadran complètement dans le sens horaire.
3. Placer le commutateur de fonctions sur STANDBY.
4. Placer le commutateur de fonctions sur SHORT PULSE.
5. Choisir la représentation en relatif stabilisé.
6. Régler l'échelle : sélectionner l'échelle 6 M.
7. Régler la **brillance** : la trace tournante doit être tout juste visible.
8. Régler le **gain** : le bruit de fond doit être tout juste visible.
9. Régler l'**accord**.
10. Régler l'**anti-retour de mer**.
11. Régler l'**anti-retour de pluie**.

Nota : si le radar est totalement désaccordé, régler l'accord avant le gain.

Commandes de réglage

Critères de réglage

Commande	Critère de réglage
Commutateur <i>(Switch)</i> STANDBY SHORT PULSE LONG PULSE	Effectuer les réglages en standby, puis passer en short ou long pulse selon les besoins de la navigation. appareil en état de service immédiat, <i>(mais magnétron non alimenté)</i> . émission impulsion courte : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus grande discrimination en distance, ▪ Image plus précise ; ▪ Réduction des effets de pluie/grêle/neige. émission impulsion longue <ul style="list-style-type: none"> ▪ Portée plus importante, mais discrimination plus faible
Brillance	Augmenter la brillance jusqu'à apparition de la trace, puis diminuer légèrement. <i>La brillance n'a rien à voir avec la luminosité ; elle permet de décaler en tension le signal reçu</i>
Accord <i>(Tuning)</i>	Obtenir le maximum d'échos. <i>Le réglage de l'accord est facilité par un indicateur d'accord (TUNING INDICATOR).</i>
Gain	Obtenir un bruit de fond tout juste visible.
Anti-retour de mer <i>(Anti-clutter sea)</i>	Réduire les échos parasites/clapotis de manière à ce qu'ils apparaissent sous la forme de pointillés qui ne masquent pas les petits obstacles. <i>Cette commande diminue les retours de mers autour du navire (jusqu'à 3M) ; elle permet de réduire les effets de clapotis et les échos parasites que forment les vagues à faible distance. Attention à ne jamais pousser le réglage jusqu'à la suppression totale du clapotis, ce qui risque de supprimer des informations utiles).</i>
Anti-retour de pluie <i>(Anti-clutter rain)</i>	Obtenir la disparition d'échos diffus au profit de fronts. <i>Cette commande permet de faire varier le taux de différenciation appliqué à la vidéo ; elle permet de faire apparaître des échos masqués par les précipitations météorologiques (brouillard, pluie, neige...); seul le front sera visible. Attention risque de disparition des balises Racons.</i>

L'image est bien réglée lorsque vous reconnaissez sur l'image radar ce que vous voyez en optique : digues, traits de côtes, amers radar, navires....

Sur les radars récentes, une partie des réglages est réalisée automatiquement.

Action des réglages sur le signal

- **La brillance**

En modifiant la brillance on décale en tension le signal reçu

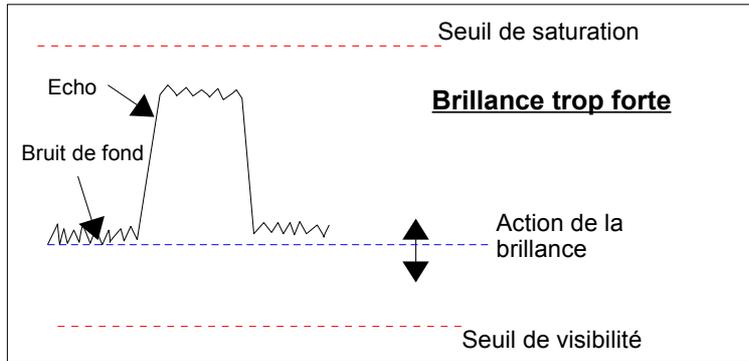
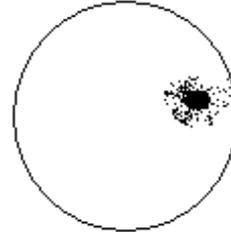


Illustration 3 : Réglage trop fort de la brillance



Mauvais réglage : le bruit de fond apparaît de manière trop importante

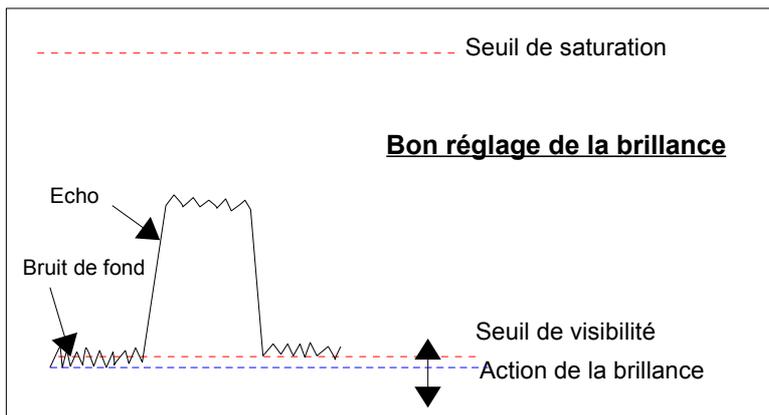
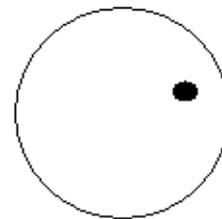


Illustration 4 : Bon réglage de la brillance



Le bon réglage de la brillance consiste à faire apparaître clairement les échos et à supprimer autant que possible le bruit de fond

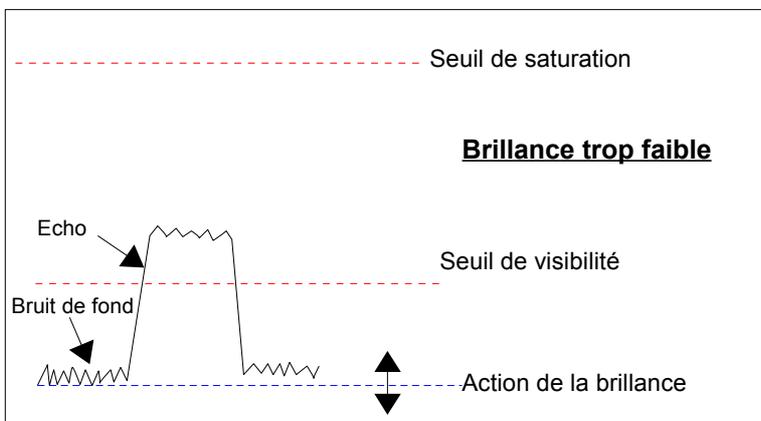
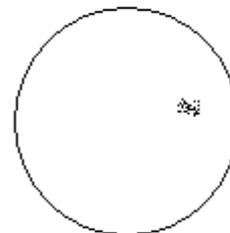


Illustration 5 : Réglage de la brillance trop faible



• **Le gain**

Le gain est une amplification du signal reçu : le signal reçu est multiplié par un facteur k de manière à l'amplifier.

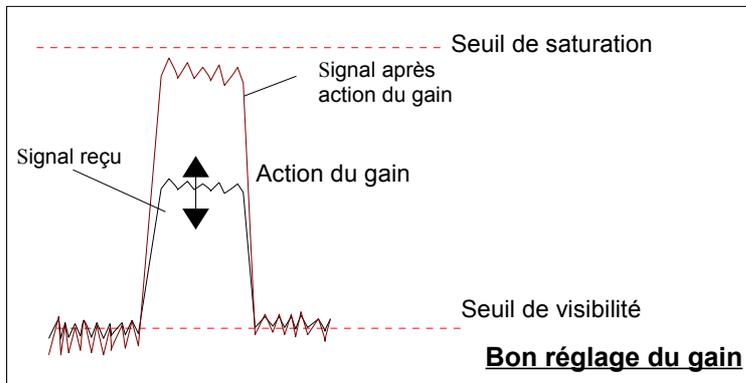
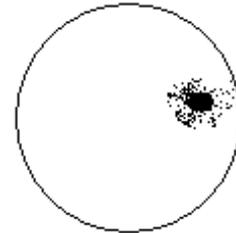


Illustration 6 : Bon réglage du gain



Mauvais réglage : le bruit de fond apparaît de manière trop importante

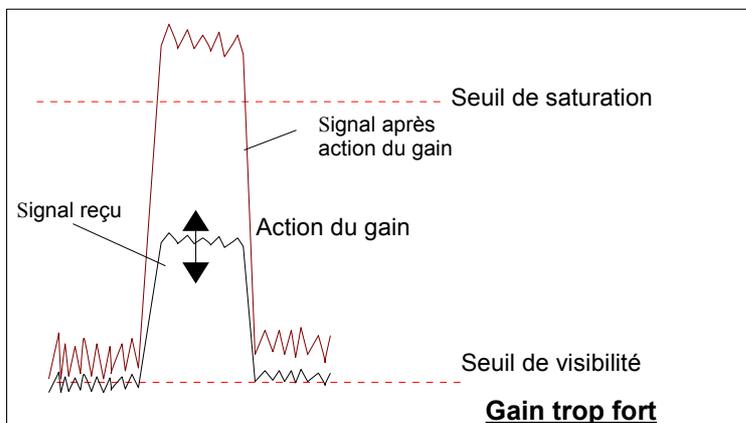


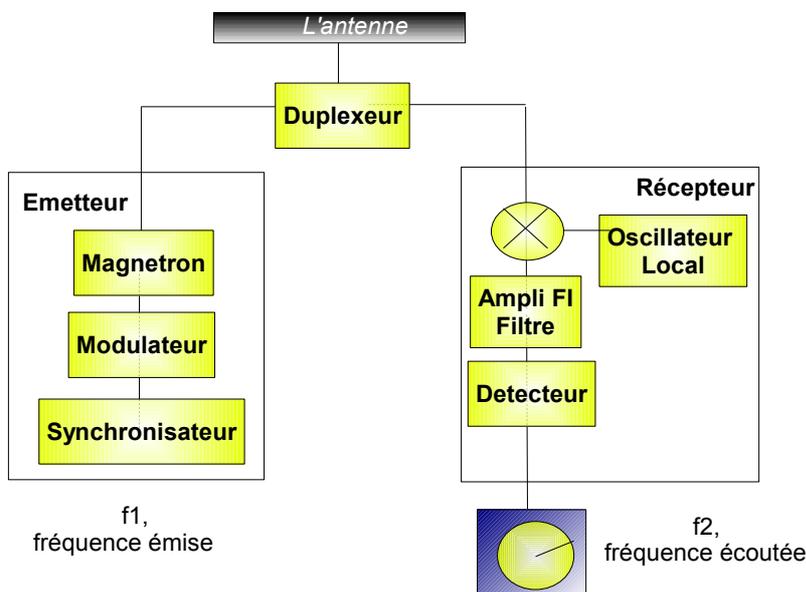
Illustration 7 : Réglage du gain trop fort



Le gain est trop fort ; l'écran est saturé.

Attention : le gain amplifie non seulement l'écho, mais aussi le bruit ; il faut donc éventuellement reprendre la brillance pour faire disparaître le bruit.

• **L'accord**



$$\text{Accord} \Leftrightarrow f_{\text{émise}} = f_{\text{écoutée}}$$

Illustration 8 : Synoptique du radar

• **L'anti-retour de mer**

L'anti-retour de mer consiste à diminuer le gain pour les distances proches (jusqu'à 3 M); pour cela on applique un filtre de pente variable au signal reçu.

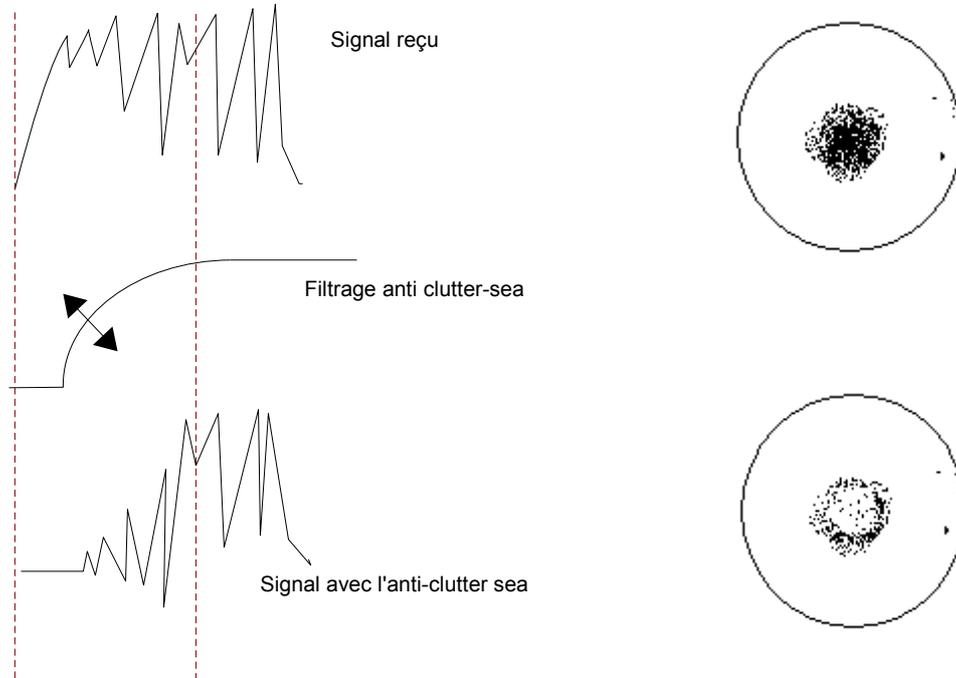


Illustration 9 : Filtrage de l' anti-retour de mer

ATTENTION : L'anti-clutter sea peut supprimer des échos proches ; son utilisation doit être limitée et implique une veille visuelle ou auditive renforcée.

• **L'anti-retour de pluie**

Pour supprimer le fouillis du au retour de pluie, on utilise un filtre différentiel qui permet de visualiser les fronts montants et donc les contours des précipitations et les navires cachés dans les précipitations.

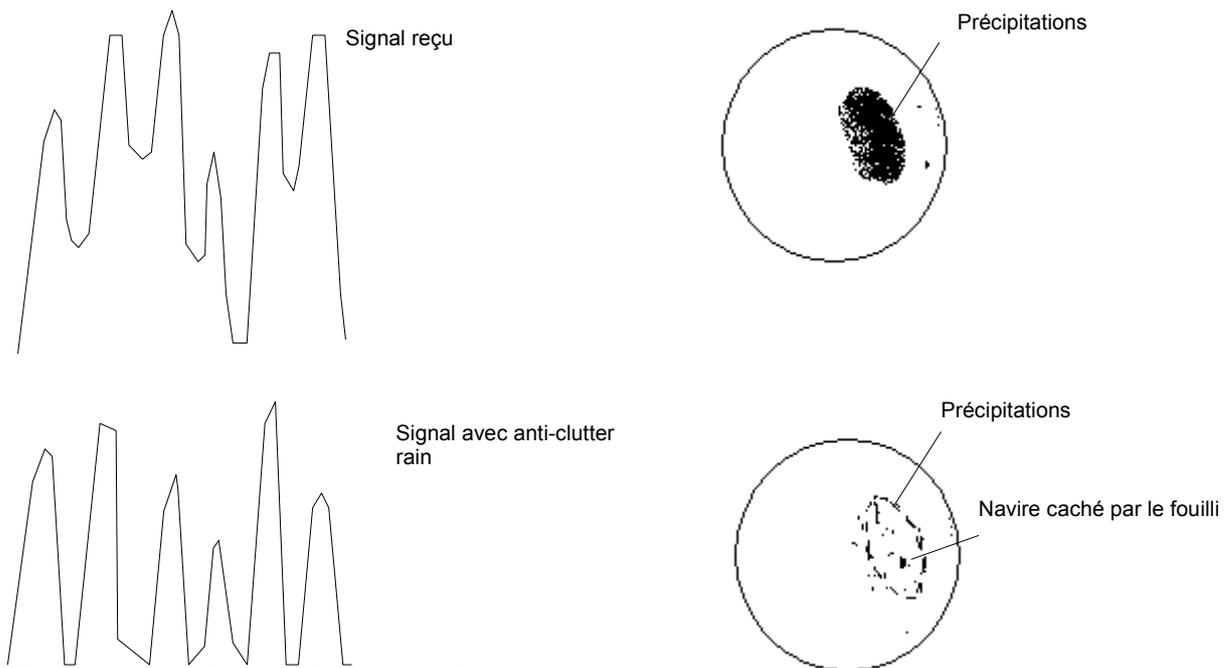
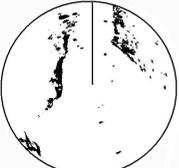
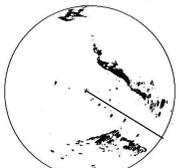
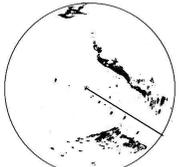


Illustration 10 : Filtrage de l'anti-retour de pluie

ENMM Le Havre	LE RADAR	V1.3 – 09/05
A. Charbonnel	<i>SYNTHÈSE SUR LE RADAR</i>	7/13

CHOIX DE LA PRÉSENTATION

Mouvement	Image	Représentation	Avantage	Inconvénient
RELATIF <ul style="list-style-type: none"> ▪ Navire fixe. ▪ Image radar mobile. ▪ Possibilité d'excentrer l'image. 	NON STABILISEE <i>Pas de référence géographique</i>	Cap en haut / Head Up  La ligne de foi est fixe, dirigée vers le haut de l'écran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image identique à la vue passerelle. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image floue à chaque embardée (la ligne de foi reste immobile, c'est l'image qui bouge).
	STABILISEE	Route en haut / Course Up  La ligne de foi est mobile, dirigée vers le haut de l'écran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image identique à la vue passerelle. ▪ Image nette (non affectée par les embardées). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calage de la ligne de foi en haut à reprendre à chaque changement de route => reprendre tous les pointages.
	<i>image radar asservie au gyrocompas, loch, GPS...</i>	Nord en haut / North Up  Nord en haut quelque soit la ligne de foi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image identique à la carte marine. ▪ Image nette (non affectée par les embardées). ▪ Calage automatique de l'image au cap du navire. ▪ Pointage radar pour la détermination des CPA facile. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pointage radar à reprendre à chaque changement de cap. ▪ Construction géométrique pour obtenir la route vraie. ▪ Présentation déroutante quand cap vers le sud.
VRAI <ul style="list-style-type: none"> ▪ Image radar fixe. ▪ Navire mobile sur l'image. 	STABILISEE	Nord en haut / North Up  Nord en haut quelque soit la ligne de foi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image identique à la carte marine. ▪ Cap lu directement sur l'image. ▪ Changement de route des autres navires facilement visible. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recalage => saut d'images. ▪ Relèvement uniquement à l'alidade électronique. ▪ CPA et TCPA avec construction géométrique. ▪ Dérive non prise en compte.

En mouvement relatif, il est possible d'excentrer l'image ; le centre du balayage n'est plus le centre de l'image :

- avantage : prévision sur l'avant ;
- inconvénient : utilisation de l'alidade électronique pour les relèvements.

Type de navigation	Mouvement	Image
Atterrissage	Mouvement vrai	Stabilisé
Navigation côtière	Mouvement vrai ou relatif	Stabilisé/ excentré ou non
Pilotage	Mouvement vrai ou relatif	Stabilisé
Anticollision	Mouvement vrai	Stabilisé

LIVRE D'EXPLOITATION RADAR

Il est recommandé de tenir un cahier radar :

- Cahier d'utilisation : heures de marches, problèmes rencontrés, secteurs d'ombres...
- Livre des obstacles ; portées selon les conditions météorologiques et nature de l'obstacle.

Mesure des zones d'ombres

Pour mesurer les zones d'ombres, deux méthodes sont possibles :

- observer l'écho d'un objet isolé (bouée sans réflecteur) lorsque le navire tourne lentement sur 360° à une distance d'un mille. On note alors les secteurs dans lesquels la bouée apparaît et disparaît ;
- repérer la zone d'ombre en réduisant au minimum l'anti-clapotis mer.

Les zones d'ombres sont généralement générées par les matures.

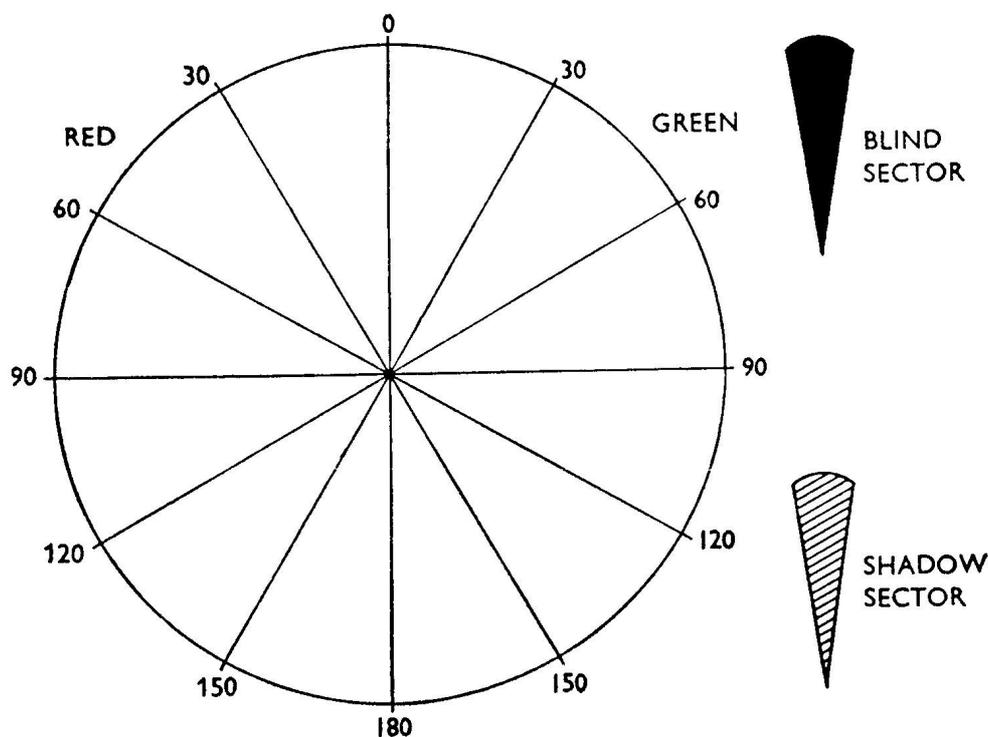


Illustration 11 : Schéma pour la mesure des secteurs d'ombre

DESCRIPTIF DU RADAR KODEN

Schéma de l'interface radar

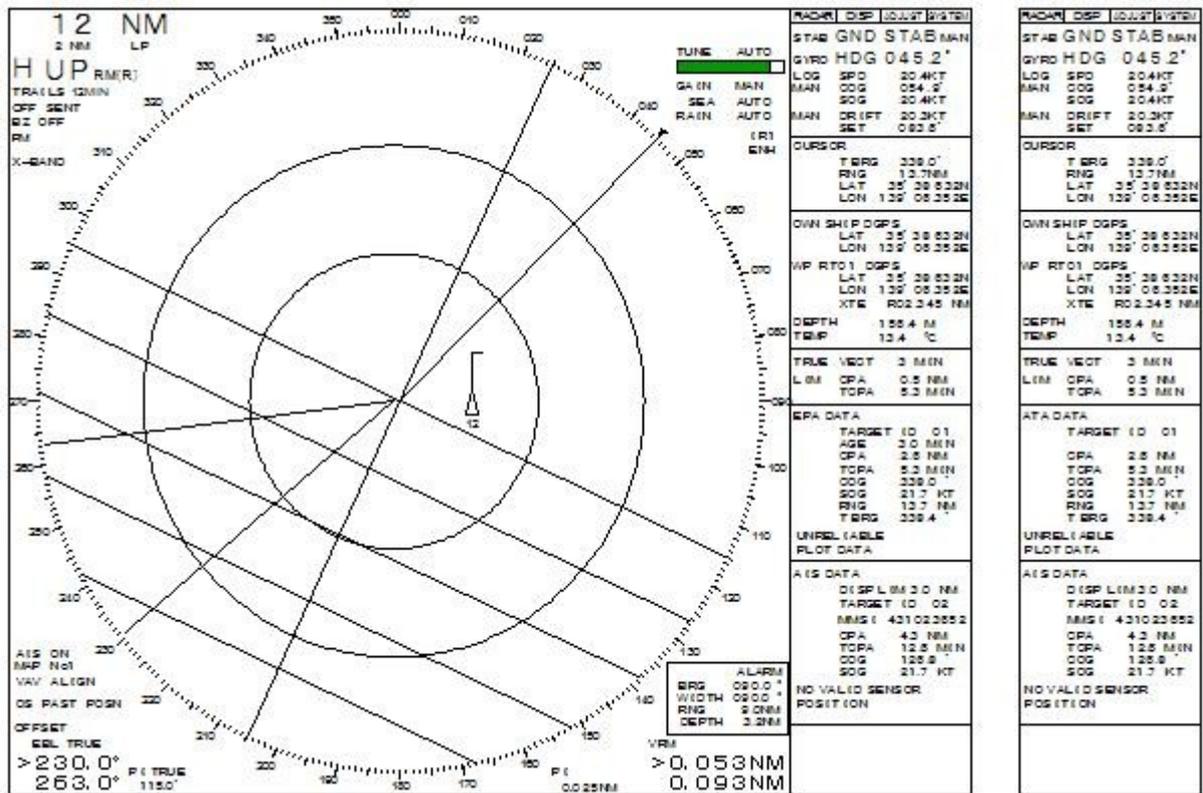


Illustration 12: Interface de l'écran-radar Koden

Schéma du boîtier de commande

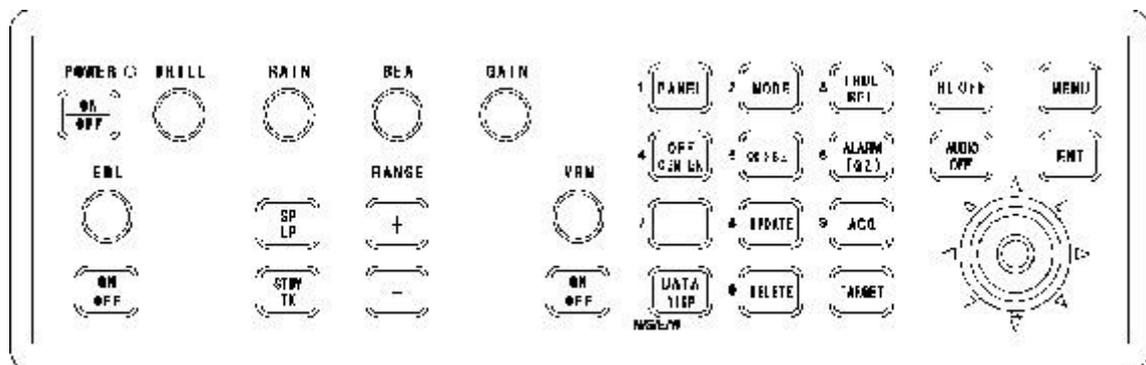


Illustration 13: Boîtier de commande du radar Koden

ENMM Le Havre	LE RADAR	VI.4 – 09/08
<i>A. Charbonnel</i>	<i>SYNTHÈSE SUR LE RADAR</i>	10/13

Description des commandes

Commande	Action de la commande
ON/OFF	Mettre sous tension /mettre hors tension le radar ; les circuits du radar passe alors en préchauffage durant une période de 3 min. Après la mise sous tension le radar nécessite un temps de préchauffage de 3 min avant de pouvoir passer en émission au moyen du bouton STBY/TX
STBY/TX	Emettre e/ stopper les émissions. radar
BRILL	Régler la brillance générale de l'image.
RAIN	Faire varier la différenciation des signaux afin d'éliminer les masses compactes formées par les fortes précipitations qui pourraient obscurcir les échos dus à des obstacles.
SEA	Régler l'amplitude générale des signaux vidéo pour les courtes distances seulement. Sa fonction principale est de réduire les signaux des forts échos, à faible distance dus aux retours de mer.
GAIN	Faire varier l'amplitude des signaux vidéo pour toutes les échelles
PANEL	Modifier séquentiellement la brillance du panel d'information.
MODE	Changer le mode de représentation du radar (Course Up, Head Up, North Up)/
TRUE REL	Représenter les vecteurs vitesses des pistes soit en vecteur vrai soit en vecteur relatif.
OFF CENTER	Décaler l'image vers la position du curseur ou de recentrer l'image au centre de l'écran.
OFFSET	Décentrer et recentrer le premier VRM/EBL.
ALARM GZ	Activer/désactiver la zone de garde.
UPDATE	Mettre à jour la position d'une piste en EPA grâce au joystick.
ACQ	Acquérir des pistes.
DATA DISP	Visualiser dans le coin droit de l'écran les informations relatives à la navigation (cap et vitesse, position LORAN, position GPS...).
DELETE	Supprimer la piste sélectionnée.
TARGET	Sélectionner de manière séquentielle les différentes pistes acquises.
HL OFF	Supprimer la visualisation de la ligne de foi temporairement (en maintenant la touche enfoncé).
MENU	Accéder aux différents menus.
AUDIO OFF	Activer/désactiver les alarmes audio.
ENT	Sélectionner les différents menus, sous menus et options.
EBL SEL	Sélectionner séquentiellement la 1ère EBL, la 2ème EBL, l'index parallèle.
EBL	Modifier la direction de l'EBL ou de l'index parallèle sélectionné (par rotation du bouton).
SEL VRM	Sélectionner séquentiellement le 1er VRM, le 2ème VRM, l'index parallèle
VRM	Modifier la distance des marqueurs variables de distances (par rotation du bouton).
SP/LP	Modifier la durée d'impulsion.

INTERPRÉTATION DE L'IMAGE

Réglage de la brillance

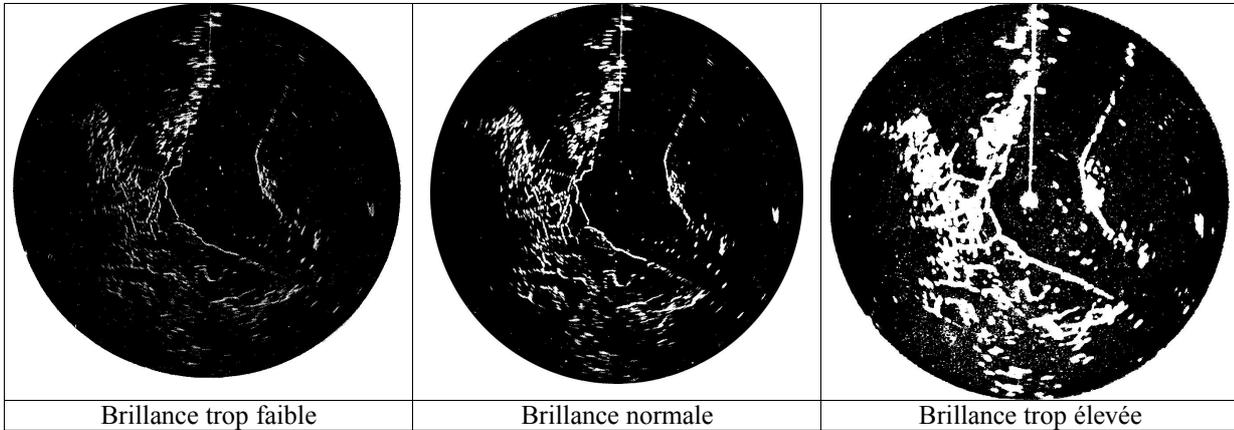


Illustration 14 : Image radar et brillance

Réglage du gain

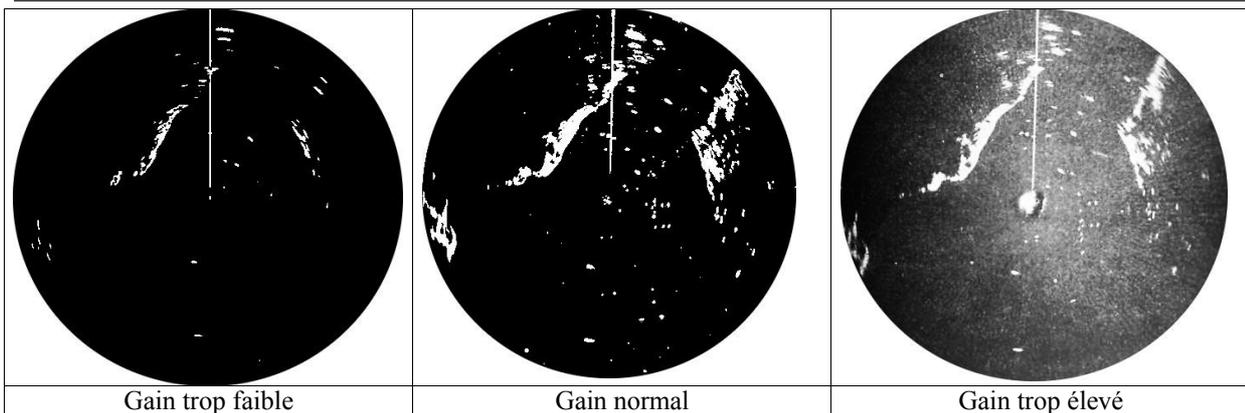


Illustration 15 : Image radar et gain

Réglage de l'anti-retour de mer

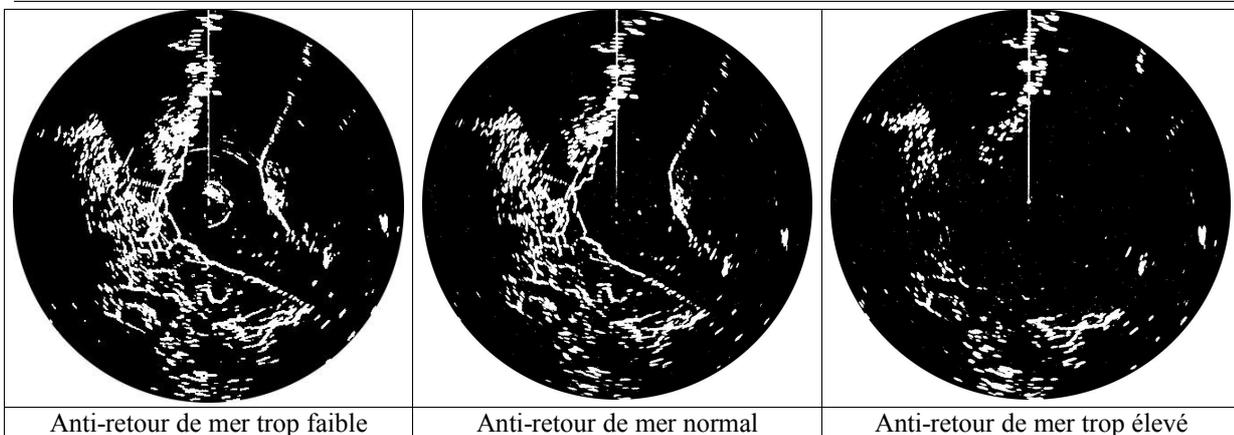


Illustration 16 : Image radar et anti-retour de mer

Réglage de l'anti-retour de pluie

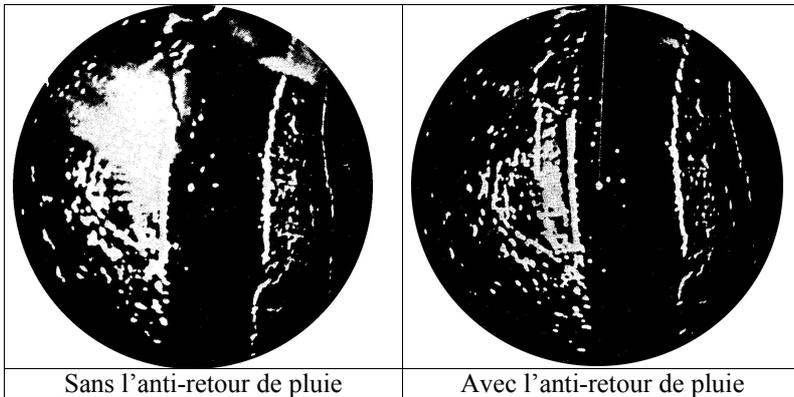


Illustration 17 : Image radar et anti-retour de pluie

Choix de la longueur d'impulsion

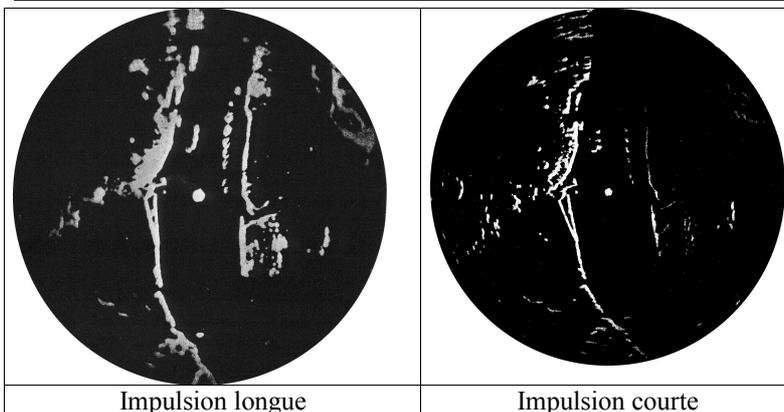


Illustration 18 : Image radar et largeur d'impulsion

Divers

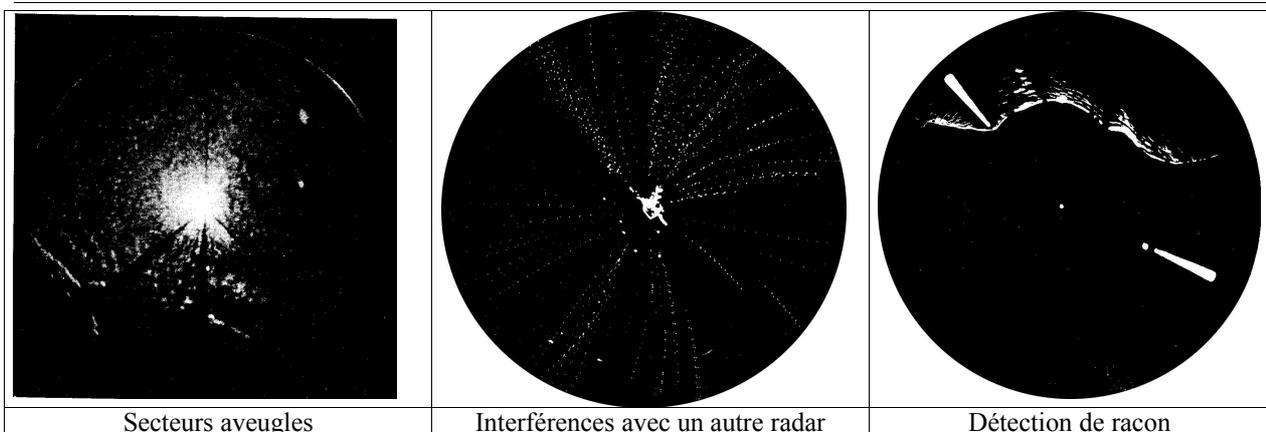


Illustration 19 : Images radar particulières

ENMM Le Havre	LE RADAR	V1.4 – 09/08
A. Charbonnel	SYNTHÈSE SUR LE RADAR	13/13

RESOURCES

Bibliographie

Collin, JM – *Le radar, théorie et pratique* - éditions Ellipses – collection Technosup – 2002 – prix 15€.
Approche plutôt mathématique et théorique du radar - un intéressant chapitre sur les SER.

Caillou & Percier - *Utilisation du radar à la mer* – Infomer – 1984.

Ouvrage très intéressant et complet sur l'utilisation du radar à la mer, mais le côté technique radar est obsolète.

Mastropietro – *Marine radars, principles of operation and characteristics* – Selenia, Marine division (Italy) - 1978.

NIMA - *Radar Navigation and Maneuvering board manual* (pub 1310) – NIMA (USA) - 2001.

Document complet sur la navigation radar et sur l'anticollision.

Téléchargeable gratuitement sur www.nima.mil.

DECCA - *Manuel d'utilisation radar – GR16 – Decca* - CRM.

Koden - *Operational Manual MDC-1860BB/1810BB/1820BB-*

Crédit graphique

<i>Illustration</i>	<i>Source</i>
Illustration 1: l'équipement radar	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 2: Période et durée d'impulsion d'une onde	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 3: Réglage trop fort de la brillance	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 3: Réglage trop fort de la brillance	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 4: Bon réglage de la brillance	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 5: Réglage de la brillance trop faible	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 6: Bon réglage du gain	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 7: Réglage du gain trop fort	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 8: Synoptique du radar	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 9: Filtrage de l'ant-retour de mer	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 10: Filtrage de l'anti-retour de pluie	A. Charbonnel - licence identique au texte du document
Illustration 11: Schéma pour la mesure des secteurs d'ombre	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 12: Interface de l'écran-radar Koden	Koden - <i>Operational Manual MDC-1860BB/1810BB/1820BB</i>
Illustration 13: Boîtier de commande du radar Koden	Koden - <i>Operational Manual MDC-1860BB/1810BB/1820BB</i>
Illustration 14: Image radar et brillance	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 15: Image radar et gain	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 16: Image radar et anti-retour de mer	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 17: Image radar et anti-retour de pluie	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 18: Image radar et largeur d'impulsion	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>
Illustration 19: Images radar particulières	DECCA - <i>Manuel d'utilisation radar - GR16 - Decca</i>

Ce document est téléchargeable sur www.profmarine.org.

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