



# Guide d'installation d'une antenne VHF marine.

*Réflexion sur les choix matériels, les matériaux et techniques de montage d'une ligne d'antenne VHF.*



# Réflexion sur les choix matériels, les matériaux et techniques de montage d'une ligne d'antenne VHF.

Par Olivier TESTU - F4CLS / SNS 075

Décembre 2016 - version 5.



## 1 - Exposé de la problématique.

Les émetteurs récepteurs du service mobile maritime en VHF sont les éléments importants de sécurité pour la navigation de plaisance et l'organisation des secours en mer. A cet égard, la mise en place d'une installation à bord, nécessite le plus grand soin, afin d'optimiser la liaison radio électriques entre les correspondants.

**« Tant vaut l'antenne, tant vaut la station »** - adage radioamateur.

Lorsqu'un plaisancier désire monter une VHF à son bord, les informations sont surabondantes, quelquefois hérétiques, et elles peuvent empêcher le novice en radiocommunication de satisfaire ses besoins. A travers cet article, nous allons essayer d'exposer une réflexion claire et précise, afin de faciliter le choix et le montage d'une antenne VHF, d'une ligne coaxiale et d'un connecteur au poste VHF.

Bannissons dès maintenant les antennes « prêtes à consommer », au bénéfice d'éléments que sont l'antenne, le câble, et la connectique, chacun d'excellente qualité, et conçus indépendamment les uns des autres.



*Voici l'intérieur d'une antenne marine 5/8 d'onde un peu vieillissante, telle que celles vendues dans le commerce pour le grand public. Déception...*

## 2. - Préambule.

Passionné par la voile et les radiocommunications depuis ma plus tendre enfance, c'est avec un grand plaisir que je me suis amusé à concevoir cet article.

Ce dernier est une somme de documents déjà existants sur le sujet, que je me suis autorisé à traduire, à corriger avec humilité, ou à compléter, lorsque cela me paraissait indispensable.

Depuis de nombreuses années, à l'occasion de recherches sur des thèmes précis, liés à l'installation des antennes d'émission-réception du service amateur ou maritime, j'ai archivé des documents très intéressants, très utiles et très précis.

Ceux-ci proviennent de sites internet multiples, d'ouvrages et d'études, dont les informations et les techniques décrites sont indispensables à l'installation d'une ligne d'antenne dans les règles de l'art comme le conçoivent les radioamateurs. A cet égard, et afin de mettre en avant les documents initiaux, l'origine de l'information sera bien entendue citée au chapitre 19 - Bibliographie.

Ce travail, n'est pas exhaustif et chacun pourra y ajouter ses études, ses recherches, ses idées.

Enfin, je tiens à remercier Christian Couderc, F1FPS, auteur de l'excellent site VOILELEC, qui a été l'un des inspirateurs de ma réflexion.

### 3 - Sommaire :

1 - Exposé de la problématique.....	(page 01)
2 - Préambule.....	(page 02)
3 - Sommaire.....	(page 03)
4 - Vulgarisation sur la propagation en VHF et la portée théorique.....	(page 04)
5 - Modélisation d'une antenne omnidirectionnelle simple. Polarisation....	(page 05)
6 - La fréquence et la longueur d'onde.....	(page 08)
7 - La longueur de l'antenne.....	(page 08)
8 - La notion de gain.....	(page 09)
9 - La ligne coaxiale.....	(page 12)
10 - Choisir un connecteur coaxial convenable.....	(page 15)
11 - Les connecteurs UHF PL-259.....	(page 17)
12 - Le montage d'une fiche PL-259.....	(page 24)
13 - Les connecteurs type N.....	(page 27)
14 - Le montage d'une fiche N.....	(page 28)
15 - Conseils d'installation d'une ligne d'antenne.....	(page 30)
16 - Notion d'Ondes Stationnaires (R.O.S./T.O.S.).....	(page 32)
17 - Quelle antenne pour quel bateau.....	(page 38)
18 - Conclusion.....	(page 45)
19 - Bibliographie.....	(page 46)



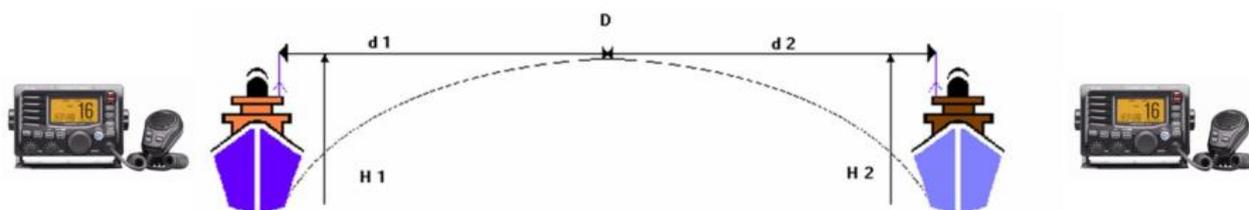
#### 4 - Vulgarisation sur la propagation des ondes VHF et la portée théorique.

On considère que les ondes électromagnétiques se propagent en ligne droite comme les rayons lumineux, on parle alors de portée optique. Ce type de propagation est par conséquent limité par les obstructions : bâtiments, digues, caps, falaises, îles, etc.

Le signal radio est masqué par l'horizon (il existe toutefois des conditions particulières, pouvant permettre des propagations ponctuellement supérieures à l'horizon). C'est pour cette raison que l'on dégaje au maximum en hauteur l'antenne VHF (VHF pour Very High Fréquence : Très Haute Fréquence, spectre radio entre 30 Mhz et 300 Mhz), et que l'on l'éloigne au maximum de toutes structures pouvant avoir un effet de masque.

Le calcul de la portée théorique simplifiée en négligeant l'influence sur la propagation de la météo, de la puissance et des différences de propagation sur l'eau et la terre et en l'absence d'obstruction découle de la formule suivante :

$$D = d_1 + d_2 = \text{Racine}(17 \cdot H_1) / 1,852 + \text{Racine}(17 \cdot H_2) / 1,852$$



$$D = 2,2 (\text{Racine}(H_1) + \text{Racine}(H_2))$$

$$\text{Et plus simple encore } D = 2,2 \sqrt{H_1 + H_2}$$

avec  $H_1$  et  $H_2$  en mètres et  $D$  en milles Nautiques

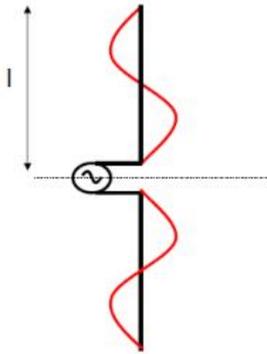
Ainsi on obtient habituellement entre 2 à 10 milles nautiques pour une VHF portable, et entre 25 et 30 milles nautiques, avec une VHF fixe ayant une antenne dégagée. Bien sûr, de la qualité du récepteur et de l'émetteur dépendent l'immunité aux perturbations et la sensibilité dont découle directement la qualité de la communication.

Cependant, plus que l'appareil VHF, c'est de la ligne d'antenne que dépendra les performances de la station.

Afin de parfaire notre installation radio et guider nos choix lors d'un achat, nous allons donc étudier les bases de la théorie de l'antenne, puis chacun des éléments nécessaires, soient : l'antenne, le câble et la connectique.

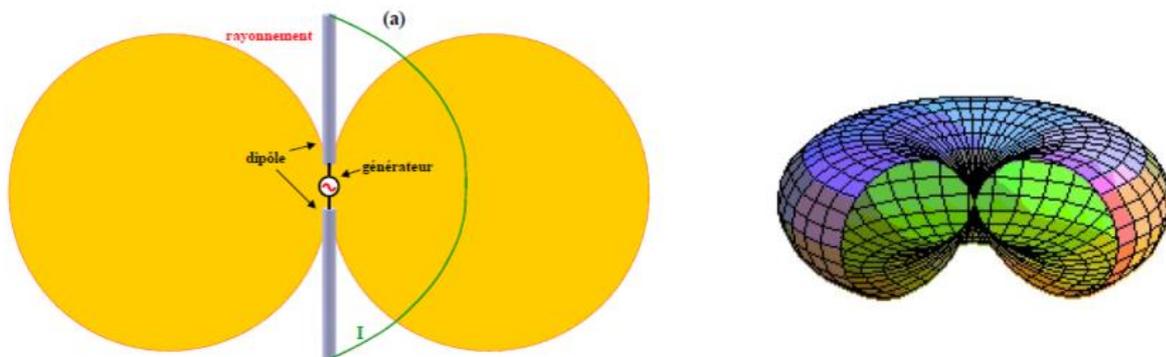
## 5. - Modélisation d'une antenne omnidirectionnelle simple.

La forme la plus simple d'une antenne, est un dipôle résonant de taille totale  $\lambda/2$ . ( $\lambda$  étant la représentation graphique de lambda : la longueur d'onde), autrement appelée dipôle demi-onde, ou doublet demi-onde. On considère que le doublet  $\frac{1}{2}$  onde est l'antenne de référence.

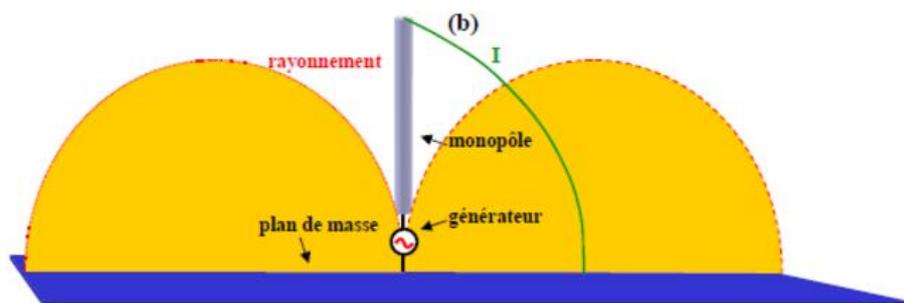


Le dipôle est une antenne filaire composé de deux brins conducteurs écartés en directions opposés. L'alimentation est le plus souvent présentée au centre de la structure ce qui donne un système symétrique.

Modélisation du lobe de rayonnement d'un doublet demi-onde.



Dans le cas des antennes mobiles, l'antenne dipôle de référence est adaptée et remplacée par un monopôle



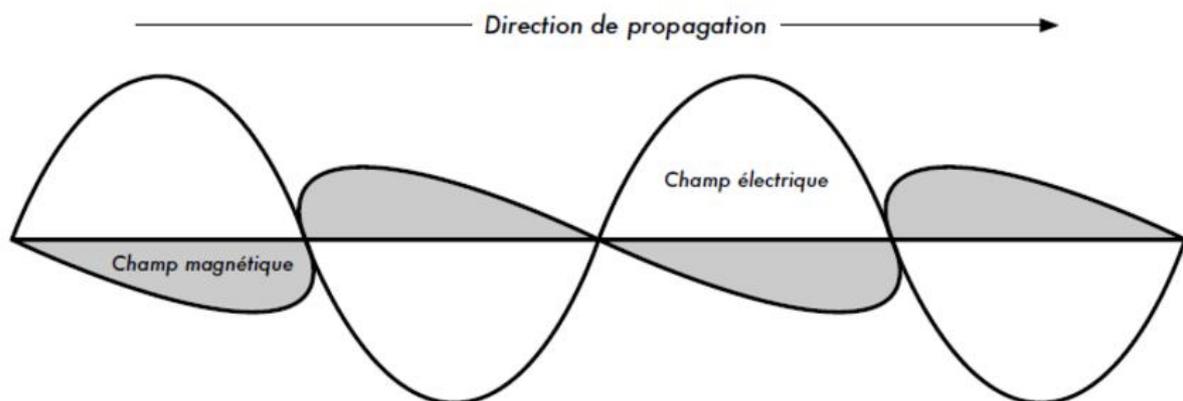
## La Polarisation :

La **polarisation** est définie comme étant l'orientation du champ électrique d'une onde électromagnétique. La polarisation est en général décrite par une ellipse. La polarisation linéaire et la polarisation circulaire sont deux cas spéciaux de polarisation elliptique. La polarisation initiale d'une onde radio est déterminée par l'antenne.

Avec la polarisation linéaire, le vecteur de champ électrique reste tout le temps dans le même plan. Le champ électrique peut laisser l'antenne dans une orientation verticale, une orientation horizontale ou dans un angle entre les deux.

Le rayonnement **verticalement polarisé** est légèrement moins affecté par des réflexions dans le chemin de transmission.

**Les antennes omnidirectionnelles ont toujours une polarisation verticale.** Avec la polarisation horizontale, de telles réflexions causent des variations dans la force du signal reçu. Les antennes horizontales sont moins sensibles aux interférences causées par les humains car celles-ci sont généralement polarisées verticalement.



**L'onde sinusoïdale électrique se déplace en direction perpendiculaire par rapport à l'onde magnétique dans la direction de la propagation.**

Dans la polarisation circulaire, le vecteur de champ électrique semble tourner avec le mouvement circulaire autour de la direction de la propagation, faisant un plein tour pour chaque cycle RF. Cette rotation peut être réalisée à droite ou à gauche. Le choix de la polarisation est l'un des choix de conception disponibles pour le concepteur du système RF.

## Le déséquilibre de polarisation

Afin de transférer la puissance maximum entre une antenne de transmission et une antenne de réception, les deux antennes doivent avoir la même orientation spatiale, le même sens de polarisation et le même rapport axial.

Lorsque les antennes ne sont pas alignées ou n'ont pas la même polarisation, Il y a une réduction du transfert de puissance entre elles. Cette réduction de transfert de puissance réduit l'efficacité globale du système.

Lorsque les antennes de transmission et de réception sont toutes deux linéairement polarisées, une déviation de l'alignement physique de l'antenne entraîne une perte par déséquilibre de polarisation, ce qui peut être calculé en utilisant la formule suivante:

$$\text{Perte (dB)} = 20 \log (\cos \theta)$$

*En géométrie, la lettre Grec  $\theta$  (Thêta) est souvent utilisée pour représenter un angle plan.*

...d'où la différence dans l'angle d'alignement entre les deux antennes.

Pour  $15^\circ$  la perte est approximativement de 0,3dB, pour  $30^\circ$  nous perdons 1,25dB, pour  $45^\circ$  nous perdons 3dB et pour  $90^\circ$  nous avons une perte infinie.

En résumé, plus le déséquilibre dans la polarisation entre une antenne de transmission et de réception est grand, plus la perte apparente est grande.

En pratique, un déséquilibre de  $90^\circ$  dans la polarisation est un déséquilibre important mais non infini.

Dans la pratique, ce paragraphe vous incitera à toujours prendre la précaution d'installer votre antenne à la verticale, afin d'éviter une dépolarisation et donc une perte de la puissance transmise dans la direction voulue.

## 6 - La fréquence et la longueur d'onde.

En VHF marine, la bande de fréquence est comprise entre 156 Mhz et 162 Mhz, soit une longueur d'onde d'environ 2 mètres. (on parle de VHF de 30 Mhz à 300 Mhz soit la bande d'ondes métriques de 10 mètres à 1 mètre).

Vitesse de l'onde électromagnétique (en kilomètre par seconde) / la fréquence (en kilohertz) = la longueur d'onde (en mètre) ou  $300.000/156.000=1,92$

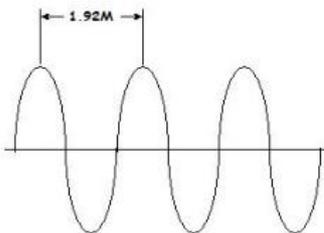
## 7 - la longueur de l'antenne.

Il y a en fait deux longueurs d'une antenne:

- La longueur physique de l'antenne.
- La longueur électrique de l'antenne.

La longueur physique de l'antenne est simplement la longueur du fouet en fibre de verre non-conducteur. Elle est le support aux éléments rayonnants. Elle a peu d'incidence sur la longueur électrique de l'antenne.

La longueur électrique est l'élément actif de l'antenne. Comme nous l'avons vu, les ondes électromagnétiques ont une longueur d'onde spécifique, qui varie avec la fréquence de l'émetteur.



Si vous pouviez mesurer physiquement l'onde électromagnétique sur la fréquence 156,725 Mhz, qui est la fréquence au centre de la bande VHF marine, elle serait d'environ 1,92 mètre de crête à crête.

Les antennes VHF marines utilisent généralement des longueurs d'onde de 1/4, 1/2, ou 5/8<sup>ème</sup> de lambda.

Une antenne 1/4 d'onde serait alors une antenne avec une longueur électrique d'un quart de longueur d'onde du signal réel, et ainsi de suite.

A des fréquences VHF marine, une antenne 1/4 d'onde serait 1/4ème de 1,92 mètre.

Exemple:  $300 / 156,725 \text{ MHz (canal VHF 74)} = 1.914 \text{ mètres}$  , alors ...

une antenne  $\frac{1}{4}$  onde mesure = 48 cm

une antenne 1/2 onde mesure = 96 cm

Une antenne 5/8 onde mesure = 120 cm

Eu égard au coefficient de vélocité des matériaux utilisés dans la construction des antennes, il s'avère que les longueurs électriques sont un peu plus courtes que la longueur de l'onde électromagnétique de crête-à-crête.

Alors, pourquoi met-on une antenne électrique qui mesure de 48 cm à 120 cm dans une antenne en fibre de verre 2m6 de long, voir plus? En fait, le fabricant utilise plusieurs antennes « empilées » les unes sur les autres. Cela permet l'augmentation du gain, mais modifie également la forme du lobe de rayonnement de l'antenne.

*(Pour avoir démonté de nombreuses antennes VHF marine dont le gain est donné pour 5 ou 6 dBi, il ressort qu'elles sont souvent de type J-pôle, soit  $3 \times 1/4 \lambda$  accordé par  $1 \times 1/4\lambda$ )*

## **8 - La notion de gain.**

Toutes les antennes possèdent un gain. On peut définir l'image du gain, comme une "apparente" augmentation de la puissance disponible grâce à l'antenne.

Le gain d'une antenne est généralement exprimé en dB (décibel) ou en dBd, lorsqu'une antenne dipôle est utilisée comme référence, voire en dBi lorsqu'une antenne isotrope est utilisée comme référence. Le gain est le rapport exponentiel entre le niveau de puissance entrant dans l'antenne, et le niveau de puissance qui en sort.

Si l'antenne est omnidirectionnelle et sans pertes, son gain vaut 1 ou 0 dB. Un gain de 0 dB, signifie qu'il n'y a ni aucune augmentation ou perte de puissance du signal, entre la puissance injectée par la station et la puissance diffusée par l'antenne.

Une antenne isotrope n'a pas de gain, donc = 0 dB.

*(C'est une antenne imaginaire qui rayonne uniformément dans toutes les directions).*

Une antenne dipôle possède un gain de 2,15 dB par rapport à l'antenne isotrope. On dit aussi qu'elle a un gain de 2,15 dBi.

Le gain d'une antenne est exprimé plus généralement en dBd, c'est à dire par rapport au dipôle demi-onde.

### **En résumé:**

$$\text{gain en dBd} = \text{gain en dBi} - 2,15 \text{ dB}$$

$$\text{gain en dBi} = \text{gain en dBd} + 2,15 \text{ dB}$$

Un poste VHF marine fixe dispose d'une puissance de sortie de 25 Watt. Si celle-ci est appliquée à une antenne ayant un gain de 0 dB, la puissance de sortie de l'antenne (en supposant l'absence d'autres pertes) sera également de 25 watts. Mais si le gain de l'antenne est de +3 dB, la puissance de sortie à l'antenne semblent être plus élevés; 50 watts dans ce cas. Cette augmentation apparente de la production est connue sous le nom de P.A.R. (Puissance Apparente rayonnée) ou de P.I.R.E. (Puissance isotrope rayonnée équivalente).

**PAR** : Puissance Apparente Rayonnée. Puissance rayonnée par l'antenne en tenant compte de son gain en dBd.

**PIRE** : Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente. Puissance rayonnée par l'antenne en tenant compte de son gain en dBi

$PAR_{dBd} = PIRE_{dBi} - 2,15$  ou plus simplement : **PIRE = PAR × 1,64**

*Exemple théorique d'une antenne d'un gain de 3 dBd connectée à un émetteur de 12 W : (On considère qu'il n'y a pas de perte dans les câbles et connecteurs et que l'antenne est parfaite).*

*Avec une antenne de 3 dBd, on multiplie la puissance par environ 2 donc :*

*Puissance sortie émetteur = 12 W*

*PAR = 12 × 2 = 24 W*

*PIRE = 12 × 3,27 = 39,2 W environ (3,27 étant le facteur de multiplication correspondant à un gain de 3 dBd + 2,15 = invLog(dBm 5,15 / 10))*

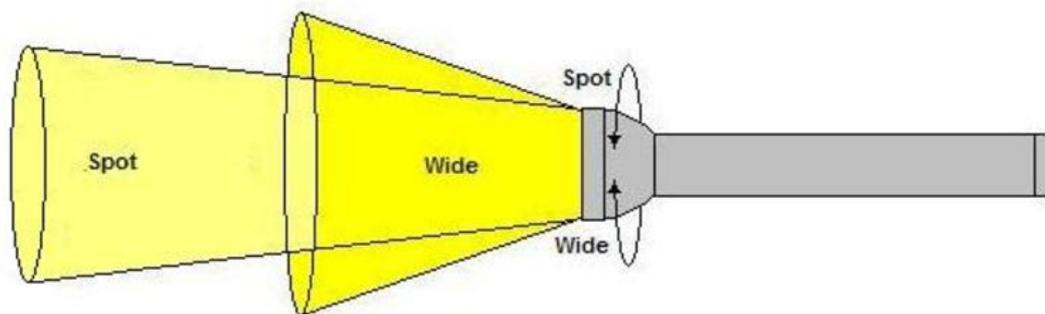
Comme indiqué précédemment, le gain est un rapport exponentiel, et pour chaque augmentation de 3dB, il y aura un doublement de la P.A.R. Pour une antenne dont le gain est 3 dB, la P.A.R. sera le double de la puissance d'émission (50 Watts), une antenne de 6 dB de gain aura de nouveau doublé sa P.A.R. (100 watts), et une antenne de 9 dB de gain verra sa P.A.R. doubler de nouveau (200 Watts).

Alors que ce passe-t-il dans l'antenne ? Comment peut-on avoir une antenne plus « puissance », alors il n'y a pas d'amplificateur ? En fait, la puissance rayonnée est exactement la même. Cependant, la puissance rayonnée est concentrée à travers un lobe plus étroit.

Prenons un nouvel exemple afin d'expliquer ce phénomène :

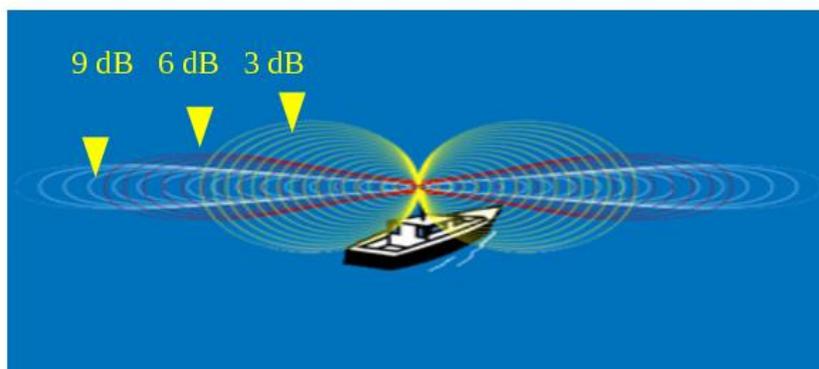
Examinons le faisceau de lumière émis par une lampe de poche, dont le réflecteur est mobile, à l'aide d'une bague de rotation.

Lorsque nous tournons le réflecteur, les piles ne vont pas augmenter la puissance, ni l'ampoule donner plus de lumière. Le réflecteur concentre tout simplement la lumière dans un faisceau plus ou moins concentré.



Si le réglage étroit (spot) du faisceau projette la lumière au double de la distance du réglage large (Wide), alors on peut dire qu'il possède un gain de 3 dB.

De la même façon, la différence entre un gain de 3 dB, 6 dB ou 9 dB est uniquement liée à la forme du lobe de rayonnement. Voyons la modélisation suivante, comparant les différents lobes de rayonnement.



Alors pourquoi ne pas construire QUE des antennes à fort gain ? Parce que... ;)

Une antenne possédant un gain élevé pourra émettre et recevoir un signal plus lointain. Cependant, dans le cas d'une antenne à faible gain, les signaux échangés avec un avion ou un hélicoptère SAR seront plus forts. De même, les mouvements du bateau, roulis, tangage et gîte, seront « amplifiés » par l'antenne à grand gain, alors que l'antenne à faible gain sera plus fiable car moins sujette aux mouvements parasites du bateau.

Décibel :	0 dB	1 dB	2 dB	3 dB	6 dB	9 dB	10 dB	13 dB	20 dB	30 dB	40 dB	50 dB
Gain en tension:	x 1	x 1,12	x 1,26	x 1,41	x 2	x 2,8	x 3,16	x 4,47	x 10	x 31,6	x 100	x 316
Gain en puissance:	x 1	x 1,26	x 1,58	x 2	x 4	x 8	x 10	x 20	x 100	x 1000	x 10000	x 100000

dBd	dBi	Marine dB
0	2.1	3
3	5.1	6
4.5	6.6	9
5	7.1	10

... Attention de ne pas trop être naïf, lorsque vous achèterez une antenne à gain. Regardez le tableau ci-dessus, et comparez le gain réel avec le gain « commercial » ... marine dB.

## 9.- La ligne coaxiale.

...Avant toute chose, rappelez vous que le câble que vous utiliserez aura une impédance de 50 ohms, n'utilisez jamais de câble TV de 75 ohms pour vos installations marine, sinon la ligne d'antenne ne sera jamais accordée...

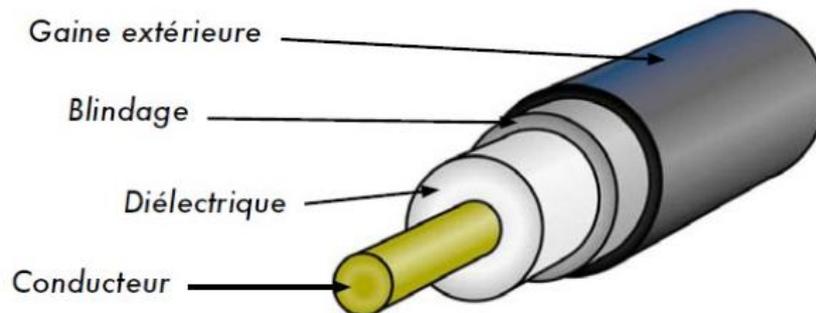
L'émetteur qui produit l'énergie pour l'antenne est habituellement situé à une certaine distance de cette dernière. Le lien de connexion entre les deux est la **ligne de transmission**. Son but est de transporter l'énergie d'un endroit à l'autre et de le faire aussi efficacement que possible. Du côté du récepteur, l'antenne doit recevoir tous les signaux radio et les transmettre au récepteur

avec un minimum de distorsion de sorte que la radio puisse décoder le signal convenablement. C'est pour ces raisons que le câble a un rôle très important dans les systèmes radio: il doit maintenir l'intégrité des signaux dans les deux directions.

## Les Câbles

Les câbles sont, pour des fréquences supérieures à la fréquence HF, presque exclusivement des câbles coaxiaux (ou **coax.** en abrégé, dérivé des mots «d'une axe commun»). Les câbles coaxiaux se composent d'un **conducteur** de cuivre entouré par un matériel non-conducteur nommé **diélectrique** ou simplement **isolation**. Le matériel diélectrique est entouré par un bouclier ou blindage de fils tressés. Le câble coaxial est également protégé par une gaine externe qui est généralement faite à partir d'un matériel PVC.

Le conducteur intérieur transporte le signal et le bouclier externe empêche le signal de rayonner dans l'atmosphère tout en empêchant également les signaux extérieurs de faire interférence sur le signal porté par le noyau. Un autre fait intéressant est que le signal électrique voyage toujours le long de la couche externe du conducteur central: plus le conducteur central est grand, mieux le signal circulera. Ceci s'appelle « l'effet pelliculaire ».



Même si la construction coaxiale est efficace pour contenir le signal au sein du noyau, on observe une certaine résistance à la circulation électrique :

Pendant que le signal voyage au sein du noyau, il perd de sa force. Ceci est connu en tant que phénomène d'**atténuation**, et pour les lignes de transmission il est mesuré en décibels par mètre (**dB/m**). Le taux d'atténuation (à 20°C) est fonction de la fréquence du signal et de la construction physique du câble lui-même. À mesure que la fréquence du signal augmente, son atténuation le fera également. Évidemment, nous devons réduire au minimum, autant que possible, l'atténuation du câble en le maintenant très court et en employant des câbles de haute qualité.

Câble coaxial GEDELEX 50 Ohms à diélectrique cellulaire														Comparaison avec d'autres câbles coaxiaux							
Conducteur extérieur en cuivre cannelé														Valeur d'affaiblissement dB / 100 m à 20 °C							
Type de câble		Caractéristiques dimensionnelle en mm				Caractéristiques électriques					Valeur d'affaiblissement dB / 100 m à 20 °C					Valeur d'affaiblissement dB / 100 m à 20 °C					
		Ame	Dielect	Conduct. extérieur	Protect. extér	Z Ohms	Capacité	Vitesse %	Rigidité diel	Fréq	1 et 3 Mhz	10 et 30 mhz	100 et 300	1000 et 2000	MHz	100	144	432	1000 1200	2000	3000
1/4"	2,3/50	Massive 2,40	PET Cellul 6	7,5	10	50 +/-2	82	82	2Kv	2	0,41 0,72	1,32 2,32	4,38 7,97	15,90 24,25	AIRCELL7	6,6	7,9	14,1	22,5	33,8	43,8
1/2"	3,7:50	Div 3,56	PET Cel 8,40	12	14	50 +/-2	88	75	2Kv	7	0,41 0,72	1,3 2,2	4,4 2,7	14 22	AIRCELL7	6,6	7,9	14,1	22,5	33,8	43,8
1/2"	4,6/50 CC	Massive 4,60	PET Cel 11,60	13,7	16	50 +/-2	82	82	4Kv	2	0,22 0,39	0,73 1,29	2,50 4,71	9,96 15,84	ECOFLEX 10	4	4,8	8,9	14,2	21,2	27
1/2"	4,8/50 CC	Massive 4,80	PET Cel 11,90	13,7	16	50 +/-1	76	88	1,6 Kv	3	0,21 0,36	0,66 1,17	2,18 3,91	7,61 11,37	AIRCOM PLUS	3,3	4,5	8,2	12,5	19,8	25
7/8"	8/5 50	Tube IIs 8,60	PET Cel 22,50	25,5	28	50 +/-1	81	82	6Kv	2	0,11 0,21	0,40 0,70	1,20 2,20	5,10 7,6	ECOFLEX 15	2,8	3,4	6,1	9,8	14,7	18,7
7/8"	9,3/50	Tube IIs 9,35	PET Cel 22,50	25,5	28	50 +/-1	76	88	3Kv	3	0,11 0,19	0,33 0,58	1,09 2,00	4,3 6,5	RG 58	16,1	17,8	33,2	54,6	87,5	118
1"5/8	17/50	Tube IIs 17,50	PET Cel 41	46,5	50	50 +/-1	76	88	5,6 Kv	2,7	0,06 0,11	0,2 0,36	0,69 1,31	2,78 4,4	RG 213	6,9	8,5	16	22,5	33,8	

En gras le câble disponible et le plus souvent utilisé par les radio amateurs

caractéristiques données par les fabricants

### Voici quelques points à considérer au moment de choisir un câble :

« Plus c'est court, mieux c'est! »: ceci est la première règle à suivre au moment d'installer un câble. Comme la perte d'énergie n'est pas linéaire, si vous doublez la longueur du câble, vous pourrez perdre beaucoup plus que le double d'énergie. De la même manière, réduire la longueur du câble de la moitié donnera à l'antenne plus que le double d'énergie.

La meilleure solution est de placer l'émetteur le plus près possible de l'antenne.

« Moins c'est cher, pire c'est! »: la deuxième règle d'or est que l'argent que vous investissez au moment d'acheter un câble de qualité n'est pas vain.

Éviter toujours le RG-58. Bien que ce soit le câble vendu, pré-monté sur les antennes marines, il est celui qui présente les moins bonnes caractéristiques. Dommage, non !?

Ne maltraitez pas votre ligne de transmission. Ne marchez jamais sur un câble, ne le pliez pas trop, et n'essayez pas de débrancher un connecteur en tirant directement sur le câble. Tous ces comportements peuvent changer la caractéristique mécanique du câble et donc son impédance, provoquer un court-circuit entre le conducteur intérieur et le bouclier, voir même briser la ligne. Ces problèmes sont difficiles à repérer et à reconnaître et peuvent produire un comportement imprévisible sur le lien radio.

Le câble coaxial étant un élément plus compliqué à expliquer dans le détail, nous en resterons à ce chapitre.

## 10 - Choisir un connecteur coaxial convenable.

Nous aurons le choix entre les connecteurs PL 259 et N. Quoique...

«La question de genre.» Pratiquement tous les connecteurs ont un genre bien défini qui consiste soit en une extrémité mâle ou une extrémité femelle.

Habituellement les câbles ont des connecteurs mâles sur les deux extrémités alors que les dispositifs RF (c.-à-d. les émetteurs et les antennes) ont des connecteurs femelles. Assurez-vous que chaque connecteur mâle dans votre système joint un connecteur femelle.

«Moins c'est mieux!» Essayez de réduire au minimum le nombre de connecteurs et d'adaptateurs dans la chaîne RF. Chaque connecteur introduit une certaine perte additionnelle d'énergie (jusqu'à quelques dB pour chaque raccordement, selon le type de connecteur utilisé!)

La traversée du pont pose toujours un problème. Ne montez évidemment jamais une PL-259 externe avec une embase coaxiale fixée sur le pont. Ce matériel vendu par les shipchandlers est absolument désastreux, et malgré l'utilisation de caoutchouc auto vulcanisant et de joint silicone, la corrosion ravagera rapidement la liaison.

Il faut également éviter les passe fils classiques, qui outre la compression entraînant une rupture d'impédance du câble, laissent un morceau très vulnérable aux coups de pieds et à ras le pont.

La bonne solution est de passer tous les câbles par un siphon inox.

Voici un excellent matériel diffusé par accastillage Bernard et installé sur les Dufour récents. Ce système peut sembler gros et inesthétique, mais il a tous les avantages. Il faut protéger les câbles à la sortie par un bout de tuyau et du ruban adhésif pour éviter de blesser les fils et finir l'étanchéité au pistolet à joints silicone.



Accordez une attention particulière à la préparation des câbles et au montage des prises. Il en va encore une fois des performances de votre installation. (Voir les fiches de montage ci-après).

Les connecteurs sont des pièces fragiles, et peuvent facilement être endommagés suite à un mauvais traitement. En règle générale, vous devez tourner la douille externe pour serrer le connecteur, tout en laissant le reste du connecteur (et du câble) immobile. Si d'autres pièces du connecteur se tordent en serrant ou desserrant, des dégâts peuvent facilement se produire.

Ne marchez pas sur les connecteurs et ne les laissez pas tomber sur le sol lorsque vous déconnectez des câbles (ceci survient plus souvent que vous pouvez l'imaginer, particulièrement lorsque vous travaillez sur une antenne perché sur un mat)

N'utilisez jamais des outils comme des pinces pour serrer les connecteurs. Utilisez toujours vos mains. En cas d'utilisation extérieure, rappelez-vous que les métaux augmentent de taille à des températures élevées et réduisent de taille à de basses températures: un connecteur qui a été trop serré peut se dilater en été et se briser en hiver.

**Alors quel connecteur utiliser.  
PL 259 ou N ?**



En fait, cela dépendra de la prise femelle de l'antenne, le système d'antenne munie d'un câble est à bannir, car il cumule les mauvaises qualités de prise, de câble et d'antenne. De plus, en cas de maintenance, il est préférable de disposer d'éléments séparés, afin de changer soit l'antenne, soit le câble, soit une prise.

Si nous avons le choix entre une N et une PL (c'est le cas chez certaines marques), je serai tenté de préférer la prise N qui est intrinsèquement étanche grâce à la présence de nombreux joints. Son montage nécessite un petit peu plus d'attention, mais au point où nous en sommes dans la réflexion du choix des matériaux, il ne s'agit que d'un détail.

## 11. Les connecteurs UHF PL-259 (Par Bobby VE2KBM)

*(Cet article bien que parlant des prises PL-259, il peut s'adapter à la conception de l'ensemble des connecteurs du marché, dont la prise N)*

Dans l'univers radio, rares sont ceux qui s'interrogent de manière approfondie sur un sujet tel qu'un simple connecteur. Par contre, tous se questionnent sur la qualité et le prix. Souvent, un amateur trouve aberrant de voir sur le marché des connecteurs UHF à 3 euro et d'autres à 9. Avons-nous pris le temps de nous poser la question afin de mieux comprendre les différences? Ce document se veut une explication et une comparaison des matériaux et de la qualité de fabrication des produits que nous retrouvons sur le marché.



Commençons par un petit historique de ce type de connecteur. Les connecteurs coaxiaux de type UHF furent inventés en 1930 par Monsieur E. Clark Quackenbush, ingénieur de la compagnie Amphenol. Ces connecteurs furent développés pour un usage général à des fréquences entre 0.6 - 300 MHz. L'appellation UHF est un acronyme pour « Ultra High Frequency », car en ces années, 300 MHz était considéré comme de l'ultra haute fréquence. L'appellation PL-259 est la désignation militaire de ce connecteur. Différentes compagnies lui ont donné l'appellation PL-259, lorsqu'elles ont choisi de fabriquer des connecteurs, afin de faire concurrence à Amphenol. Voilà pourquoi on appelle le connecteur de type UHF un PL-259.

Au prime abord, les connecteurs se ressemblent bien qu'ils soient différents. Lequel devrions-nous choisir lorsque le temps des emplettes arrive? Il faut connaître nos besoins incluant la fréquence et la puissance utilisée. Tel qu'énoncé précédemment, ce type de connecteur fut conçu pour être utilisé jusqu'à 300 MHz. Son impédance est insuffisamment constante pour des fréquences plus élevées.

**Les sept principaux éléments de sélection sont les suivants:**

- 1 - Les procédés de fabrication (moulage ou usinage)
- 2 - Les matériaux des pièces conductrices (laiton ou zinc)
- 3 - Les placages (Or, Argent ou Nickel)
- 4 - Les diélectriques (Bakelite, Delrin, LCP, PBT, Phénolique, Polypropylène, Teflon)
- 5 - La qualité de fabrication (tolérances et finition)
- 6 - Les dimensions (compatibilité entre fabricants)
- 7 - Comparaison de la qualité

### **1- Les procédés de fabrication**

Sur le marché nous retrouvons des connecteurs dont les pièces conductrices sont soit moulées soit usinées.

Souvent les pièces moulées montrent des imperfections laissées par les joints du moule.

Il faut aussi apporter une attention particulière aux filets, car ils ne sont pas toujours réussis.

Les pièces usinées donnent des tolérances beaucoup plus serrées et une meilleure finition.

### **2- Les matériaux des pièces conductrices**

Généralement le matériel primaire utilisé pour les connecteurs moulés est le zinc. Le zinc se corrode facilement. C'est un métal plus mou et moins durable que le laiton.

Le laiton est le matériel le plus utilisé pour la fabrication des pièces usinées. C'est un métal qui est facile à usiner et qui a de bonnes propriétés mécaniques et électriques. L'usinage est plus onéreux que le moulage mais donne une qualité finale supérieure.

Les connecteurs usinés sont approximativement 50% plus chers que les connecteurs moulés.

### **3 - Les placages**

Les pièces conductrices sont plaquées, afin de réduire la perte de signal et augmenter la durabilité du connecteur. Le placage réduit les effets de l'oxydation et de la corrosion qui causent une augmentation de la résistance des contacts, et par conséquent une perte de signal.

La référence de la conductivité relative se compare à l'argent, auquel on donne un facteur de 100.00.

### La conductivité relative:

Argent : 100.00

Or : 76.61

Zinc : 29.57

Laiton : environ 23 (varie avec le type d'alliage)

Nickel : 12.89

Tel que nous l'avons constaté avec les données ci-dessus, l'Argent est plus conducteur que l'Or ou le Nickel. Plusieurs détaillants ont tendance à dire aux clients que les connecteurs plaqués à l'Or sont meilleurs que ceux qui sont plaqués à l'Argent ou au Nickel. La preuve du contraire est maintenant faite.

La résistance des conducteurs augmente avec la température à l'exception du carbone dont la résistance baisse avec l'augmentation de la température.

### **4 - Les diélectriques**

Les matériaux isolants utilisés pour les connecteurs, du moins ceux qu'on retrouve le plus souvent, sont le Bakelite, le Delrin, le LCP (Liquid Crystal Polymer), le PBT (PolyButylene Tetrphalate Polyester), le Phénolique, le Polypropylène, ainsi que le PTFE (Téflon).

Et plus des caractéristiques diélectriques, nous devons prendre en considération les caractéristiques mécaniques et les températures que les matériaux utilisés peuvent supporter, particulièrement lorsque vient le temps d'installer le connecteur (soudure) et lorsque la puissance à transiter est élevée.



**Le Bakelite:**

Le Bakelite est à la base de la résine de Phénolique. C'est un matériel rigide et qui tolère une température élevée. Sa capacité diélectrique peut transporter un fort courant électrique sur une courte période de temps. C'est un diélectrique très durable.

**Le Delrin:**

Le Delrin est aussi fabriqué à partir d'une base de résine de Phénolique. Il est presque aussi rigide que le Bakelite, mais supporte moins les températures élevées. Il a pratiquement la même capacité diélectrique que le Bakelite. Il est rigide et facile à usiner.

**Le LCP (Liquid Crystal Polymer):**

Tel que son nom l'indique, le LCP est une cristallisation du polymère liquide. Il supporte mieux les températures élevées que le Delrin, et a une capacité diélectrique plus élevée que le Bakelite. Sa rigidité est moyenne.

**Le PBT (PolyButylene Tetracarbonate Polyester):**

Le PBT est dans la moyenne des caractéristiques des matériaux isolateurs tant au point de vue rigidité, que de la température de fusion et d'opération.

**Le Phénolique:**

Le Phénolique a une limite élastique en tension peu élevée, mais une limite en compression supérieure à tous les autres diélectriques. Ses températures de fusion et d'opération maximales sont moyennes.

**Le Polypropylène:**

Le Polypropylène est un diélectrique moulable et utilisé pour les produits de moins bonne qualité. Le Polypropylène possède de pauvres propriétés mécaniques. Il est très léger et facile à fabriquer, par conséquent son prix est bas. Ses températures d'opération et de fusion sont très basses. Il faut être attentif lorsque nous soudons le connecteur.

**Le PTFE (Téflon):**

Le Téflon est un matériel qui supporte bien les températures élevées. Il est facile à usiner. Le Téflon a une stabilité électrique très large en fonction de la fréquence. C'est un matériel qui vieillit bien et qui engendre peu de pertes.

## 5 - La qualité de fabrication

Nous avons constaté plusieurs différences entre les connecteurs tout au long du document. En ce qui a trait aux tolérances, elles varient d'un fabricant à l'autre. Un câble coaxial de type RG-8 ou RG-213 a un diamètre externe d'environ 0.405 po. (1.02 cm ndlr), mais cette valeur n'est pas toujours respectée. Nous nous retrouvons parfois face à une situation telle, qu'un connecteur est soit trop petit ou trop grand. Si la tolérance est trop serrée nous avons des problèmes d'insertion et si elle est trop grande le connecteur n'est pas bien retenu.

Le placage est des plus important pour la durabilité et l'efficacité du connecteur. Si la corrosion ou l'oxydation pénètre le placage, la principale partie conductrice est affectée. À cause de l'effet pelliculaire (skin effect), le signal voyage presque totalement à la surface du conducteur. Aux fréquences HF la pénétration ne dépasse pas 1 ou 2 millièmes tandis qu'en SHF elle se limite à quelques microns. Le placage affecte donc la performance du connecteur en le rendant plus ou moins résistif au passage du signal.

## 6 - Les dimensions

Sur le marché, nous retrouvons des connecteurs dont les dimensions varient. Il y a des connecteurs qui ont des longueurs différentes. Lorsque nous utilisons des réducteurs, certains sont longs et d'autres plus courts. Imaginez que vous installez un câble de type RG-58 avec un réducteur long et un connecteur court. Ils ne sont pas toujours compatibles. Les fabricants n'ont pas toujours des produits interchangeables avec ceux de leurs concurrents. Il est donc préférable de s'en tenir à une seule marque.



## 7 - Comparaison de la qualité

Puisque la majorité des fabricants de connecteurs génériques n'inscrivent rien sur leurs produits, il est difficile d'en connaître l'origine.

Lorsque nous faisons nos emplettes, nous devrions tous avoir comme référence un connecteur haut de gamme. Puisque c'est la compagnie Amphenol qui a inventé les connecteurs UHF PL-259, étudions un de leurs connecteurs haut de gamme, plus précisément le modèle 83-822. (Fig. 1)

Le conducteur central est fabriqué en laiton et plaqué à l'Argent, le corps ainsi que la bague d'ancrage sont fabriqués en laiton, plaqué au Nickel. Le diélectrique est en Téflon.

Allons maintenant dans les détails de conception du connecteur. La figure 2 montre que les ingénieurs ont utilisé du moletage (rainures), afin de nous aider à visser le connecteur sur le câble coaxial.

À la figure 3, on remarque un encastrement dans le diélectrique. Lorsqu'on installe un petit câble de type RG-58 ou RG-59, il y a un espace pour recevoir une rondelle de Téflon (dans le cas d'un 83-822 le diélectrique est en Téflon) qu'on installe sur le conducteur central du câble avant la pose. Cette rondelle a pour but d'empêcher la soudure d'entrer en contact avec la gaine tressée du câble (shield).



Figure 1



Figure 2



Figure 3



Figure 4

Lorsque vient le temps de souder la gaine du câble, il y a quatre ouvertures disponibles (voir figure 4). Avec un bon fer, le Nickel acceptera bien la soudure. Il y a un grand choix de connecteurs PL-259 sur le marché. Pour faire un choix judicieux, nous devons définir nos besoins en fonction de la fréquence et de la puissance, et non seulement en fonction des prix.

L'importance de la qualité d'un connecteur est d'autant plus évidente lorsqu'on opère à des fréquences élevées. Nous avons tous les renseignements nécessaires afin de ne pas être aux prises avec des problèmes. Nous pouvons maintenant choisir un produit répondant à nos besoins, sans subir les conséquences d'un mauvais choix.

### **En résumé:**

#### Connecteurs de basse qualité:

Les connecteurs bon marché sont généralement fabriqués par moulage et le matériau utilisé est le zinc. Le moulage est un procédé de fabrication rapide. Le zinc est moins coûteux que le laiton. Souvent les connecteurs moulés vont avoir des défauts visibles, attribuables à la basse qualité du moule. Puisque les fabricants cherchent à baisser les coûts de fabrication, le placage qui est généralement utilisé est le Nickel. Le Nickel est moins onéreux, mais aussi moins conducteur que l'Argent et l'Or.

Les diélectriques habituellement utilisés sur les connecteurs bon marché sont le Polypropylène et le PBT. Quelques fois, nous trouvons du Delrin comme diélectrique, nous avons alors un connecteur bon marché avec un diélectrique de qualité moyenne.

#### Connecteurs de qualité moyenne:

Les connecteurs PL-259 de qualité moyenne sont usinés avec des tolérances moins élevées que ceux qui se classent dans la catégorie haut de gamme. Les fabricants utilisent de multiples combinaisons de placages. Certains offrent des connecteurs dont toutes les pièces conductrices sont plaquées à l'Or. D'autres connecteurs ont la tige centrale plaquée à l'Argent, le corps et la bague au Nickel. Pour ce qui est des diélectriques, ils sont pratiquement tous utilisés sauf le Polypropylène.

#### Connecteurs de haute qualité:

Ces connecteurs sont usinés et utilisent comme matériel de base le laiton. Ces connecteurs sont plus chers, mais ont peu ou pas de défauts de fabrication car les tolérances sont serrées. Les diélectriques sont le Téflon, le LCP et le Phénolique. Les pièces conductrices (bague et corps) sont habituellement plaquées au Nickel ou à l'Argent et le conducteur central à l'Argent.

## 12 - Le montage d'une fiche PL-259.



Voici comment câbler une fiche PL-259 sur un câble coaxial (RG-213U FOAM) en 16 étapes, sans outils spécialisés à cet effet.

Pour un rendement optimal, avec le moins de perte possible, il est impératif d'avoir des connecteurs d'excellente qualité, puis de les monter avec la plus grande attention.

Leur utilisation en extérieur obligera la protection des connecteurs avec un isolant du style gaine vulcanisante, la PL-259 n'étant souvent pas étanche.

Pour ce montage, voici la liste des outils nécessaires :

- un fer à souder
- une pince coupante
- un cutter
- de la soudure à l'étain
- de la graisse
- du téflon en ruban
- un multimètre
- une lime queue de rat
- du papier de verre très fin

*(Il est à noter que l'emploi d'un multimètre ne sert à rien sur un câble coaxial déjà connecté à une antenne. En effet, celle-ci est court-circuitée et l'information sera donc erronée. Le multimètre sera utilisé sur un câble seul, et un ROS mètre sera utilisé afin de vérifier l'accord de l'antenne.)*



Les deux parties  
de la fiche



Limer l'orifice, afin que la  
soudure adhère





Vérifier l'isolation  
entre l'âme et la tresse



Joiner avec du ruban téflon,  
la tresse et la gaine



Graisser très légèrement pour  
faciliter le montage



Visser la seconde partie de la  
fiche PL-259



Vérifier l'isolation  
entre l'âme et la tresse



Souder le corps de la fiche  
avec la tresse intérieure



Souder l'âme centrale sans  
déborder. Limer l'excédant



La fiche PL-259 terminée

### 13 - Les connecteurs type N

Les esprits curieux n'ont pas manqué de se demander pourquoi les VHF marines sont montées avec des PL 259. Ces prises sont extrêmement médiocres et ne sont absolument pas étanche (à quelques exceptions munies d'un presse-étoupe : [www.ssb.de](http://www.ssb.de) , [www.wimo.de](http://www.wimo.de) , [www.dxavenue.com](http://www.dxavenue.com) , ...).

Il est extraordinaire de trouver sur les catalogues de shipchandler des passages de ponts proposés en double embases femelle pour recevoir des PL-259. Ces vieilles prises datent d'une époque où seule existait la communication décimétrique. Les PL-259 ont été faites pour cela, et fonctionnent bien en atmosphère sèche à la limite de la gamme VHF. Ces prises ont causé tant de problèmes qu'après la seconde guerre mondiale, l'US Navy a demandé une étude pour remplacer ces produits médiocres.

Cela a débouché sur deux types d'excellents connecteurs maintenant universellement utilisés, montant facilement en UHF avec des pertes réduites. Qui a dit que les Américains n'avaient inventé que le hamburger ?

La prise BNC (BNC est l'acronyme de *Bayonet Neill Concelman* en honneur aux inventeurs: Paul Neill et Karl Concelman) pour les petits câbles et petites puissances, en milieu sec.



Fiche N femelle



Fiche N mâle

Les connecteurs de **type N** (encore une fois pour **Neill**, bien que parfois attribué à la "marine", Navy en Anglais) sont utilisables jusqu'à 18 gigahertz, et très couramment utilisés pour des applications micro-ondes. Ils sont disponibles pour presque tous les types de câble. Les joints de prise/câble et de prise/douille sont imperméables à l'eau (IP68 pour certaines) fournissant de ce fait, un collier efficace.

Après des années d'utilisation en milieu marin, il n'y a aucune trace d'oxydation, ni sur les connecteurs N, ni sur le cuivre du coaxial, alors qu'une PL-259 non recouverte avec grand soin d'auto-vulcanisable sera détruite en une saison ainsi que le coaxial. Il semble donc incompréhensible d'utiliser ces infâmes PL-259 sur un bateau, mais il n'y a qu'une seule raison à cela !

La prise N est plus complexe et comporte beaucoup d'éléments à monter avec grand soin. Le temps de montage est bien plus long et le prix plus élevé qu'une PL-259.

Sans ce détail, les PL-259 préhistoriques auraient disparu depuis bien des longtemps...

#### 14 - Le montage d'une fiche N

Voici les informations et la description de montage proposé par un site de vente



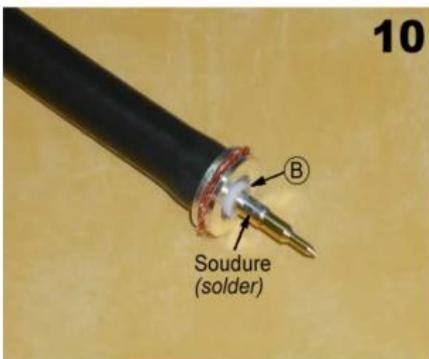
Connecteur N mâle 50Ω pour câble coaxial flexible de 10 à 11 mm :  
RG213, RG214, Ecoflex 10, Aircom Plus, H2000 Flex, H1000, LMR 400, Heatex 10, MMR 400, RG393, RG11, RG63, RG144, RG165, RG216, RG225, RG8, KX4...

- Pin dorée et isolation Téflon. Manchon de compression en silicone.
- Contact de masse par système Sherlock : Le montage le plus pratique, rapide et efficace (voir photos de la notice de montage).
- Ce connecteur possède 2 rondelles de serrage. La deuxième, placée avant la partie à visser, est primordiale car elle évite au manchon de compression en silicone de vriller lors du serrage. Beaucoup de connecteurs sur le marché en sont dépourvus.



# Montage de notre fiche N sur coax 11mm "N" Clamp Assembly on 11mm coax cable

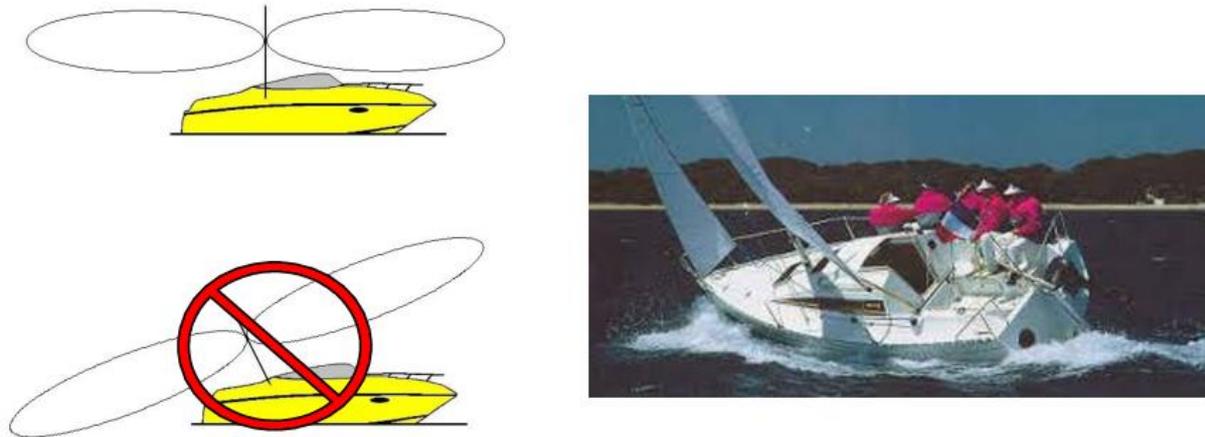
DX AVENUE - Lac Ferrier - 24420 Sorges (France) - WWW.DXAVENUE.COM



Documentation et photos © DX AVENUE - Tous droits réservés

## 15 - Conseils d'installation d'une ligne d'antenne

**L' emplacement de l'antenne.** Comme cela a déjà été évoqué, l'antenne doit être montée le plus haut possible. Assurez-vous également que l'élément rayonnant de l'antenne n'est pas proche de tout objet métallique. Tous les objets situés le long du trajet vertical de l'élément rayonnant peuvent modifier les caractéristiques de l'antenne et / ou les diagrammes de rayonnement.



Selon la configuration : un bateau à moteur ou un voilier, l'antenne sera montée à la verticale afin d'optimiser le lobe de rayonnement et limiter la perte de gain.

*La gîte d'un voilier est inévitable, en cas de besoin et si possible, il faudra orienter le bateau en direction des secours. En cas de démâtage, une seconde antenne fixée sur un balcon fera office d'antenne de secours. On pourra choisir dans ce cas une antenne plus longue, avec plus de gain.*

**La distance de sécurité.** Le rayonnement électromagnétique de l'antenne est dangereux. Certains fabricants recommandent de respecter un à trois mètres de distance entre l'antenne et les occupants d'un bateau. Cela peut être difficile à réaliser sur une petite unité, alors peut-on minimiser ce problème en utilisant une antenne à gain plus faible pour réduire la Puissance Apparente Rayonnée. D'aucune manière, il ne faudra entrer en contact avec l'antenne, lorsque le poste sera en phase d'émission.

**Le parcours du coaxial.** L'installation correcte de la ligne coaxiale nécessite l'acheminement du câble, afin qu'il ne soit pas endommagé, déformé ou pincé. Il est nécessaire de s'abstenir de trop tirer sur le câble coaxial, comme sur la prise. Essayez de réduire au minimum les coudes serrés.

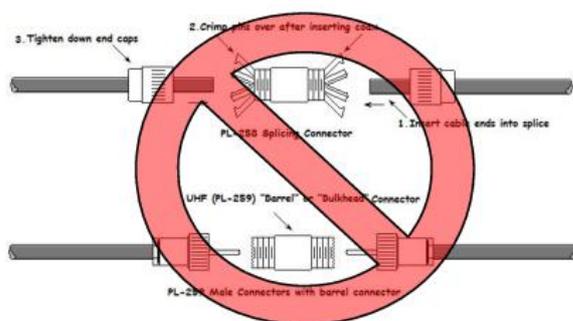
**La longueur du câble coaxial.** Il est permis de couper le coaxial, s'il est trop long, cependant, vous devez vous assurer que l'antenne soit au moins à un mètres de la radio. Il s'agit d'une exigence quasi universelle de la plupart des fabricants de radio, et une mesure de sécurité. Si vous décidez de ne pas couper le câble coaxial, vous pouvez l'enrouler. Cependant le câble coaxial présente une certaine perte de signal, et vous pouvez améliorer les performances de votre système en vous assurant que sa longueur n'est pas excessive. Cette perte est très dépendante du type de coaxial utilisé, pour le câble RG-58 qui est couramment utilisé par les fabricants d'antennes, il est d'environ -3 dB de perte pour 15 mètres !

Si vous ne l'avez pas deviné maintenant, une perte de 3 dB divise par deux la puissance du signal. Par conséquent, 15 m de câble coaxial présenterait une réduction de la moitié du signal, et s'il est raccordé à une antenne à gain de +3 dB, le résultat serait un gain de 0 dB. Cependant, la perte de 3 dB le long du câble coaxial est une véritable perte de puissance du signal, tandis que le gain +3 dB est seulement une augmentation de la puissance apparente rayonnée.

Par conséquent, si vous avez une longueur de câble importante à installer, comme dans un mât de voilier, vous devez envisager l'achat d'un câble à faible perte.

**Le Connecteur.** Les antennes VHF marines utilisent généralement un connecteur PL-259 ou N. Lors de l'installation du connecteur, il y a deux opinions. Certaines personnes croient que le connecteur coaxial doit toujours être soudé, et d'autres trouvent que les connecteurs sertis sont suffisants.

...La ligne coaxiale doit être composée d'un seul câble. Toute insertion de prise, ou de raccord, induirait une perte significative.



**Ne monter pas cela**



**Et encore moins cela!**

**Le test de continuité.** Il peut être tentant d'effectuer un simple test sur la ligne d'antenne après avoir installé le connecteur, en mesurant la résistance en courant continu, entre la l'âme centrale du connecteur et le blindage externe. Une lecture négative du multimètre fera penser que la connexion à l'antenne est correcte.

Curieusement, vous pouvez mesurer soit une haute résistance (circuit ouvert) ou une résistance faible (court-circuit). Cette caractéristique dépend de la conception de l'antenne, et malheureusement, il n'y a aucun moyen de savoir quelle indication est correcte. Toutefois, certains fabricants d'antennes indiqueront si leurs antennes sont court-circuitées ou non. C'est largement le cas des antennes marines et des antennes 5/8 ondes (antennes à gain) de par leur conception.

Bien que ce test vous donne une indication de base, il s'agit d'un test rudimentaire. Une indication de loin préférable est de mesurer le Rapport d'Ondes stationnaires du système.

## 16 - Notion d'Ondes Stationnaires (R.O.S./T.O.S.)

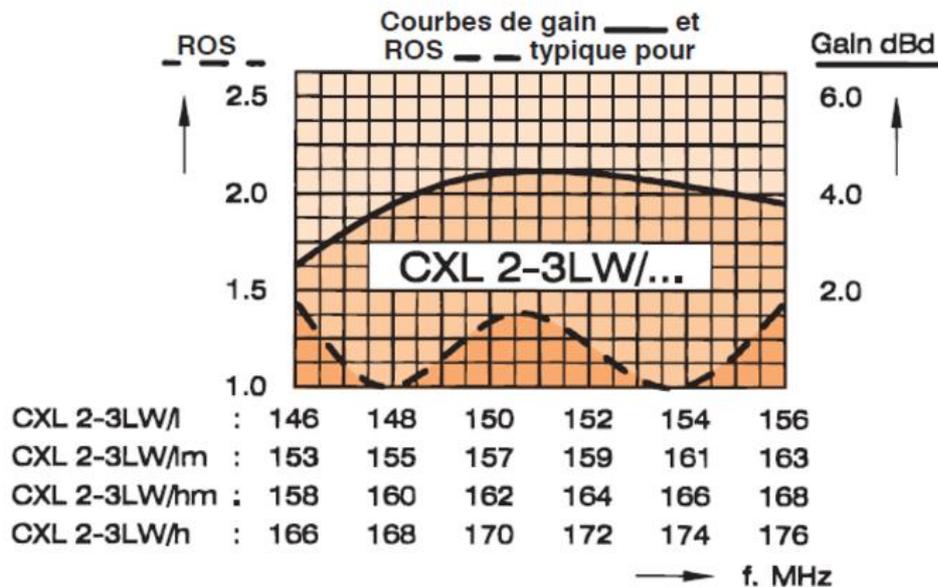
**ROS.** Une information qui est indispensable de connaître, est la notion de Rapport d'Onde stationnaire (ou Taux d'Onde stationnaire en %). En anglais SWR, ou plus exactement, VSWR (Voltage Standing Wave Ratio).

Le poste radio est connecté à l'antenne par un câble coaxial. Le câble est également appelé "ligne de transmission" qui transfère la puissance de la radio à l'antenne. Pour fonctionner correctement, la ligne de transmission doit être compatible avec la radio et l'antenne. Le travail du câble est de connecter la radio à l'antenne tout en minimisant les pertes.

Comme beaucoup de valeurs en électronique, le R.O.S. (SWR) est un rapport. Un rapport de 1:1 est théoriquement parfait, et signifie que 100% de l'énergie provenant de l'émetteur est transmis à l'antenne. Cependant, dans la pratique, lorsque si vous prenez une antenne VHF marine, et que vous fixez convenablement le connecteur au câble coaxial, le mieux que vous pouvez espérer est un rapport de 1.2 :1 à 1.5:1.

Il y a plusieurs questions qui vous empêchent d'obtenir un parfait ratio 1:1:

La qualité de fabrication de l'antenne peut augmenter la valeur du ROS. Dans notre exemple ci-dessous (avec une antenne de très grande qualité de marque PROCOM et de type, CXL 2-3LW/...) vous pouvez voir que l'antenne est seulement capable d'un ROS de 1:1, au mieux deux fois sur une largeur de 500 Hz, alors que l'antenne couvre une largeur de bande de 10 Mhz.



### Exemple de courbes pour l'antenne CXL

Si vous vous souvenez du chapitre traitant de la longueur d'onde, vous savez que celle-ci varie avec la fréquence.

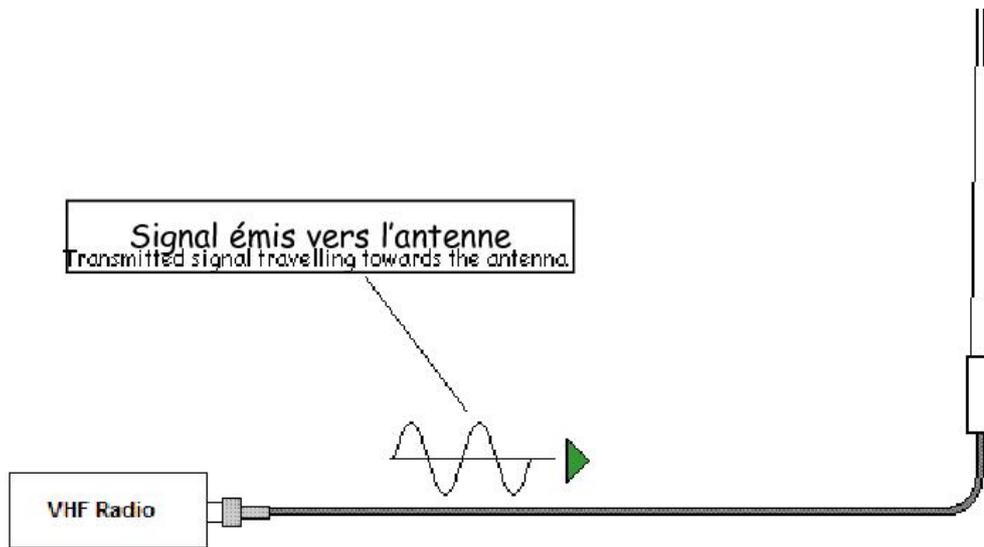
Par conséquent, lorsque vous modifiez le canal de votre VHF Marine (changement de fréquence), la longueur électrique requise pour une performance maximale de l'antenne change également. Il serait alors nécessaire de posséder une antenne de longueur différente pour chaque canal de travail. C'est absolument impossible dans la pratique.

Les fabricants d'antennes optimisent donc leurs antennes pour une fréquence préférée, et c'est pour cette fréquence que l'antenne possèdera alors le meilleur ratio. Toutefois les autres fréquences utilisées par cette antenne, produiront une erreur de faible longueur, qui se traduira par une hausse du R.O.S.

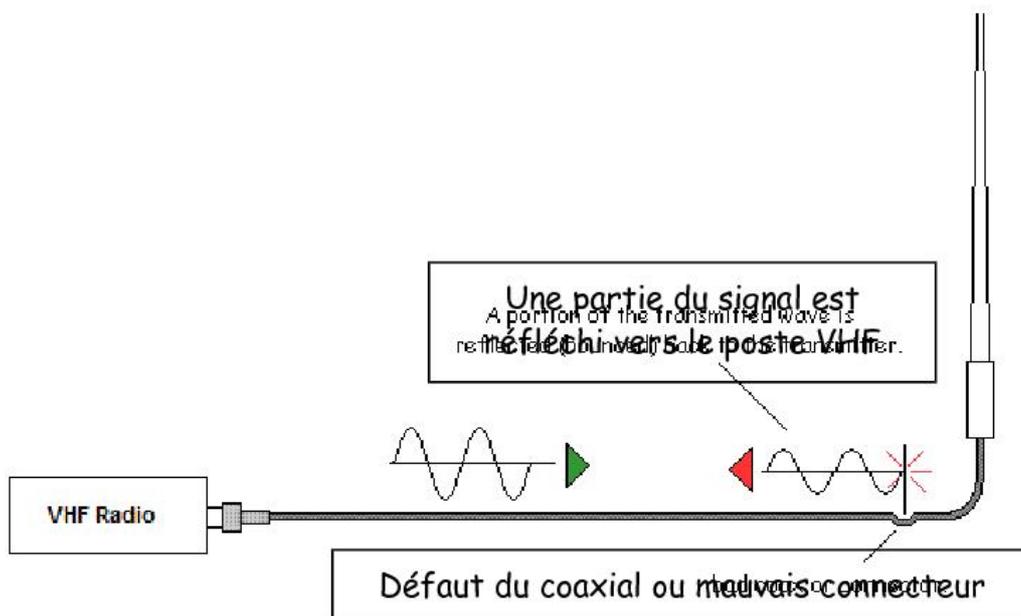
Comme on peut le constater sur le tableau ci-dessus, selon le choix du constructeur, une antenne peut posséder un ROS très différent d'une fréquence à l'autre, et c'est surtout le cas pour les antennes VHF marine qui nécessitent

une largeur de bande importante entre la fréquence de travail la plus basse (156.025 Mhz), et celle la plus haute (162.025 Mhz) soit 6 Mhz.

Dans un autre cas, pendant l'installation, si le câble coaxial a été déformé, pincé ou maltraités, ou si le connecteur a été installé de manière incorrecte, il peut en résulter une variation d'impédance, qui augmentera le rapport d'ondes stationnaires.



Lors de l'émission, le signal transmis se déplace vers l'antenne à travers le coaxial, où il est émis dans l'atmosphère. Dans un monde parfait, toute l'énergie du signal serait rayonnée. Cela représente un ROS de 1:1.



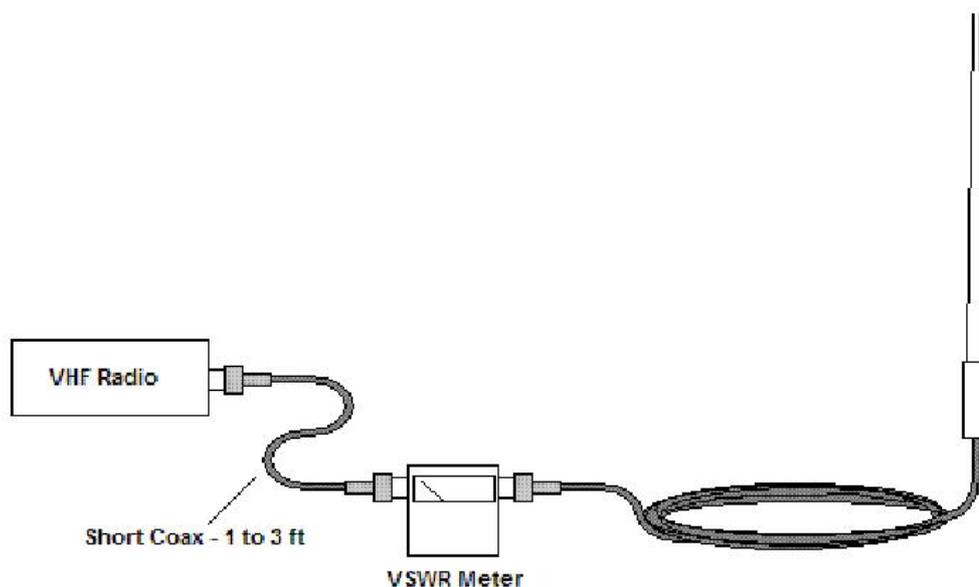
Cependant, s'il existe des défauts dans l'antenne, le câble coaxial, le connecteur, ou une anomalie quelconque dans le parcours du signal, une partie du signal transmis est réfléchi en arrière vers l'émetteur. (*avec le risque de griller l'étage d'amplification de l'appareil*)

Sans entrer dans trop de détails techniques, les "Ondes Stationnaires" correspondent au rapport entre les ondes émises et celles réfléchies de telle sorte que l'onde transmise semble s'être arrêté, plutôt que de voyager vers l'antenne. Le rapport de ROS est alors la somme du signal de retour qui est renvoyée vers l'émetteur. Si elles sont conservées assez bas, ce décalage ne causera pas de problème, et il est normalement prévu.

La mesure du ROS est assez facile à faire. Il se pratique à l'aide d'un ROS-mètre qui permet de déterminer avec précision la valeur de l'Onde Stationnaire, et déceler alors un éventuel problème sur la ligne de transmission. Ce n'est pas un instrument que vous utiliserez probablement beaucoup, il sera alors peut-être intéressant d'en partager l'achat avec les copains du club nautique, ou demander à un radioamateur de votre entourage de procéder à son relevé. Merci qui ?

Quel que soit le ROS-mètre que vous utiliserez, assurez-vous qu'il est conçu pour les fréquences VHF marine. Le marché est inondé d'appareils bon marché pour l'utilisation CB, mais pour la plupart, ils ne fonctionnent pas sur des fréquences VHF. Certains ROS-mètres qui sont appropriés pour les fréquences VHF, peuvent être calibrés pour une utilisation sur 144 Mhz (bande RA), mais peuvent ne pas fournir une lecture précise sur la bande VHF marine.

Vous aurez besoin d'un petit morceau de câble coaxial muni des deux connecteurs pour brancher le ROS-mètre à la radio. Il suffira de connecter l'appareil de mesure au coaxial de l'antenne et suivre les instructions de l'appareil pour mesurer le ROS. Typiquement, vous aurez également à effectuer une procédure simple pour étalonner l'appareil afin obtenir une lecture précise. La lecture du ROS est prise lors de la transmission, alors assurez-vous que vous ne faites pas ce test sur le canal 16 ou d'autres canaux occupés. Le canal 72 (156.625Mhz) est le plus proche du centre de la bande VHF marine. Cependant, il est également possible de faire plusieurs lectures sur différents canaux, afin de faire ressortir une courbe du ROS propre à l'implantation de votre antenne sur votre bateau.



Au cours du processus de fabrication, les antennes sont généralement "taillées" pour une fréquence de référence. Il est alors nécessaire que celle-ci se situe à proximité du centre de la gamme de fréquences (156.725Mhz), de sorte que le retour des ondes émises sur un canal situé à chaque extrémité de la plage de fréquences, soit réduit au minimum.

Par conséquent, certains canaux seront plus proches de la fréquence d'accord de l'antenne. Pour cette raison, le ROS n'est pas constant, mais varie avec le canal utilisé. Les constructeurs d'antenne précisent parfois un ROS minimum et maximum pour leur produit. Une gamme de 1,5:1 à 2,0:1 n'est pas inhabituelle pour une antenne VHF.

Si votre lecture est 1.5:1 ou moins, alors considérez-vous assez chanceux, car de nombreuses antennes elles-mêmes peuvent induire un ROS jusqu'à 2,0:1. En général, on considère la limite maximum du ROS à 2,5:1 ou 3:1. Une valeur plus importante signifiera que la ligne d'antenne fonctionne mal. Dans ce cas, il faudra vérifier l'intégrité de l'antenne, du câble coaxial et du connecteur. Si le câble a été pincé, écrasé ou plié à une trop forte courbure, le ROS peut s'élever. De plus, un connecteur corrodé ou un mauvais contact sur le connecteur (mauvaise soudure, etc.) contribuera également à une lecture ROS importante.

# Tableau de conversion ROS - Return Loss - P non transmise - Perte de transmission

ROS	Return Loss (dB)	Puissance non transmise (%)	Perte de transmission (dB)	ROS	Return Loss (dB)	Puissance non transmise (%)	Perte de transmission (dB)
1.00	Infini	0.000	0.000	1.38	15.9	2.55	0.112
1.01	46.1	0.005	0.0002	1.39	15.7	2.67	0.118
1.02	40.1	0.010	0.0005	1.40	15.55	2.78	0.122
1.03	36.6	0.022	0.0011	1.41	15.38	2.90	0.126
1.04	34.1	0.040	0.0018	1.42	15.2	3.03	0.132
1.05	32.3	0.060	0.0028	1.43	15.03	3.14	0.137
1.06	30.7	0.082	0.0039	1.44	14.88	3.28	0.142
1.07	29.4	0.116	0.0051	1.45	14.7	3.38	0.147
1.08	28.3	0.144	0.0066	1.46	14.6	3.50	0.152
1.09	27.3	0.184	0.0083	1.47	14.45	3.62	0.157
1.10	26.4	0.228	0.0100	1.48	14.3	3.74	0.164
1.11	25.6	0.276	0.0118	1.49	14.16	3.87	0.172
1.12	24.9	0.324	0.0139	1.50	14.0	4.00	0.18
1.13	24.3	0.375	0.0160	1.55	13.3	4.8	0.21
1.14	23.7	0.426	0.0185	1.60	12.6	5.5	0.24
1.15	23.1	0.488	0.0205	1.65	12.2	6.2	0.27
1.16	22.6	0.550	0.0235	1.70	11.7	6.8	0.31
1.17	22.1	0.615	0.0260	1.75	11.3	7.4	0.34
1.18	21.6	0.682	0.0285	1.80	10.9	8.2	0.37
1.19	21.2	0.750	0.0318	1.85	10.5	8.9	0.40
1.20	20.8	0.816	0.0353	1.90	10.2	9.6	0.44
1.21	20.4	0.90	0.0391	1.95	9.8	10.2	0.47
1.22	20.1	0.98	0.0426	2.00	9.5	11.0	0.50
1.23	19.7	1.08	0.0455	2.10	9.0	12.4	0.57
1.24	19.4	1.15	0.049	2.20	8.6	13.8	0.65
1.25	19.1	1.23	0.053	2.30	8.2	15.3	0.73
1.26	18.8	1.34	0.056	2.40	7.7	16.6	0.80
1.27	18.5	1.43	0.060	2.50	7.3	18.0	0.88
1.28	18.2	1.52	0.064	2.60	7.0	19.5	0.95
1.29	17.9	1.62	0.068	2.70	6.7	20.8	1.03
1.30	17.68	1.71	0.073	2.80	6.5	22.3	1.10
1.31	17.4	1.81	0.078	2.90	6.2	23.7	1.17
1.32	17.2	1.91	0.083	3.00	6.0	24.9	1.25
1.33	17.0	2.02	0.087	3.50	5.1	31.0	1.61
1.34	16.8	2.13	0.092	4.00	4.4	36.0	1.93
1.35	16.53	2.23	0.096	4.50	3.9	40.6	2.27
1.36	16.3	2.33	0.101	5.00	3.5	44.4	2.56
1.37	16.1	2.44	0.106	6.00	2.9	50.8	3.08

## Notes :

La première colonne indique le ROS dans la ligne.

La seconde colonne est la conversion de ce ROS en termes de Return Loss [Return Loss =  $-20\log_{10}(p)$ ].

La 3ème colonne indique la puissance non transmise à la charge du fait de la désadaptation.

La 4ème colonne intitulée "Perte de transmission" précise la perte sur le signal due à la puissance non transmise. Exemple, pour un ROS de 6, 50% de la puissance n'est pas transmise à la charge. La perte de transmission est donc la perte mesurée en dB entre la puissance réellement transmise et celle qui aurait été transmise sans la désadaptation.  $PT = 10 \text{ Log}(P1/P2)$

## 17. - Quelle antenne pour quel bateau

Dans tous les cas, il sera nécessaire de se procurer :

- une antenne munie d'une embase (N femelle de préférence)
- un connecteur N mâle (jonction câble coaxial et antenne)
- un câble coaxial 50 ohms faible perte.
- Un connecteur UHF PL-259 presse étoupe (jonction coaxial au poste VHF)

Dans le cas d'un voilier, nous pourrions choisir **une antenne** de ce type :



- Antenne professionnelle
- demi-onde
- poids 1 kg
- taille 1m20
- 100 watts
- Gain de 3 dB
- Angle de tire 60°
- Impédance de 50 ohms
- Différents type de fixation
- Prise N colinéaire femelle

Ou alors

Antenne VHF 1.0m en acier inoxydable.

Très légère, elle est idéale pour les installations où le fardage doit être le plus bas possible.

L'antenne P6001 (Pacific aërial) dispose d'une prise SO239 (modèle femelle de la PL-259) et est fourni avec un support de montage.

Cette antenne est un excellent choix pour les installations en tête de mat et les installations existantes sur les petits bateaux et les bateaux de taille moyenne.

Robuste, fiable, ils vont offrir des performances exceptionnelles pendant des années.

### Spécifications:

Fréquence: VHF 156-162 MHz

Fouet d'antenne: Acier inoxydable

Virole: Nylon

Type d'antenne: demi-onde

Quel bien encore...

ROS typique à 156,8 MHz 1,2:1



### **Antenne VHF marine Manta de Metz (80 euros)**

- Probablement la meilleure antenne VHF existante
- Utilisée par les gardes-côtes américains et les services de recherche et de sauvetage britanniques
- Garantie à vie sur la bobine d'antenne
- Structure en acier inoxydable
- Convient aussi bien pour un montage sur rail que pour une utilisation en tête de mât

Cette antenne marine, d'une qualité exceptionnelle, est idéale pour un montage sur la tête de mât, de par son faible poids, sa structure en acier inoxydable et sa résistance aux UV. Elle est également appropriée pour un montage sur le pont, où ses performances dépasseront nettement celles d'une antenne traditionnelle de 138 cm en fibre de verre. Le fouet en acier inoxydable 17-7PH, d'une longueur de 87 cm, a une durée de vie longue. Il résiste aux attaques des oiseaux et ne subit pas la rapide dégradation qui peut survenir avec les antennes en fibre de verre.

L'antenne est vendue avec le boîtier principal, l'antenne fouet, une équerre support nickelée, une garantie à vie sur la bobine d'antenne, ainsi qu'un connecteur SO-239. Il existe plusieurs accessoires (girouette, etc.)

Fiche technique :

- ROS inférieur à 1,2:1
- Gain de 3 dBi, idéal pour une utilisation en tête de mât
- Bande de fréquence: 156 - 163 MHz
- Pas de plan de sol nécessaire
- Poids: 225 grammes
- socle SO 239 femelle accepte les fiches PL-259 standard



Les antennes Metz sont conçues pour supporter jusqu'à 250W de puissance de sortie.

Metz Communications est une entreprise basée aux États-Unis qui fabrique des antennes depuis 1977.

[http://www.saltyjohn.co.uk/metzmantavhfantennaerial\\_fr.htm](http://www.saltyjohn.co.uk/metzmantavhfantennaerial_fr.htm)

Dans le cas d'un bateau à moteur, il faudra choisir une antenne de ce type :

## CXL 2-3

Antenne colinéaire pour station de base et marine, 3 dBd, pour la bande VHF

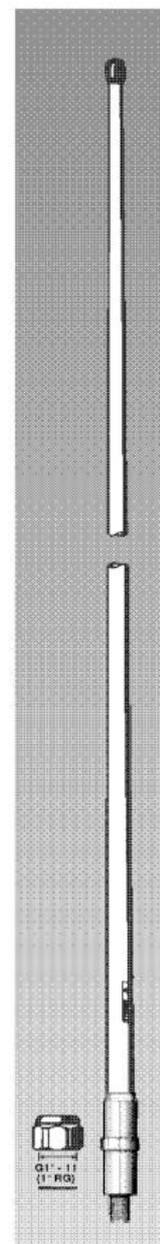
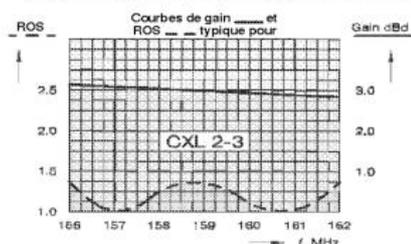
PROCOM

### DESCRIPTION:

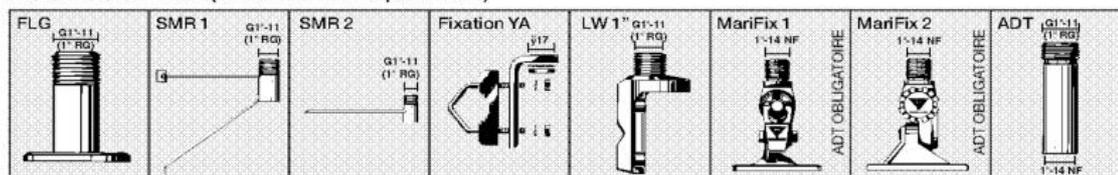
- ★ Cette antenne station de base et marine VHF est créée spécialement pour la bande station de base et marine VHF et elle est utilisée lorsqu'il est nécessaire d'avoir un gain supérieur à une antenne  $1/2 \lambda$  dipôle standard.
- ★ Le filetage 1" est standard en marine, et nous vous proposons plusieurs fixations différentes, ce qui vous permet d'installer l'antenne en tête de mât, sur le côté du mât ou sur la traverse (fixation FLG). L'antenne peut aussi être installée sur le pont ou sur le toit à l'aide de la fixation FLG. (Voir accessoires).
- ★ Nous vous conseillons d'installer l'antenne aussi haute que possible pour obtenir une couverture maximale. Évitez d'installer l'antenne en parallèle avec des parties métalliques comme par exemple des mâts ou des fils etc. L'antenne ne nécessite ni de plan de sol, ni des radars ou autres accessoires auxiliaires.
- ★ L'antenne CXL 2-3 est une antenne large bande avec un bon ROS sur les fréquences RX ainsi que les fréquences TX. Les parties métalliques sont connectées à la masse; par conséquent, l'antenne montre un court-circuit à travers le câble coaxial.
- ★ Un tube en fibre de verre renferme complètement l'élément rayonnant pour assurer une longue durée de vie dans tous les climats.

### SPECIFICATIONS:

ELECTRIQUES	
MODELE	CXL 2-3
TYPE D'ANTENNE	Antenne omni-directionnelle colinéaire coaxiale
FREQUENCE	156-162 MHz
IMPEDANCE	Nom. 50 $\Omega$
POLARISATION	Verticale
GAIN	5 dBi 3 dBd
LARGEUR DE BDE	6 MHz
ROS	< 1,5
PUISSANCE MAX.	150 Watts
MECANIQUES	
TEMPERATURE	De -30° C à +70° C
CONNECTEUR	UHF-femelle
SURFACE AU VENT	0,0527 m <sup>2</sup>
CHARGE AU VENT	67 N à 160 km/h
COULEUR	Blanc marine
MATERIAUX	Recouvrement: Fibre de verre couvert de polyuréthane Fixation: Laiton chromé
HAUTEUR TOTALE	Environ 2,60 m
DIAM. PARTIE HAUTE	15 mm
DIAM. PARTIE BASSE	23 mm
POIDS	Environ 1 kg
MONTAGE	Sur tube fileté 1" RG (G1" - 11) ou fixation en options (voir accessoires)



### ACCESSOIRES: (à commander séparément)

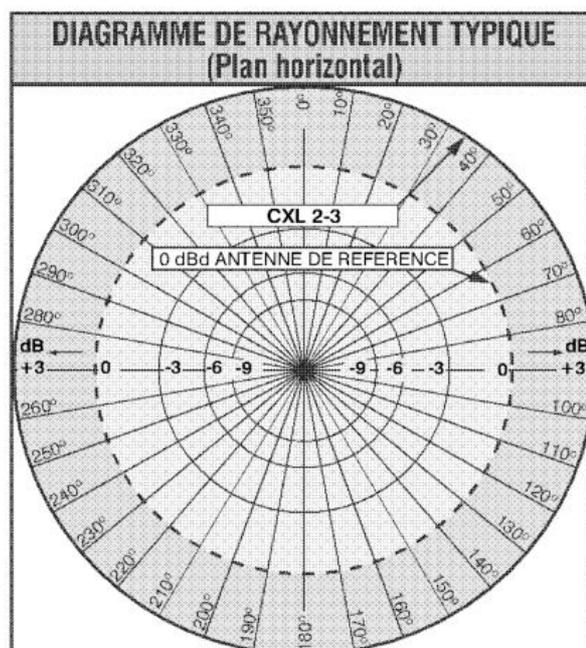
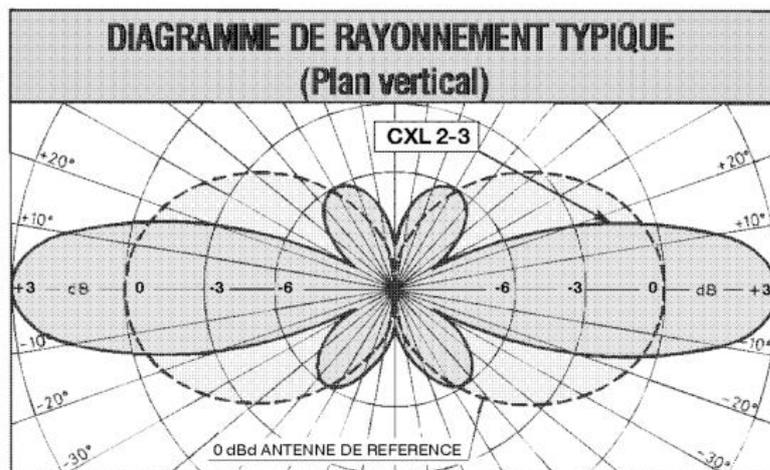


PROCOM France S.A.R.L. se réserve le droit d'améliorer les spécifications sans préavis.

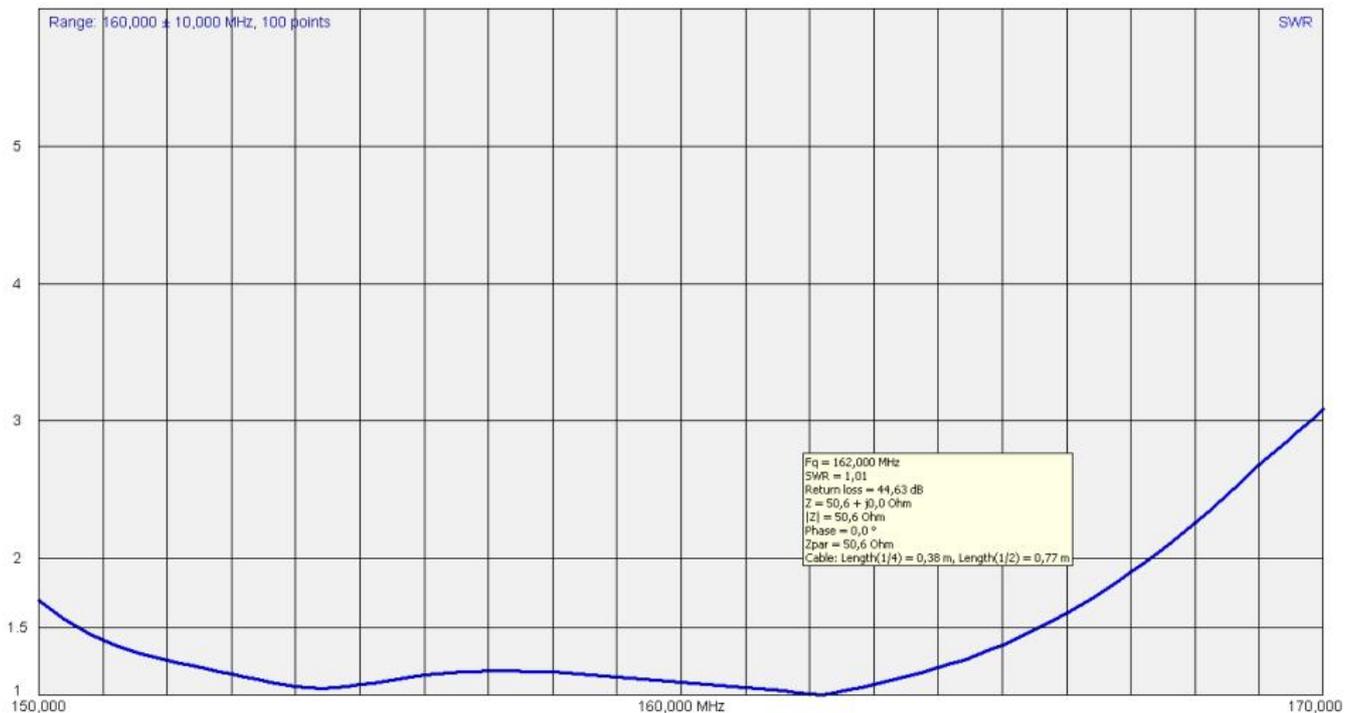
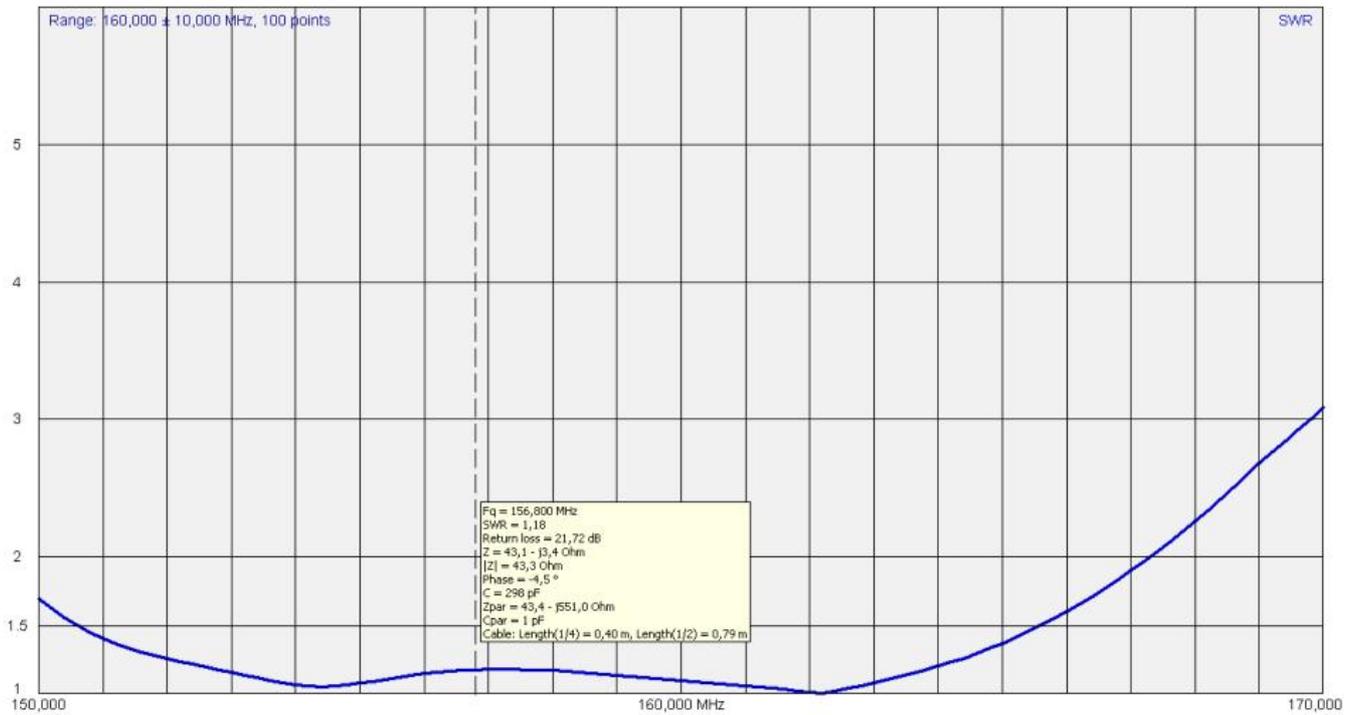
## CXL 2-3

Antenne colinéaire pour station de base  
et marine, 3 dBd, pour la bande VHF

PROCOM



PROCOM France S.A.R.L. se réserve le droit d'améliorer les spécifications sans préavis.



Pour information, voici le profil (RIGEXPERT AA-600) de deux antennes que nous avons installés sur le canot tous temps SNS 075 basé à la Ciotat (13) en remplacement de l'antenne AIS et d'une antenne SMDSM. (NDLR : Le rendement est monstrueusement performant.)

Quant au **câble coaxial**, le choix pourra se porter sur du AIRCELL 7, dont le diamètre n'est que 2,3 mm plus gros que le RG-58, alors que le rayon de courbure est le même.

Cependant, l'atténuation ne sera que la moitié de celle du RG-58 soit - 1,6 dB au lieu de - 3,8 dB (pour une longueur de 20 mètres), et avec un coefficient de vélocité bien meilleur.

Le câble sera composé d'une seule longueur (la plus courte possible) entre le poste VHF et l'antenne.

Généralités						
Type	RG-58/U	AIRCELL 5	AIRCELL 7	H-155		
<b>Impédance</b>	50	50	50	50		Ω
<b>Diamètre ext.</b>	5,0	5,0	7,3	5,5		mm
<b>Rayon de Courbure</b>	25	25	25	35		mm
<b>Atténuation à</b>	<b>30 MHz</b>	9,0	5,21	3,7	3,4	dB/100m
	<b>144 MHz</b>	19	11,8	7,9	11,2	dB/100m
	<b>432 MHz</b>	33	20,9	14,1	19,8	dB/100m
	<b>1296 MHz</b>	64,5	37,8	26,1	34,9	dB/100m
	<b>2320 MHz</b>		54	39	48	dB/100m
	<b>5000 MHz</b>		81,2			dB/100m
	<b>6000 MHz</b>					dB/100m
<b>Coefficient de Vélocité</b>	0,66	0,82	0,83	0,79		
<b>Max. Puissance à</b>	<b>10 MHz</b>		1600	2960	550	W
	<b>145 MHz</b>		430	700	240	W
	<b>1000 MHz</b>		150	190	49	W

La **connexion** avec l'antenne dépendra du choix de cette celle-ci.

Nous avons remarqué que pour les voiliers, les antennes de petits gabariers sont pratiquement toutes équipées d'une embase SO 239. Dans cette situation, il faudra prévoir une prise PL 259 absolument étanche et usinée (donc parfaitement choisir son distributeur).

Dans le cas de l'utilisation du câble AIRCELL 7, le choix de la connexion est heureusement limité à des matériels de grande qualité, chacun des éléments étant en adéquation avec les autres.

Dans le cas des bateaux de plus grandes tailles (vedette, voilier, bateau professionnel), l'antenne ci-dessus fera merveille, surtout dans sa version à embase N femelle. Le choix de la connexion sera parfait, la prise N étant intrinsèquement étanche, et selon la configuration du passage de la ligne coaxiale, il sera peut-être possible d'augmenter le diamètre du câble, et limité encore ainsi la perte.

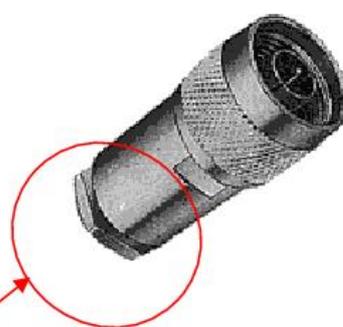
Le choix des accessoires permettra également de nombreuses variantes lors de l'installation.

Eu égard à la conception des postes VHF, dont la prise châssis sera obligatoirement une SO 239, le choix sera rapide : une prise PL 259, elle aussi étanche et usinée, sera le seul.

Prise PL 259 étanche



Prise N étanche



Lorsque vous choisirez la prise étanche, vérifiez bien qu'elle est munie d'un presse-étoupe, visible grâce à cette petite bague.

## 18 - Conclusion.

Il existe une large gamme de prix d'antennes. Certains coûts peuvent être justifiés par les différentes caractéristiques électriques de l'antenne, comme son gain. Cependant, un facteur important est dû à la construction et à la qualité des composants utilisés. Une antenne d'une marque connue, sera plus chère, mais durera certainement plus longtemps.

Vous avez remarqué, que c'était également le cas pour le choix du câble et celui de la connectique, et que votre installation, pour être efficace et durable dans le temps, nécessitera la meilleure qualité.

Vous devriez maintenant avoir une compréhension fondamentale des spécifications des antennes VHF marines, et savoir comment choisir et installer chacun des éléments sur votre bateau.

Dès aujourd'hui, lorsque vous regarderez les lignes d'antennes sur les bateaux que vous croiserez, vous devriez être facilement en mesure de choisir celle qui sont correctement installées et efficaces, et celles qui ne le sont pas.

J'espère que la lecture de cet article aura répondu clairement à vos questions, et saura faciliter vos besoins de montage d'une ligne d'antenne VHF marine. Vos remarques et vos questions éventuelles seront accueillies avec bienvenue.

Je n'ai pas cherché à faire de la publicité pour qui que ce soit, j'ai simplement cherché l'efficacité, et les produits les mieux adaptés à chacune des situations.

Bon trafic.

Olivier TESTU



## 19 - Bibliographie.

<http://www.voilelec.com/pages/index.php>

<http://www.icom-france.com/marine-5.php>

<http://perso.citi.insa-lyon.fr/gvillemaud/Documents.htm>

[www.wndw.net/pdf/wndw-fr/chapter4-fr.pdf](http://www.wndw.net/pdf/wndw-fr/chapter4-fr.pdf)

<http://www.boat-project.com/tutorials/vhfant.htm>

<http://radio.pagesperso-orange.fr/Math.htm#Gain>

<http://www.voilelec.com/pages/vhf.php#pl25>

<http://www.qsl.net/f5pty>

[http://en.wikipedia.org/wiki/N\\_connector](http://en.wikipedia.org/wiki/N_connector)

<http://dxavenue.com/fr/connecteurs-n/175-connecteur-n-male-pour-coax-10-11mm.html>

### - Mise à jour -

Version 2 - mai 2013 : Création du chapitre 19 - Bibliographie.  
Précédemment, les références étaient mentionnées sous chaque article.

Version 3 - novembre 2013 : modification de la mise en page.

Version 4 - janvier 2014 : pages 40, 41, 42 retrait de l'exemple d'une antenne pour bateau à moteur de marque BANTEN (impossible à trouver en France !!!) pour une antenne PROCOM (plus cher, mais meilleure qualité et service commercial réactif)

Version 5 - décembre 2016 : Page 5, avant dernière ligne : modification du terme « marine » en « mobile ». Mise en page.