

zenden der Internationalen Amateur-Radio-Union, der Vereinigung van Experimentee-Radio-Onderzoek/Niederlande, der Vereinigung Radio Zend Amateurs/Niederlande und des Deutschen Amateur-Radio-Clubs angehören. Die Stadt Bad Bentheim übernimmt die Kosten, die dabei für die Anreise und Unterbringung des Ausgezeichneten anfallen. Für die Wahl ist der Rechtsweg ausgeschlossen.

## Neues Rufzeichen für Amateure in Namibia

Am 20. März 1990 um 2200 UTC wurden die Ruf-

zeichen Namibias geändert. Die neuen Rufzeichen setzen sich wie folgt zusammen:

Alter Prefix	Neuer Prefix	Vergleichbare CEPT-Klasse
ZR3	V50	Klasse II
ZS3	V51	Klasse I

Eine Sonderstation, mit dem Rufzeichen V50NAM, war anlässlich der Unabhängigkeitsfeiern vom 21. März bis 25. März in Betrieb. QSL-Karten bitte über das ZS QSL-Büro, Postfach 807, Houghton 2041, Südafrika.

V51NAM wird auch über OSCAR AO-13 QSOs anbieten.



## TECHNIK

Redaktion:

Dr. Peter Erni (HB9BWN), Römerstrasse 34, 5400 Baden

## QRV 10 GHz à 10 francs le Gigahertz

Angel Vilaseca (HB9SLV), Chemin des Pralies, 1261 Bogis-Bossey

### Comment tirer le maximum de votre TX 10 GHz

Suite aux nombreuses demandes de renseignements reçues après la parution de l'article «QRV 10 GHz à 10 francs le Gigahertz» dans l'old man [1], voici une liste des différents réglages à optimiser afin d'obtenir une performance maximale avec votre montage 10 GHz.

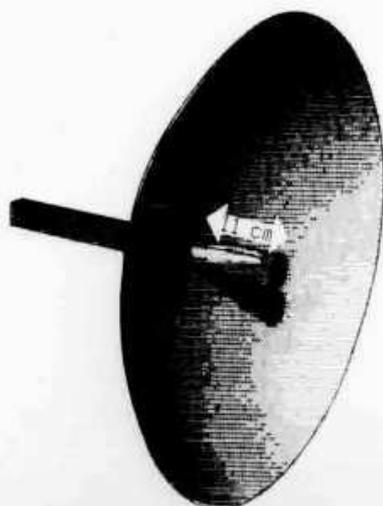


Figure 1: Distance focale de la parabole IKEA.

### Focale

Il faut que l'illuminateur se trouve au foyer de la parabole afin que toute l'énergie réfléchi par celle-ci soit concentrée sur l'illuminateur. La distance focale de la parabole IKEA est d'environ 11 cm, ce qui fait que le foyer se trouve sur le même plan que les bords de la parabole.

Une fois que le TX sera terminé, il faudra être en mesure de faire coulisser le guide d'ondes dans la parabole de façon à avoir une indication maximum au S-mètre, ce qui sera le cas lorsque l'illuminateur se retrouvera placé au foyer (figure 1).

### Taux d'ondes stationnaires

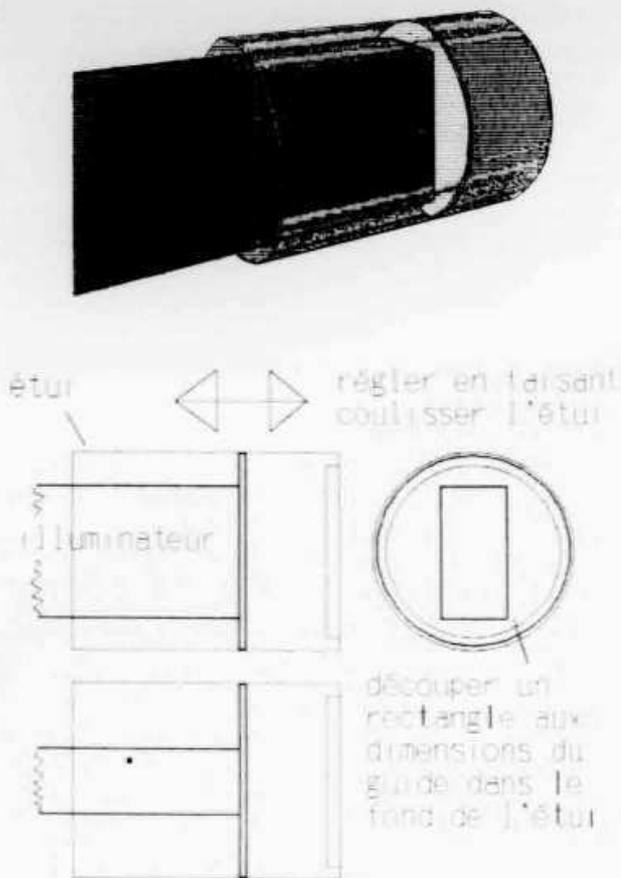
L'illuminateur à fentes se caractérise par un TOS plutôt défavorable. On peut le corriger de deux manières:

a) Radôme en plastique pouvant coulisser sur le guide d'ondes. On peut le réaliser facilement, par exemple avec un étui de film photo (figure 2), qui a l'avantage de mesurer environ 30 mm de diamètre intérieur. C'est-à-dire le diamètre approximatif du disque de l'illuminateur.

Accessoirement, le radôme protège l'illuminateur de l'eau, la poussière, etc. qui entraînent des pertes à 10 GHz.

Le fonctionnement est le suivant:

Les microondes sortent du guide par les fentes de l'illuminateur et une petite partie est réflé-



**Figure 2:** Radôme recouvrant l'illuminateur à fentes.

chie par les parois du radôme, bien que celles-ci soient en plastique. Les ondes repartent donc vers là d'où elles sont venues.

La phase des ondes réfléchies vers l'intérieur du guide dépend de la position du radôme par rapport aux fentes de l'illuminateur. Ce que l'on recherche, c'est que ces ondes réfléchies par le radôme parviennent jusqu'à la diode mélangeuse avec une phase telle qu'elles annulent les ondes stationnaires produites par la réflexion des ondes venant de l'oscillateur, sur le disque de l'illuminateur. Comme nous n'avons aucun moyen de mesurer le taux d'ondes stationnaires au niveau de la diode mélangeuse (On n'est pas à la NASA!), nous allons en pratique nous contenter de faire coulisser le radôme sur l'illuminateur de manière à avoir une réception la meilleure possible.

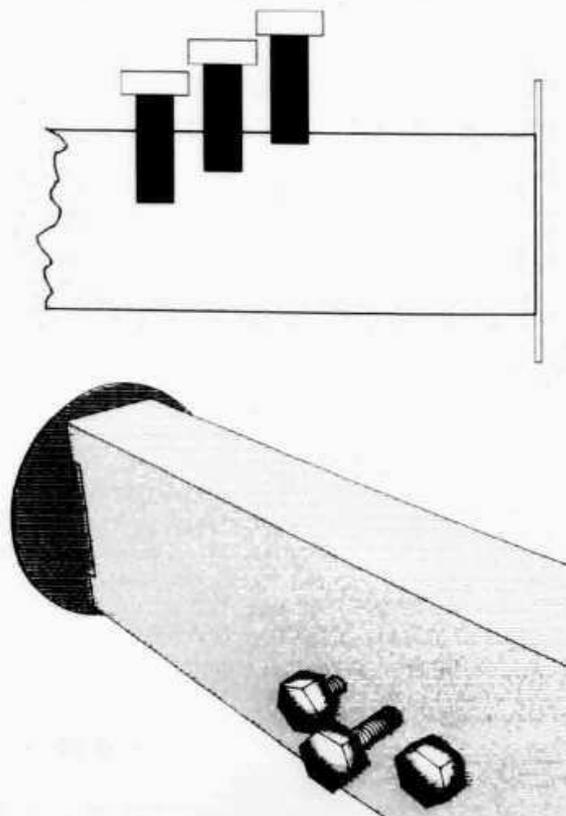
La meilleure preuve que le radôme a un effet sur ce qui se passe à l'intérieur du guide d'ondes, et d'ailleurs vous vous en rendrez vite compte, c'est que la fréquence de l'oscillateur varie selon la position du radôme et il faut bien sûr compenser cette dérive en faisant les essais, ce qui ne simplifie pas les choses, et demande de la patience...

b) Un groupe de 3 vis M3 laiton espacées de 5 mm, placées à quelques cm en arrière de l'illuminateur (figure 3). Un montage identique se trouve en avant de la diode mélangeuse dans la réalisation proposée dans l'old man [1]. Le fonctionnement est analogue à celui du radôme: Ces trois vis forment un petit obstacle, mais cette fois à l'intérieur du guide, ce qui produit une réflexion des ondes passant par là. Il s'agit de combattre le mal par le mal: On cherche à annuler le taux d'ondes stationnaires à un endroit donné en créant une nouvelle onde stationnaire, mais d'amplitude et de phase exactement suffisantes pour compenser le TOS pré-existant.

Pour ce qui est de l'importance de la réflexion, elle va dépendre de la longueur et du diamètre de la vis qui se trouve à l'intérieur du guide. La phase, quant à elle, va dépendre de laquelle des trois vis on fait pénétrer dans le guide.

D'ailleurs dans la pratique, on se rend compte que c'est en général une seule des trois vis qui a de l'effet sur le TOS et presque pas les deux autres. C'est bien sûr celle-là qu'il faudra régler pour avoir un TOS minimum.

Si une vis n'a presque pas d'effet, il vaut mieux l'enlever ou au moins la dévisser afin qu'elle ne pénètre pas dans le guide. Moins on a d'obstacles dans le guide d'ondes, mieux ça vaut.



**Figure 3:** Amélioration du TOS grâce à un groupe de 3 vis M3 en laiton, espacées de 5 mm.

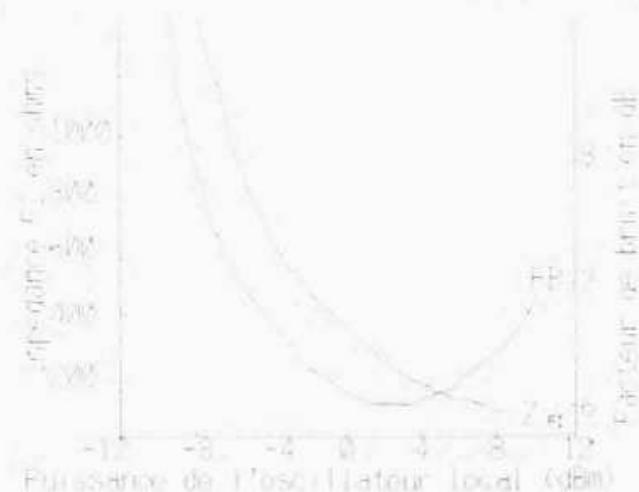
Une question qui revient souvent est: Si on enlève complètement une vis, le trou qu'elle laisse dans la paroi du guide a-t-il de l'importance? Va-t-il laisser fuir les microondes?

Eh bien la réponse est NON. En effet, il faut raisonner en termes de guide d'ondes: On sait que pour qu'une onde puisse se propager dans un guide d'ondes, ce dernier doit avoir des dimensions minimales. On parle de **fréquence de coupure du guide**. Par exemple le tube de laiton que nous avons utilisé pour le présent montage 10 GHz présente une fréquence de coupure de 6,5 GHz environ.

Cela veut dire qu'**au-dessous** de cette fréquence les microondes qu'on essaierait d'envoyer dans le guide seraient atténuées de façon extrêmement importante, plusieurs dizaines de dB, déjà au bout de quelques millimètres de parcours. Il faut considérer le trou de 3 mm dans la paroi du guide comme étant lui-même un petit guide d'ondes de section circulaire, d'un diamètre de 3 mm et de 1 mm de longueur, puisque l'épaisseur de la paroi du guide est de 1 mm. Mais comme la fréquence de coupure d'un tel «guide» est de l'ordre de 40 GHz, donc très éloignée de celle que nous utilisons, les microondes 10 GHz qui essaieraient de sortir subiraient une atténuation tellement gigantesque que la perte est, en pratique, négligeable.

#### Adaptation du guide à la diode mélangeuse

Le cœur du récepteur est la diode Schottky, qui sert de mélangeur. De la performance en termes de facteur de bruit de cette diode, dépend la performance du récepteur. Son facteur de bruit est de 6 dB environ à condition d'avoir une adaptation parfaite du guide à la diode et de la diode au pré-ampli 30 MHz. Afin d'avoir un transfert d'énergie optimum du guide à la diode Schottky, il faut agir sur les trois vis situées en avant de la diode.

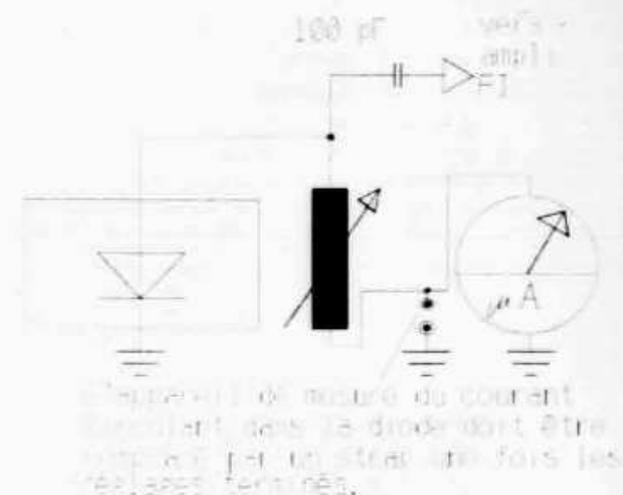


**Figure 4:** Facteur de bruit et impédance de la diode mélangeuse, en fonction de la puissance fournie par l'oscillateur local.

#### Puissance de l'oscillateur local de valeur appropriée

Une diode mélangeuse Schottky a besoin de 1-2 mW de puissance en provenance de l'oscillateur local (figure 4).

Les diodes Schottky que nous utilisons sont un peu moins bonnes quant au facteur de bruit (environ 7-8 dB). Mais l'impédance F.I. et la puissance nécessaire de l'oscillateur local sont du même ordre. Comme on ne peut pas mesurer directement la puissance de l'oscillateur local, on mesure le courant circulant dans la diode, qui doit être de 1-2 mA (figure 5).



**Figure 5:** Mesure du courant circulant dans la diode mélangeuse.

En effet, la diode mélangeuse se trouve dans le guide d'ondes où circulent par ailleurs les microondes en provenance de l'oscillateur Gunn. Ces ondes sont donc détectées par la diode mélangeuse qui en l'occurrence fonctionne comme un banal «redresseur». Il est possible de mesurer aux bornes de la diode, un certain courant, dépendant de la puissance produite par l'oscillateur. Noter que pour avoir une indication exacte, il est indispensable d'utiliser un milliampèremètre de faible impédance. En pratique j'utilise un multimètre bon marché à affichage digital, sans problème.

On varie la puissance provenant de l'oscillateur local en modifiant le diamètre de l'iris, comme précédemment décrit. En pratique, un iris de 7 mm représente le meilleur compromis entre puissance d'émission, stabilité de l'oscillateur et facteur de bruit de la diode.

#### Impédance d'entrée de l'ampli F.I.

Comme on le voit sur le graphique de la figure 4, l'impédance d'entrée de l'ampli F.I. doit être de 200 Ohms environ. De plus, pour que la diode puisse fonctionner correctement comme mélangeuse, il est indispensable qu'elle soit parcourue par le courant de 1-2 mA cité plus haut. L'entrée du

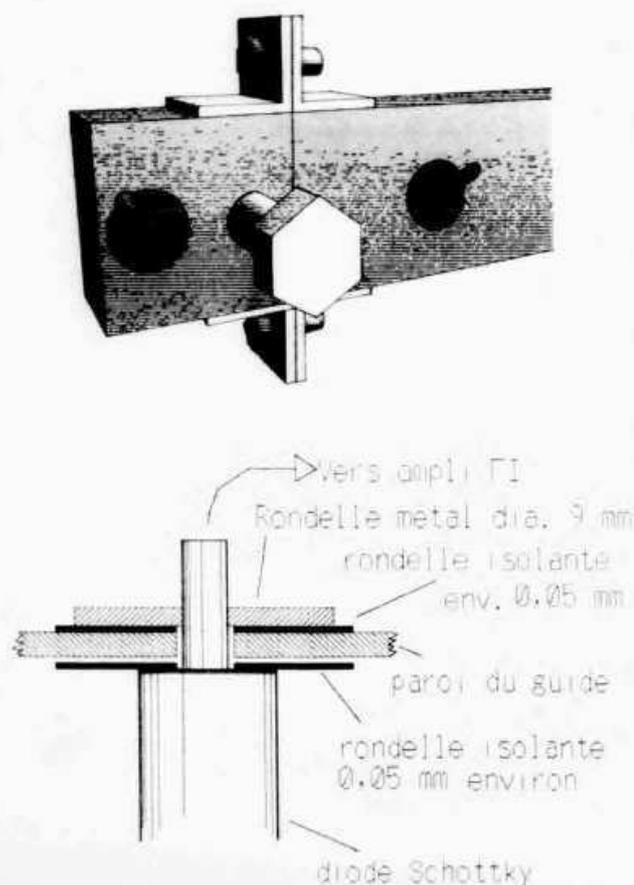
préampli doit donc offrir un retour de masse de faible impédance pour le courant continu redressé par la diode.

### Découplage du côté chaud de la diode Schottky pour le 10 GHz

Si ce découplage n'est pas bon, la diode se comporte comme une antenne, extrayant de la puissance de l'oscillateur local hors du guide, ce qui revient à une perte de puissance d'émission du TX. La rondelle de 9 mm fonctionne comme un condensateur, dont la capacité est suffisante pour assurer le découplage à 10 GHz (figure 6).

D'autre part, à cause du diamètre de 9 mm de la rondelle, ce montage se comporte comme un circuit quart d'onde, présentant une grande impédance à 10 GHz, et empêchant le signal 10 GHz de sortir du guide.

L'intérieur des cavités et du guide d'ondes doit être parfaitement propre. En soudant, on ne doit pas faire pénétrer d'étain, et encore moins de la résine dans le guide, afin d'éviter des pertes.



**Figure 6:** Découplage 10 GHz de la diode mélangeuse. Le même montage est aussi valable pour les diodes Gunn ou Varicap.

## La mesure des fréquences microondes

C'est l'une des pierres d'achoppement de l'activité à 10 GHz. La méthode «de luxe» est bien sûr le compteur de fréquence, mais qui a à sa disposition un compteur fonctionnant jusqu'à ces fréquences? Pas grand monde!

### L'ondemètre à absorption

Une méthode déjà plus économique (l'instrument ne coûte «que» Fr. 15'000 neuf) est l'ondemètre à absorption. Certaines OM ont pu s'en procurer dans les surplus, à prix certes plus abordable.

Dans sa version amateur, il existe plusieurs versions publiées, notamment dans le VHF/UHF HANDBOOK de la RSGB [2] (figure 7), mais ce n'est pas une réalisation à la portée du premier venu. En effet, comme la longueur d'onde à 10 GHz est de 3 cm seulement, il suffit que la mécanique réalisée ait un peu de jeu, par exemple 2/10 de mm, pour que cela se traduise par des imprécisions de plusieurs dizaines de MHz lors des mesures.

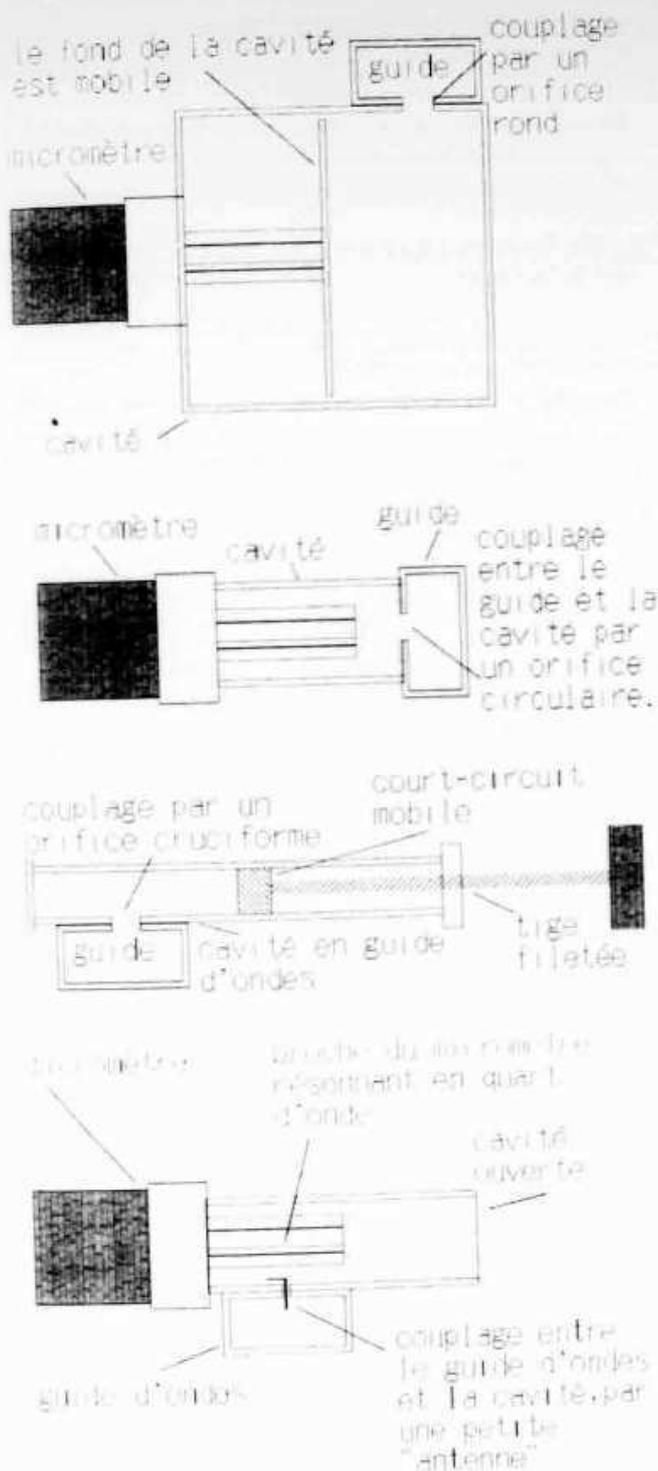
### L'interférométrie

Une troisième méthode, abordable même pour les économiquement faibles comme moi, a été décrite dans le No. 2 de VHF-COMMUNICATIONS en 1987 [3]. Il s'agit de l'interféromètre de Michelson, bien connu des physiciens. Le principe consiste à créer des ondes stationnaires et à mesurer la distance entre deux maxima ou deux minima de champ électromagnétique.

En pratique on utilise dans le cas de l'interféromètre de Michelson, pour créer ces ondes stationnaires, d'une part deux plaques métalliques, qui se comportent comme des miroirs pour les microondes et d'autre part, une grille qui se comporte comme un miroir semi-réfléchissant pour ces dernières. Il faut aussi un émetteur et un récepteur séparés.

On dispose ce matériel comme indiqué sur la figure 8. Le faisceau de microondes venant de l'émetteur va rencontrer la grille et une partie va être réfléchi vers la plaque A. Le reste des microondes ne sera pas réfléchi par la grille et va donc continuer son chemin vers la plaque B. Chacune des deux plaques va réfléchir les microondes qu'elle va recevoir et celles-ci vont donc repartir en direction de la grille. A ce moment, le même phénomène de semi-réflexion qui vient d'être décrit, va avoir lieu pour chacun des deux demi-faisceaux: Une partie va retourner vers l'émetteur et celle-ci est sans intérêt pour nous. Le reste va se diriger vers le récepteur.

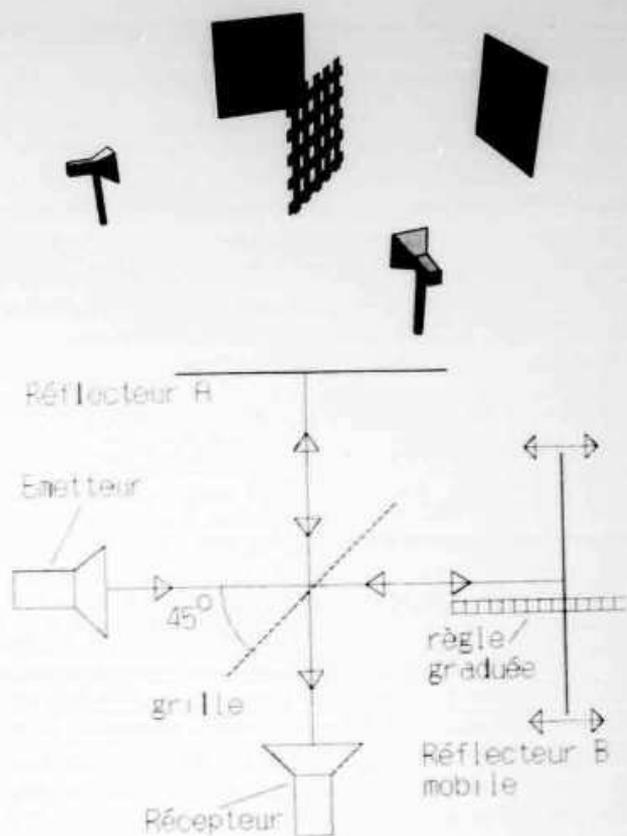
Nous voyons donc que une partie du faisceau cohérent émis va parcourir le trajet E-G-A-G-R et une autre partie le trajet E-G-B-G-R. Comme toutes ces ondes étaient dotées de la même phase lors de leur émission, elles seront toujours en phase au récepteur à condition que la différence de



**Figure 7: Divers types d'ondemètres 10 GHz.** Pour une description plus détaillée, se référer au VHF-UHF Handbook de la RSGB.

longueur entre les deux trajets soit égale à un nombre entier de longueurs d'onde. Dans ce cas, les deux faisceaux vont s'additionner à l'endroit du récepteur (figure 9).

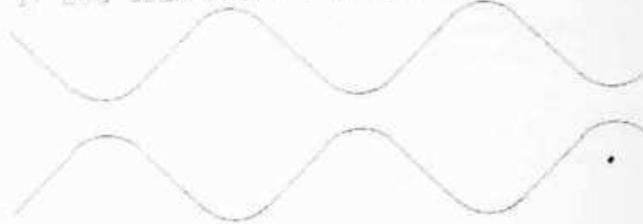
Si par contre, la différence entre les deux trajets est égale à un nombre impair de demi-ondes, les deux faisceaux vont se retrouver au récepteur en



**Figure 8: Interféromètre de Michelson.**

opposition de phase. Si ces deux faisceaux sont de puissance égale (grille bien symétrique, réflecteurs de mêmes caractéristiques, trajets de longueurs peu différentes l'une de l'autre, etc.) ils vont s'annuler, et théoriquement le signal perçu par le récepteur sera nul lui aussi, ou du moins très faible. Que va-t-il se passer si maintenant, nous déplaçons l'un des deux miroirs (par exemple la plaque B) en prenant soin de le garder bien

1) Les deux ondes s'annulent



2) Les deux ondes s'additionnent



**Figure 9: a) Lorsque deux ondes sont en opposition de phase, elles s'annulent mutuellement.**

**b) Quand deux ondes sont en phase, leurs amplitudes s'additionnent.**

perpendiculaire au faisceau et bien dans l'axe de celui-ci?

Eh bien, il va se passer que la longueur du trajet E-G-B-G-R va varier et attention! le trajet E-G-A-G-R va rester, lui, de même longueur.

Donc la relation de phase entre les deux faisceaux arrivant au récepteur va varier également puisque la longueur du trajet de l'un d'eux a changé: Les deux faisceaux vont, en s'additionnant dans le récepteur, donner une valeur au S-mètre différente de ce qu'elle était précédemment.

Si nous continuons à déplacer la plaque B en la gardant bien alignée sur l'axe du faisceau qu'elle réfléchit, et bien perpendiculaire à celui-ci, et qu'en même temps, nous surveillons bien l'aiguille du S-mètre, nous allons voir cette dernière passer par une succession de maxima (quand les deux faisceaux vont arriver en phase) et de minima (quand ils vont arriver en opposition de phase). Cherchons maintenant une position du miroir B telle que nous ayons une indication maximale au S-mètre et traçons sur la table un repère à l'endroit où se trouve le miroir. Bien. Continuons à déplacer lentement le miroir en l'éloignant de la grille (ou bien en le rapprochant de la grille, ça revient au même, mais c'est l'un ou l'autre, pas les deux!). Nous voyons que l'aiguille du S-mètre baisse puis elle remonte. Cherchons un nouveau maximum au S-mètre et marquons de nouveau sur la table la nouvelle position du miroir.

Mesurons la distance entre les deux marques que nous venons de faire et félicitons-nous chaudement: nous venons de mesurer la longueur d'une demi-onde. Question au fond de la salle: L'espace séparant deux maxima sur une onde sinusoïdale est égal à une onde entière pas vrai? Pourquoi alors est-ce une demi-onde que l'on vient de mesurer entre les deux maxima et non pas une onde entière, me demande-t-on? Eh bien c'est une excellente question et je vous remercie de me l'avoir posée, ça fait plaisir de voir qu'il y en a au moins un qui suit!

La réponse est simple: Considérons le miroir B et l'onde qui s'y réfléchit: Pour chaque centimètre

de déplacement du miroir, l'onde (qui doit faire l'aller-retour) va avoir son trajet allongé (ou raccourci, si vous avez rapproché le miroir B au lieu de l'éloigner, ce qui revient au même) de deux centimètres (du double, quoi). C'est pourquoi un déplacement du miroir de  $\lambda/2$  produit un allongement du trajet de l'onde de  $\lambda$ . Multiplions donc la distance mesurée entre les deux repères tracés sur la table, par deux, pour obtenir la valeur de la longueur d'onde produite par l'émetteur. Sachant que  $f = c/\lambda$ , divisons 30 par la longueur d'onde exprimée en centimètres et nous aurons la valeur en Gigahertz de la fréquence des microondes produites par notre émetteur. CQFD.

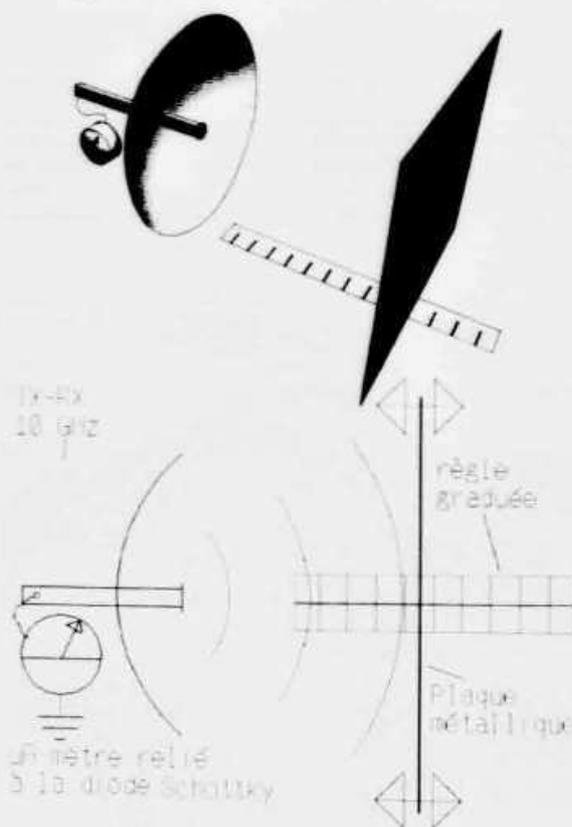


Figure 10: Interféromètre simplifié.

## HAMBÖRSE

Tarif für Mitglieder der USKA: Bis zu drei Zeilen Fr. 5.—, jede weitere Zeile Fr. 1.50. Nichtmitglieder: Bis zu drei Zeilen Fr. 10.—, jede weitere Zeile Fr. 3.—. Angebrochene Zeilen werden voll berechnet.

**Zu verkaufen:** 2m Handy TH-21E und AR-245A, 2m PA, 70cm Handy TH-41E, HF-Transceiver IC-730, Dummy Load 200/60 W, Ten-Tec Century 21 HF-Transceiver (220

V, 70 W, CW only, full BK) mit Matchbox, Heathkit SB-104A KW-Transceiver (Endstufe nur QRP), Grosslautsprecher 15" 35 W und 12", Taperecorder Sony TC-45 (hochwertiges Cassettengerät mit Mike), 60 W Verstärker (100 V Netzpg), Akkuladegerät mit Autoakku 12 V, Nicad Ladegerät, Autophon SE-18 mit Synthesizer (leicht abstimmbedürftig), Atlas Powersupply 12 V ca 10 A, Doppeltopfkreisfilter 2m, Antennenschalter, C-R-Dekaden. Sehr günstige Abholpreise. HB9BLU, Tel. Vereinbarung 01 817 1936.

**Zu verkaufen für Satelliten-Funk:** Taschencomputer «Sharp PC-1247» plus Printer/Microcassette-Recorder