

Réalisation d'un

MESUREUR D'ONDES STATIONNAIRES

et ses utilisations

Dans son article (Radio-REF d'octobre 1966, pages 679 et suivantes) sur la mesure des ondes réfléchies Ch. Guilbert F3LG a expliqué le fonctionnement du TOS-mètre. Nous allons décrire ci-après l'appareil Retexkit que nos lecteurs pourront réaliser eux-mêmes. Nous les incitons donc à revoir l'article précité.

Cet appareil peut rappelés-le être inséré en permanence dans le feeder afin de mesurer et suivre les variations du taux d'ondes stationnaires de l'aérien utilisé. La puissance HF admissible est de l'ordre du kilowatt et l'appareil couvre les bandes déca-

métriques. Il ne nécessite aucune alimentation.

Le matériel utilisé :

- 1 galvanomètre de 100 μA (un 0-1 mA fera l'affaire),
- 2 prises coaxiales,
- un inverseur,
- deux diodes OA85 ou similaires,
- deux 0,001 μF ,
- deux 100 ou 150 Ω (suivant l'impédance de l'antenne utilisée),
- un potentiomètre de 50 $\text{k}\Omega$ linéaire.

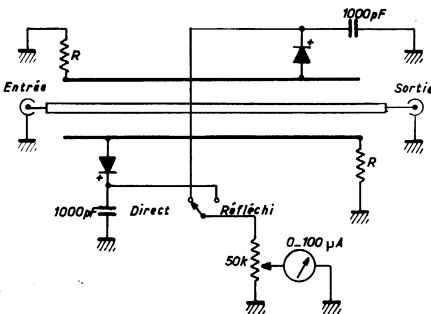
Schéma de l'appareil.

DESCRIPTION DU CIRCUIT.

Cet appareil est constitué essentiellement par une section de ligne de transmission à laquelle sont couplées, de façon inductive et capacitive, deux inductances linéaires.

La haute fréquence qui se propage dans chacune de ces deux inductances et dans les résistances de charge est détectée par une diode au germanium et filtrée par un condensateur céramique. Le contacteur de fonctions prélève le courant continu provenant de l'une ou de l'autre diode et l'applique à un circuit indicateur de sensibilité, réglable, constitué par un potentiomètre à variation linéaire et un micro-ampèremètre de 0 à 100 μA .

Le schéma du mesureur d'ondes stationnaires est représenté sur la figure 1. Il est constitué en définitive de deux ponts HF et d'un indicateur de zéro commutable.



L'un des deux ponts correspond à l'énergie réfléchie, l'autre à l'énergie directe selon la position du contacteur. Le couplage capacitif et inductif entre la ligne de transmission et les inductances linéaires est tel que le pont (REFLECHIE) sera équilibré lorsqu'il n'y aura pas d'énergie réfléchie, ce qui correspond à une adaptation parfaite des impédances entre la ligne et la charge. Dans ce cas, l'appareil indiquera un rapport d'ondes stationnaires égal à l'unité et un pourcentage d'énergie réfléchie égal à zéro quand le contacteur se trouve sur la position réfléchie. Si l'impédance à l'extrémité de la ligne (antenne), à la fréquence d'émission, est différente de l'impédance propre de la ligne (50 ou 75 ohms), une partie de l'énergie est réfléchie et le pont se trouve déséquilibré.

L'appareil indique alors le degré de déséquilibre sur les graduations de l'échelle, c'est-à-dire un pourcentage d'énergie réfléchie et le TOS approximatif. Par exemple, si la ligne de transmission se trouvait court-circuitée, ou ouverte du côté de la charge (antenne), pratiquement toute l'énergie serait réfléchie et l'appareil indiquerait 100 % d'énergie réfléchie, ce qui correspond à un TOS infini.

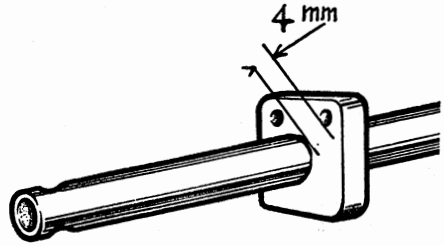
Quand le contacteur de fonction se trouve sur la position (DIRECT), l'appareil indiquera le zéro uniquement quand il ne circulera aucun courant HF vers l'antenne. La déviation dépend de la quantité d'énergie HF et

de la position du contrôle de sensibilité. En effet, il vous faudra quelques 70 w sur 80 m pour faire dévier l'appareil à fond de course, alors que quelques watts suffiront sur 10 m. De ce fait, l'instrument, lorsque le contacteur de fonctions se trouve sur la position (DIRECT) constitue un indicateur très pratique de l'accord de l'émetteur et sert de plus comme moniteur de sortie. L'appareil ne peut-être étalonné pour l'énergie directe, étant utilisé à des fréquences très diverses, avec des puissances variables en fonction de l'émetteur utilisé. Le mesureur d'ondes stationnaires devrait pour pouvoir être étalonné en fonction de ces différents paramètres, posséder une trop grande quantité d'échelles. Il est évident qu'il est plus important de savoir si l'émetteur délivre sa puissance maximum pour une entrée déterminée que de connaître avec exactitude cette puissance. Indépendamment de la fréquence d'émission et de la puissance de sortie, dans les limites imposées par les possibilités de l'appareil, toute augmentation du courant qui circule vers l'antenne se traduira toujours par une déviation plus importante de l'aiguille. Le potentiomètre de sensibilité permet d'établir un point de référence utilisable à titre de comparaison lors de l'essai de nouvelles antennes, de nouvelles lignes de transmission, de coupleurs, etc.

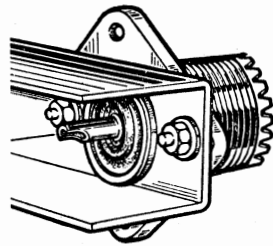
REALISATION PRATIQUE.

Prendre un tube de cuivre de diamètre 5 mm, de 160 mm de long et deux lignes de

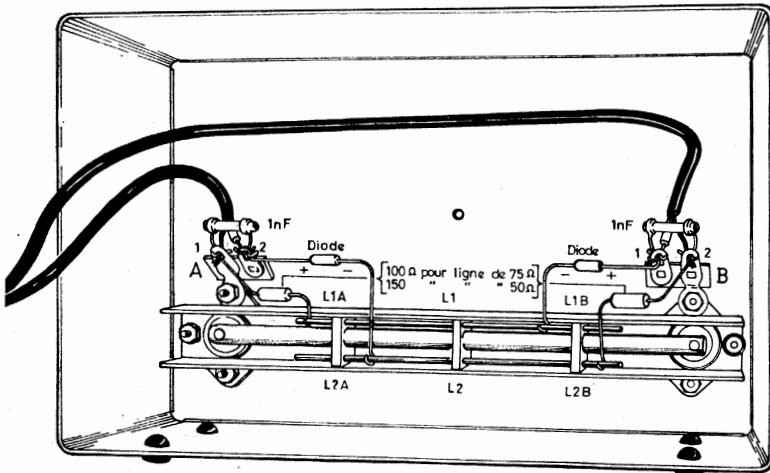
105 mm de long réalisées avec du fil de cuivre de 16/10° de diamètre.



La ligne et la fixation de la gouttière sur la prise coaxiale

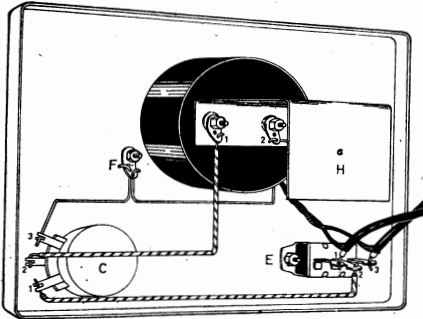


Il faut maintenant réaliser la gouttière (cuivre ou laiton de 5/10°) en forme de U de 16 mm, longueur 180 mm. Confectionnez ensuite trois pièces en bakélite (carré de 16 mm de côté) qui maintiendront et positionneront l'écartement des lignes dans la gouttière.



Vue intérieure de l'appareil

Les prises coaxiales (d'entrée et de sortie du type S0239) seront fixées dans le fond de la gouttière (voir figure) et permettront de fixer l'ensemble dans le boîtier que l'OM réalisera selon ses goûts ou ses possibilités ; la portion de ligne (tube de 5 mm) sera percée à ses extrémités et soudée sur le téton de la prise coaxiale.



Montage de la face avant

Les figures donnent une vue d'ensemble précise de la réalisation Retextkit.

Les diodes seront soudées à environ 16 mm des extrémités des lignes, les résistances aux extrémités.

Le pont H sert de lien entre la face avant et le coffret de l'appareil. Il doit bien entendu être isolé des bornes de l'appareil de mesure.

L'on prendra du petit câble coaxial pour effectuer les liaisons diodes-contacteur.

ETALONNAGE.

Connecter l'appareil dans le feeder, et mettre en marche l'émetteur. Tourner le contrôle de sensibilité pour obtenir sur la position directe une lecture maximum (100). Passer ensuite sur la position réfléchie et noter la valeur de la déviation (X). Couper l'émetteur, inverser les connexions (entrée et sortie) du TOS-mètre.

Sur la position directe, vous devez retrouver la valeur obtenue sur la position réfléchie de la première opération (X). S'il n'en est pas ainsi, dessouder la diode correspondant à la fonction réfléchie et la déplacer à gauche ou à droite jusqu'à ce que les lectures soient égales.

— Insistons sur la différence existant entre TOS (taux d'ondes stationnaires) donc un pourcentage, et le ROS (rapport d'ondes stationnaires). Un ROS de 3 indique un TOS de 25 %.

Recommencer ces mêmes opérations en inversant le sens de branchement de votre appareil et positionner la diode côté « Direct ».

Néanmoins, vérifier que les résistances soient bien égales à 100 ou 150 Ω selon le cas et que les diodes sont identiques.

Pour ceux qui disposeraient d'un appareil de mesure dont le cadran serait vierge, il leur sera possible de l'étalonner à l'aide du tableau ci-dessous.

En A : % lu sur l'appareil de mesure. En B : % de puissance réfléchie et en C le rapport d'ondes stationnaires.

A	B	C
4.8 %	2. %	1.1
9.1	.8	1.2
13.1	1.7	1.3
16.7	2.8	1.4
20.0	4.0	1.5
23.1	5.3	1.6
25.9	6.7	1.7
28.6	8.2	1.8
31.1	9.7	1.9
33.3	11.0	2.0
35.5	12.6	2.1
37.5	14.0	2.2
39.4	15.5	2.3
41.2	17.0	2.4
42.9	18.4	2.5
44.4	19.7	2.6
45.9	21.1	2.7
47.4	22.5	2.8
48.7	23.8	2.9
50.0	25.0	3.0
60.0	36.0	4.0
70.0	49.0	5.7
80.0	64.0	9.0
90.0	81.0	19.0

En effet, votre appareil étant gradué de 0 à 100, et l'aiguille amenée sur cette valeur (100) dans la position « directe » à l'aide du potentiomètre de sensibilité, si en passant sur la position « réfléchie » l'aiguille indique 50, votre ROS sera de 3, ce qui correspond à une puissance réfléchie de 25 %.

Vous voici maintenant pourvu de cet appareil quasi indispensable. Néanmoins, chaque médaille ayant son revers, F2TR nous montre maintenant qu'il faut s'entourer de certaines précautions pour être bien sûr des indications données par cet appareil.

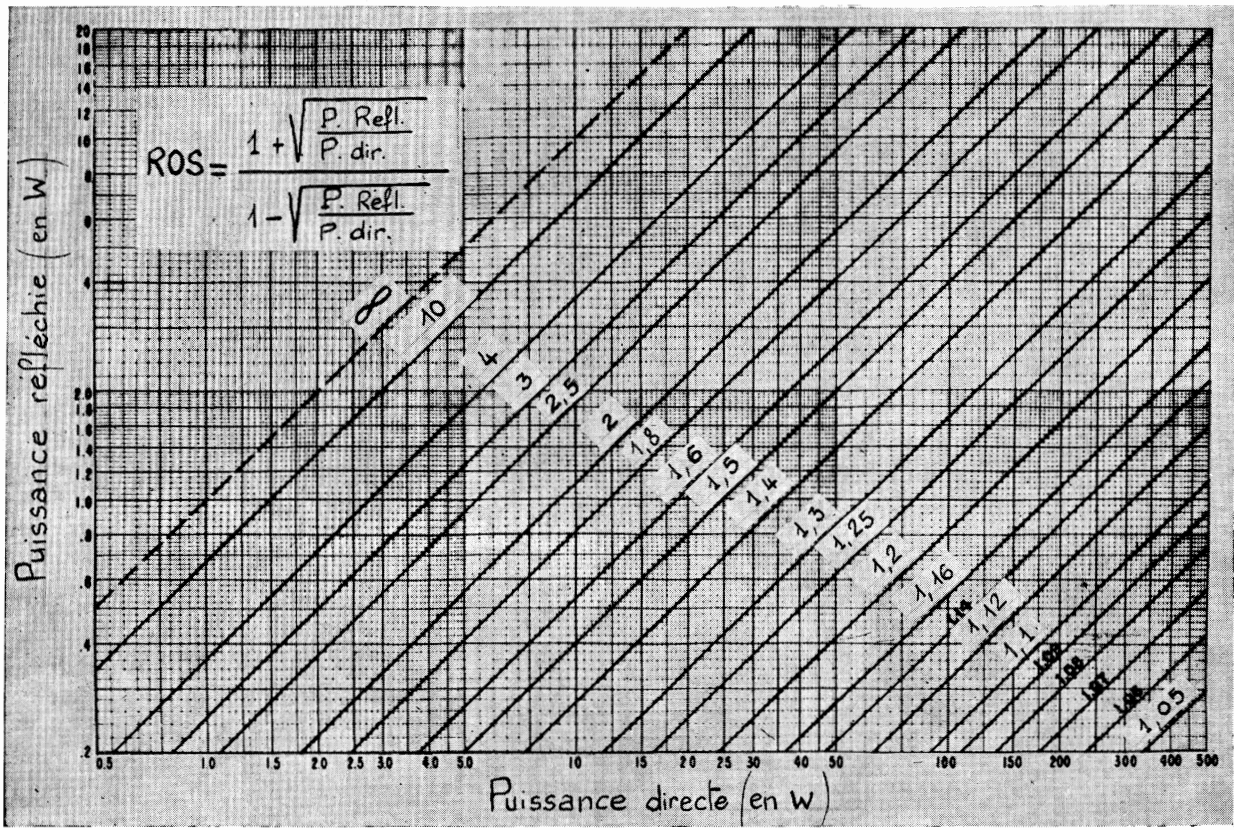


Tableau donnant le rapport d'ondes stationnaires (ROS) en fonction de la puissance directe et de la puissance réfléchie.

LIGNES COAXIALES TOS-MÈTRE et ADAPTATION D'IMPÉDANCES

R. THABARAUD F2TR

Sur une ligne de transmissions parfaitement adaptée aux deux extrémités, la tension HF est exactement celle de l'onde incidente et est pratiquement constante sur toute la longueur. Si l'extrémité n'est pas bien adaptée, une tension sera réfléchie, tension dont l'amplitude est inférieure à celle de l'onde incidente, nous aurons donc deux tensions qui se propageront le long de la ligne, et dans le cas où l'émetteur est lui-même mal adapté nous aurons une multitude de réflexions. Cependant toutes les tensions allant dans une même direction peuvent être additionnées, pour n'en former qu'une seule, si bien que l'on n'a à considérer que deux tensions, une allant de l'émetteur à l'antenne, la seconde allant de l'antenne à l'émetteur. Ces deux tensions considérées séparément ont une amplitude qui est relativement indépendante de leur position sur la ligne sur laquelle on les mesure. Si on ajoute les deux tensions pour obtenir la tension Haute Fréquence totale, on s'aperçoit que cette tension est aussi fonction de la position où s'effectue la mesure, ceci étant dû à la relation de phase existant entre les deux ; (c'est la tension que l'on mesurera avec un voltmètre HF branché sur la ligne).

Si l'amplitude de la tension réfléchie est égale à celle de la tension incidente, il y aura des points sur la ligne, à la moitié de la longueur d'onde où le total des tensions sera voisin de Zéro.

M. WILDS, dans son article, page 42 de 1962 de la revue 73, dit que la plupart des appareils peu coûteux, sont des inventions chimériques et que placer un tel pont en un point de tension nulle sur la ligne fera apparaître un TOS malheureusement faible.

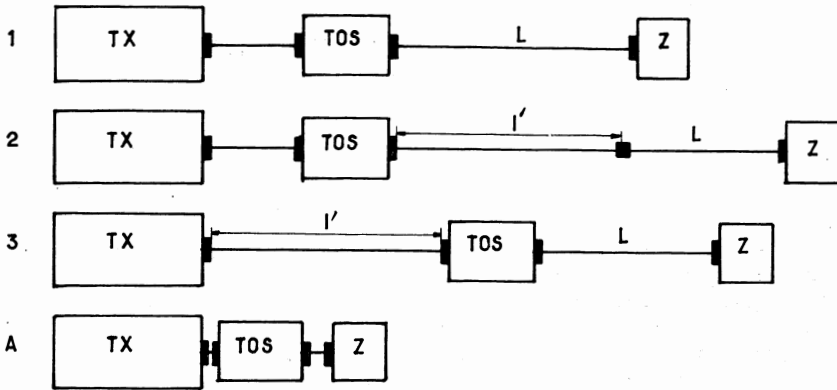
Pour un pont bien adapté, la lecture du TOS obtenu est proportionnelle au rapport entre la tension incidente et la tension réfléchie, et non de la tension totale existant au point où l'on insère le pont de mesure. Si le pont fonctionne correctement

et si la longueur de la ligne entre émetteur et antenne n'est pas changée, la lecture sur le mesureur de TOS ne doit pas varier avec sa position sur la ligne, à condition que l'appareil lui-même n'introduise pas de discontinuité. M. Wilds suggère l'emploi d'un morceau supplémentaire de coaxial pour déterminer si l'indication est différente de la dernière. Ceci est quelque peu trompeur, surtout s'il y a désadaptation entre émetteur et ligne aussi bien qu'entre ligne et antenne, et le fait de changer la longueur de la ligne de transmission entre émetteur et antenne peut très bien changer le TOS actuel. Cependant la méthode du coaxial supplémentaire est valable non seulement comme un test de matchage de l'antenne à la ligne mais également comme test du fonctionnement du pont de mesure, et aussi de désadaptation entre ligne et émetteur. Le procédé qui suit peut être utilisé pour localiser le point où l'adaptation est incorrecte. Si les résultats obtenus sont vraiment hors des normes habituelles, il est conseillé de refaire les essais avec une autre longueur de coaxial.

a) — Brancher le circuit comme indiqué sur la figure, mesurer le TOS puis brancher comme en 2 et 3 et noter les résultats obtenus. Si les trois mesures sont identiques, la ligne est bien adaptée à l'antenne, mais aucune indication n'est donnée sur l'adaptation de l'émetteur à la ligne, ni sur le fonctionnement du pont de mesure. Si c'est le cas et si l'on veut contrôler les deux dernières mesures, une désadaptation délibérée pourra être introduite à l'extrémité antenne, et les mesures seront renouvelées.

Maintenant que les mesures de TOS ne concordent pas, on peut alors faire une liste des défauts et causes.

b) — Si les lectures faites en 1 et 3 sont les mêmes et différentes de celles obtenues en 2, alors l'émetteur est bien adapté à la ligne mais l'antenne est désadaptée, ou le pont de mesure ne fonctionne pas correctement.



L : ligne reliant l'émetteur à l'antenne.
 L' : courte longueur supplémentaire.
 Z : charge terminale (soit résistance soit antenne).

c) — Si les lectures faites en 2 et 3 sont les mêmes et différentes de celles obtenues en 1, alors le Pont de mesure fonctionne correctement, mais ni l'antenne, ni l'émetteur ne sont adaptés à la ligne.

b) — Si aucune des lectures ne concordent à quelques % près, alors le pont de mesure ne fonctionne pas correctement, l'an-

tenne n'est pas adaptée à la ligne et l'émetteur non plus.

Si les essais ci-dessus indiquent que le pont de mesure ne fonctionne pas correctement, il faut l'ajuster selon les instructions du fabricant, et en particulier le fermer sur une charge résistive non selfique, de préférence à la fréquence sur laquelle on se

TOS METRE MICRO-MATCH-JONES Fréquence 145 MHz					TOS METRE COPIE HEATHKIT Fréquence 145 MHz			
Charge	Adaptée	Adaptée	Désadapt.	Désadapt.	Adaptée	Adaptée	Désadapt.	Désadapt.
Ligne	Adaptée	Désadapt.	Adaptée	Désadapt.	Adaptée	Désadapt.	Adaptée	Désadapt.
1	1,08	1,17	1,27	1,04	1,47	1,6	1,5	1,38
2	1,08	1,1	1,02	1,2	1,5	1,38	1,35	1,63
3	1,08	1,17	1,27	1,04	1,47	1,57	1,5	1,38
Branchement direct sur Z	1,08		1,27		1,44		1,7	
Fréquence 14 MHz					Fréquence 14 MHz			
1	1,04	1,08	1,08	1,04	1,35	1,38	1,5	1,3
2	1,04	1,04	1,04	1,08	1,35	1,35	1,25	1,38
3	1,04	1,08	1,08	1,04	1,35	1,38	1,44	1,3
Branchement direct sur Z	1,04		1,08		1,35		1,5	

CHARGE Adaptée : Thermaline Bird type 8130.
 « Désadaptée : Résistance $\pm 50 \Omega$ 20 w

LIGNE Adaptée : coaxial 52 Ω RG9BU
 » Désadaptée : 2 m 60 de coaxial 75 Ω en série avec la ligne 52 Ω .

propose de faire les mesure, le ROS ne doit pas être supérieur en général à 1,1/1. Si ensuite on retrouve des incidents remplissant les conditions du paragraphe a) ou c) la panne peut provenir des connecteurs du coaxial qui est utilisé pour l'insertion de la courte longueur l.

A la suite de cet exposé, je me suis donc livré à quelques mesures pour concrétiser la méthode du W8JWP ; pour cela, j'ai utilisé les matériels suivants : un émetteur 145 MHz, un émetteur 14 MHz-7 m. de coaxial RG-9 BU, plus 3 m. pour l', un Micro-Match Jones, un TOS-mètre Heathkit de fabrication maison, une Thermaline Bird type 8130, une charge résistive de $50 \Omega \pm 10 \% 20 W$ dont Z varie assez sérieusement avec la fréquence et 2,60 m. de coaxial 75Ω . Toutes les mesures sont reportées dans un tableau qui fait bien apparaître tous les défauts d'adaptation énumérés plus haut, sauf cependant celui du paragraphe c) que je n'ai pu mettre en évidence, malgré des essais de désadaptation côté PA.

Pour ces mesures j'ai procédé de façon systématique, partant d'un ensemble parfaitement adapté avec des éléments dont je suis certain (mesures identiques en 1 - 2 et 3) puis en remplaçant ces éléments connus par d'autres de caractéristiques tout à fait différentes, provoquant donc une désadaptation volontaire.

La ligne de 50Ω a été désadaptée en insérant en série une longueur de coaxial 75Ω .

On s'aperçoit que lors d'une désadaptation de la ligne coaxiale le TOS est identique en 1 et 3 mais plus élevé qu'en 2, par contre dans le cas où la ligne et la charge sont désadaptées le TOS est encore identique en 1 et 3 mais plus faible qu'en 2. Malheureu-

sement on voit aussi que même si la charge seule est désadaptée on a également un TOS identique en 1 et 3 et plus élevé qu'en 2, nous ramenant au cas où seule la ligne est désadaptée, on peut noter cependant que le rapport des lectures est plus élevé, ceci apparaît nettement sur 145 MHz alors que ces différences sont moins évidentes sur 14 MHz, ou avec un pont de mesure défectueux. Bien entendu la base même de ces résultats est liée directement à la qualité du TOS-mètre utilisé, et à mon avis il faut être intransigeant de ce côté-là, à titre indicatif, j'indique les TOS obtenus en branchement direct TX-TOS-mètre-charge ; je rassure tout de suite les possesseurs du Heathkit, le mien est une mauvaise copie (involontaire) de l'original, je précise cependant qu'il est donné pour 50 MHz maximum par les américains. De nombreux OM l'utilisent sur 145 MHz, et même 432 MHz, il est donc permis de douter des mesures obtenues sur ces deux bandes.

J'espère avoir intéressé beaucoup d'OM ; le problème des adaptations d'antenne n'est pas épuisé pour autant, cependant je pense que le procédé décrit est séduisant, et en plus très simple, il aura l'avantage, j'espère de permettre à ceux qui font des essais d'antenne de voir le problème d'une autre façon et éviter l'annonce sur l'air de TOS mirobolants ; qui donc n'a entendu tel ou tel autre annoncer un TOS de 1,06/1 et même 1/1, sur « son » antenne.

Je souhaite que beaucoup de camarades fassent des essais, et s'ils ne sont pas trop déçus et ont un petit moment de libre qu'ils me communiquent leurs résultats et leurs réflexions.

* F2TR, Thabaraud Robert, 18 Allée de Lille, 91 - Viry-Chatillon.

SERVICE QSL

REF — Service QSL
BP 70
PARIS 12^e

Nous rappelons que des nouveaux timbres (couleur rouge) d'une valeur de 0,10 F sont en vente au secrétariat du REF. (10,30 francs la planche de 100 timbres).

N'oubliez pas d'approvisionner le service en enveloppes timbrées, d'un format 13 x 17 et suffisamment robustes.

Libellez ces enveloppes à vos nom et adresse et faites apparaître clairement votre indicatif (ou numéro REF pour les SWL) en haut et à gauche.