

# Décodage des trames 406 en utilisant la dérivée du signal audio provenant de la prise écouteur du récepteur

(Deuxième partie)

Jean-Paul YONNET

[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)

[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

La carte « Dérivaudio » s'intercale entre la prise BF du récepteur (prise écouteur) et le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ». Ce montage effectue la dérivation du signal audio, en particulier des pics dus à la modulation PSK. La dérivation de chaque pic produit un double pic. En détectant les doubles pics ainsi générés, le montage reconstitue le signal modulant en créneaux, qui est ensuite décodé par le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ».

## La carte « Dérivaudio » et les premiers essais avec un AOR AR 8000

La carte « Dérivaudio » est construite autour d'un quadruple Amplificateur Opérationnel de type TLC2274 (Photo 1). Cette carte électronique s'intercale entre la sortie écouteur et le décodeur. Sur le récepteur, il faut mettre le potentiomètre de volume à fond et ouvrir le squelch.

La carte comporte deux étages :

- un premier étage de dérivation du signal audio. Cette dérivation est réalisée par le flanc d'un filtre de type passe bande centré autour de 30 kHz et qui coupe à 40 dB/décade,
- un second étage qui reconstitue le signal de la modulation.



Photo 1 : La carte « Dérivaudio »

Les premiers essais ont été réalisés avec un récepteur AOR AR 8000 (Photo 2) associé à un décodeur de trames 406 « DECTRA 4 lignes », avec la carte « Dérivaudio » intercalée entre le récepteur et le décodeur. Comme le récepteur est équipé d'une sortie « discriminateur », des mesures comparatives peuvent être facilement effectuées.



*Photo 2 : Récepteur AOR AR 8000*

La visualisation à l'oscilloscope permet de comprendre le fonctionnement de la carte « Dérivaudio » (Photo 3 et 4). Sur la sortie discriminateur, on voit la série de pics correspondant aux changements de phase. Ces pics ont une amplitude de 140 à 200 mV (Partie haute de la Photo 3). Sur la partie basse de la Photo 3, on voit le signal audio correspondant. Il reste encore les pointes de la modulation, mais le signal est relativement déformé et l'amplitude des pics n'est pas régulière.

Toutes les photos d'écran d'oscilloscope sont à la même échelle horizontale (base de temps à 2,5 ms/carreau). La Photo 4 permet de voir le signal en sortie de l'étage de filtrage de la carte « Dérivaudio ». On voit **2 fois plus de pics**, alternativement positifs et négatifs ! Les fronts montants et descendants des pics ont des pentes très importantes, qui produisent 2 pics alternés par dérivation. Ces doubles pics ont une amplitude de 140 à 160 mV crête. Entre ces pics, le signal ne dépasse pas 50 mV.

Le second étage du module « Dérivaudio » permet de reconstituer la modulation du signal (Partie basse de la Photo 4). Un seuil permet de faire basculer la sortie entre les tensions d'alimentation de l'amplificateur opérationnel. On obtient des créneaux qui correspondent au signal modulant qui a généré la modulation PSK. Comme la base de temps est sur 2,5 ms par carreau (Photo 4), on voit clairement les créneaux de 1,25 ms et 2,5 ms.

Il faut signaler que le décodeur « DECTRA – 4 lignes » fonctionne tout aussi bien avec des signaux issus de la sortie « discriminateur » (une série de pics alternés espacés de 2,5 ms ou 1,25 ms) qu'avec le signal qui a créé la modulation de phase (des créneaux de 2,5 ms ou 1,25 ms de largeur). Autre particularité, la modulation peut être aussi bien positive que négative : le décodeur sait reconnaître le sens des signaux dans le début de la trame. Tout ceci le rend très facilement adaptable pour fonctionner dans des conditions très variées.

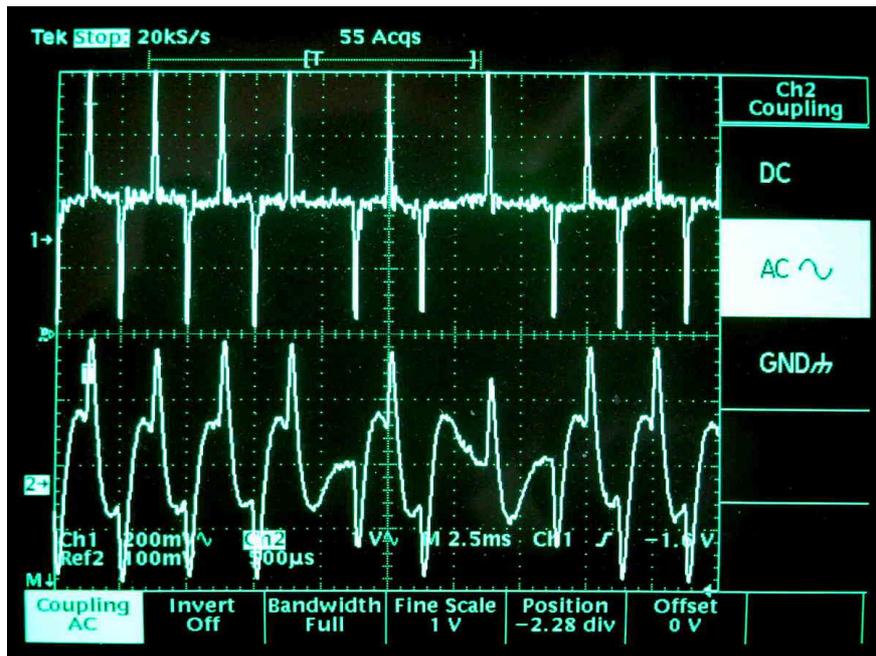


Photo 3 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (AOR AR 8000) :  
 En haut : Sortie « discriminateur » (400 mV crête).  
 En bas : Les signaux sur la sortie audio (prise écouteur) (1,4 à 2V crête)

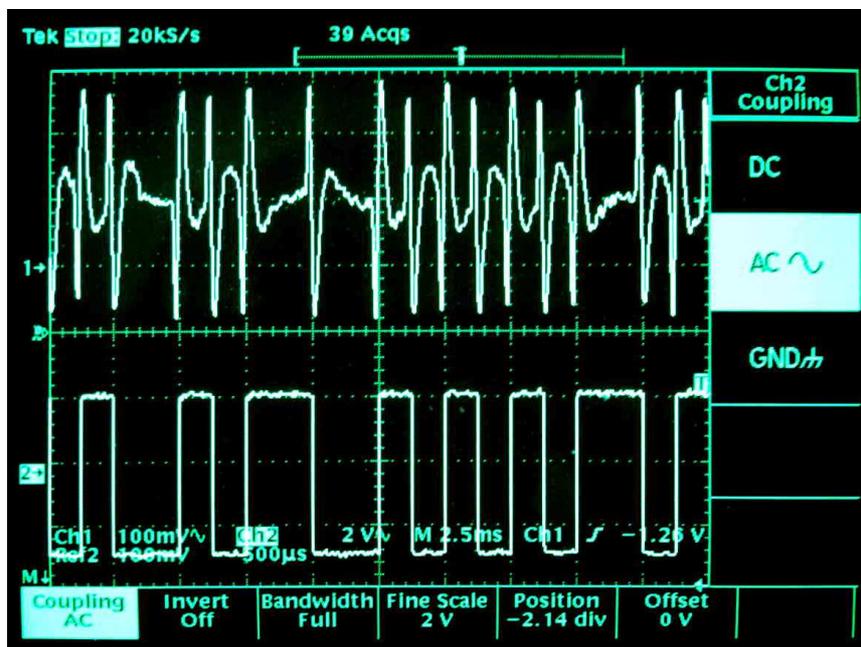


Photo 4 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (AOR AR 8000) :  
 En haut : Les signaux filtrés (amplitude 140 à 200 mV crête), les rebonds sont très importants donnant deux fois plus de pics.  
 En bas : Reconstitution de la modulation (créneaux de 5V d'amplitude).

### Conditions d'essais

- Balise 406 avec atténuateur,
- Récepteur AOR AR 8000,
- Décodeur 406 « Dectra-4 lignes ».

Le module « Dérivaudio » a été intercalé entre le récepteur et le décodeur. Sur le récepteur, le volume est au maximum et le squelch est ouvert. Mais on n'entend pas le son du récepteur car le module est connecté par un Jack 3,5 sur la prise « écouteur ».

De nombreux tests ont été effectués. Ils ont montré que le **décodage fonctionne parfaitement**, de façon très fiable. En atténuant le signal de la balise, le montage « Dérivaudio » s'est avéré être à peu près **aussi sensible** que le décodage par la sortie « Discriminateur ».

### Tests avec un récepteur YUPITRU MVT 7100

Le YUPITERU MVT 7100 (Photo 5) est un récepteur large bande qui jouit d'une excellente réputation chez les radioamateurs et les passionnés d'écoute radio. Dans les années 1990 - 2000, l'AR 8000 et le MVT 7100 étaient deux concurrents : le MVT 7100 était le plus réputé pour ses performances radio, mais l'AR 8000 était connu pour ses fonctions et sa facilité d'usage.



Photo 5 : Le récepteur large bande YUPITERU MVT 7100

Comme ce sont les mêmes échelles qui sont utilisées (200 mV / carreau pour la sortie « discriminateur », 1 V / carreau pour la sortie audio, 100 mV / carreau pour la sortie du filtre de la carte « Dérivaudio », et 2V / carreau pour la sortie en créneaux), on peut comparer facilement ce qui se passe pour les 2 récepteurs.

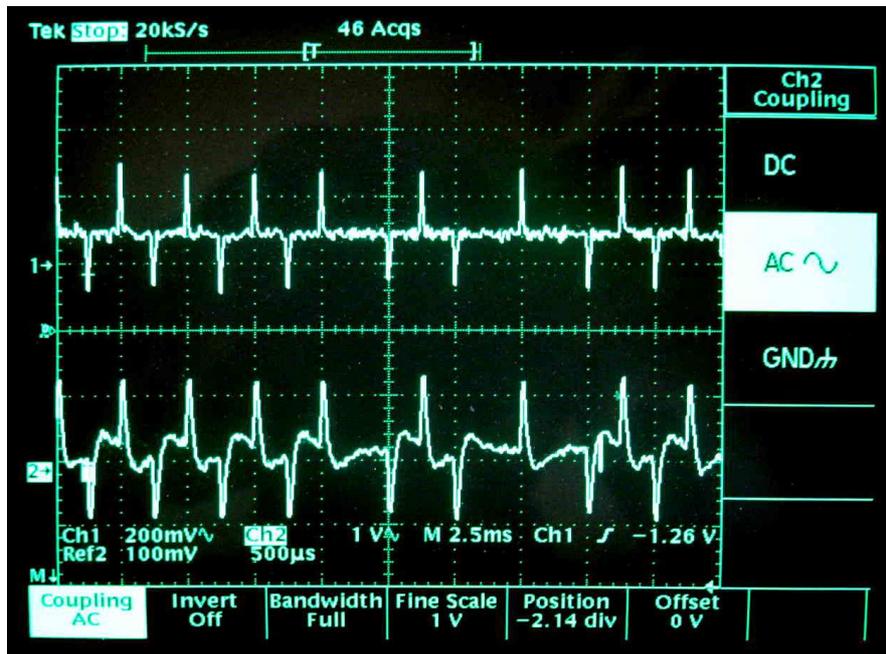


Photo 6 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (YUPITERU MVT 7100) :  
 En haut : sortie « discriminateur », les pics ont une amplitude d'environ 140 à 180 mV.  
 En bas : sortie prise « écouteur » du récepteur (amplitude 1 à 1,2V crête).

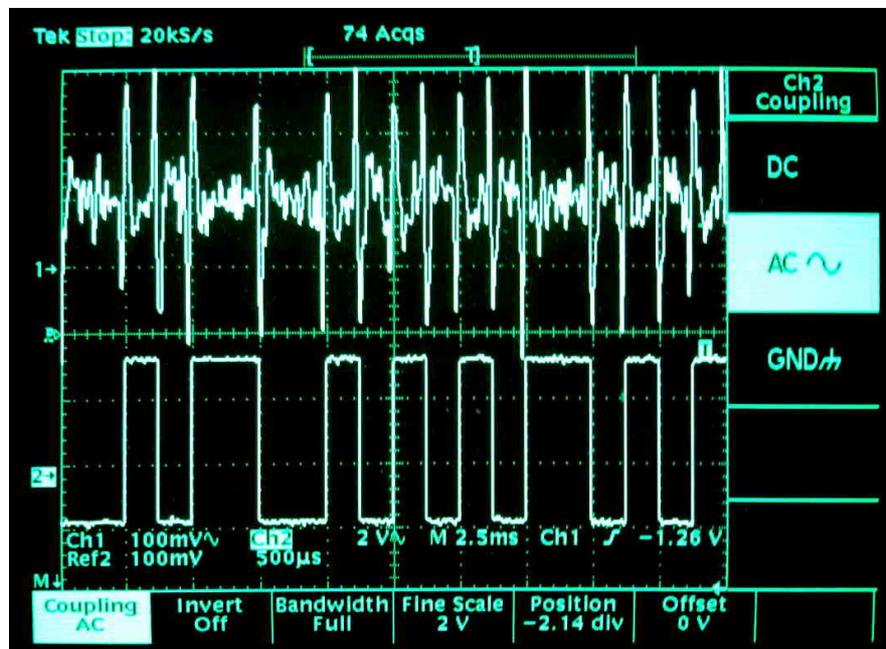


Photo 7 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (YUPITERU MVT 7100) :  
 En haut : Les signaux à la sortie du filtre du module « Dériveraudio » (150 à 200 mV crête)  
 En bas : Reconstitution de la modulation (créneaux de 5V d'amplitude).

La Photo 6 montre que l'amplitude des signaux de la sortie discriminateur et celle des signaux audio sont plus réduits avec le MVT 7100. En comparaison avec l'AR8000, ils sont deux fois plus faibles. Ceci n'empêche pas d'avoir des signaux d'amplitude comparable après l'étage de dérivation du module « Dérivaudio » (Photo 7). On peut noter que le signal résiduel, qui ne dépasse pas 60 mV crête, est beaucoup plus bruité. Cela n'empêche pas de reconstruire le signal modulant en créneaux.

### Test avec un ICOM IC-Q7



*Photo 8 : Le récepteur IC-Q7 lors des tests. Comme le récepteur est au pas de 5kHz, il est calé sur 406,025 ou 406,030 pour une balise sur 406,028 MHz*

L'émetteur-récepteur ICOM IC-Q7 (Photo 8) est un bon récepteur large bande associé à un émetteur VHF – UHF de faible puissance, dans un format très réduit. Il est alimenté en 3V par 2 piles R6. La Photo 9 montre les signaux de la sortie discriminateur et de la sortie audio avec un ICOM IC-Q7 [1]. En sortie « discriminateur » les pics sont propres ; ils atteignent 200 à 220 mV. Quant à la sortie audio, les signaux sont vraiment très déformés, et les pics sont complètement noyés dans les autres signaux.

Comme le déclenchement de l'enregistrement est fait manuellement, la probabilité que les photos correspondent à la même séquence de la trame est très réduite. C'est pourtant ce qui est arrivé pour les photos 9 et 10. C'est un énorme coup de chance, qui permet de bien voir la transformation des signaux réalisée par la carte « Dérivaudio ».

En sortie du premier étage du montage « Dérivaudio » (Photo 10), les pics apparaissent clairement, avec une amplitude de 400 mV crête (attention l'échelle verticale a été divisée par 2 par rapport aux Photos 4 et 7). En dehors de ces pics, les signaux restants ne dépassent pas 200 à 220 mV. En réglant le seuil à 300 mV, la modulation en créneaux est parfaitement reconstituée.

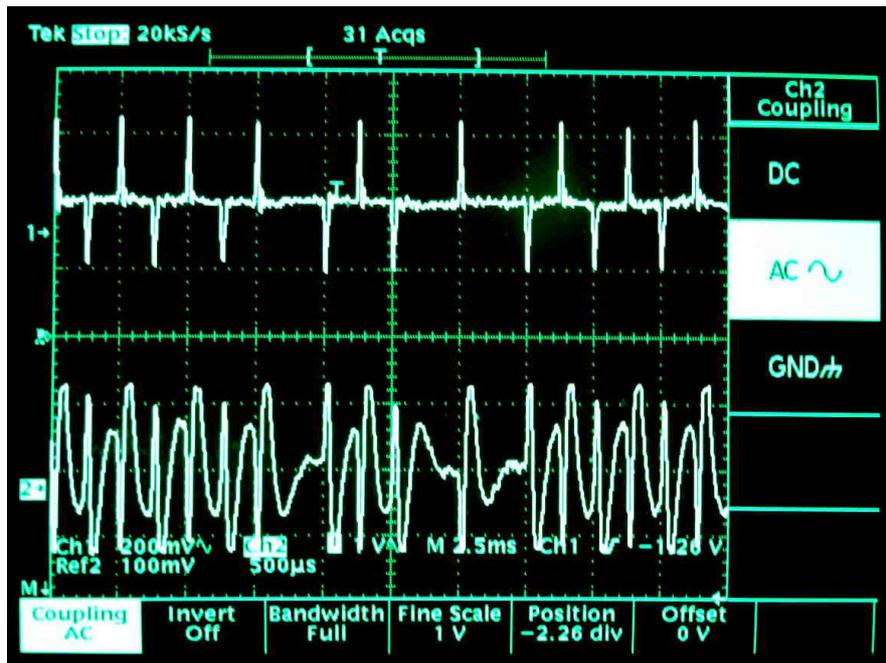


Photo 9 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (ICOM IC-Q7) :  
 En haut : sortie « discriminateur », les pics ont une amplitude d'environ 200 à 220 mV.  
 En bas : sortie prise « écouteur » du récepteur (amplitude 1,2V crête).

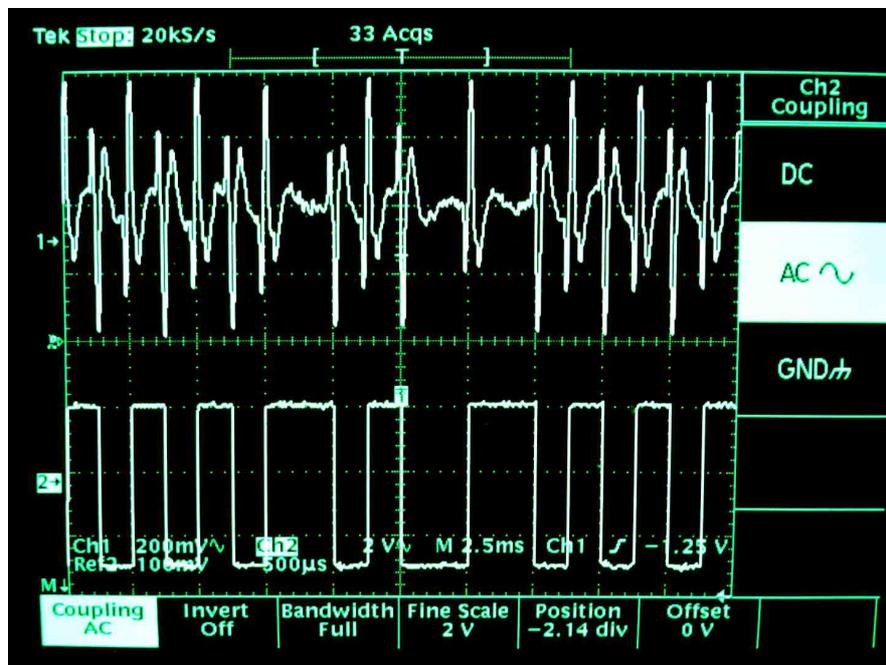


Photo 10 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux (ICOM IC-Q7) :  
 En haut : Les signaux à la sortie du filtre du module « Dérivaudio » (400 mV crête)  
 En bas : Reconstitution de la modulation (créneaux de 5V d'amplitude).

Avec les récepteurs précédents, l'AR8000 et le MVT7100, il était possible de trouver la valeur du potentiomètre du son permettant un décodage par l'audio. C'est difficile à faire et pas très fiable, mais ça arrive à fonctionner. Avec un récepteur comme l'IC-Q7, les résidus des pics ne sortent pas suffisamment du reste du signal audio pour permettre le décodage de cette façon. C'est là qu'on voit tout l'intérêt du module « Dérivaudio », qui arrive à sortir les pics dans le signal audio et permet de faire un décodage fiable des trames avec tous ces récepteurs.

### Le fonctionnement de la carte « Dérivaudio »

Au départ, il faut adapter le seuil de fonctionnement, qui dépend du récepteur utilisé. Il y a une résistance sur la carte qu'il faut ajuster. La procédure sera développée dans la partie suivante, avec la construction de la carte.

Quand ce réglage initial est fait, le décodage fonctionne parfaitement dès que le signal reçu est suffisant. Le seuil de réception est assez voisin de celui qui existe en utilisant la sortie discriminateur.

Quand on fonctionne avec la sortie « discriminateur », le décodeur détecte les fronts montants des pics. Avec la carte « Dérivaudio », un pic positif est transformé en deux pics, un premier positif suivi immédiatement par un second négatif. La détection est effectuée sur le second, qui correspond au front descendant du pic initial.

### *Procédure d'utilisation*

- 1- Connecter le récepteur sur l'entrée de la carte « Dérivaudio » (Jack 3,5), et le décodeur sur la sortie de la carte (Jack 3,5). Mettre la carte, le décodeur et le récepteur sous tension.
- 2- Monter le volume du récepteur à fond. On n'est pas gêné par le bruit car le Jack inséré dans l'entrée écouteurs coupe le haut-parleur.
- 3- Dès qu'une trame est reçue, elle est décodée avec une très grande fiabilité.

### Peut-on utiliser la carte « Déco-BF » pour les radiosondes ?

Par exemple une radiosonde M10 de Modem transmet ses trames en PSK à 4800 bauds. C'est un type de modulation ressemblant à celui des balises 406. Est-ce que la carte « Dérivaudio » peut permettre de décoder les radiosondes par la sortie BF d'un récepteur ? La réponse est malheureusement non. Les fréquences fondamentales du PSK à 4800 bauds sont 4800 Hz et 9600 Hz. Les premiers harmoniques sont à 15 kHz, 25 kHz, 30 kHz, 35 kHz, 45 kHz, 50 kHz, etc. Toutes ces fréquences sont en dehors de la bande 300 Hz – 3000 Hz utilisée en phonie. Elles sont massacrées par les filtres et les correcteurs du récepteur. Il n'y a aucune chance de les récupérer dans le BF.

Si la carte « Dérivaudio » arrive à fonctionner avec les balises 406, c'est parce les fréquences fondamentales sont à 400 Hz et 800 Hz pour une transmission à 400 bauds. Les premiers harmoniques sont à 1.2 kHz, 2.0 kHz, 2.4 kHz, 2.8 kHz, 3.6 kHz, 4.0 kHz. Comme ces fréquences sont dans la bande phonie ou juste en dehors, on arrive à les récupérer dans la BF malgré les déformations dues au filtrage dans le récepteur.

Bilan : la carte « Dérivaudio » a été mise au point spécialement pour les transmissions numériques à 400 bauds. Elle ne peut pas fonctionner pour des vitesses de transmission plus rapides comme celle des radiosondes.

## Synthèse

Le module « Dérivaudio » permet d'utiliser la prise « écouteur » du récepteur. C'est une petite carte électronique qui s'intercale entre le récepteur et le décodeur. Elle permet de reconstituer le signal en créneaux qui effectue la modulation PSK.

Si votre récepteur n'est pas équipé d'une prise « discriminateur », le montage de cette prise peut être complexe. Le site web « discriminator.nl » fournit beaucoup d'informations sur cette transformation [2], qui peut être assez difficile à réaliser. L'utilisation du module « Dérivaudio » permet de s'affranchir de cette modification du matériel et de pouvoir décoder avec une grande fiabilité.

La procédure est très simple : brancher le module « Dérivaudio » sur la prise écouteur et sur le décodeur « DECTRA - 4 lignes », mettre le volume du récepteur au maximum et ouvrir le squelch.

Le seuil interne de la carte « Dérivaudio » doit être adapté au récepteur. C'est juste une valeur de résistance à ajuster. Pour des récepteurs de qualité comme l'AR 8000 ou le MVT 7100, un seuil à 100 mV convient très bien. Pour d'autres, il faut augmenter cette valeur, par exemple 300 mV pour l'IC-Q7. La procédure sera expliquée dans la partie suivante.

Actuellement tous les tests ont été réalisés avec des récepteurs (ou émetteurs récepteurs) portables, qui ont une puissance audio de 100 mW à 150 mW au maximum. Pour des TX mobiles, il faudra ajouter un atténuateur en entrée.

## Références

[1] Comment ajouter une sortie discriminateur dans un ICOM IC-Q7

<http://f1lvt.com/files/519-SortieDiscrilcomIC-Q7.155.pdf>

[2] Montage de la sortie « discriminateur »

<http://www.discriminator.nl/index-en.html>