

Tutoriel Utilisation du système TDOA « Time Differential Of Arrival »

Par F1GBD (ADRASEC 77) - Jean-Louis Naudin – 04mars 2019 - version 1.10 – maj du 5 mars 2019

Voici un petit Tutoriel expliquant comment utiliser le système TDOA « Time Differential Of Arrival » avec le Sniffer 4 de VK3YNG pour la recherche et la localisation de balises de détresse (ELT/PLB) 121.5 MHz.



Le système TDOA est un dispositif de recherche de balise basé sur l'écoute de la différence de phase entre le signal de la balise reçu sur l'antenne de gauche et le signal reçu de la balise sur l'antenne de droite. Les 2 antennes (deux doublets) sont commutées alternativement 500 fois par seconde (500 Hz) grâce à un petit circuit électronique. J'ai utilisé le circuit électronique publié par Joe Leggio (WB2HOL) à : <http://theleggios.net/wb2hol/projects/rdf/tdoa2.htm> J'ai apporté une petite modification au circuit original pour corriger le problème du lever de doute que j'expliquerai ci-dessous.

Le signal résultant est reçu sur l'antenne du Sniffer 4 :

- **Lorsque les 2 antennes sont placées à distance EGALE de la balise** (le plan formé par les deux antennes est perpendiculaire à la direction de la balise), les 2 signaux sont reçus EN PHASE et donc, c'est comme s'il n'y avait qu'une seule antenne connectée sur le récepteur du Sniffer 4. Le signal de la balise 121.5 MHz est entendu normalement.
- **Lorsque le plan des deux antennes n'est pas perpendiculaire à la balise**, il y a un déphasage entre l'onde reçue sur l'antenne de gauche et l'onde reçue sur l'antenne de droite. On entendra un signal modulé à 500 Hz.

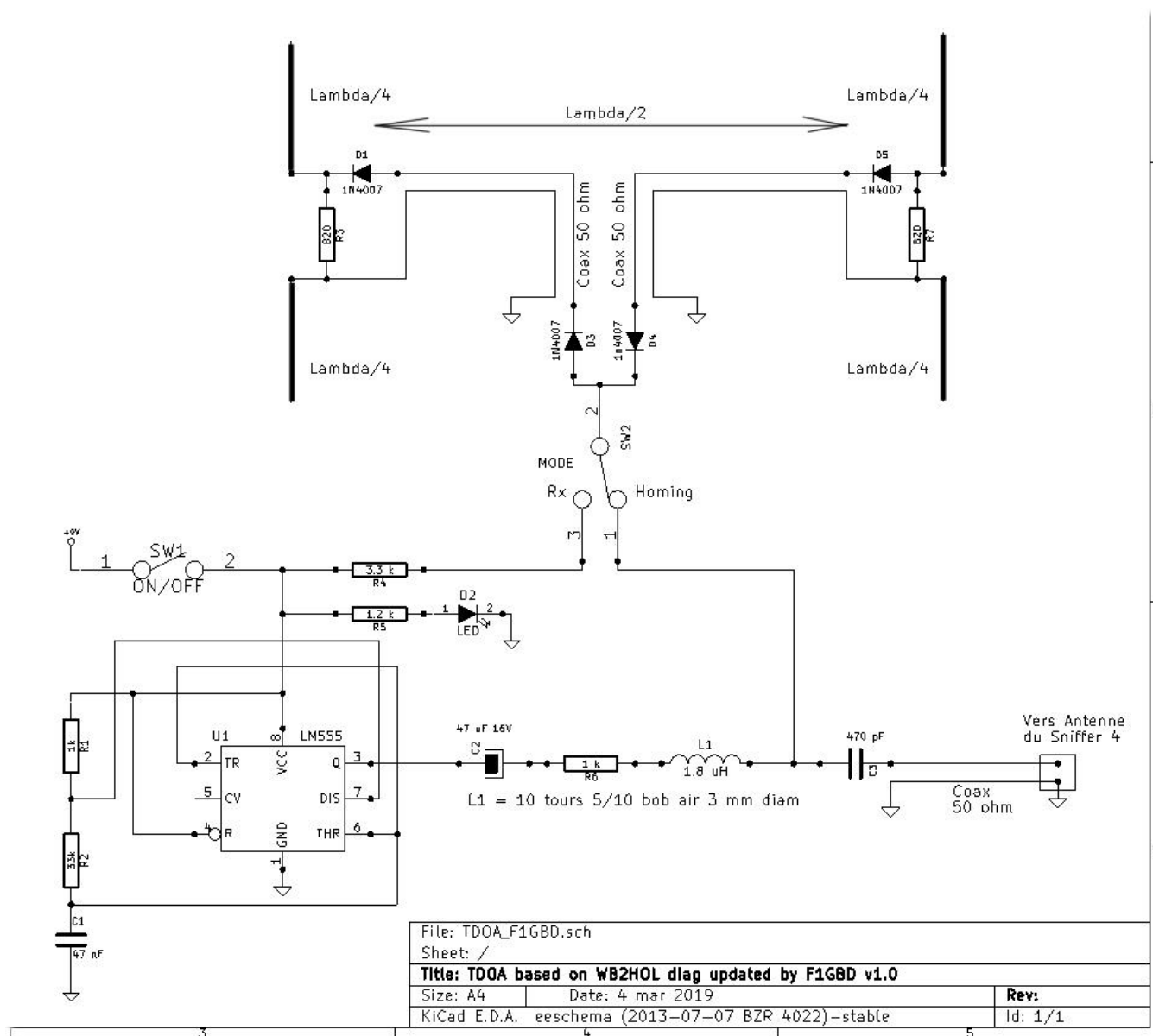
En tournant le plan des deux antennes, la modulation changera de phase en passant par un battement nul lorsque la balise est perpendiculaire au plan des deux antennes.

L'avantage principal du principe du TDOA est qu'il n'y a pas besoin d'atténuateur, le signal de la balise peut être très fort ou faible : la balise peut être éloignée ou très proche, la localisation angulaire de la balise est toujours possible et très précise. L'inconvénient du système TDOA est qu'il n'y a pas de lever de doute, la balise est bien perpendiculaire au plan des 2 antennes mais cette dernière peut être aussi bien devant que derrière ce plan. Pour corriger cela, j'ai

apporté une modification au circuit de Joe Leggio : à l'aide d'un simple interrupteur, il est très simple de supprimer la commutation des antennes, il suffit de n'alimenter qu'une seule antenne via une résistance...

Ainsi lorsqu'une seule antenne est alimentée, l'autre devient passive et on se retrouve donc avec une antenne directive. C'est là que l'aptitude très particulière du Sniffer 4 intervient. Il suffit de paramétrer correctement le Sniffer 4 afin de l'utiliser avec cette antenne directive 2 éléments pour déterminer la direction REELLE de la balise et donc LEVER LE DOUTE...

Voici le schéma de mon TDOA modifié pour la recherche du Lever de Doute :



La bobine de choc (sans noyau) L1 est réalisée avec 10 tours de fil de 5/10 bobiné sur un mandrin de 3 mm

Lorsque le mode TDOA est activé sur la position Homing, les doublets sont alternativement alimentés 500 fois par seconde.

Lorsque le mode réception sur une antenne directive est activé sur la position Rx, alors 1 seul doublet est alimenté via la résistance R4 de 3.3 kΩ.

Le TDOA peut fonctionner avec un récepteur classique mais le lever de doute sera plus difficile qu'avec le Sniffer 4. Il faudra dans ce cas utiliser le récepteur en mode AM et non FM (même si l'émission de la balise est en FM) et utiliser des atténuateurs pour le Lever de Doute puisque le mode Homing du TDOA est désactivé.

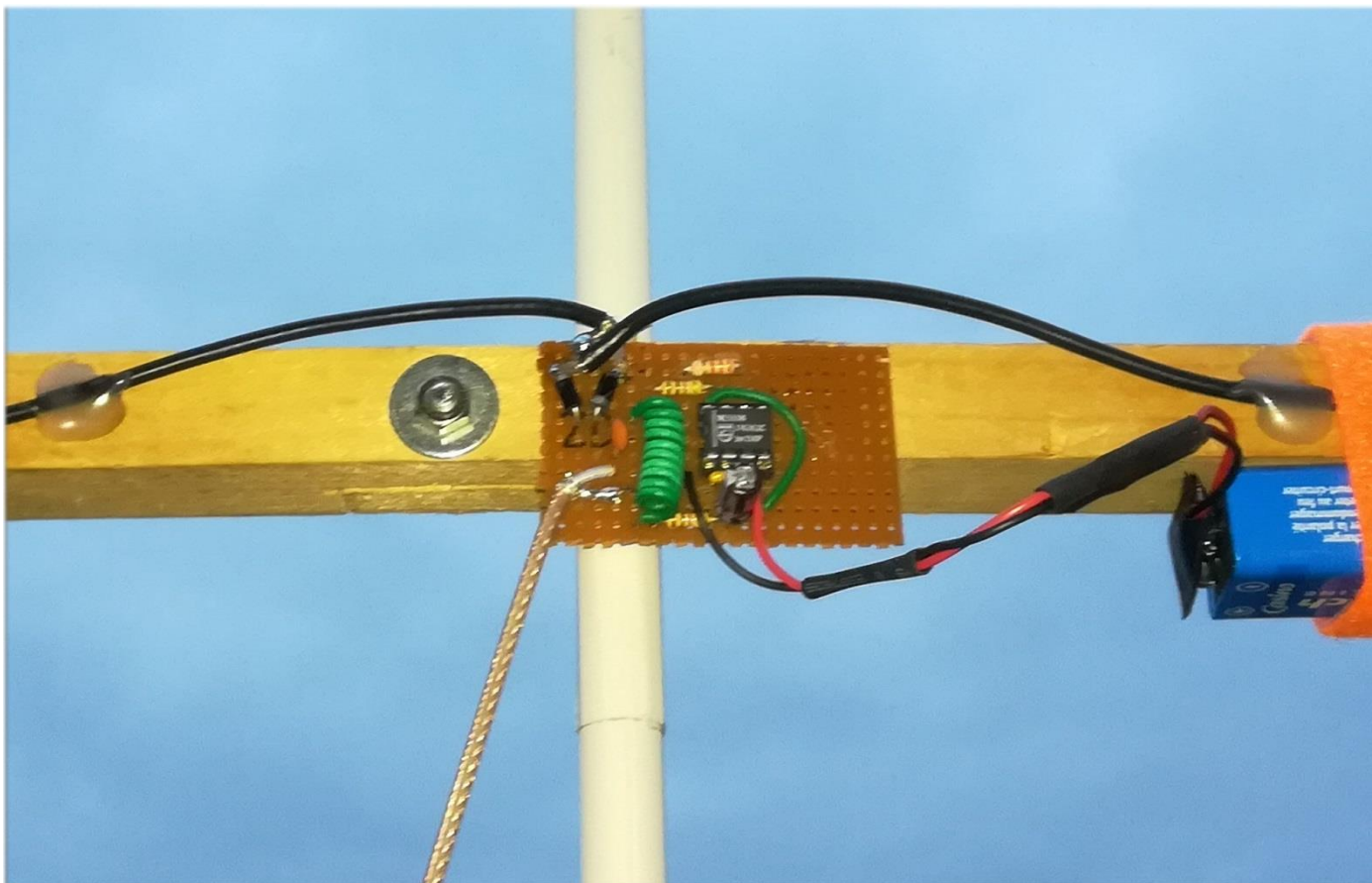
J'ai testé avec succès, le TDOA sur un Yupiteru MVT-7100 (en réception AM), un transceiver Yaesu FT-817 et un Yaesu FT-857 (tous deux en réception AM). En mode TDOA, la réception doit être en AM même si la balise émet en FM. Le lever doute se fait en polarisation horizontale. Pour le Lever de Doute le récepteur doit être dans le même mode (FM ou AM) que celui de la balise.



Voici la liste de composants nécessaires à la réalisation du TDOA :

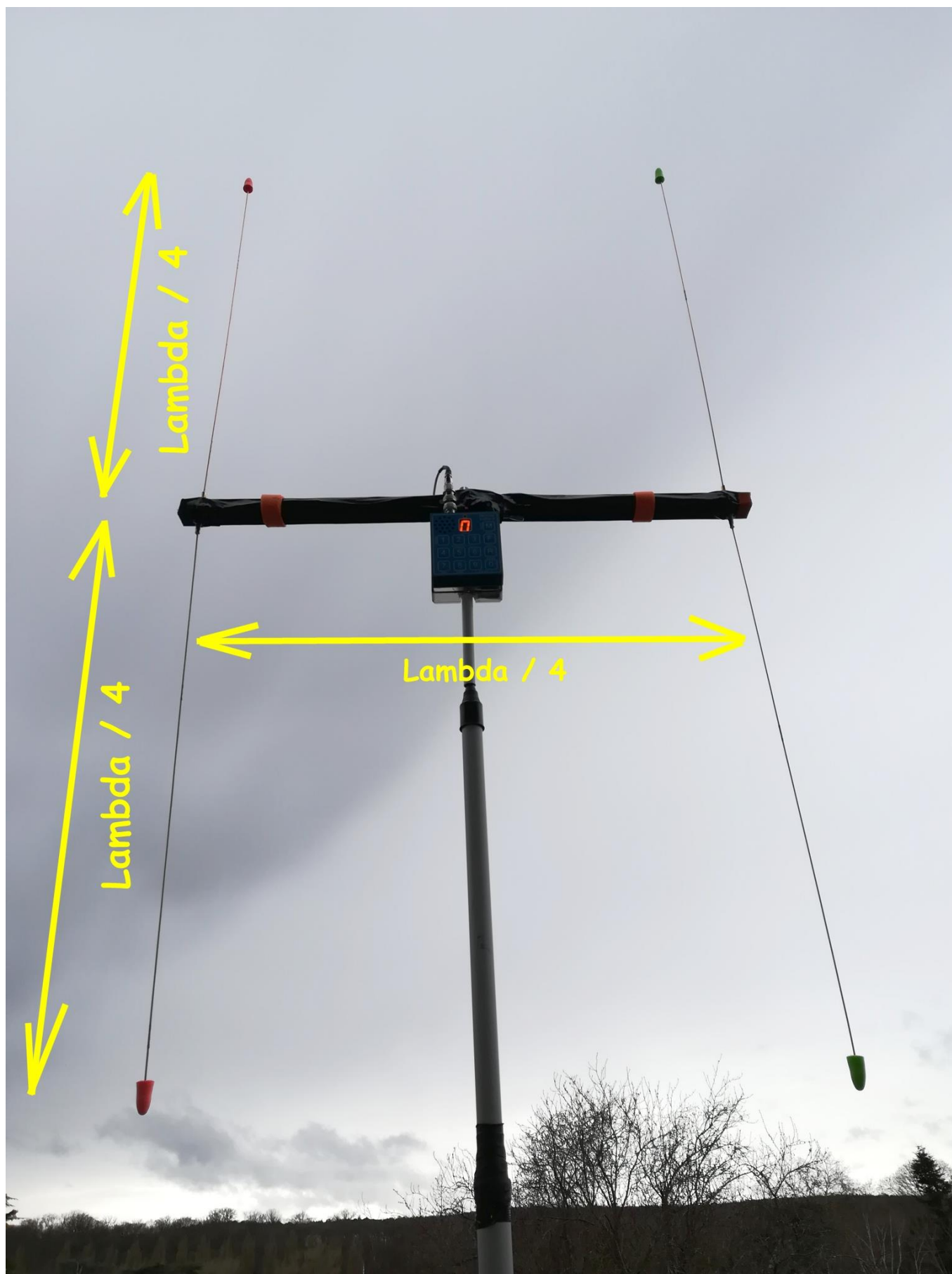
- C1 47 nF
- C2 47 μ F 16V
- C3 470 pF
- D1 1N4007
- D2 LED
- D3 1N4007
- D4 1n4007
- D5 1N4007
- L1 10 tours de fil de 5/10 bobinés sur un mandrin AIR de 3 mm
- R1 1 k Ω
- R2 33 k Ω
- R3 820 Ω
- R4 3.3 k Ω
- R5 1.2 k Ω
- R6 1 k Ω
- R7 820 Ω
- SW1 ON/OFF (inter 2 positions: Marche/Arrêt)
- SW2 MODE (inter 2 positions : Rx/Homing)
- U1 LM555 ou NE555

La construction du circuit électronique est relativement simple et il est réalisé sur une simple plaque veroboard :



Les diodes D1, D5 et les résistances R3, R7 sont placées aux extrémités et au plus près des doublets.

Voici les dimensions et l'espacement des doublets pour le TDOA :



Voici en détail la procédure de mise en service du TDOA et le paramétrage du Sniffer 4 :

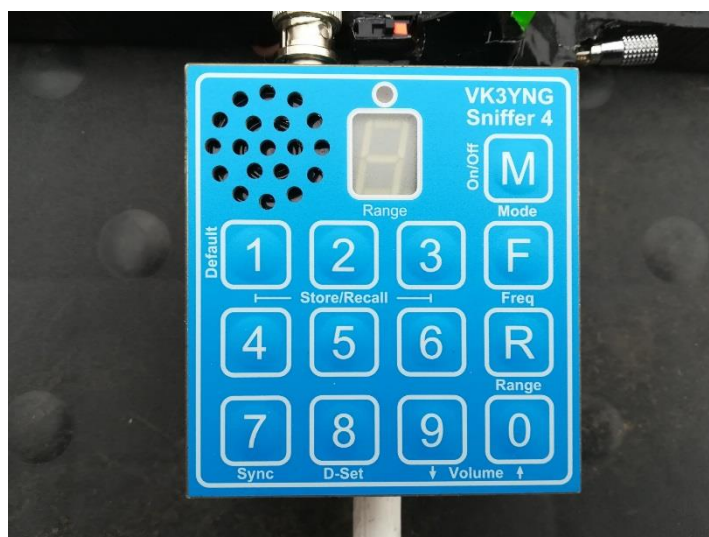
Le TDOA est en position transport avec ses 4 antennes démontées et repliées.



Installer les quatre antennes de manière à monter les 2 doublets (les éléments rose fluo à gauche et les éléments vert fluo à droite).



Si le Sniffer 4 n'a pas déjà été utilisé avec le TDOA, allumer le Sniffer 4 en appuyant simultanément sur **7** et **M** pour un reset en configuration d'usine, un « **H** » s'affichera. Puis éteindre le Sniffer en appuyant longuement sur la touche **M**.



Allumer le Sniffer, appuyer simultanément sur **1** et **M** « *filter A, minimum filtering* », un « **n** » s'affichera.

A. Sélectionner la fréquence de la balise VHF

1. **121.500 MHz** (balise réelle Aéronautique)
2. **121.375 MHz** (balise d'exercice AD 77)
3. **144.610 MHz** (balise VHF test F1GBD)

Pour saisir une fréquence tapez **F** puis **les 4 derniers chiffres de la fréquence**

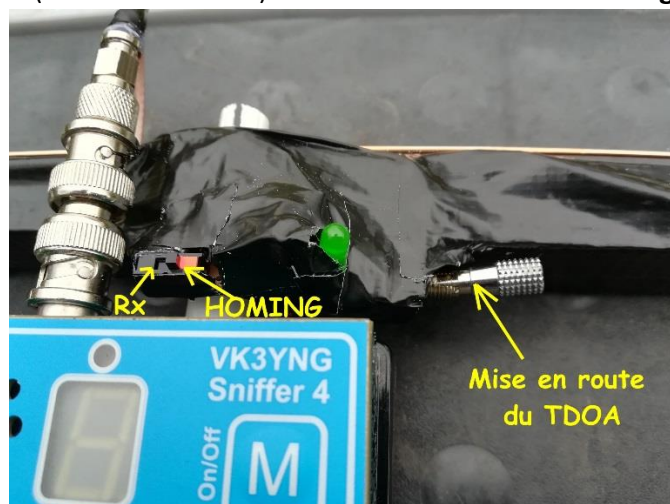
Mise en mémoire en appuyant longtemps sur le chiffre du canal désiré (1, 2, 3...)

Pour rappeler la fréquence en mémoire tapez simplement le N° de la mémoire (1, 2 ou 3)

B. **Désactiver l'atténuateur** en appuyant sur **R** : un petit « **r** » s'affiche puis appuyer sur **1**

- Un petit « **r** » puis **1** s'affiche indiquant le niveau de l'atténuateur 1 = sensibilité maximale.

➤ **Mettre en route le TDOA** (LED verte allumée) et sélectionner le **mode Homing**



Tenir le TDOA avec les antennes verticales et chercher la direction où le signal est entendu sans le battement 500 Hz. Le son est doux avec en fond le signal de la balise. Noter les deux azimuts symétriques possibles.

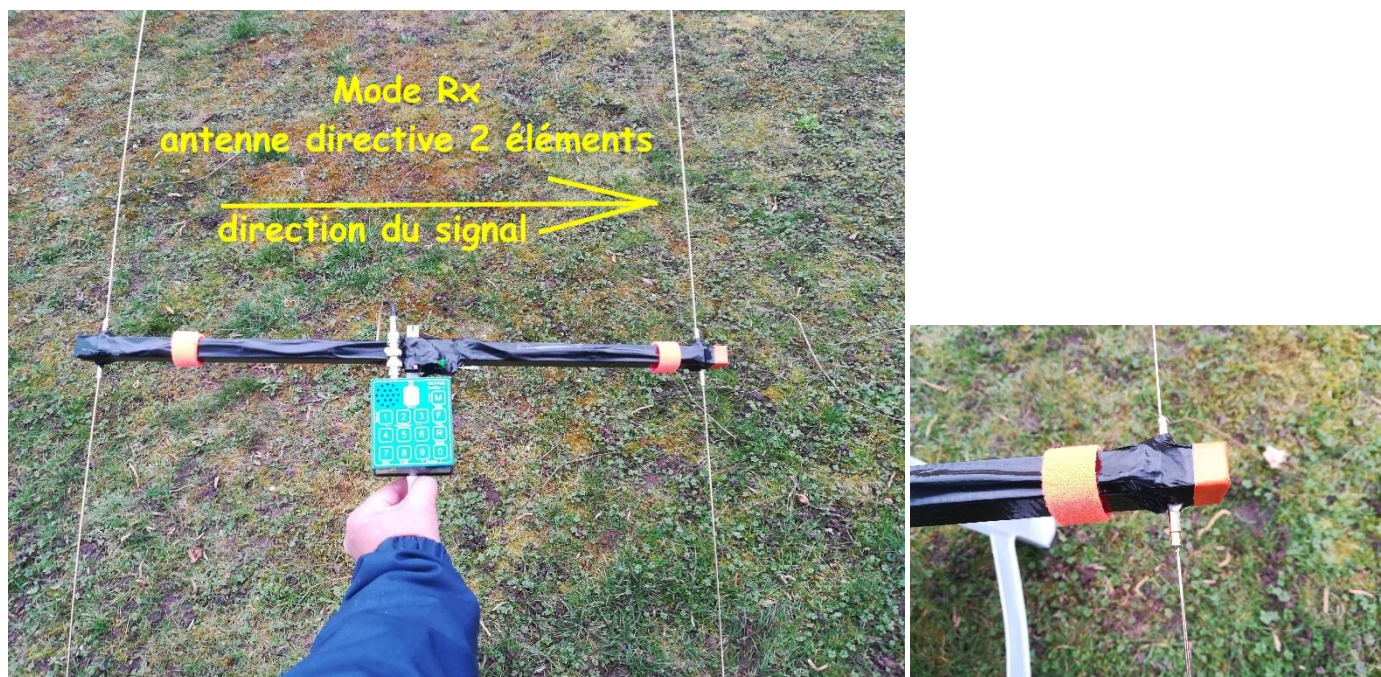


Une fois l'axe de rayonnement de la balise identifié, il faut Lever le Doute. Pour cela passer **le TDOA en position Rx** :



- Passer en mode Tonalité en appuyant **3 fois sur M** : un petit « **t** » doit s'afficher.
- Mettre l'atténuateur en mode automatique en appuyant sur « **R** », un « 0 » doit s'afficher indiquant que la commutation de l'atténuateur est automatique (de 0 à 135 dB par pas de 15 dB)

Le TDOA est maintenant une antenne 2 éléments directive et **elle doit être tenue horizontalement**. La direction du signal est pointée par l'extrémité à droite du doublet alimenté et que j'ai identifié avec un adhésif orange, l'autre doublet étant passif :



La direction du boom où le signal est le plus aigu est la direction de la balise, il ne reste plus qu'un seul des 2 azimuts possible, le doute est ainsi levé.

Pour faire le lever de doute avec un récepteur type Yupiteru MVT-7100 ou un transceiver Yaesu FT-817/FT-857 se mettre dans le même mode de réception que celui de la balise et activez l'atténuateur si nécessaire. Le TDO doit être utilisé en polarisation horizontale pour le Lever de Doute.

Si vous le désirez, vous pouvez revenir en mode Homing pour vérifier.

- Pour éteindre le Sniffer 4, appuyez longuement sur **M**
- La vérification du niveau de la batterie s'effectue en appuyant sur **D-set** et **9**, il sera indiqué le % de batterie restante.

La documentation du Sniffer 4 de VK3YNG est disponible à : http://www.foxhunt.com.au/2m_sniffer/manual.htm

Merci à Bernard (F1TIT) pour sa participation aux tests de terrain...

Bonne traque de balises de détresse sur 121.5 MHz...

73' de F1GBD (Jean-Louis Naudin)

ADRASEC 77

Email : f1gbd@fnrasec.org

GitHub : <https://github.com/f1gbd/F1GBD/wiki>