

# Sur la réalisation d'un récepteur VHF bande aviation

Le texte ci-dessous est destiné aux débutants, aux novices, à tous ceux qui veulent construire un petit récepteur VHF bande aviation 118-136 MHz. Ce texte n'a aucune ambition pédagogique et pour cause ... l'auteur de ces lignes n'a aucune formation en électronique. Ce texte contient donc très probablement des maladresses ou des erreurs que le lecteur averti corrigera facilement.

On trouve sur le web un très grand nombre de petits récepteurs bande aviation 118-136 MHz. Ces petits récepteurs sont de type « Regen » ou à réaction. A y regarder de plus près, on s'aperçoit rapidement que tous ces schémas se ressemblent, voire sont identiques, en tout cas qu'ils semblent « issus du même moule ». On va ici essayer de décrire ces récepteurs en montrant ce qu'ils ont en commun et ce qui les différencie. Ce travail n'est évidemment pas exhaustif, simplement parce qu'il y a beaucoup trop de schémas. Mais il devrait permettre aux débutants et aux novices de tous genres de s'y retrouver un peu.

Les petits récepteurs VHF bande aviations que l'on trouve sur le web, sont généralement constitués de trois étages. Le premier étage est l'étage de détection radio fréquences, que l'on peut appeler étage RF. Le deuxième étage est un préamplificateur basse fréquence. Le troisième étage est un étage BF à proprement parler, puisqu'il sert à amplifier le signal BF pour le rendre audible sur un petit haut-parleur de 4-8 Ohms 2-4 Watts. En général, ces petits récepteurs sont extrêmement sensibles. Par contre la sélectivité n'est pas du tout au rendez-vous. On n'est pas dans le mode (super)hétérodyne avec multiples changements de fréquences! Et en conséquence... on reçoit toute ou à peu près toute la bande aviation « en même temps », ce qui peut aussi être intéressant!

Pour fixer les idées et pour avoir une vue d'ensemble, on a repris quatre schémas complets plus bas dans le texte. Ces schémas sont inspirés d'un schéma « basique » conçu par Rick Andersen KE3IJ qui est cité en référence à la fin du texte. Ces réalisations sont présentées plus en détails sur le site de ON4XMJ.

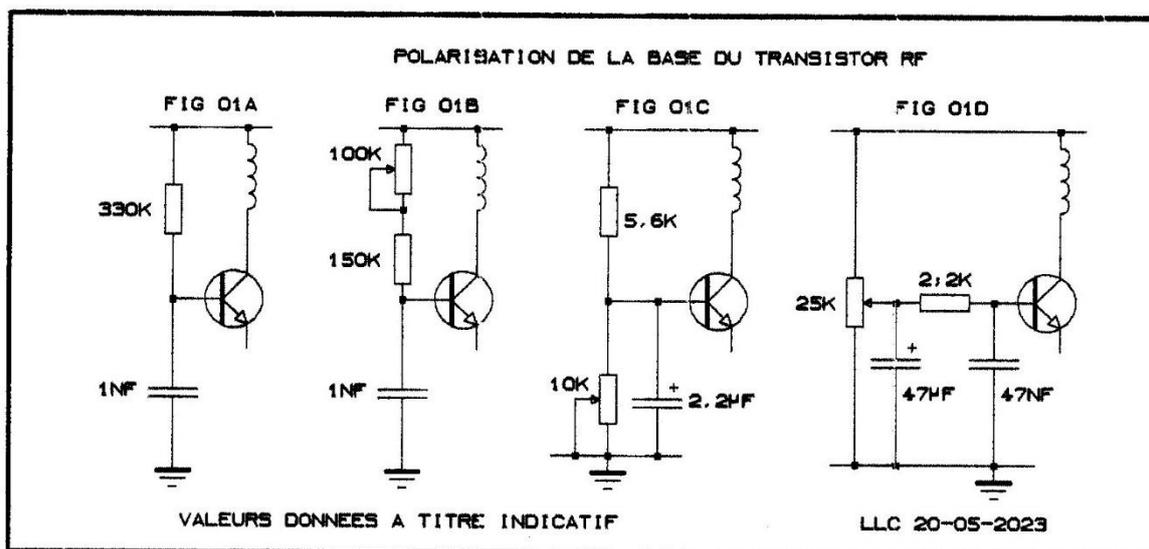
On va successivement décrire

- La polarisation de base du transistor RF
- La reprise du signal sur l'émetteur du transistor RF
- Le circuit d'accord
- Le branchement de l'antenne
- Le préamplificateur BF
- Un ampli BF avec un LM386
- Un ampli BF avec un TDA2003
- Un ampli BF avec un Push Pull 2N3904/2N3906
- Un ampli BF avec un Push Pull TIP31C/TIP32C
- Installation d'un vu-mètre.

## 1- La polarisation de la base du transistor RF (Figure 01).

Pour qu'un transistor fonctionne, il faut qu'il soit polarisé correctement. Et dans le cas particulier des récepteurs VHF, on dit souvent qu'il faut amener le transistor RF juste en-dessous de son point d'oscillation. C'est alors que la sensibilité du récepteur est optimale. On peut arriver à polariser correctement de nombreuses manières différentes, comme décrit sur la figure 01. On peut utiliser une simple résistance de base (figure 01a), ou une résistance de base ajustable avec un

potentiomètre (figure 01b). On peut également utiliser un pont diviseur de tension. Ici, plusieurs configurations sont possibles, comme montré sur les figures 01c et 01d. Le potentiomètre du pont diviseur de tension est de type linéaire, sa valeur ne semble pas critique et on peut à priori utiliser n'importe quelle valeur entre 10 kOhms et 100 kOhms. On remarquera que si l'on utilise un pont diviseur de tension, il faut mettre une résistance talon en entrée ou en sortie du potentiomètre, pour éviter que la base du transistor RF ne se retrouve directement connectée à la borne plus de l'alimentation. Ce que le transistor RF n'apprécierait pas beaucoup et pas longtemps. On remarquera aussi que tous ces schémas de polarisation de la base contiennent un ou plusieurs condensateurs reliés à la masse. La valeur de ces condensateurs ne semble pas critique non plus. On trouve des valeurs entre 47 nanoFarads et 47  $\mu$ Farads.



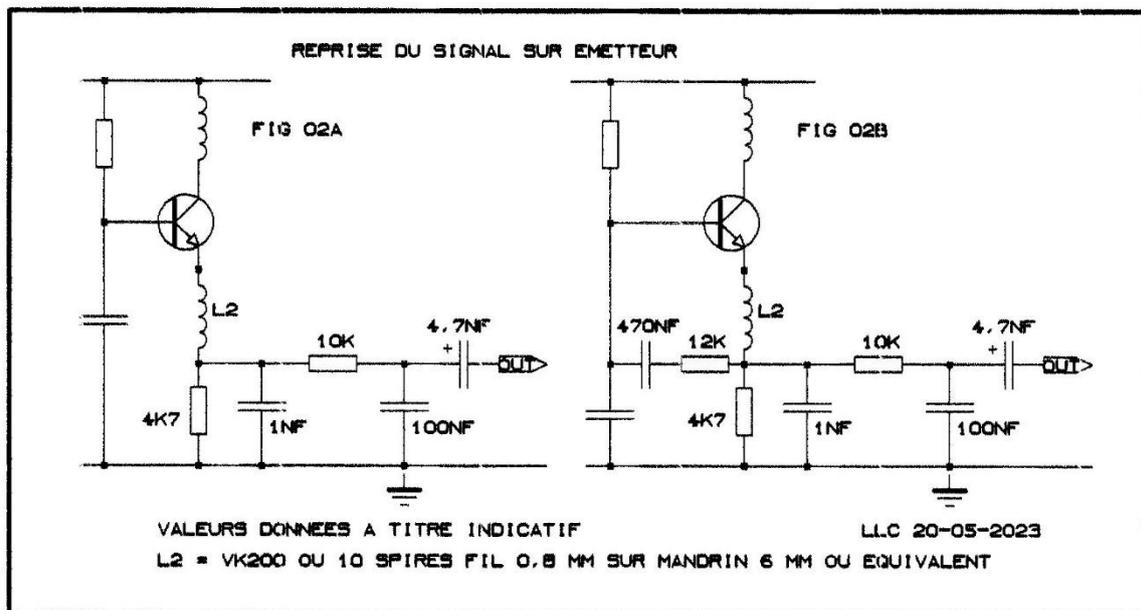
## 2- La reprise du signal sur l'émetteur du transistor RF (Figure 02).

On reprend le signal sur la sortie émetteur du transistor RF, on élimine la composante RF pour ne garder que la composante BF, que l'on va par la suite amplifier pour la rendre audible. Ici c'est relativement plus facile : à peu près tous les schémas que l'on trouve sur le web sont construits de la même façon, comme illustrée sur la figure 02a.

La self de choc L2 élimine une bonne partie de la composante RF. Cette self peut être une VK200, une petite self bobinée en l'air de par exemple 10 tours de fil de 0.8 mm sur un mandrin de 6 mm, ou encore une self bobinée sur un support solide, par exemple 30-40 tours de fil de 0.2 mm sur une résistance de 1 MegOhms. On retrouve systématiquement une résistance de polarisation de l'émetteur (ici 4k7) et son condensateur de découplage (ici 1nF). Rappelons-nous qu'il n'y a pas de résistance sur le collecteur du transistor RF ! La résistance 10k et le condensateur 100 nF forment un filtre passe-bas qui élimine le restant de la composante RF. Ces valeurs ne semblent pas critiques mais cependant, on risque de fameux accrochages si le condensateur a une valeur trop faible et on obtient un son étrangement feutré si le condensateur est anormalement élevé. Le condensateur de 4,7  $\mu$ F est un condensateur de liaison qui bloque la composante continue du signal et l'empêche de s'infiltrer dans les étages d'amplification BF qui suivent. La valeur de ce condensateur varie selon les auteurs entre 1  $\mu$ Farad non polarisé et 10  $\mu$ Farads polarisés. A ce stade, le signal est prêt pour être amplifié.

On peut aussi reprendre une partie du signal à la sortie de la self et le renvoyer vers la base du transistor RF. C'est ce qui est illustré sur la figure 02b. On réalise alors une sorte de boucle reflex qui

augmente le niveau de sortie. Cette boucle reflex est décrite en détail par Rick Andersen. Il faut un peu d'adresse pour ajuster les valeurs de la résistance et du condensateur de manière à avoir une augmentation de signal significative tout en évitant l'accrochage. Les valeurs reprises sur la figure 02b donnent généralement un bon résultat.



### 3- Le circuit d'accord (Figure 03).

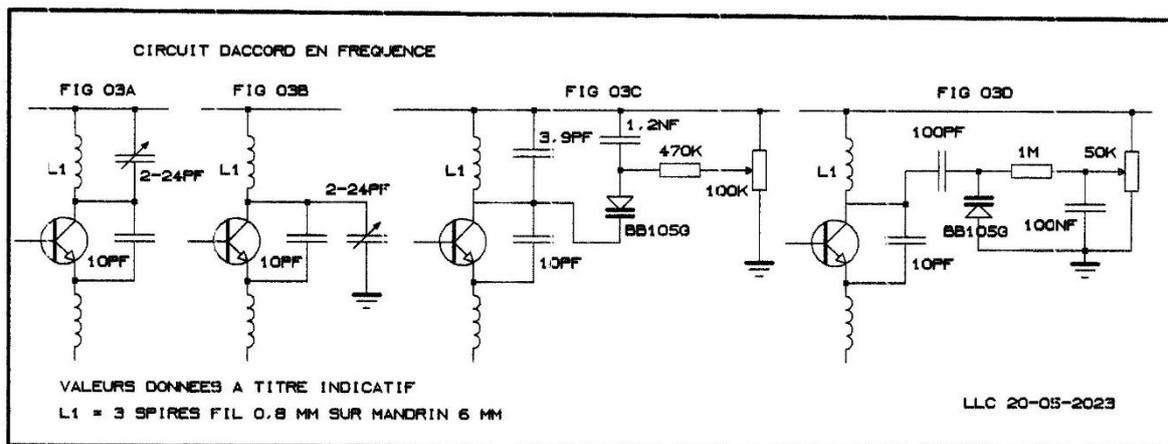
L'accord en fréquence se fait avec un circuit LC constitué d'une self et d'un condensateur ajustable en parallèle. Pour la self, le plus simple est de réaliser une petite self en l'air de 3 spires de 0.8 mm sur un mandrin de 6 mm de diamètre. Si lors du réglage final, on s'aperçoit que « l'on est trop haut » en fréquence, on rajoutera une spire. Si l'on s'aperçoit que « l'on est trop bas en fréquence », on retirera une spire. On peut également, dans une certaine mesure, jouer un peu avec l'écartement des spires en étirant ou comprimant la bobine. On peut avantageusement remplacer la self d'accord bobinée dans le vide par une self ajustable. La self fait généralement 3 spires de fil 0,5 mm sur un mandrin de 5 mm avec un noyau de ferrite ajustable. Lors de la mise au point finale, on ajuste la hauteur du noyau au mieux et généralement on n'y touche plus par après. Ce réglage n'est pas particulièrement sensible et la position du noyau n'est pas super critique.

En ce qui concerne le condensateur, un condensateur ajustable de 2-12 pF ou de 2-24 pF fera l'affaire. On peut placer le condensateur en parallèle avec la self comme indiqué sur la figure 03a. Dans ce cas la différence de tension aux bornes du condensateur est nulle puisque le condensateur est court-circuité par la self. On peut également mettre le condensateur ajustable entre le collecteur du transistor et la masse, comme en figure 03b. Dans ce cas la différence de potentiel entre les bornes du condensateur est la valeur de la tension d'alimentation. On conseille souvent alors de mettre la partie mobile du condensateur à la masse et de relier la partie fixe au collecteur.

Réaliser l'accord en fréquences avec un condensateur ajustable peut se révéler difficile, voire même acrobatique. Il faut du doigté et souvent une certaine adresse! Il faut dans tous les cas utiliser un petit outil non métallique de 10-15 cm et éviter au mieux l'effet de main. On peut tourner la difficulté en remplaçant le condensateur ajustable par une diode varicap. Ce qui donne l'avantage supplémentaire de permettre le réglage en fréquence à partir d'un potentiomètre placé sur la partie frontale du montage. Pour remplacer le condensateur en parallèle avec la self, on réalisera le montage

selon la figure 03c. Pour remplacer le condensateur mis à la masse, on réalisera selon la figure 03d. Les deux approches semblent être équivalentes.

Pour régler la tension aux bornes de la varicap, on utilisera un potentiomètre linéaire de valeur entre 10 et 100 kOhms. La résistance de transfert est comprise entre 470 kOhms et 1 MOhms. Dans la configuration de la figure 03d, il ne faut pas oublier de mettre un condensateur d'au moins 10 NanoFarads en parallèle avec la diode varicap, sinon, on s'expose à de fâcheux accrochages. La diode varicap est montée en tension inverse, avec l'anode à la masse. Un condensateur de liaison raccorde la diode varicap au collecteur du transistor. On utilise de préférence une diode varicap BB105G (20 pF) ou une BB910 (40 pF). Mais on peut aussi essayer une diode Zener de 18 Volts. Cela fonctionne aussi.

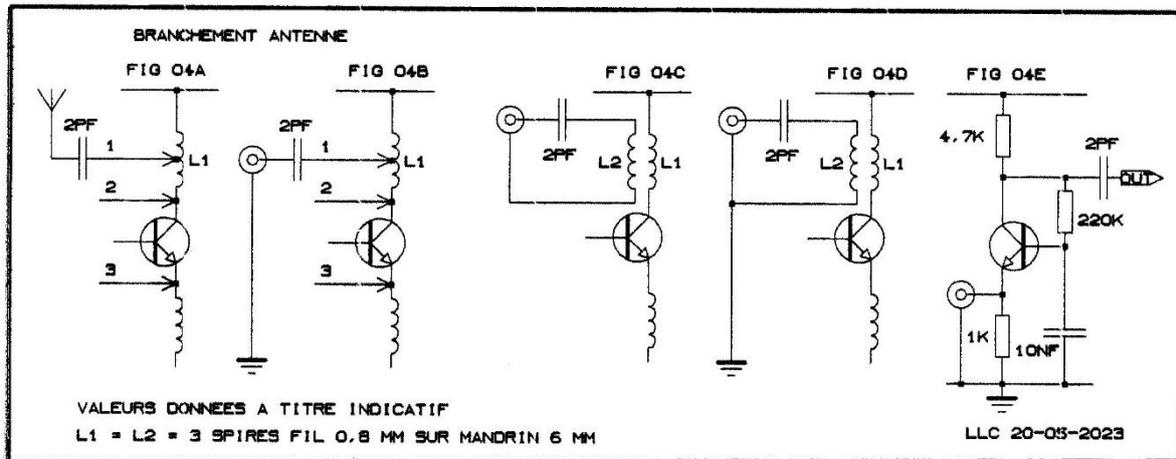


#### 4- Le branchement de l'antenne (Figure 04).

Les petits récepteur VHF bande aviation que l'on trouve sur le web sont pour la plupart conçus pour être raccordés à une antenne fouet de 20-25 cm. Certains récepteurs sont tellement sensibles qu'ils n'ont pas besoin d'antenne du tout. Si l'on utilise une antenne télescopique (comme une antenne réception FM), on s'aperçoit rapidement que la qualité de la réception dépend de la longueur de l'antenne : par exemple la réception est bonne avec une antenne de 25 ou de 75 cm et moins bonne avec une antenne de 50 cm. En ce qui concerne le branchement de l'antenne, un radio amateur a écrit que pour ces petits récepteurs VHF, on pouvait brancher l'antenne un peu n'importe où et que cela fonctionnait toujours. Ceci n'est pas faux. On peut en effet brancher l'antenne fouet sur la self d'accord, sur le collecteur du transistor ou encore sur l'émetteur, et cela fonctionne. Voir figure 04a. On met généralement un petit condensateur de 1 à 47 pf pour réaliser la connexion, mais souvent ce n'est pas nécessaire.

On peut aussi utiliser une antenne GPA Ground Plane Aviation d'impédance 50 Ohms. Le branchement peut se révéler plus difficile, probablement pour une question d'impédance. On peut essayer les branchements comme pour une antenne fouet, décrits sur la figure 04b. On peut aussi utiliser une sorte de petit transformateur d'entrée qui isole l'entrée d'antenne du circuit d'accord. On peut raccorder la tresse du coaxial à la masse ou pas, comme montré sur les figures 04c et 04d. Le primaire du transformateur est constitué de 3 spires de fil de 0,8 mm bobinées sur un mandrin de 6 mm de diamètre. Le secondaire est la self d'accord, également 3 spires de fil de 0,8 mm sur un mandrin de 6 mm. On s'arrange pour aligner et rapprocher les deux bobines au mieux, en évitant qu'elles ne se touchent. En effet, la bobine du secondaire est raccordée à la borne positive de l'alimentation et le primaire peut être mis à la masse (figure 04d).

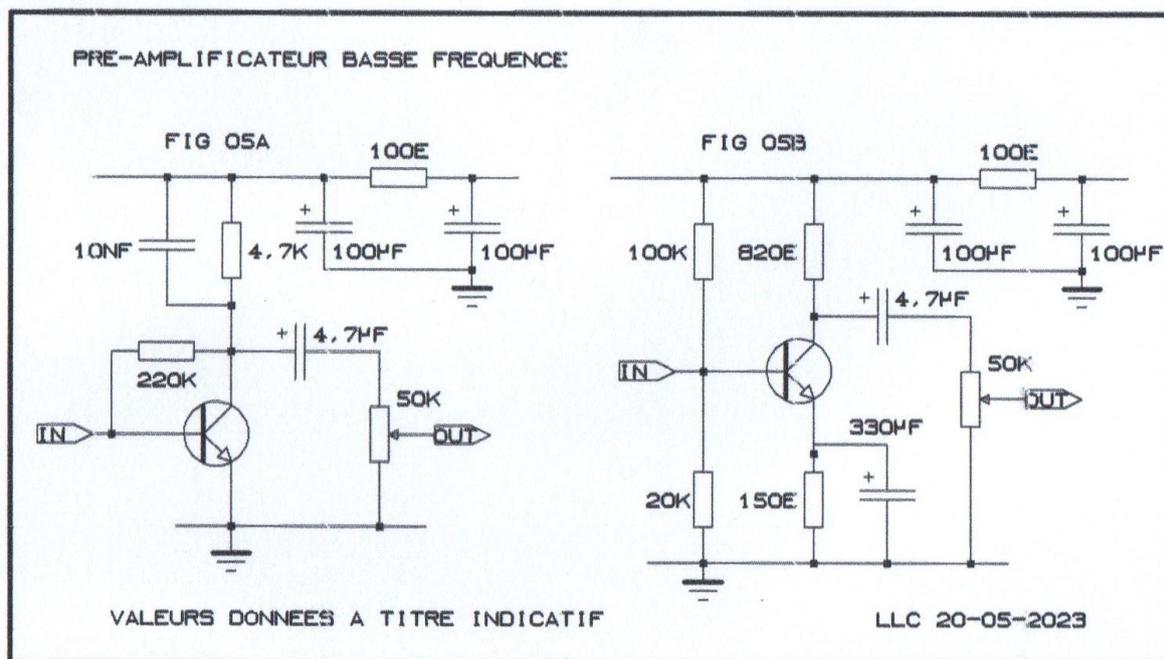
On peut aussi installer un préamplificateur d'antenne comme indiqué sur la figure 04e. On obtient un petit gain qui peut être intéressant, mais pas spectaculaire. On ajoute alors en entrée un transistor en configuration base commune (on entre par l'émetteur et on sort par le collecteur). Ici à nouveau, on peut essayer de brancher la sortie du préampli d'antenne sur la self d'accord, sur le collecteur ou sur l'émetteur du transistor RF.



### 5- Le préamplificateur BF (Figure 05).

Le préamplificateur est généralement constitué d'un transistor 2N2222 ou 2N3904 câblé en émetteur commun (on entre par la base et on sort par le collecteur). On peut réaliser la polarisation de la base très simplement avec une résistance de réaction du collecteur, comme illustré sur la figure 05a. Ou bien de manière un peu plus compliquée, avec un pont diviseur de tension, résistance d'émetteur et condensateur de découplage, comme sur la figure 05b. Il ne faut pas oublier le condensateur de liaison qui bloque la composante continue du signal et l'empêche de passer dans l'ampli BF qui suit. Ce condensateur peut prendre toutes les valeurs entre 1  $\mu$ Farad non polarisé et 10  $\mu$ Farads en électrochimique. On sort sur un potentiomètre logarithmique qui va servir à régler le volume audio. Ce potentiomètre aura une valeur entre 10k et 100K qui n'est pas critique. Sur de nombreux schémas, on trouve un filtre en PI, comme illustré sur les figures 05. Les valeurs de la résistance et des deux condensateurs sont incroyablement différentes d'un schéma à l'autre, ce qui semble indiquer que ce filtre ne doit pas être calculé avec beaucoup de rigueur... En fait, ce filtre n'apparaît pas sur tous les schémas.

A ce stade, on peut recevoir le signal sur un casque ordinaire, d'impédance de l'ordre de 50 Ohms. Mais le signal est trop faible pour activer un petit haut-parleur de 4-8 ohms 2-4 Watts. Il faut utiliser un amplificateur BF externe ou bien ajouter un étage BF au montage. Comme il y a une infinité d'ampli BF de faible puissance qui peuvent convenir à cet effet, et il est absolument impossible de les décrire tous. On va se contenter d'en décrire quatre et de donner les schémas complets. On va donc se contenter de décrire un ampli avec un LM386, un ampli avec un TDA2003, un ampli avec un push-pull 2N3904/2N3906 et un dernier ampli avec un couple TIP31/TIP32.



### 6- Ampli BF avec un LM386 (Figure 06).

Le plus simple est d'utiliser un LM386 dans sa configuration de base, comme décrite dans son datasheet. Ceci est montré sur la figure 06. Pour régler le niveau de volume, on utilise un potentiomètre, logarithmique cette fois, dont la valeur n'est généralement pas critique et peut être comprise entre 10 et 100 kOhms. On peut entrer sur les bornes 2 ou 3 du LM386. On peut ajuster le gain à 200 en reliant les bornes 1 et 8 avec un condensateur de 10  $\mu$ Farad, mais ce n'est pas toujours nécessaire. On peut laisser la borne 7 en l'air ou la relier à la masse avec un condensateur de 10 nanoFarads. On sort sur la borne 5 avec un gros condensateur électrochimique entre 100 et 1000  $\mu$ Farads. En sortie, on installe généralement un circuit constitué d'une résistance de 1 à 10 Ohms en série avec un condensateur dont la valeur semble arbitrairement fixée à 100 nanoFarads. Dans cette configuration, on peut utiliser un petit haut-parleur 4-8 Ohms 2-4 Watts, mais le niveau sonore reste modeste. On utilisera de préférence un LM386-3 qui permet de monter un peu plus haut en puissance.

En passant, on remarquera sur la figure 06, que on utilise deux transistors 2N3904 et que l'on a installé un transformateur de 2 fois 3 spires en entrée antenne. On remarquera aussi que ce schéma reprend la boucle Reflex préconisée par Rick Andersen. On a aussi installé deux filtres en PI sur l'alimentation, dont l'efficacité n'a pas été vérifiée.

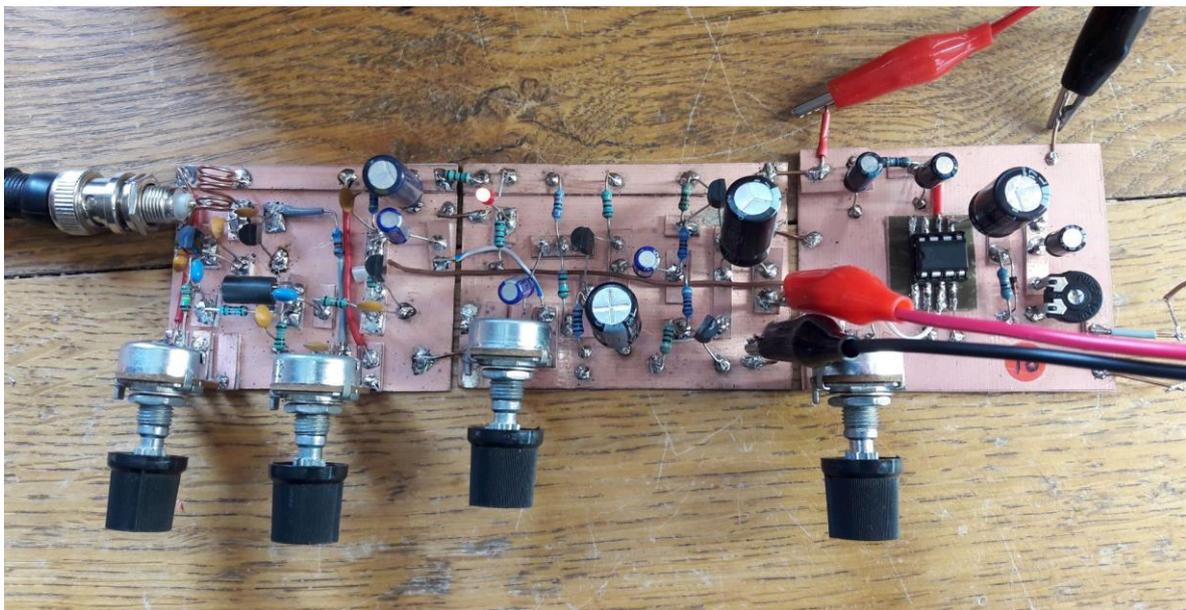
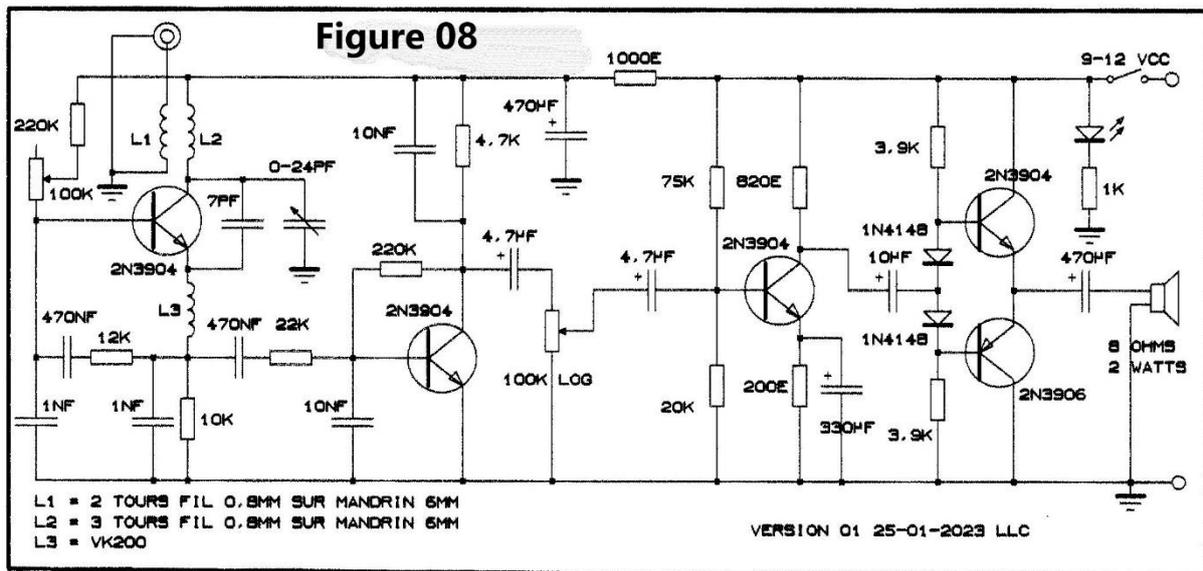
Une remarque concernant la tension d'alimentation. Pour les quatre schémas repris dans le texte, on utilise une tension d'alimentation comprise entre 9 et 12 Volts. Cette tension peut être obtenue à partir de piles ou d'une alimentation régulée et filtrée. La tension d'alimentation n'est pas critique, sauf si on a remplacé le condensateur ajustable par une diode varicap. Dans ce cas, la valeur de la capacité de la varicap est fixée par la tension d'alimentation, et l'accord en fréquence en dépend. On peut donc observer des dérives qui nécessitent de retoucher l'accord en fréquence, en particulier si on utilise une pile de 9 Volts qui s'épuise avec le temps!





## 8- Ampli BF avec un push pull 2N3904 / 2N3906 (Figure 08).

Pour celles et ceux qui ne souhaitent pas utiliser d'amplificateur opérationnel comme le LM386, qui n'ont pas envie de se lancer dans les TDA2003, ou qui aiment « construire tout transistor », le schéma repris sur la figure 08 montre comment réaliser un petit ampli BF avec un push-pull 2N3904/2N3906. Le lecteur remarquera qu'on a doublé l'étage de pré-amplification, que l'on utilise un 2N3904 et son fidèle compagnon le 2N3906 pour le push-pull. Le push-pull est piloté par un autre 2N3904. On amène le push-pull à fonctionner en classe AB, en polarisant les bases des 2N3904 et 2N3906 avec deux diodes 1N4148 ou deux résistances. On retrouve ce schéma un peu partout sur le web, en particulier sur les schémas qui expliquent les différentes classes d'amplification. Ce petit ampli BF convient également très bien.



La photo montre le récepteur « au banc d'essais » dans une version un peu modifiée, avec un contrôle de fréquence par varicap au lieu d'un condensateur ajustable. On a aussi installé un vu-mètre basé sur un LM386 que l'on peut voir à droite. De gauche à droite, les potentiomètres de contrôle de réaction, de l'accord en fréquence, du contrôle du volume audio et du niveau d'entrée du vu-mètre.



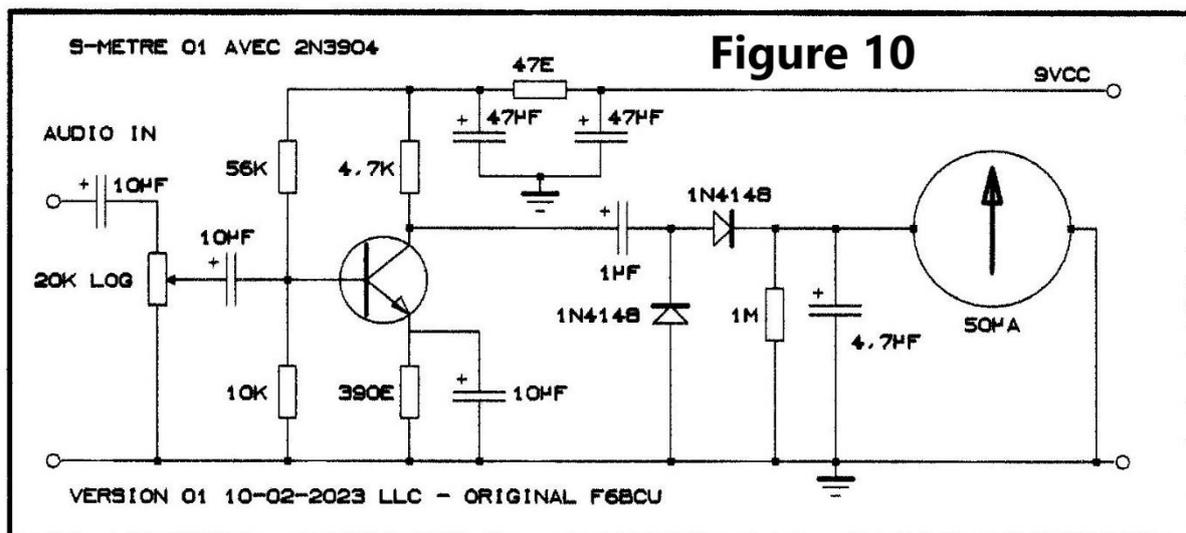
## 10- Installation d'un vu-mètre (Figure 10).

On peut aussi installer un vu-mètre sur le récepteur pour en quelque sorte « visualiser » le niveau de signal reçu. Le schéma repris ici a été publié par le radio amateur F6BCU et les références sont données ci-dessous. On procède comme suit :

- On reprend le signal BF à la sortie du préampli BF
- On amplifie le signal avec un étage d'amplification
- On redresse le signal avec un pont de diodes
- On envoie le signal sur un micro-ampèremètre ou galvanomètre capable de mesurer un courant de 50 ou 100  $\mu$  Ampères
- On ajuste le niveau de sortie avec un potentiomètre de préférence logarithmique.

Le schéma est repris sur la figure 10 ci-dessous. L'amplification est confiée à un 2N3904 câblé en émetteur commun avec polarisation de la base par pont diviseur de tension, résistance d'émetteur et condensateur de découplage. Les valeurs des composants sont tout à fait classiques. On pourrait sans doute simplifier et se contenter d'une polarisation de base par résistance de réaction de collecteur.

On a mis un potentiomètre en entrée, pour régler le niveau et éviter que le galvanomètre ne se bloque à fond de course (ce qui peut arriver) et se détériore. Les diodes sont de classiques 1N4148 qui semblent bien convenir. Ici aussi on a mis un filtre en PI qui n'est probablement pas indispensable. On démarre bien entendu avec le potentiomètre à fond vers le bas et on monte progressivement jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre donne une déviation correcte. Un galvanomètre de 50 ou de 100  $\mu$  Ampères suffit. Ce petit montage fonctionne vraiment très bien.





La photo montre le vu-mètre dans sa version montage Manhattan. On voit le potentiomètre de contrôle du niveau d'entrée et le galvanomètre 50  $\mu$ Ampère. Ce montage fait appel à un transistor 2N3904 et à deux diodes de redressement 1N4148 comme indiqué sur le schéma de réalisation.

### **Et pour finir ... le choix des transistors ...**

Certains schémas que l'on trouve sur le web « ont pris un peu d'âge » et font appel à des transistors que l'on ne trouve plus facilement, voire plus du tout. Mais ceci ne devrait pas décourager les débutants et novices qui ne gardent pas de stock de composants électroniques chez eux. Pour réaliser un petit récepteur VHF bande aviation, on peut mettre des 2N3904 partout, sur le détecteur RF, sur le préamplificateur audio, sur le push-pull (avec un 2N3906 bien sûr), sur le vu-mètre, comme indiqué sur la figure 10. On peut aussi essayer des NPN 2N2222 partout, sans oublier un PNP 2N2907 si on veut faire un ampli BF en push-pull, et cela devrait fonctionner. Sur certains schémas, on trouve les transistors 2N2369, BF199, BF240 et NTE108 sur l'étage de détection. Les transistors 2N2369, BF199 et BF240 sont encore disponibles. On devra remplacer le NTE108 par un BF240, par exemple.

Enfin si l'on commande des transistors par lots de 10 ou plus, on prendra la précaution de vérifier la valeur de HFE pour chaque transistor, car ... il n'est pas rare de trouver des écart allant de 1 à 10 sur un lot de 10 dans le même sachet !

## **Références.**

Les 4 récepteurs décrits sur les figures 06 à 09 ci-dessus sont en réalité des modifications d'un schéma qui a été publié par le radioamateur Rick Andersen KE3IJ sur le site [www.ke3ij.com](http://www.ke3ij.com) sous le titre : A Superregen Receiver for FM Broadcast or Aircraft Band AM reception Feb 2004 ; revised october 2006, by Rick Andersen.

Cet article décrit un récepteur bande aviation 118-136 MHz d'une surprenante sensibilité. On a apporté quelques modifications au détecteur et surtout on a ajouté un amplificateur qui permet d'écouter sur un petit haut-parleur 4-8 ohms 2-4 Watts. Le lecteur remarquera que le schéma reprend la boucle reflex sur le détecteur.

Le schéma du vu-mètre est inspiré de l'article : Kit S-Mètre édition septembre 2014, janvier 2021 et mai 2022 sur le site de F6BCU du Radio-Club de la Ligne Bleue des Vosges. On trouve également de nombreux exemples de vu-mètres sur le site de Sonelec-Musique de Rémy Maillard, et à de nombreux autres endroits sur le web.

**Rédigé par LLC le 20 mai 2023.**

**Révision du 12.12.2024. Ajout des photos des quatre récepteurs.**