

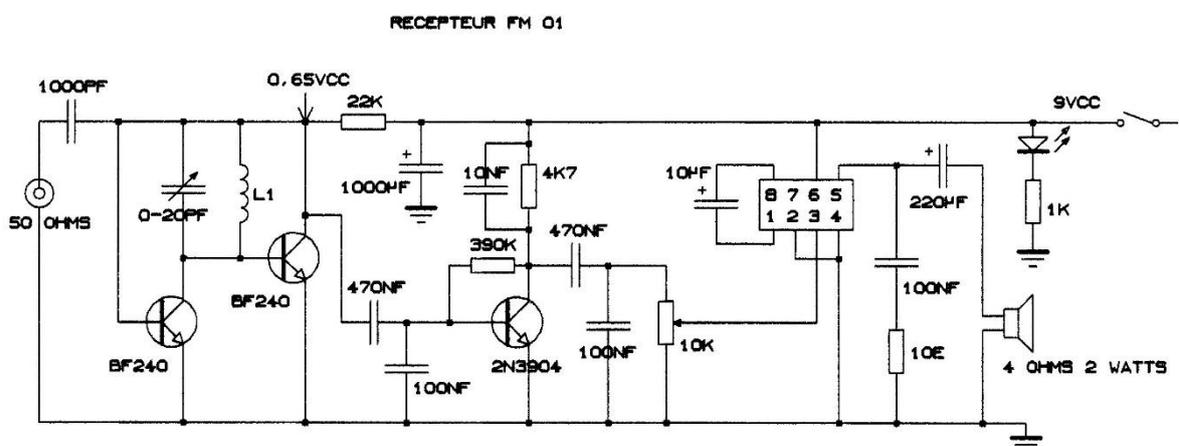
## Récepteurs FM à deux transistors – Montages pour débutants.

On peut évidemment se demander quel est l'intérêt de construire un récepteur FM à une époque où le DAB+ se prépare à libérer la bande FM? En fait ces petits montages sont à recommander aux débutants en électronique, parce qu'ils sont faciles à réaliser et qu'ils sont sans risque : il y a toujours au moins un émetteur FM de puissance dans les environs, facile à capter, et qui parfois malheureusement « prend toute la place ». On est donc toujours assuré d'avoir un résultat du premier coup, ce qui est plutôt encourageant pour les débutants... En plus ces petits montages ne font appel qu'à un petit nombre de composants facilement disponibles pour quelques euros dans le commerce de détail.

En fait, on trouve sur le web de nombreux schémas de petits récepteurs FM à construire soi-même. Ces petits récepteurs sont généralement construits avec deux transistors pour la partie HF et un LM 386 pour la partie audio. A y regarder de plus près, on s'aperçoit vite que tous ces schémas se ressemblent très fort, ou même qu'ils sont rigoureusement identiques mais qu'ils sont dessinés différemment. Chose curieuse ou intéressante, le fonctionnement de la partie HF de ces petits récepteurs FM n'est pas facile à expliquer. Certains n'hésitent pas à écrire qu'il faut une connaissance approfondie en électronique pour s'y retrouver. En d'autres mots, la compréhension de la partie HF est hors de portée des débutants ... comme l'auteur. Mais ceci n'empêche pas de se lancer dans la construction de ces petits récepteurs et de faire des petites découvertes par soi-même.

Les quatre montages qui sont décrits ci-dessous s'inspirent du schéma « Tiny Radio Receiver Circuit Schematic » publié sur le site [electroschematics.com](http://electroschematics.com). Sur les quatre montages, on a installé un étage d'amplification BF intermédiaire entre l'étage du détecteur et le LM386. Cet étage permet d'attaquer le LM386 avec un niveau de signal beaucoup plus fort et rend ainsi l'écoute plus confortable sur un petit haut-parleur de 4 Ohms 2 Watts. Cet étage intermédiaire est basé sur un brave 2N3904 en configuration minimum. Sur les quatre montages, on a également gardé la configuration du LM386 en gain 200 avec le condensateur de 10 $\mu$ F entre les bornes 1 et 8, mais ce n'est plus vraiment indispensable. On peut ramener le gain à 20 en retirant le condensateur de 10  $\mu$ F ou à une valeur de gain intermédiaire en mettant le condensateur de 10  $\mu$ F en série avec une résistance comme expliqué dans la data sheet du LM386.

### Récepteur FM 01



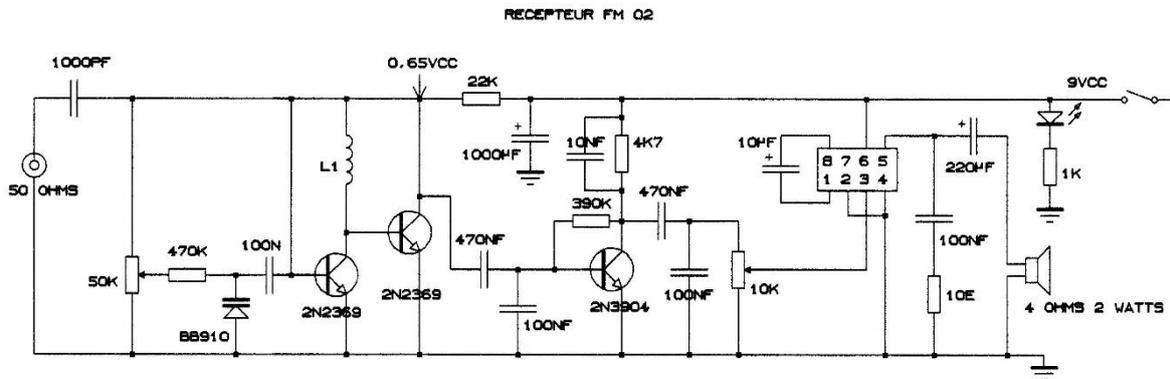
L1 = 4 TOURS FIL 0.6MM MANDRIN 6MM

EDITION 01 LLC 12-04-2022

EDITION 02 01-08-2022 CONNEXION ANTENNE 50 OHMS

Dans cette première version, on a remplacé les BF494 par des BF240. On a gardé le condensateur ajustable de 0-24 pF pour faire l'accord en fréquences, ce qui se révèle rapidement être plutôt acrobatique et super pointu : il faut en effet une certaine adresse pour « tomber sur la station » et ajuster l'accord en fréquence. Pour essayer de remédier à cet inconvénient, sur la version FM 02 on a utilisé une diode Varicap BB910 à la place du condensateur ajustable et sur les versions FM 03 et FM 04 on a mis une diode Zener 18 Volts 12pF.

## Récepteur FM 02



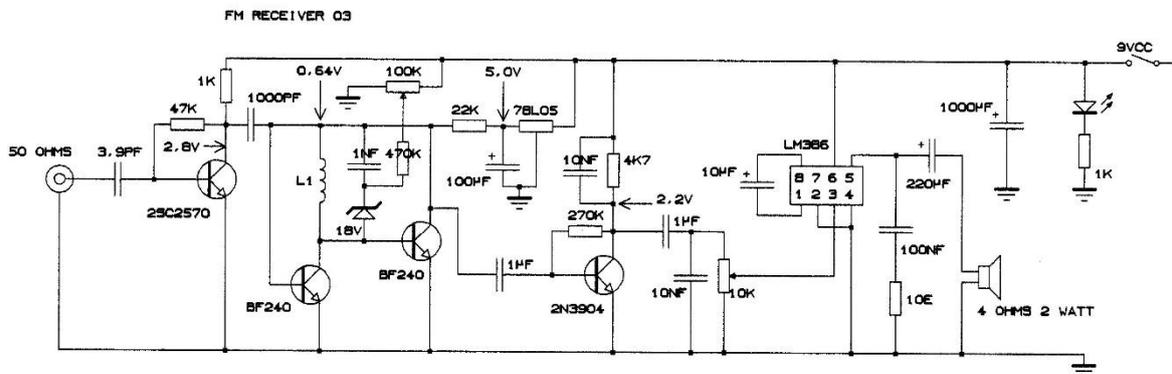
L1 = 4 TOURS FIL 0.8MM MANDRIN 6MM

EDITION 01 LLC 12-04-2022

EDITION 02 01-08-2022 CONNEXION ANTENNE 50 OHMS

Ici on a utilisé des 2N2369. On a remplacé le condensateur ajustable de 0-24 pF par une diode Varicap BB910. La Varicap est alimentée en 9VCC par l'intermédiaire d'un potentiomètre de 50K. On a connecté la cathode de la Varicap au potentiomètre et l'anode à la masse. On utilise un condensateur de liaison 100 NF qui est surdimensionné puisque un condensateur de 1000 pF suffit largement.

## Récepteur FM 03



L1 5 TOURS FIL 0.8MM SUR MANDRIN 6.5MM

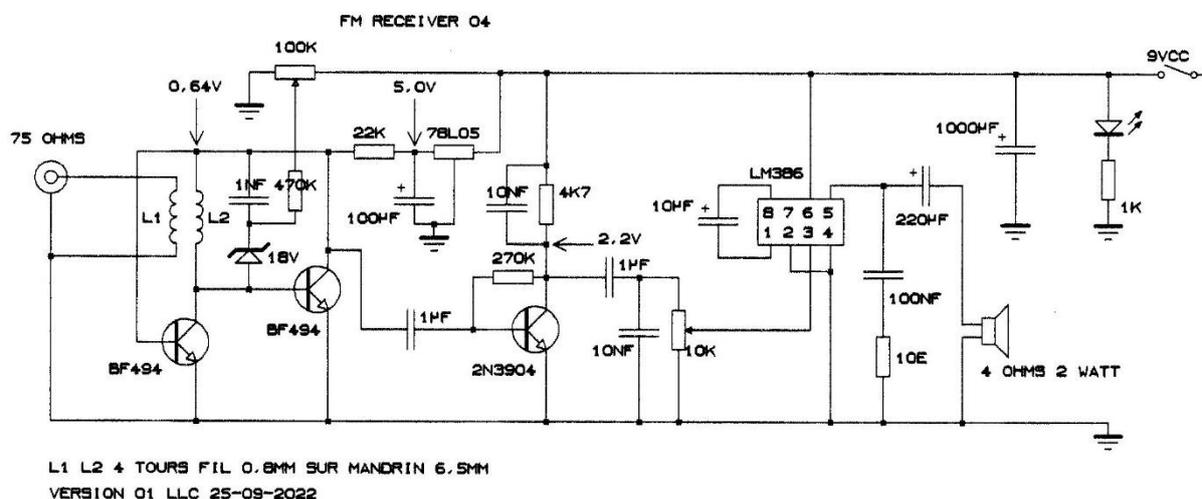
VERSION 01 LLC 25-07-2022

Dans cette version, on a ajouté un préamplificateur HF en entrée du récepteur. Ce préamplificateur HF est décrit sur le web par Tony Van Roon et Felix Popineau. Il est constitué d'un

seul 2SC2570 avec un hFE d'à peine 150. Le montage est très simple avec émetteur directement à la masse et polarisation de la base à partir du collecteur. On a mis un petit condensateur de 3,9 pF en entrée antenne. Ce condensateur n'est pas indispensable et on peut le supprimer. La sortie se fait via un condensateur de couplage 1000 pF bien nécessaire pour éviter que la tension du collecteur du préamplificateur ne se retrouve sur l'étage de détection ... qui n'apprécierait pas! La valeur de ce condensateur de couplage n'est pas critique.

On a aussi remplacé le condensateur ajustable de 0-24 pF par une diode Zener de 18 Volts 12 pF. La diode est alimentée en 9VCC par l'intermédiaire d'un potentiomètre de 100K. On a connecté la cathode de la diode au potentiomètre et l'anode à la sortie de la self d'accord. On peut aussi raccorder l'anode à la masse comme sur le schéma FM 02. Curieusement, la diode Zener fonctionne également si on la branche dans l'autre sens. Le choix de la diode Zener n'est pas critique. Le montage fonctionne également avec une diode Zener de 36 Volts (24 pF) ou de 51 Volts (24 pF). On utilise deux BF 240 pour la partie HF.

### Récepteur FM 04



Dans cette quatrième version, on a couplé l'antenne avec une sorte de petit transformateur constitué de deux bobines de 4 spires de fil 0,8 mm sur un mandrin de 6,5 mm. Cette configuration d'entrée antenne semble bien fonctionner et elle met à l'abri de « bruits sauvages et accrochages divers » que l'on rencontre souvent dans ce genre de petites réalisations! Pour que le transformateur fonctionne de manière optimale, il faut veiller à bien aligner les deux bobines et, si nécessaire, il faut aussi ajuster la distance entre les spires en tirant ou en écartant un peu. Dans ce montage on utilise des BF494 comme préconisé dans le schéma publié sur le site de electroschematics.com.

## Quelques remarques concernant ces montages

### 1- La réalisation de la self d'accord

Le circuit d'accord est de type LC avec une self en l'air qu'il faut bobiner soi-même. Réaliser une self en l'air peut paraître difficile pour un débutant en électronique, voire même un point d'achoppement. En réalité, c'est très facile. On peut partir d'un fil de 0,8 mm de diamètre (par exemple l'âme d'un câble coaxial distribution TV) et l'enrouler sur un mandrin de 6 mm de diamètre (par exemple une mèche à forer) et compter le nombre de tours. Tous ces petits montages demandent une self d'approximativement 1  $\mu$ Henry, ce qui correspond en théorie à « peu près » à 4 tours de fil de 0.8 mm de diamètre sur un mandrin de 6 mm. Ici aussi la valeur de la self n'est pas hyper critique. On peut essayer avec 3 ou 5 spires et on constatera que la position du condensateur ajustable ou la tension sur la Varicap ou sur la diode Zener doivent être un peu ajustée pour recevoir la même fréquence. Mais ce n'est pas gagné d'avance, parce qu'il semble bien qu'il y ait pas mal de pF et de  $\mu$ H perdus dans les transistors, les fils de câblage, dans les soudures des composants et encore à d'autres endroits du circuit. Et d'ailleurs, quand on fait le calcul de la résonance théorique du circuit d'accord à partir des valeurs de la self et du condensateur, on peut être surpris...

On peut procéder autrement si l'on veut. On commence par réaliser des selfs de tailles différentes, de 2 à 10 spires de fil de 0.8 mm sur un mandrin de 6 mm de diamètre. On s'arrange pour pouvoir inter-changer ces selfs facilement sans avoir à les souder sur le circuit imprimé ou sur la plaque à trous. Pour cela on peut utiliser des petits connecteurs de type barrette CI. Si l'on utilise du fil de bobinage émaillé, on n'oubliera pas de dénuder les extrémités. On cale le condensateur ajustable (ou la diode Zener ou la varicap) sur la position moyenne (ici  $\frac{1}{2}$  VCC alimentation = 4.5 Volts). Et on installe successivement chacune des selfs, en commençant par la plus petite et en terminant par la plus grande. Puis on sélectionne la self qui donne le meilleur résultat à l'écoute. Pour le montage FM 03, la self retenue est la self à 5 spires, mais une self de 4 spires fonctionne aussi. Pour le montage FM 04, la self qui convient le mieux fait 4 spires, mais un self de 3 spires donne aussi satisfaction. On peut aussi jouer un peu sur la valeur de la self en étirant ou comprimant légèrement les spires. Pour des valeurs de selfs plus élevées, au de-là de 10 spires, on quitte progressivement le domaine de la FM et on entre dans la radiodiffusion ondes courtes (çà c'est curieux pour un récepteur FM).

Et pour le débutant qui ne voudrait pas s'aventurer dans la réalisation d'une petite self en l'air, il peut aussi essayer une inductance moulée d'approximativement 1  $\mu$ Henry que l'on trouve facilement dans le commerce. Cela fonctionne dans certains cas mais le résultat n'est pas garanti.

### 2- La connexion d'antenne

Ces montages fonctionnent avec une petite antenne GPA, qui était au départ prévue pour capter la VHF aviation 118-136 MHz. Cette antenne GPA est « ajustée théoriquement » sur 128 MHz, et son impédance est de 50 Ohms. Ces montages fonctionnent également bien avec une antenne FM 88-108 MHz extérieure circulaire d'impédance 75 Ohms. En revanche, ils ne fonctionnent pas très bien avec une antenne fouet de 50 - 60 cm pour la réception FM. Un expert pourra poser un jugement sur cette observation.

### 3- Bande passante et sélectivité

Une fois bien ajustés, ces petits récepteurs couvrent bien toute la bande FM 88 – 118Mhz, avec de la marge en fréquence vers le bas et vers le haut. Une caractéristique intéressante de ces petits montages est la suivante. En ouvrant le condensateur ajustable au maximum (2-3 pF), ou en mettant la tension maximum aux bornes de la Varicap ou de la diode Zener (9 VCC), on peut recevoir les signaux les plus forts de la bande VHF aviation, par exemple la tour de contrôle d'un aéroport tout proche et les signaux des avions qui passent à proximité de l'antenne. Mais dans leur configuration décrite ci-

dessus, aucun des récepteurs ne permet d'écouter la bande aviation 118-136 MHz, parce que leur sensibilité est trop faible.

La sélectivité est variable d'un récepteur à l'autre. Les meilleurs résultats sont obtenus sur les récepteur FM 03 et FM 04 avec une diode Zener 18 Volts 12pF. Comme souvent sur ces petits récepteurs FM, « les stations les plus puissantes chassent les autres stations qui sont moins puissantes », ce qui rend parfois l'accord en fréquence (le tuning) un peu difficile. Une observation mérite d'être mentionnée. Lorsqu'on utilise une varicap ou une diode Zener, la tension d'alimentation influence l'accord en fréquence. Ceci est tout à fait normal. Dès lors, si l'on utilise une source de tension ajustable, il faut donc fixer définitivement une tension d'alimentation précise (autour de 9 VCC) et s'y tenir. Si l'on utilise des piles, il faut vérifier le niveau de charge dans le temps et remplacer les piles lorsque la dérive devient trop grande.

Il me reste à souhaiter bonne chance et bon travail à toutes celles et ceux qui voudraient se lancer dans la construction de ces petits récepteurs FM. Ils trouveront sans aucun doute des pistes d'amélioration de ces schémas, quelques erreurs, et peut-être prendront-ils un peu de temps pour nous les communiquer.

### Quelques photos des montages

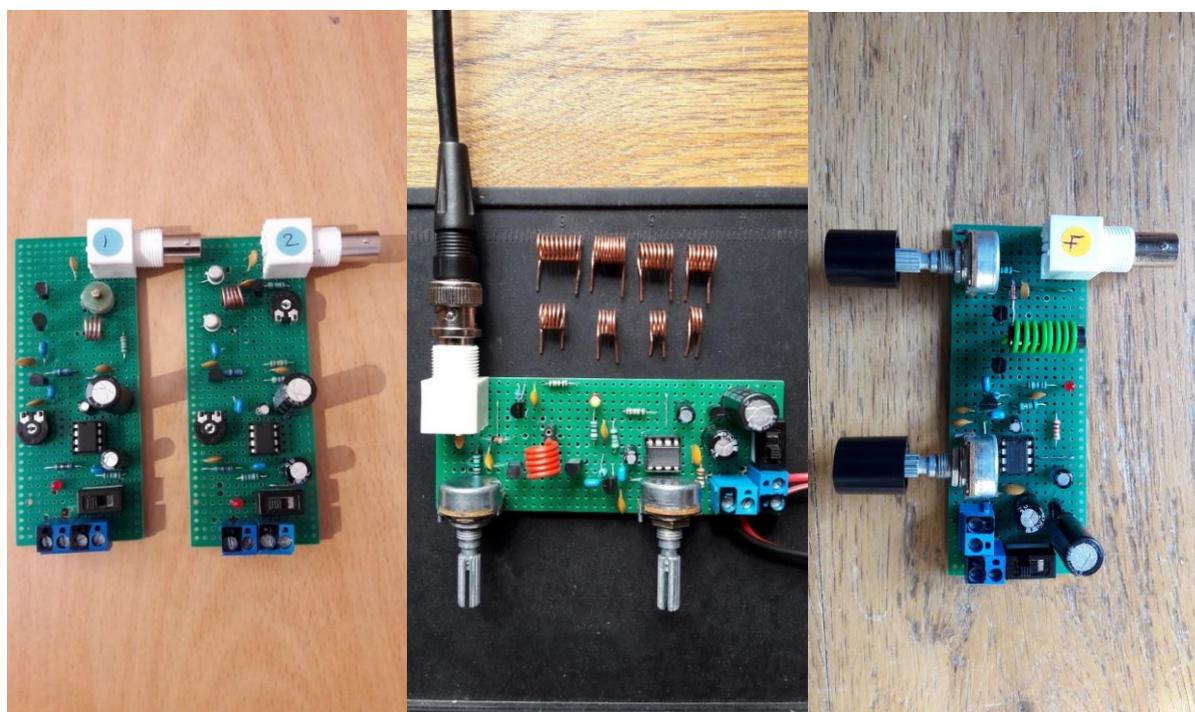


Photo de gauche : récepteur FM 01 avec condensateur ajustable et FM 02 avec Varicap

Photo du centre : récepteur FM 03 avec bobine d'accord interchangeable

Photo de droite : récepteur FM 04 avec transformateur et diode Zener 18 Volts

Rédigé par LLC 01.08.2022.

Révision 01 du 25.09.2022.