



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF

### Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

*Document provisoire et évolutif*

DW-2026-05 – v2.0

## FMx – Option A

### Sélecteur des sources audiofréquences

*Annule et remplace le document précédent v1.0*

#### I – Objectif

Proposer une option qui permet à l'utilisateur de pouvoir sélectionner à l'écoute, sur le récepteur hôte, une source audio autre que la seule réception de la bande FM.

Toujours dans l'esprit **FMx**, étudier une option qui ne dégrade ni les performances ni la mécanique ni l'esthétique du récepteur hôte.

#### II – Cahier des charges

Les données du cahier des charges sont issues du sondage préliminaire à l'étude, effectué auprès d'amateurs, via le [forum retrotechnique](#), lors du lancement du projet **FMx**.

Nature des sources audio :

- Réception FM. Issue du récepteur FM intégré, c'est la source sonore proposée en standard sur le module **FMx**,
- Réception de fichiers sonores Bluetooth. À partir de l'option C du **FMx** intégrant un modem Bluetooth, un décodeur de fichiers audio et un convertisseur digital/analogique du signal audio.
- Entrée AF externe. Via l'entrée P.U. du récepteur hôte ou via un connecteur dédié, cette entrée audio doit pouvoir accepter tout signal audio au niveau ligne et doit bénéficier d'un ajustage du niveau d'entrée.
- Signal audio des bandes AM du récepteur hôte : il s'agit de sélectionner la source sonore originelle du récepteur via cette option de sélection de sources, afin d'éviter toute commutation mécanique de mise en service du **FMx**.

La sélection de la source sonore à écouter, parmi les quatre disponibles, pourra s'effectuer à partir de trois commandes possibles et cumulables :

- Micro switch à bouton poussoir câblé sur le module **FMx**.
- Connecteur à deux pôles, câblé sur le module **FMx**, permettant le raccordement d'un interrupteur externe à bouton poussoir à action fugitive.
- Télécommande radiofréquence (option F) : à partir d'un petit boîtier de télécommande industriel, sélection de la source sonore à écouter. Cette option permet une action sur l'exploitation du module **FMx** sans aucune manipulation sur les circuits et sans obligation de fixer un interrupteur sur le récepteur hôte, évitant ainsi toute modification mécanique de ce dernier.



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF

### Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0

Quelle que soit la solution retenue pour la commande de sélection de la source à écouter, le principe reste le même : une sélection circulaire, suivant le schéma de la figure 1 ci-après.

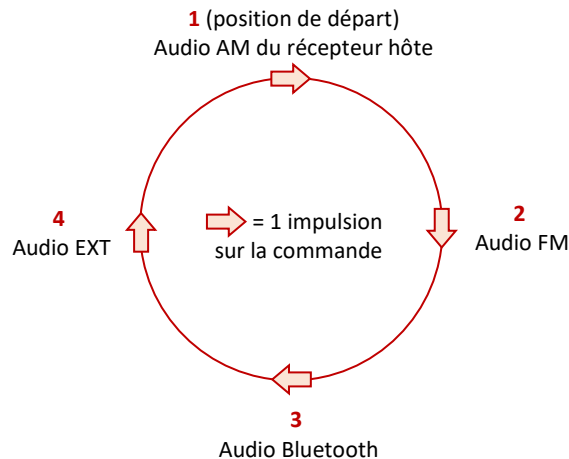


Figure 1 : cycle de sélection des sources

Comment indiquer la position du sélecteur en cours à l'utilisateur ?

Sachant que le module **FMx** est généralement situé à l'intérieur de l'ébénisterie du récepteur hôte, un voyant de type led ne serait pas visible. Par ailleurs, déporter ce voyant sur la face avant du récepteur hôte nécessiterait une modification le plus souvent irréversible de l'intégrité esthétique/mécanique du poste.

Il est donc imaginé un accusé de réception de la commande de sélection des sources via un signal sonore sous la forme de « bips » générés par un petit buzzer câblé sur le module **FMx**, déjà utilisé par ailleurs pour accuser réception des manipulations de calibrage de la bande FM sur le cadran du récepteur.

Cette disposition permet d'éviter tout câblage d'éléments externes au module **FMx**.

Pour chaque nouvel appui sur le bouton de commande (ou via la télécommande RF), le signal audio sélectionné correspond à :

- 1 bip : bandes AM du récepteur hôte
- 2 bips : bande FM issue du **FMx**
- 3 bips : Bluetooth issu du **FMx**
- 4 bips : signal AF externe

### III – Caractéristiques audios

Les signaux audios sont de natures très différentes, tant sur le pan des niveaux que des caractéristiques d'entrée/sortie des sous-ensembles.

Le but est malgré tout d'obtenir une exploitation homogène des niveaux sonores, lorsqu'on passe d'une source à l'autre, car il s'avère peu agréable d'être obligé de retoucher le volume sonore à chaque fois que l'on change de source audio.



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF

### Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0

Cette optique nécessite de gérer trois points essentiels :

- Adapter le niveau de chacune des sources à un niveau de référence.
- Traiter l'adaptation de l'impédances de la sortie AF AM du récepteur hôte, très différente de celles des autres sources pratiquées au sein du **FMx**.
- Proposer à l'utilisateur un ajustement des niveaux adapté aux sources externes au **FMx**.

Une fois ces adaptations effectuées, chaque source attaque un sélecteur à quatre entrées, dont les sorties sont regroupées et suivies d'un amplificateur de sortie capable de délivrer un niveau ajustable compatible avec les entrées des tubes électroniques d'amplification équipant la plupart des postes récepteurs TSF.

Le schéma synoptique de la figure 2 ci-après montre la structure adoptée pour les différents étages.

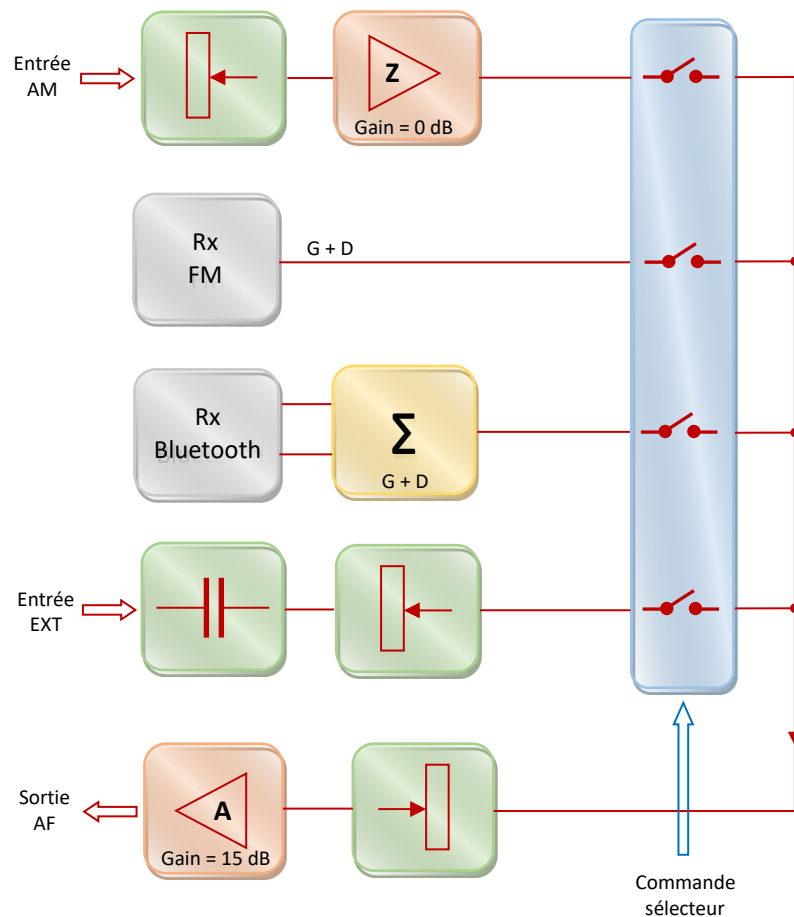


Figure 2 : schéma synoptique du sélecteur des sources



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF

### Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0

#### 1 – Entrée AM

Cette entrée est destinée à recevoir le signal de modulation issu de la sortie de l'étage de détection du récepteur hôte. Ce signal est facilement repérable sur le récepteur, disponible sur l'extrémité active du potentiomètre de volume.

L'impédance de source de ce signal est généralement très élevée et ne peut donc pas être chargée directement par le multiplexeur sélecteur de source.

Par ailleurs, le niveau de sortie peut varier d'un modèle de récepteur à l'autre, ce qui justifie la présence d'un potentiomètre ajustable permettant de caler le niveau du signal AM sur le signal AF de référence (signal AF Bluetooth). La sensibilité de l'entrée AM, avec le potentiomètre d'ajustage du niveau d'entrée réglé au maximum, est de  $135 \text{ mV}_{\text{RMS}}$ .

Ensuite, un étage adaptateur d'impédance (entrée, environ  $1 \text{ M}\Omega$  et sortie environ  $1 \text{ k}\Omega$ , gain unitaire) permet de traiter le signal correctement et sans dégradation, avant d'attaquer l'entrée n°1 du multiplexeur.

#### 2 – Signal audio du Rx FM

Le récepteur FM intégré au sein du **FMx** est totalement géré au travers de commandes logicielles.

Ainsi, le statut de sortie des canaux audio G et D est programmé en mode « mono » et le niveau du signal de sortie est fixé par logiciel. Cette faculté permet de se passer de matériel pour la sommation et l'ajustage du niveau du signal G + D.

Le niveau de sortie du signal audio FM est ajusté par logiciel sur le signal de référence (signal AF Bluetooth). Il est déterminé pour un signal FM de fréquence AF de  $1 \text{ kHz}$  et de déviation  $\pm 75 \text{ kHz}$  ( $F_{\text{RF}} = 98 \text{ MHz}$  et niveau RF =  $60 \text{ dB}\mu\text{V}$ ).

Le niveau de sortie obtenu, après sommation des canaux G et D, est calé à  $135 \text{ mV}_{\text{RMS}}$ .

#### 3 – Signal audio du récepteur/décodeur Bluetooth

Le module industriel retenu dans l'étude propose les canaux G et D suivant un niveau de signal déterminé par construction.

Il est donc nécessaire d'effectuer la sommation des canaux G et D pour obtenir un signal monophonique.

Le niveau du signal issu de cette sommation est considéré ici comme la référence, pour l'ajustage des niveaux des trois autres entrées.

Il est déterminé pour un signal Bluetooth supportant une modulation de fréquence AF de  $1 \text{ kHz}$  et pour un niveau total de G + D de  $-3 \text{ dB}_{\text{FS}}$ , soit à environ 70 % du niveau maximum ajustable en amont, sur le Smartphone ou la tablette.

Le niveau ainsi obtenu en sortie de sommation des canaux G et D est de  $135 \text{ mV}_{\text{RMS}}$ . Il constitue le niveau de référence du sélecteur de sources.

Aucun autre ajustage « physique » du niveau de la source Bluetooth n'est nécessaire, ce dernier étant effectué avec la commande du volume sonore de diffusion disponible sur le Smartphone ou la tablette supportant le fichier audio en cours de lecture.



## FMx

### Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF

#### Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0

#### 4 – Entrée EXT

Cette entrée est destinée à recevoir le signal analogique issu de la sortie d'un équipement externe au **FMx**. Ce signal peut être raccordé directement sur l'entrée P.U. du récepteur hôte, ce qui évite, une fois de plus, de modifier la mécanique du récepteur par l'ajout d'un connecteur.

Il suffit de câbler l'entrée AF EXT du **FMx** en parallèle sur les deux bornes de l'entrée P.U. du récepteur hôte (sans interrompre le circuit d'origine), ce qui permet de conserver la fonction native de cette entrée.

Le niveau de sortie pouvant largement varier suivant la nature de l'équipement externe raccordé, un potentiomètre ajustable permet de ramener le signal au niveau de référence.

La sensibilité de l'entrée EXT, avec le potentiomètre d'ajustage du niveau d'entrée réglé au maximum, est de 135 mV<sub>RMS</sub>.

#### 5 – Amplificateur de sortie

Le montage est basé sur un amplificateur opérationnel de type TL071 avec un gain fixé à environ 15 dB (rapport de 5,65) afin d'obtenir un niveau de sortie compatible avec la plupart des entrées des amplificateurs des récepteurs à tubes tout en gardant une plage suffisamment large d'adaptation des autres sources.

L'entrée de cet amplificateur est de type haute impédance, afin de ne pas charger et risquer d'affaiblir ou de détériorer les signaux issus du sélecteur de sources.

Le niveau général de la sortie audio est ajusté via un potentiomètre situé en tête du montage et peut atteindre environ 1 V<sub>RMS</sub> pour 1% de distorsion (THD).

Par ailleurs, la chaîne complète d'amplification traite le signal AF sans inversion de la phase de ce signal, ce qui permet d'insérer le montage dans le circuit d'amplification AF du récepteur hôte, sans risquer de contrecarrer les effets des circuits de contre-réaction.

#### IV – Schéma retenu

Après étude, mesures et tests, le schéma retenu pour l'ensemble de la partie audiofréquence du **FMx** est présenté en figure 3, page suivante.

L'amplificateur de sortie est confié à un amplificateur opérationnel de type TL071.

Les performances obtenues sont à rapprocher de celles d'un bon récepteur FM.

Le taux de distorsion sur l'ensemble des 4 voies est d'environ 0,5 % pour le niveau de référence et le rapport signal/bruit non pondéré, entre 59 et 68 dB.

Ces deux caractéristiques sont donc très nettement supérieures aux performances habituelles des amplificateurs de sortie des récepteurs hôtes.

Optimiser davantage n'aurait pas de sens dans le contexte de ce projet.

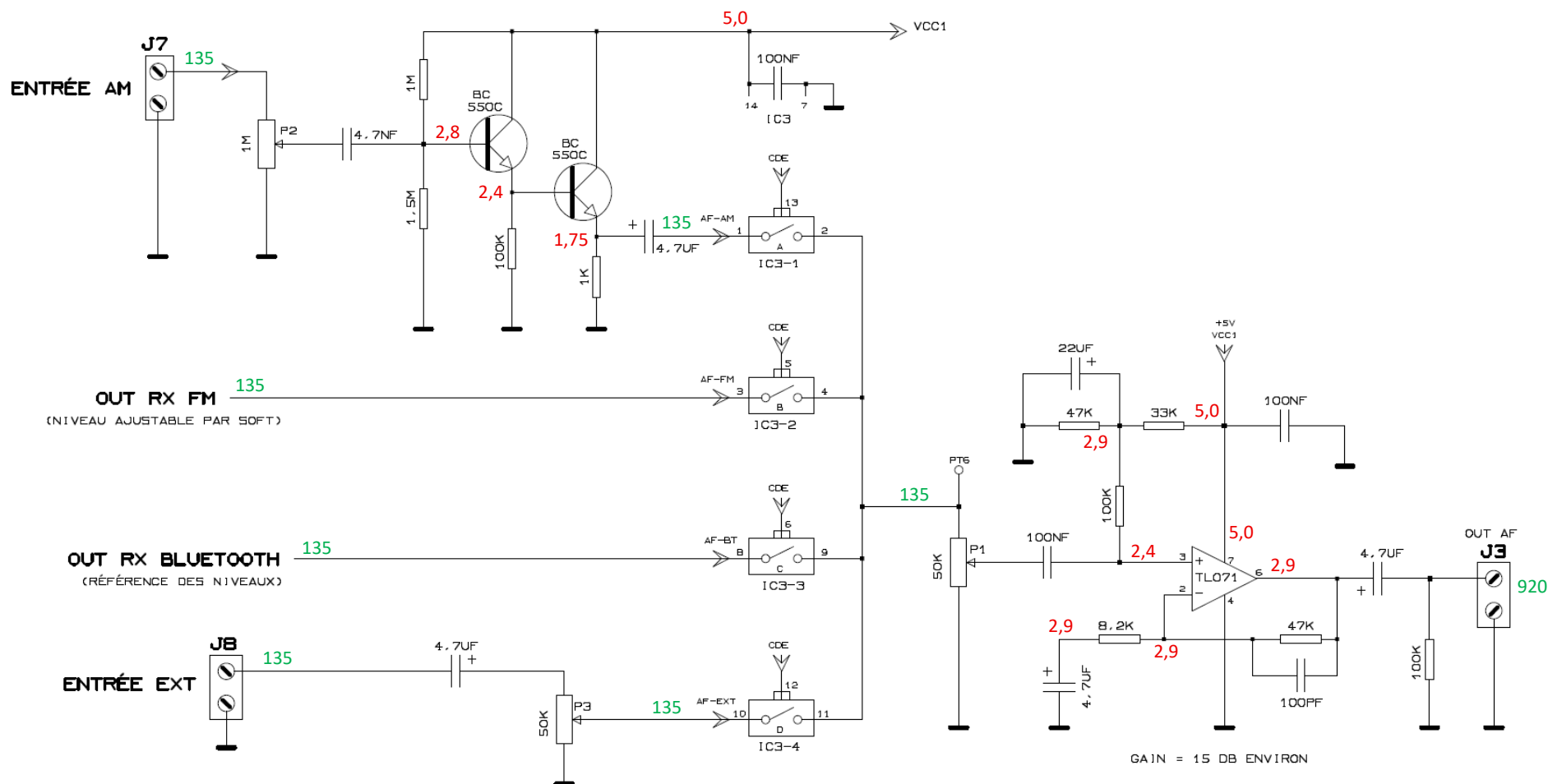


# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0



En rouge : tensions en volts continus, relevées en l'absence de signal AF.

En vert : tensions AF en  $mV_{RMS}$

Figure 4 : schéma électronique du sélecteur des sources



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude

Document provisoire et évolutif

DW-2026-05 – v2.0

### V – Performances

Le tableau de la figure 5 ci-après indique les performances essentielles de chacune des sources mesurées en sortie de l'amplificateur du FMx.

Fréquence AF de référence : 1 kHz sinus.

La courbe de réponse est mesurée dans une plage de niveau de 3 dB.

Sources	Modulation (1)	Niveau d'entrée	Niveau de sortie	Courbe de réponse	Distorsion (THD)	Signal/Bruit Linéaire RMS
AM	50 %	135 mV	920 mV	60 Hz – 10 kHz	0,40 %	59 dB
FM	±75 kHz	-	920 mV	20 Hz – 15 kHz	0,56 %	65 dB
Bluetooth	70 % FS	-	920 mV	20 Hz – 18 kHz	0,49 %	63 dB
EXT	-	135 mV	920 mV	20 Hz – 20 kHz	0,40 %	68 dB

(1) : niveau de modulation des générateurs AM / FM / BT

Figure 5 : tableau des performances du sélecteur des sources

Ces mesures ont été effectuées sur le PCB V1.1 + amplificateur de sortie sur une maquette externe.

### VI – Conclusion provisoire

État de l'étude au 05/05/2026 : le sélecteur de sources AF et l'ensemble des montages en amont et en aval de ce dernier sont validés.

Les essais pratiques menés sur deux types de récepteur hôte montrent une excellente équivalence des niveaux sonores entre les différentes sources, une fois les niveaux ajustés des signaux des entrées et de l'amplificateur de sortie.

Des essais complémentaires et une session complète de mesure des performances sont prévus dès que toutes les options seront effectivement validées et que le logiciel de gestion du **FMx** sera déclaré terminé et stabilisé.

À suivre régulièrement sur le site du **FMx**...

<https://fmx.retrotechnique.org/>

#### *Nota relatif à l'ensemble de ce document :*

*Ce document est diffusé librement à l'attention des amateurs pour un usage personnel et désintéressé.*

*Toute reproduction de son contenu, partielle ou totale, au sein d'une publication sous forme papier ou dématérialisée, toute transmission via un réseau social, blog et assimilé, est soumise à une autorisation écrite préalable des auteurs.*

*Le cas échéant, cette demande doit être effectuée à cette adresse : [signalements@retrotechnique.org](mailto:signalements@retrotechnique.org).*



# FMx

## Module FM (et bien plus !) pour récepteur TSF Option A : sélecteur des sources AF : synthèse de l'étude *Document provisoire et évolutif*

DW-2026-05 – v2.0

---

Conception et rédaction dossier synthèse étude : Daniel Werbrouck (DWK)

Référence document :

FMx-Etude\_Selecteur\_sources\_Option-A\_Synthese\_v2.0

Publication le 06/05/2026

Suivi des versions :

V0.1 : ébauche, rédaction préliminaire – 11/2025

V1.0 : terminaison rédaction, ajout des mesures et relecture au 01/12/2025 (version annulée et remplacée par V2.0)

V2.0 : terminaison rédaction du nouveau design de l'amplificateur de sortie et de la réorganisation du sélecteur des sources – 05/2026

Crédit photos et illustrations :

Toutes les figures et illustrations : DWK

*Fin provisoire du document*