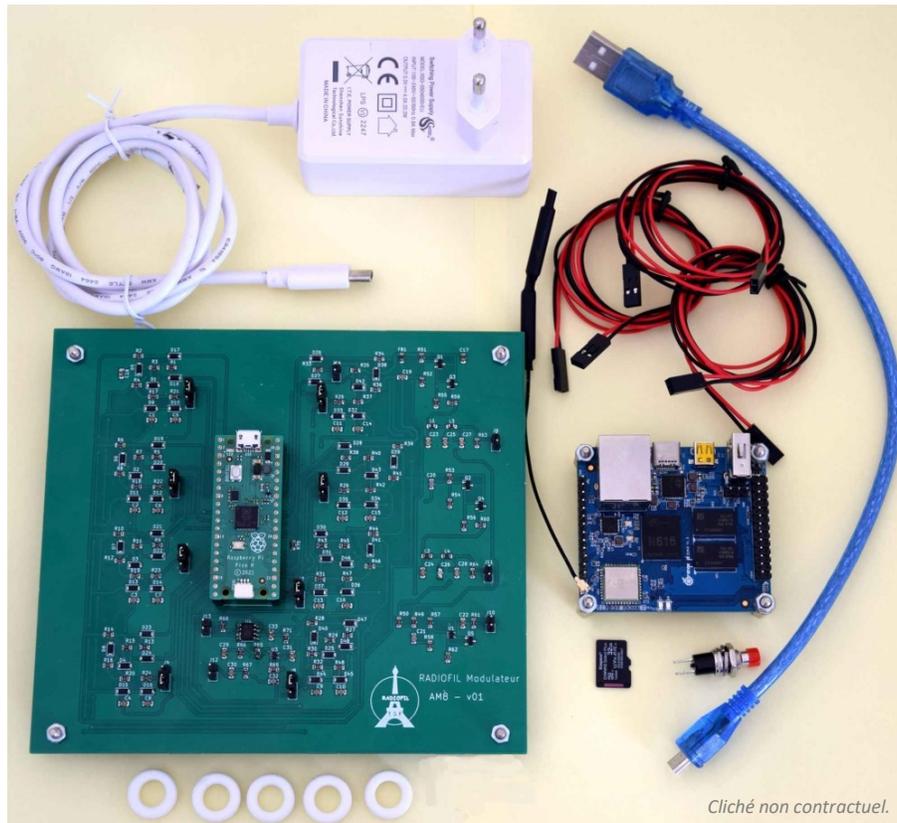


PROJET AM8-MKI

Kit modulateur AM 8 canaux/fréquences

NOTICE DE MONTAGE ET D'UTILISATION

V1.1 – Édition mars 2024





SOMMAIRE

I – AVANT-PROPOS.....	4
II – CE QU'IL FAUT SAVOIR AVANT DE COMMENCER	5
II.1 – ORGANISATION DE LA NOTICE	5
II.2 – VOTRE SÉCURITÉ	7
II.3 – OUTILLAGE MINIMUM	8
II.4 – PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE	9
III – CONSTITUTION DU KIT AM8-MKI.....	9
III.1 – INVENTAIRE DU KIT	10
III.2 – DÉCOUVERTE DES MODULES	11
III.2.1 – MODULATEUR 8 CANAUX.....	11
III.2.2 – NANO-ORDINATEUR ORANGE PI ZERO2	12
IV – MONTAGE, ASSEMBLAGE DU KIT AM8-MKI	13
IV.1 – RÉALISATION D'UNE LIGNE DE COUPLAGE RF.....	13
IV.1.1 – PRINCIPE.....	13
IV.1.2 – COMPOSANTS ET OUTILLAGE NÉCESSAIRES	13
IV.1.3 – RÉALISATION DE LA LIGNE DE COUPLAGE.....	14
IV.1.4 – RÉALISATION DU CORDON DE COUPLAGE AVEC UN RÉCEPTEUR TSF	16
IV.2 – RÉALISATION DE LA COMMANDE D'ARRÊT DU MODULATEUR.....	16
IV.3 – ASSEMBLAGE DES MODULES ET RACCORDEMENTS	17
IV.3.1 – MATÉRIELS ET OUTILLAGE NÉCESSAIRES	17
IV.3.2 – PRÉPARATION DES CIRCUITS IMPRIMÉS DES DEUX MODULES	18
IV.3.3 – RACCORDEMENTS INTER-MODULE	18
IV.3.4 – RACCORDEMENT DE L'INTERRUPTEUR PAR BOUTON POUSSOIR DE LA COMMANDE D'ARRÊT.....	21
IV.3.5 – RACCORDEMENT DU BLOC D'ALIMENTATION DES MODULES.....	22
IV.3.6 – RACCORDEMENT DE LA LIGNE DE COUPLAGE AU MODULATEUR ET AU RÉCEPTEUR.....	23
V – MISE EN SERVICE ET EXPLOITATION DE BASE	24
V.1 – RACCORDEMENT À L'INTERNET	25
V.1.1 – REPÉRAGE DES PORTS ETHERNET SUR LE TERMINAL INTERNET (BOX)	25
V.1.2 – REPÉRAGE DU PORT ETHERNET SUR LE MODULE NANO-ORDINATEUR.....	26
V.1.3 – RACCORDEMENT ETHERNET ENTRE L'AM8-MKI ET LA BOX.....	26
V.2 – CONFIGURATION USINE	27
V.3 – MISE EN SERVICE – MARCHÉ / ARRÊT	27
V.3.1 – MISE SOUS TENSION	28
V.3.2 – ARRÊT ET MISE HORS TENSION.....	28
V.4 – COUPLAGE AVEC DIFFÉRENTS TYPE DE RÉCEPTEURS.....	29
V.4.1 – RÉCEPTEURS TSF STANDARDS.....	30
V.4.2 – RÉCEPTEURS TSF TOUS COURANTS.....	30
V.4.3 – RÉCEPTEURS TSF À GALÈNE.....	32
V.4.4 – RÉCEPTEURS À TRANSISTORS.....	33
V.4.5 – RÉCEPTEURS AUTORADIO	34
VI – EXPLOITATION VIA LE LOGICIEL IHM	35
VI.1 – ÉCRAN D'ACCUEIL	36
VI.2 – EXPLOITATION	36
VI.3 – CONFIGURATION D'UNE LISTE DE CANAUX	38
VI.4 – SÉLECTION D'UNE LISTE DE CANAUX À DIFFUSER.....	40



VI.5 – CONFIGURATION D'UNE SOURCE AUDIO	42
VI.6 – FONCTIONS SYSTÈME	43
VI.7 – TÉLÉCHARGEMENT DE FICHIERS MP3, OGC, FLAC	45
VI.7.1 – CHARGEMENT DU FICHIER SUR UNE CLÉ USB.....	45
VI.7.2 – REPÉRAGE DU PORT USB DE TÉLÉCHARGEMENT	46
VI.7.3 – TÉLÉCHARGEMENT DU FICHIER SUR LA CARTE MÉMOIRE SD.....	46
VI.8 – LIAISON WIFI	47
VII – FONCTIONS ET ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES	48
VII.1 – ENTRÉE AUDIOFRÉQUENCE EXTERNE	48
VII.2.1 – RÉALISATION DU CÂBLE DE RACCORDEMENT	48
VII.2.2 – REPÉRAGE DU CONNECTEUR J12 ET RACCORDEMENT.....	49
VII.2.3 – CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE L'ENTRÉE AF EXTERNE.....	49
VII.2.4 – CONFIGURATION MATÉRIELLE DES CANAUX AFFECTÉS À L'ENTRÉE AF EXTERNE	50
VII.2.5 – INFORMATION LOGICIELLE DES CANAUX AFFECTÉS À L'ENTRÉE AF EXTERNE	51
VII.3 – SORTIES RADIOFRÉQUENCES COMPLÉMENTAIRES	51
VII.3.1 – REPÉRAGE DES CONNECTEURS J09 ET J11 SUR LA PLATINE DU MODULATEUR	51
VII.3.2 – CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES SORTIES RF DIRECTES GO ET PO.....	52
VII.4 – VOYANTS TÉMOIN DE MISE EN SERVICE ET DE DIFFUSION DES PROGRAMMES.....	53
VII.4.1 – PRÉPARATION DES VOYANTS.....	53
VII.4.2 – REPÉRAGE DES BROCHES ET INSERTION DU CONNECTEUR DU VOYANT VERT, TÉMOIN DE MISE EN SERVICE.....	54
VII.4.3 – REPÉRAGE DES BROCHES ET INSERTION DU CONNECTEUR DU VOYANT ROUGE, TÉMOIN DE LA DIFFUSION.....	55
VII.4.4 – FONCTIONNEMENT DES VOYANTS TÉMOIN DE MISE EN SERVICE ET DE DIFFUSION DES PROGRAMMES.....	55
VIII – INTÉGRATION DU KIT DANS UN BOÎTIER	56
VIII.1 – NOMENCLATURE	56
VIII.2 – USINAGE DU BOÎTIER.....	57
VIII.2.1 – FACE ARRIÈRE.....	57
VIII.2.2 – FACE AVANT.....	59
VIII.2.3 – PROFILÉS À GLISSIÈRE.....	60
VIII.2.4 – MARQUAGE DES FACES AVANT ET ARRIÈRE.....	61
VIII.3 – MONTAGE DES COMPOSANTS.....	62
VIII.3.1 – USINAGE DU SUPPORT DES MODULES DU KIT	62
VIII.3.3 – MONTAGE DE LA CONNECTIQUE EN FACE ARRIÈRE.....	63
VIII.3.4 – MONTAGE DES COMPOSANTS EN FACE AVANT.....	64
VIII.4 – CÂBLAGE ET RACCORDEMENTS	64
VIII.4.1 – SCHÉMA GÉNÉRAL DE CÂBLAGE.....	64
VIII.4.2 – CÂBLAGE ET RACCORDEMENT DES CONNECTEURS EN FACE ARRIÈRE	66
VIII.4.3 – CÂBLAGE ET RACCORDEMENT DES COMMANDES ET SIGNALISATIONS EN FACE AVANT	67
VIII.4.3 – CÂBLAGE ET RACCORDEMENTS COMPLÉMENTAIRES	69
IX – ASTUCES ET EXPÉRIMENTATIONS	70
IX.1 – RACCORDEMENT DE PLUSIEURS RÉCEPTEURS SUR UN MÊME TORE	70
IX.2 – RÉCEPTION SIMULTANÉE DES SIGNAUX AM8-MKI ET ANTENNE	71
IX.3 – UTILISATION DE TORES SANS COUPURE DE LA LIGNE DE COUPLAGE.....	73
IX.4 – COMMENT DÉCHARGER RAPIDEMENT L'ALIMENTATION DC.....	73
X – ANNEXES	75
X.1 – DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	75
X.2 – ACCESSOIRES	75

Cette notice est liée au kit du projet **AM8-MKI** et ne peut être diffusée ou cédée en dehors du cercle des adhérents de l'association Radiofil.

Tout contact relatif à cette réalisation : am8@radiofil.org.



I – AVANT-PROPOS

Le projet **AM8-MKI** est une initiative du club Radiofil, au sein duquel une équipe de cinq personnes a décidé d'étudier, de mettre en œuvre et de tester un modulateur AM capable de générer et de diffuser simultanément, via une boucle de couplage, huit canaux supportant chacun une porteuse modulée en AM, dans les bandes Grandes Ondes (GO) et Petites Ondes (PO), afin de permettre aux possesseurs de récepteurs TSF, de retrouver les stations de radiodiffusion qui ont cessé leurs émissions depuis parfois de nombreuses années.

Cette notice s'adresse aux membres de l'association Radiofil ; elle est consacrée à la seule réalisation de ce projet.

Pour connaître et assimiler toutes les phases préparatoires (concept, étude théorique, réalisation de maquettes, mise au point et mesures complètes, optimisations diverses, fabrication d'un prototype d'identification de la « série ») l'amateur se reportera aux différentes éditions de *Radiofil magazine*, à partir du numéro 114 (février 2023) jusqu'au numéro 118 (octobre 2023) inclus.

Les *radiofilistes* souhaitant relire la totalité des articles de cette étude peuvent télécharger les cinq parties complètes, sous la forme [d'un seul fichier](#) disponible au téléchargement.

Ce modulateur original donnera toute satisfaction à l'amateur qui suivra méthodiquement les procédures d'assemblage, de mise en service et d'utilisation ; cette notice a été conçue en utilisant la méthode rédactionnelle du pas à pas et bénéficie d'une abondante illustration.

Les concepteurs se sont attachés à étudier ce projet dans l'objectif de permettre à tout amateur, même peu ou pas électronicien, d'entreprendre l'assemblage et l'exploitation de l'**AM8-MKI**, à l'aide d'outils de base et d'un simple multimètre, avec l'assurance du succès de leur entreprise. Cette notice constitue le guide de cet objectif.

En la lisant avec attention et en respectant scrupuleusement chaque étape de l'assemblage et de l'utilisation, chacun parviendra aisément à mettre en service son modulateur **AM8-MKI**, sans aucune difficulté.

LIRE CE QUI SUIV AVEC ATTENTION

Certaines remarques ou conseils proposés dans cette notice pourront paraître désuets ou simplistes à certains. Pourtant **nous insistons résolument** sur le suivi exact et total de toutes les opérations indiquées, seule méthode garantissant la réussite attendue de ce projet. Ceci est vrai aussi pour les spécialistes...

Par ailleurs, nous demandons à l'amateur de lire attentivement les consignes de sécurité proposant des procédures simples à mettre en œuvre, pour assurer une protection optimum des personnes contre les dangers liés au risque d'électrocution, mais aussi pour garantir une protection des composants matériels, particulièrement sensibles à l'environnement électrostatique.

Ce message n'est pas une simple règle d'usage ou légale, **mais une obligation vitale** pour éviter tout accident électrique.

Nous conseillons une lecture en totalité de cette notice, une première fois, avant de commencer toute opération d'assemblage. Cela permettra de prendre la mesure des différentes opérations à effectuer et de préparer un environnement « technique » adapté à l'application des consignes de sécurité et au confort de travail optimisé.

Et maintenant, bonne lecture, puis bonne réalisation de votre **AM8-MKI** !

II – CE QU'IL FAUT SAVOIR AVANT DE COMMENCER

Il est vivement recommandé de lire attentivement ce chapitre avant de commencer l'assemblage de votre **AM8-MKI**, même si la tentation est grande de « griller » quelques étapes vous paraissant « simplistes »...

Au final, chacun gagnera un temps précieux en suivant les procédures indiquées, limitera les risques d'erreurs dont certaines pourraient provoquer des dégâts non réparables et assurera sa propre sécurité contre les dangers électriques.

Dans ce chapitre II, nous traitons trois thématiques :

- ▮ **Organisation de la notice** : en quelques mots, nous présentons les repères, sigles et liens qui permettent de naviguer dans cette notice afin d'identifier, de façon réflexe, les rubriques relatives à la sécurité, aux astuces et aux informations permettant de comprendre le pourquoi d'une méthode ou les raisons d'une action particulière.
- ▮ **La sécurité des personnes et des matériels** : nous expliquons le plus simplement possible, les règles à appliquer pour limiter au maximum les risques d'électrocution qui sont quasiment toujours imputables à une erreur de manipulation ou à une certaine précipitation ; puis nous évoquons les précautions à prendre pour éviter la destruction des sous-ensembles matériels à cause des tensions électrostatiques susceptibles de se présenter dans votre environnement.
- ▮ **L'outillage minimum** : nous listons les outils nécessaires à la réalisation soignée de l'assemblage du kit et apportons quelques conseils sur les méthodes et l'environnement de travail le mieux adapté.

II.1 – ORGANISATION DE LA NOTICE

Simplicité... Nous avons privilégié les « visuels » aussi bien pour repérer les points importants que pour montrer les opérations d'assemblage et d'utilisation.

Lorsque les symboles suivants apparaissent dans la marge située à gauche de la page en cours, ils signifient :



SÉCURITÉ – DANGER POUR LA PERSONNE !

Il est **impératif** de suivre les consignes.

Le non-respect des indications peut provoquer un accident grave voire mortel pour la personne concernée.



DANGER !

Lire et suivre attentivement la consigne.

Le non-respect des indications entraîne soit une destruction d'un ou plusieurs composants ou la détérioration de certains sous-ensembles externes.



INFORMATION

Il s'agit de proposer un complément aux indications du chapitre en cours ; soit pour expliquer les raisons d'un choix ou d'une méthode, soit pour expliquer le principe mis en œuvre, soit encore pour compléter le propos au travers d'une astuce issue de l'expérience des auteurs.

Cette rubrique est toujours présentée en caractères italiques.



CÂBLAGE PAS À PAS

Nous avons opté pour une avancée au pas-à-pas pour l'assemblage du kit de l'**AM8-MKI**, pour sa mise en service et pour son exploitation.

Ce petit carré vert se situe devant une opération à effectuer, par exemple :

Contrôle effectué de tous les éléments constitutifs du kit.

L'objectif est d'effectuer l'opération proposée, de la contrôler puis de cocher la case.

Plusieurs avantages à cette méthode :

- peu d'erreurs possibles, grâce à la technique du pas-à-pas,
- contrôle après chaque opération effectuée, avant de cocher la case,
- abandon provisoire du chantier, pour une reprise ultérieure, sans risquer de sauter une étape de câblage !

Cette méthode a fait ses preuves depuis des décennies... Les plus anciens se souviendront qu'elle a été appliquée avec succès dans toutes les notices de montage des kits proposés par la société américaine Heatkit.

Contrôle effectué de tous les éléments constitutifs du kit.

Une fois la case cochée, il est possible de passer à l'étape suivante.

Pour faciliter la mise en œuvre de cette méthodologie, il est plus simple de disposer d'un exemplaire « papier » de cette notice. Posé à proximité du plan de travail, on peut ainsi cocher les cases au fil des opérations effectuées.

D'autres types de conventions sont présents dans cette notice :

LIENS HYPERTEXTE

Il est possible de naviguer plus facilement au sein de cette notice grâce à la technique du lien hypertexte (uniquement sur la version électronique, cela va de soi...).

Lorsqu'un sujet est abordé à plusieurs moments de l'assemblage ou de l'utilisation, ou qu'une même information est nécessaire à différentes étapes de l'exploitation de l'**AM8-MKI**, plutôt que de répéter le texte et/ou l'illustration, nous mentionnons le chapitre où se trouve l'information initiale via un lien hypertexte reconnaissable aux caractères [bleus et soulignés](#).

Il suffit de passer le pointeur de la souris sur ces mots ; en appuyant sur la touche **Ctrl** du clavier, le symbole représentant une main (ou du texte) doit alors apparaître. Lorsque c'est le cas, l'appui sur le clic gauche de la souris transportera le lecteur au chapitre concerné.

ABREVIATIONS ET SYMBOLES CONVENTIONNELS

Afin de ne pas alourdir le texte, certaines conventions et abréviations sont admises ici.

Elles sont notées en « clair » lors de la première citation et font l'objet ensuite d'abréviations conventionnelles habituellement rencontrées dans le milieu de l'électronique analogique et/ou digitale.

AVERTISSEMENT CONCERNANT LES ILLUSTRATIONS

Les illustrations et clichés de la présente notice peuvent présenter quelques variantes de visuel (forme, couleur) par rapport aux composants et accessoires réellement livrés. Ceci est imputable aux disponibilités de ces éléments chez les fournisseurs, au moment des commandes. Si l'aspect est différent, les caractéristiques et performances sont, bien entendu, conformes aux exigences de notre cahier des charges.

II.2 – VOTRE SÉCURITÉ

C'est **LE** point essentiel !

Électricité = Danger.

Même si ce kit propose des sous-ensembles déjà câblés et testés, notamment un bloc d'alimentation en conformité avec la certification CE, il subsiste toujours un risque de mauvaise manipulation ou d'un isolement défaillant de tel ou tel ensemble ou composant.



Pour rappel, avec une tension continue on ne se crispe pas sur l'objet électrisé ; mais si on y ajoute de l'alternatif en dessous de 100 Hz on constate une paralysie/crispation des muscles sur l'objet électrocutant, pouvant aller jusqu'à la fracture des os et/ou la rupture des ligaments provoquée par l'effort musculaire. Par ailleurs, le risque d'arrêt cardiaque n'est pas neutre. Le danger est donc bien réel...

Il est **indispensable** d'appliquer les **règles de sécurité suivantes** :

A / Protection générale

Assurez-vous que votre installation électrique de votre atelier ou de votre logement est bien équipée d'un interrupteur différentiel (d'une intensité maximale de 30 mA) et testez-le régulièrement via le bouton poussoir prévu à cet effet.

B / Protection de la personne

- ▣ Vérifiez que vos chaussures vous isolent correctement du sol,
- ▣ Privilégiez l'usage d'une chaise ou d'un fauteuil en plastique (mobilier de jardin),
- ▣ Éclairiez correctement votre plan de travail,
- ▣ Faites place nette sur votre plan de travail : pas d'outils, ni de pièces détachées à proximité des modules en cours de montage,
- ▣ Ne placez pas les modules sous-ensembles de l'**AM8-MKI** sur une surface métallique,
- ▣ Lorsque vous vous apprêtez à manipuler ou à travailler sur les différents sous-ensembles composant le système **AM8-MKI**, assurez-vous que le bloc secteur est bien débranché de la prise secteur.



C'est seulement lorsque ces actions sont effectuées qu'il devient possible de travailler en toute sécurité sur le châssis.

Le fer à souder : attention aux brûlures !

Bien que le montage standard du kit **AM8-MKI** ne requière quasiment pas l'usage d'un fer à souder, certaines opérations de confection de câbles pourraient nécessiter son emploi ponctuel. Assurez-vous d'avoir à portée de main ou dans la pharmacie de la maison, un tube de *Biafine*, la pommade miracle adoptée par tous les cuisiniers du monde, pour atténuer la douleur et réparer les dégâts d'une brûlure superficielle...

C / Protection des modules sous-ensembles et des composants



Les technologies mises en œuvre au sein des modules câblés utilisés dans le système **AM8-MKI** font appel à des composants très sensibles aux décharges électrostatiques ou ESD, (pour *ElectroStatic Discharge*). L'ESD désigne une décharge soudaine d'électricité entre deux objets chargés d'électricité. Le transfert des électrons d'une surface à l'autre peut

avoir lieu lorsque l'on marche sur un certain matériau ou qu'il y a glissement, frottement ou séparation de matériaux.

Le contact des doigts avec les soudures des circuits imprimés, avec les broches des connecteurs de raccordement ou avec des composants disposés sur les modules peut provoquer une décharge aux conséquences bien souvent irréversibles.



Fig. II-01

Pour se protéger à minima, utiliser si possible un tapis ESD ou au moins un [bracelet antistatique](#) relié à la prise de terre de l'installation électrique.

On trouve aisément ce genre de bracelet sur la plupart des sites de vente en ligne, pour un prix variant de 4 € à 12 €, en fonction des modèles. La Figure 001 montre un exemplaire à moins de 6 €.

II.3 – OUTILLAGE MINIMUM

Un bon ouvrier doit posséder de bons outils pour réaliser un bon travail...

Cet adage se vérifie aussi parfaitement dans le câblage électronique.

Les modules étant livrés câblés, tout comme les cordons de raccordement entre les deux platines, l'outillage nécessaire au montage reste standard.

L'amateur aura à sa charge la réalisation de la ligne de couplage constituée d'une paire de fils torsadés.

Le raccordement de ces fils au câble de raccordement équipé des connecteurs (livré avec le système) réclame une pince coupante (Fig. II-02) et une pince à dénuder (Fig. II-03) pour la réalisation des épissures qui seront éventuellement soudées.

Une pince plate (Fig. II-04) est conseillée pour mettre en forme les terminaisons de la résistance de charge de la ligne de couplage.

Il sera aussi nécessaire de câbler et de raccorder l'interrupteur (poussoir à action fugitive) destiné à l'arrêt du système. Un fer à souder de petite taille (40 à 50 W) avec la température réglable est conseillé (Fig. II-05).

Là encore, attention à la protection ESD. Par précaution, réaliser les soudures des câbles avant de raccorder les connecteurs sur les platines de l'AM8-MKI.



Fig. II-02



Fig. II-03



Fig. II-04



Fig. II-05



Créer un environnement favorable :

Être bien assis, bénéficier d'un éclairage adapté, disposer de bons outils et une bonne part du chemin menant à la réussite est déjà parcourue.



II.4 – PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Le projet **AM8-MKI** a été développé par une équipe de personnes ex-ingénieurs ou techniciens dont l'objectif est totalement désintéressé.

Le but recherché est de mettre à disposition des amateurs un moyen de prolonger la vie du patrimoine radiophonique en imaginant une solution originale et peu coûteuse afin de retrouver une diffusion de programmes radio sur des récepteurs anciens.

Pour assurer au mieux la circulation de l'information et donner un cadre convenable à la distribution de ce modulateur, l'équipe de concepteurs a confié à Radiofil, la plus importante association française d'amateurs de techniques anciennes de radiodiffusion, le soin de se charger de proposer le système **AM8-MKI**, sous forme d'un kit de modules câblés et testés, à l'ensemble de ses adhérents.

Les centaines d'heures passées à l'étude et au développement de ce projet, à sa gestion technique, à la préparation des kits, à leur expédition, à la rédaction de cette notice, n'ont fait l'objet d'aucune rémunération ou compensation. Les concepteurs ont toutefois souhaité que l'association Radiofil limite cette cession de kits à ses seuls adhérents et n'en fasse pas, à terme, une affaire commerciale.

Enfin, les inventions, procédés, et développements logiciels restent la propriété intellectuelle de leurs auteurs. Toutefois ces derniers accordent une licence publique générale (suivant la définition GNU-GPL pour *General Public License*) à ceux qui en feront la demande, et après qu'ils auront accepté les termes de cette licence libre de droits et auront souscrit aux engagements complémentaires suivant :

- ✓ Ne pas faire commerce de l'**AM8-MKI** en l'état ou modifié,
- ✓ Mettre à disposition des auteurs la totalité des modifications / améliorations / corrections qui auront été apportées aux développements initiaux.

Les auteurs se réservent la possibilité de diffuser gracieusement tout ou partie des modifications et développements ainsi réalisés, dans le cas où de nouveaux projets seraient concernés par tout ou partie des modifications réalisées.



III – CONSTITUTION DU KIT AM8-MKI

Votre exemplaire du modulateur **AM8-MKI** est livré dans un emballage spécifique, chaque sous-ensemble bénéficiant d'une protection individuelle.

La présente notice est disponible en téléchargement, à cette adresse : <http://radiofil.com/d49AU>.

Pour des questions de logistique, les adhérents ayant commandé en option une notice en version papier, la recevront par envoi séparé au colis contenant le kit **AM8-MKI**.

Avant de commencer l'assemblage du kit **AM8-MKI**, il est essentiel d'effectuer l'inventaire et le repérage de chaque module et accessoire présent dans le colis.

Effectuez cette opération sur une table bien dégagée, bien éclairée et équipez-vous d'un bracelet ESD avant de toucher les circuits imprimés.

La forme et/ou la couleur de certaines pièces (bloc d'alimentation, câbles) peut présenter un aspect différent de celui mis en scène dans cette notice. Cette situation est imputable aux disponibilités de ces éléments au moment des commandes mais n'affecte en rien les performances attendues.

III.1 – INVENTAIRE DU KIT

Contrôler la présence de la totalité des neuf éléments énoncés ci-après :

Un module de génération et de modulation des huit porteuses :
circuit imprimé référence RADIOFIL AM8 v01 (fig. III-01).



Dimensions : 150 x 135 mm.

Cette platine supporte un mini circuit imprimé constitué du nano calculateur Raspberry Pi Pico H.

Dimensions 51 x 21 mm.

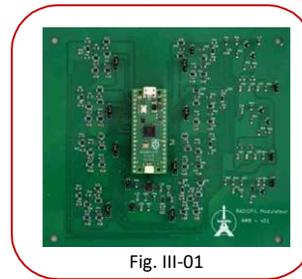


Fig. III-01



Un module nano-ordinateur : module industriel de dimensions 60 x 53 mm. Il s'agit du nano-ordinateur Orange Pi Zero2 (fig. III.02).



Une carte mémoire SD 32 GB : cette mémoire supporte le logiciel fonctionnel de l'AM8-MKI, le logiciel IHM, ainsi que les fichiers audio au format mp3 (fig. III-03). Cette carte **est déjà introduite** dans le connecteur du support SD sur le module Orange Pi Zero2.



Fig. III-03

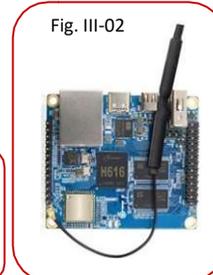


Fig. III-02



Un bloc d'alimentation : entrée 230 VAC, sortie 5 VDC 4 A sur connecteur USB type C (fig. III-04). Ce bloc alimente l'ensemble des modules de l'AM8-MKI.



Fig. III-04



Un interrupteur à bouton poussoir : (fig. III-05). Cet interrupteur à action fugitive permet d'arrêter le fonctionnement sous la forme d'une mise en veille du système AM8-MKI, sans passer par l'ordinateur supportant le logiciel de l'IHM.



Fig. III-05



Un cordon USB type A vers USB type micro B : (fig. III-06). Ce cordon assure la liaison de l'alimentation et des données entre les deux modules. Longueur : 30 cm.



Fig. III-06



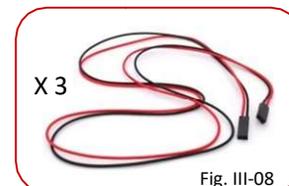
Un cordon USB type A vers 4 connecteurs DUPONT-F 1 broche : (fig. III-07). Ce cordon permet le raccordement d'une clé USB supportant des fichiers audio au format mp3. Longueur : 30 cm.



Fig. III-07



Trois cordons DUPONT-F / DUPONT-F 2 broches : (fig. III-08). L'un permet la transmission de données spécifiques entre les deux modules. Le second est destiné à la sortie RF et à l'entrée AF (une fois coupé en deux). Le dernier est utilisé pour raccorder l'interrupteur à bouton poussoir au module nano-ordinateur. Longueur : 70 cm.



X 3

Fig. III-08



Cinq tores ferrite : anneau torique Ø 8,2 mm (fig. III-09). Chaque tore est destiné au couplage entre la ligne de transmission et un récepteur.



X 5

Fig. III-09

Une fois toutes les cases cochées, l'inventaire est complet.

Contrôle effectué de tous les éléments constitutifs du kit.



En cas de manque ou de non-conformité d'un des éléments livrés, avertir le plus rapidement possible l'équipe du projet en décrivant exactement l'origine du problème et, si possible, en joignant un ou plusieurs clichés montrant le défaut constaté.

Adresse : am8@radiofil.org.

III.2 – DÉCOUVERTE DES MODULES

Avant de procéder à l'assemblage des différents modules du kit de l'AM8-MKI, il est utile de prendre connaissance des principaux éléments constituant chacun des deux modules et de repérer les points de raccordement via les connecteurs des entrées et des sorties disponibles.

L'amateur souhaitant aborder le principe du fonctionnement de l'ensemble des modules se rapportera au [descriptif du projet](#) détaillé dans les articles édités au sein de *Radiofil magazine* et aux différents [documents complémentaires](#) d'étude et de tests.

III.2.1 – Modulateur 8 canaux

Ce module constitue le cœur du système. Le circuit imprimé, de taille 150 x 135 mm accueille tous les composants nécessaires à la génération des huit porteuses, au filtrage et à l'amplification des sorties RF, au traitement de l'entrée AF extérieure et à quelques fonctions annexes (figure III-10).

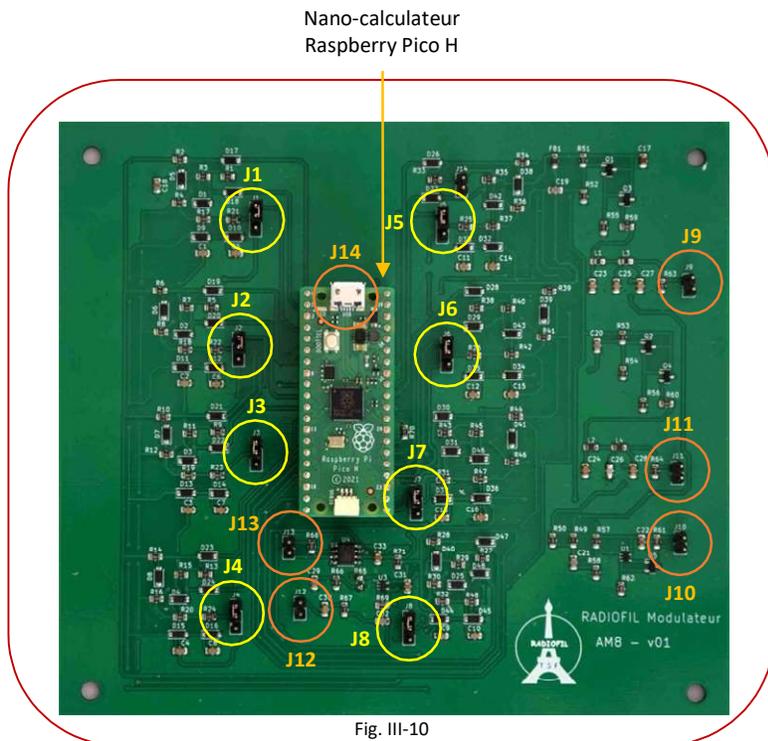


Fig. III-10

Repérage des connecteurs et cavaliers :

J1 à J8 : sélection du type de source affectée à chaque canal (porteuse) : Flux web / mp3 ou entrée AF analogique externe.

J9 : sortie RF GO.

J10 : sortie RF GO + PO.

J11 : sortie RF PO.

J12 : entrée AF analogique externe.

J13 : entrée Reboot modulateur.

J14 : entrée / sortie des données digitales ; entrée de l'alimentation 5 VDC.



Tous les cavaliers de sélection matérielle du type de source par canal (J1 à J8), sont positionnés par défaut sur les entrées digitales (position du cavalier vers le haut). Dans cette position ce sont les flux des programmes radios issus du web ou des fichiers audio mp3 qui sont validés, suivant la sélection effectuée au travers de l'IHM.

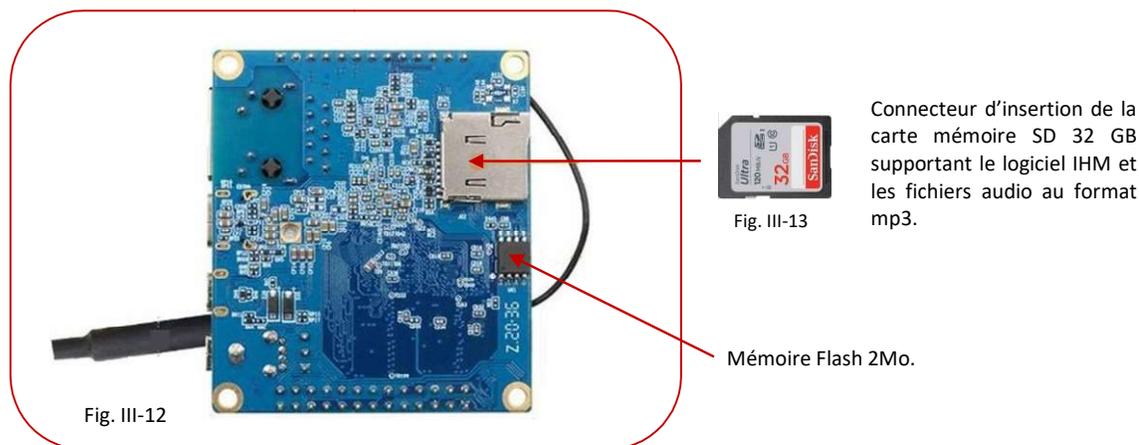
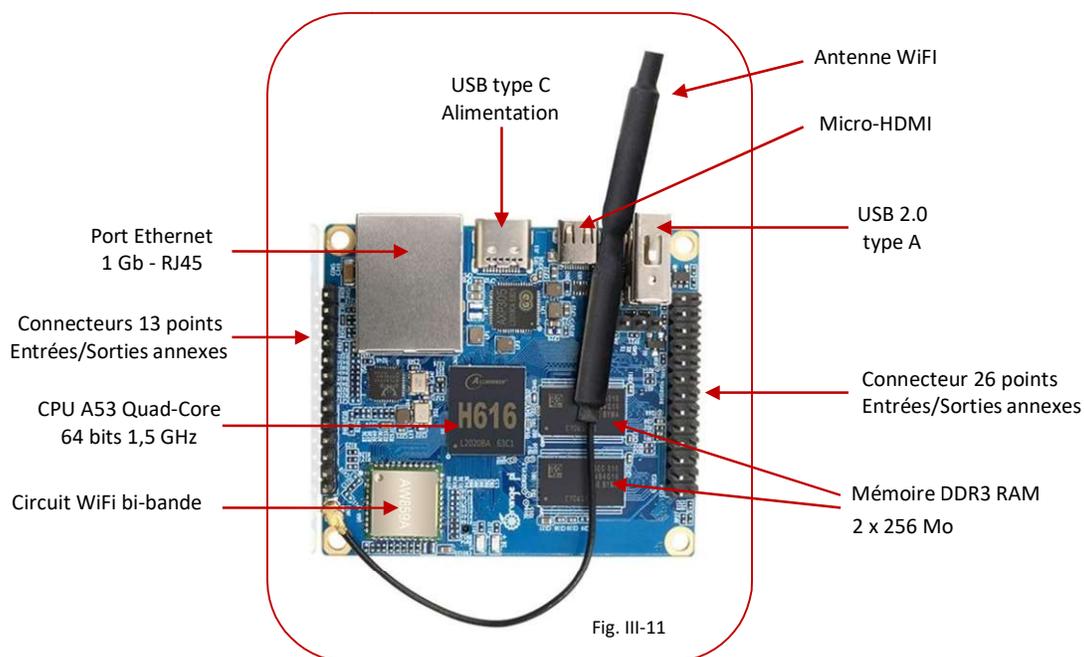
III.2.2 – Nano-ordinateur Orange Pi Zero2

Le nano-ordinateur Orange Pi Zero2 comporte tous les éléments d'un ordinateur classique, organisés autour d'un puissant processeur Cortex-A53 en Quad-core de 64 bits, Allwinner H616, cadencé à 1,5 GHz. Le module contient toutes les interfaces et les connecteurs de communication standards ainsi que de nombreux ports d'entrées / sorties annexes, programmables.

L'ensemble est disposé sur un circuit imprimé aux dimensions réduites : 53 mm x 35 mm.

Ce module s'occupe de gérer et de traiter les flux digitaux des programmes audio des stations de radiodiffusion sélectionnées, de gérer les fichiers audio au format mp3 et d'assurer la communication avec la carte du modulateur générateur des porteuses.

Par ailleurs c'est ce module qui supporte le logiciel de l'[IHM](#) qui permet à l'utilisateur de configurer simplement les différents paramètres de l'**AM8-MKI**, à partir d'un ordinateur personnel.



Les figures III-11 (recto) et III-12 (verso) indiquent la position des principaux circuits et connecteurs.

Finalisation de la découverte des modules.

IV – MONTAGE, ASSEMBLAGE DU KIT AM8-MKI

Avant de raccorder les modules entre eux, il est judicieux de créer les dispositifs qui, une fois reliés aux modules de l'**AM8-MKI**, vont permettre d'en assurer la mise en service.

IV.1 – RÉALISATION D'UNE LIGNE DE COUPLAGE RF

Cette ligne test de couplage RF va permettre de contrôler le fonctionnement de l'**AM8-MKI** et pourra servir de modèle, ensuite, pour la confection d'une ligne plus complète destinée à alimenter de nombreux récepteurs.

IV.1.1 – Principe

Les deux sorties RF (GO, PO), disponibles en **J9** et **J11** de la platine du modulateur de l'**AM8-MKI**, peuvent être utilisées pour alimenter les récepteurs avec les programmes de radiodiffusion affectés aux porteuses paramétrées via l'IHM, respectivement au sein de chacune de ces deux bandes de fréquence, via une ligne de transmission (voir [chapitre VII.2.2](#)).

Mais le plus intéressant est d'utiliser la sortie RF GO+PO disponible en **J10** du module, cette dernière autorisant la diffusion sur l'ensemble des récepteurs et à l'aide d'une seule ligne, des bandes GO et PO, simultanément. Par ailleurs, cette sortie bénéficie d'une amplification significative du signal, garantissant un excellent confort d'écoute sur la totalité des récepteurs couplés, dans la mesure où ceux-ci sont parfaitement fonctionnels.

Cette ligne de couplage est constituée de deux fils aux caractéristiques quelconques, mais identiques, torsadés afin d'éviter tout rayonnement parasite et terminés par une charge résistive qui permet de stabiliser les caractéristiques de sortie de l'amplificateur.

La réalisation d'un câble d'essai permettant de valider la ligne de transmission, mais aussi le fonctionnement de l'ensemble du système **AM8-MKI**, est détaillée ci-après.

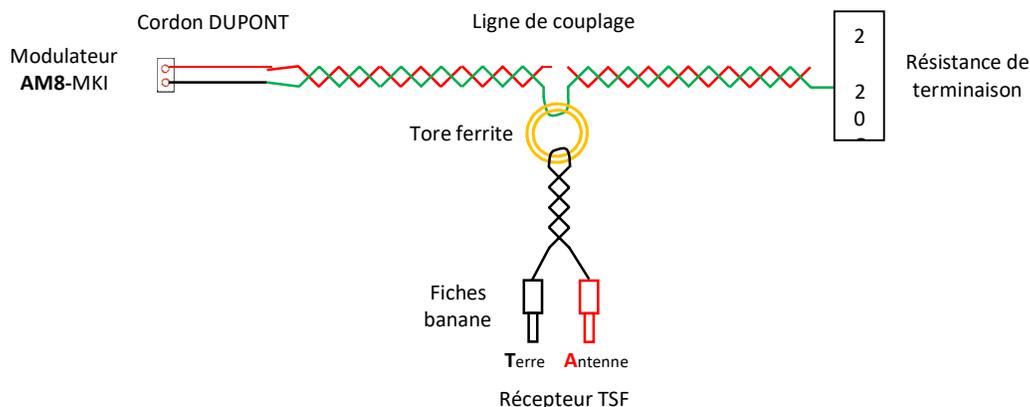


Figure IV-01 : schéma de principe de la ligne de couplage de test.

IV.1.2 – Composants et outillage nécessaires

Réunir les composants suivants :

- ✓ Un tore ferrite parmi les cinq livrés avec le kit **AM8-MKI**,
- ✓ Un cordon DUPONT-F / DUPONT-F 2 broches, parmi les trois livrés avec le kit **AM8-MKI**,

- ✓ Deux longueurs d'environ 2 mètres de [fil de câblage souple de faible section](#) (par exemple KY30-05 / EPDX00),
- ✓ Une longueur d'environ 50 centimètres de ce même fil,
- ✓ Une résistance de 220 Ω (Marron / Marron / Noir) ; valeur non critique et peu importe la puissance, à partir du $\frac{1}{4}$ de watt,
- ✓ Gaine rétractable ou isolant,
- ✓ Une pince plate,
- ✓ Une pince coupante,
- ✓ Un fer à souder + soudure.



Fil pour la réalisation de la ligne de couplage : peu importe le diamètre et la nature du fil employé. Toutefois, il est bien plus simple de torsader des fils relativement fins et il est bien plus aisé de faire courir le câble de cette paire torsadée derrière les récepteurs TSF, s'il est confectionné à partir de fils souples multibrin, plus malléables que des fils rigides.

Finalisation du regroupement des composants et outillage nécessaires.

IV.1.3 – Réalisation de la ligne de couplage

Suivre les différentes étapes dans l'ordre énoncé ci-après, afin de réussir au mieux cette ligne de couplage.

- ✓ Sélectionner un des trois cordons livrés avec le kit **AM8-MKI** (figure IV-02), composé d'une paire de fils (rouge et noir) terminés à chaque extrémité par un petit connecteur deux broches femelles de type DUPONT,



Fig. IV-02

- ✓ Couper le cordon à peu près en son milieu de façon à disposer de deux câbles identiques,
- ✓ Conserver pour plus tard l'un des deux câbles ainsi obtenus (réalisation de la commande d'ARRÊT du système),
- ✓ Sur la partie sélectionnée du câble, dénuder les deux fils sur les extrémités libres,
- ✓ Préparer ensuite les deux fils (d'environ deux mètres) de la ligne de couplage,
- ✓ Insérer le tore ferrite dans l'un des deux fils et le positionner à peu près au milieu du fil (environ à un mètre d'une extrémité),
- ✓ Faire pivoter le tore sur le fil, sur 360 degrés, afin d'obtenir une spire serrée autour de l'anneau (figure IV-03),

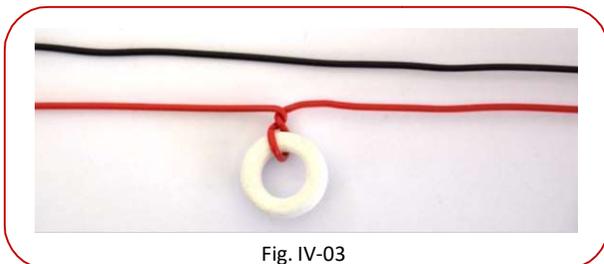


Fig. IV-03

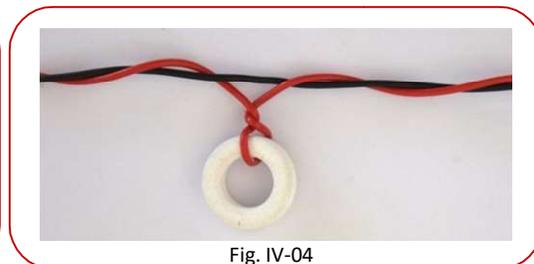


Fig. IV-04

- ✓ Torsader les deux fils de la ligne de couplage sur la totalité de la longueur des deux mètres (figure IV-04).

i

Méthode simple et efficace pour réaliser la torsade : joindre les deux fils à l'une des extrémités et les bloquer dans un étau (ou faire un nœud entre les deux fils et bloquer le tout sur une poignée de porte ou un crochet fixe). Tendre les deux fils et recouper le plus long (celui qui n'est pas équipé du tore) pour obtenir une équivalence des longueurs.

À l'aide d'une perceuse sans fil, bloquer ces deux nouvelles extrémités dans le mandrin. Tout en tirant légèrement pour maintenir les deux fils tendus, actionner la perceuse jusqu'au moment où la torsade est convenable. Inutile d'obtenir une tresse très serrée.

- ✓ Dénuder chaque fil aux quatre extrémités,
- ✓ D'un côté du câble torsadé, insérer un manchon thermorétractable (ou un manchon isolant) sur chacun des deux fils,
- ✓ Réaliser une épissure sur chacun des deux fils entre la ligne torsadée et le câble équipé du connecteur DUPONT,
- ✓ Souder chaque épissure,
- ✓ Positionner chaque manchon au centre de chaque épissure, puis chauffer pour les rétracter.

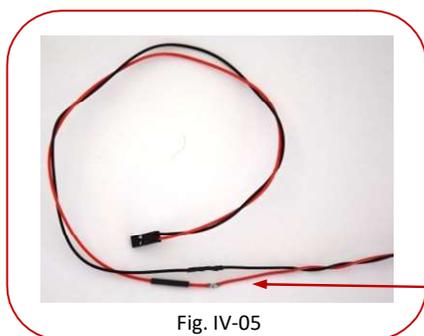


Fig. IV-05

La figure IV-05 ci-contre montre la réalisation en cours du raccordement de la ligne de couplage avec le câble équipé du connecteur deux broches femelles.

Épissures de Raccordement.

- ✓ Prendre la résistance de 220 Ω et, à l'aide de la pince plate, plier les pattes de la résistance à 90 degrés, au ras du corps de celle-ci,
- ✓ Couper les queues de la résistance pour ne laisser qu'environ 1,5 cm,
- ✓ Du côté libre du câble torsadé, insérer à nouveau un manchon thermorétractable (ou un manchon isolant) sur chacun des deux fils,
- ✓ Raccorder chaque fil sur chaque extrémité de la résistance, par une épissure,
- ✓ Souder chaque épissure,
- ✓ Placer un manchon sur chaque épissure, puis chauffer pour les rétracter.

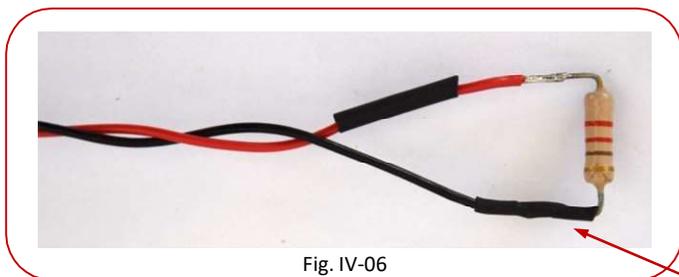


Fig. IV-06

La figure IV-06 ci-contre montre la réalisation en cours du raccordement de la ligne de couplage avec la résistance de terminaison de 220 Ω .

Gaine thermo, une fois chauffée et rétractée.

Finalisation de la réalisation de la ligne de couplage.

IV.1.4 – Réalisation du cordon de couplage avec un récepteur TSF

Pour les essais, cette procédure considère que l'amateur possède un récepteur fonctionnel sur les bandes GO et PO, disposant des entrées Antenne et Terre sur des embases de type « banane ».

Suivre les différentes étapes dans l'ordre énoncé ci-après.

- ✓ Prendre le fil de longueur environ 50 cm,
- ✓ Passer le fil à l'intérieur de l'anneau ferrite de la ligne de couplage,
- ✓ Le replier et égaliser les deux longueurs (donc, environ 25 cm),
- ✓ Torsader les deux parties de ce fil sur toute la longueur, en serrant bien au niveau du tore afin que la spire ainsi formée ne soit pas lâche,

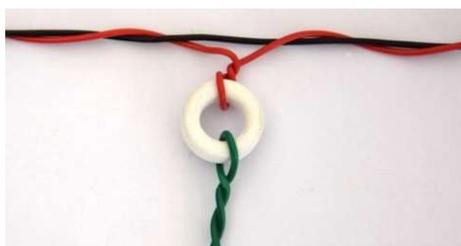


Fig. IV-07



Fig. IV-08

- ✓ Dénuder les extrémités de la torsade obtenue, puis monter une fiche banane sur chacune d'elles.

La figure IV-07 montre la réalisation du cordon de couplage vers le récepteur, entre la ligne de couplage (via l'anneau ferrite) et les entrées Antenne et Terre du récepteur. En figure IV-08, le cordon terminé.



Le cordon de couplage allant du tore ferrite de la ligne de couplage vers le récepteur peut avoir une longueur indifférente (quelques centimètres à quelques mètres) sans incidence sur la qualité du signal transmis. Ceci reste vrai pour chaque récepteur couplé sur chacun des tores qui équipe la ligne de couplage. Certains préféreront passer la ligne proche de chaque récepteur, d'autres souhaiteront réaliser une ligne de couplage longeant un mur et ensuite distribuer chaque récepteur par un cordon de longueur adaptée à la position du récepteur.

Finalisation de la réalisation du cordon de couplage avec un récepteur TSF.

IV.2 – RÉALISATION DE LA COMMANDE D'ARRÊT DU MODULATEUR

Chacun aura assimilé que le module générateur des huit porteuses est piloté de manière digitale par le second module qui est un nano-ordinateur (Orange Pi Zero2) ; « nano » par la taille plutôt que par les fonctions ou la puissance ou la rapidité. En effet, ce module est tout à fait comparable, sur le principe, à la « tour » d'un ordinateur de bureau aux performances basiques.

Il est donc nécessaire de raisonner en mode « informatique », notamment pour les opérations de Marche / Arrêt de l'ensemble du système.

Ainsi, sur un ordinateur, on n'arrête pas le fonctionnement en retirant la prise de courant... ! Mais soit en effectuant la bonne procédure via la souris et le clavier, soit en appuyant sur un bouton spécifique présent sur le matériel, dont l'action va déclencher toute une série de commandes permettant de bien clôturer la session des travaux en cours, de fermer proprement tous les fichiers ouverts et de stopper les process de lecture/écriture sur les différents disques. Seulement une fois ces opérations effectuées l'alimentation est coupée.



Le risque de détériorer de manière irréversible certains disques et fichiers fondamentaux, existe bien. Même si le système d'exploitation (Linux) employé ici est relativement bien protégé pour éviter ce genre d'accident, **il est fortement recommandé de ne pas débrancher le bloc d'alimentation avant d'avoir arrêté proprement** le système **AM8-MKI**.

C'est pourquoi il est prévu un bouton ARRÊT, sous la forme d'un interrupteur à bouton poussoir à action fugitive, qui va « organiser » l'arrêt et la mise hors tension des modules suivant une procédure adaptée et sans aucun risque. Une fois cette commande d'arrêt prise en compte et effectuée, il est possible de débrancher le bloc secteur de l'alimentation électrique.

Pour la réalisation de cette commande, suivre les différentes étapes dans l'ordre énoncé ci-après.

- ✓ Sélectionner [l'interrupteur à bouton poussoir](#) livré avec le kit,
- ✓ Reprendre la moitié du câble composé d'une paire de fils (rouge et noir) terminés à chaque extrémité par un petit connecteur deux broches femelles de type DUPONT, dont la première moitié a été utilisée pour la réalisation de la terminaison de la ligne de couplage,
- ✓ Dénuder chaque extrémité des deux fils libres,
- ✓ Par précaution, insérer un manchon thermorétractable ou isolant sur chacun des fils,
- ✓ Souder chaque fil sur chacune des broches de sortie de l'interrupteur poussoir,
- ✓ Positionner chaque manchon pour recouvrir soudures et broches, puis chauffer pour les rétracter.

μ



Fig. IV-09

La figure IV-09 ci-contre montre la réalisation du cordon de commande de l'ARRÊT du système **AM8-MKI**, à l'aide de l'interrupteur à bouton poussoir.

Finalisation de la réalisation de la commande d'arrêt du modulateur **AM8-MKI**.

IV.3 – ASSEMBLAGE DES MODULES ET RACCORDEMENTS

Une fois ces étapes franchies, le matériel est prêt pour le raccordement, avant la première mise en service de contrôle.

En plus des modules, accessoires et cordons déjà livrés avec le kit ou préparés au cours des précédents chapitres, il est nécessaire de mettre à disposition certains matériels complémentaires.

IV.3.1 – Matériels et outillage nécessaires

Réunir les matériels et câbles suivants :

- ✓ Un accès à la box internet et vérification qu'il reste au moins un port RJ45 disponible pour le raccordement de l'**AM8-MKI**,
- ✓ Un câble réseau standard de quelques mètres équipé à chaque extrémité d'un connecteur RJ45. En règle générale, le fournisseur de la box livre, avec celle-ci, un jeu de cordons RJ45. Sinon voir descriptif et fournisseur possible dans le chapitre [Annexes](#), en fin de cette notice.
- ✓ Un récepteur TSF fonctionnel et aux performances standards sur les bandes GO et PO, disposant de connecteurs d'entrée **Antenne** et **Terre**.



Le raccordement des différents éléments va nécessiter la manipulation des circuits imprimés du modulateur et du nano-ordinateur. Il est vivement recommandé de s'équiper d'un bracelet de protection ESD, comme déjà énoncé au chapitre [II.2 VOTRE SECURITÉ](#), notamment si vous êtes sujet aux décharges électrostatiques, lorsque vous touchez certains objets ou supports.

Par ailleurs, poser les circuits imprimés sur un [tapis antistatique](#) pendant les essais, augmente encore le niveau de protection.

- Finalisation de la préparation des matériels et outillage nécessaires.

IV.3.2 – Préparation des circuits imprimés des deux modules

Toujours dans le but de protéger au mieux les modules, il est conseillé de monter chaque circuit imprimé sur des entretoises en s'aidant des trous de fixation prévus à cet effet.



Fig. IV-10

X 8

Cela permettra, d'une part, de les fixer ultérieurement dans un [boîtier](#) adéquat afin de transformer ce kit en véritable équipement et, d'autre part, améliorera la sécurité des composants lors des manipulations à venir en évitant que la face inférieure des circuits ne risque de toucher un plan métallique ou des éléments pouvant provoquer des contacts électriques intempestifs. La figure IV-10 ci-contre montre un exemple de type d'entretoise pouvant être utilisé pour cette opération. Longueur : entre 5 et 15 mm, diamètre de la partie à visser : 3 mm.



ATTENTION : sur le circuit du nano-ordinateur, par précaution, monter des rondelles isolantes, car des pistes du circuit imprimé et certains composants sont dangereusement proches des trous de fixation.

Figure IV-11 : les deux modules, une fois montés sur 2 x 4 entretoises de 10 mm de hauteur.

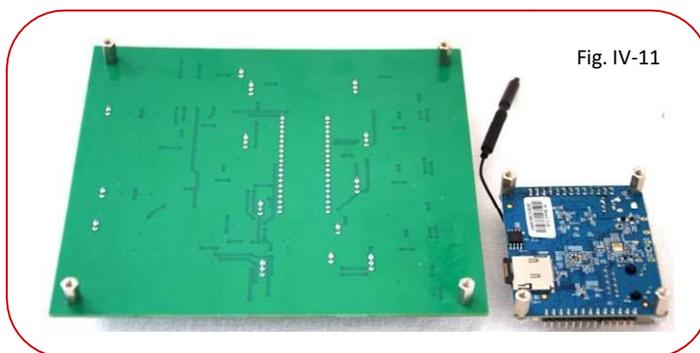


Fig. IV-11

- Finalisation de la préparation des circuits imprimés des deux modules.

IV.3.3 – Raccordements inter-module

Cette étape consiste à assurer les liaisons entre les deux modules de l'**AM8-MKI** ainsi que le raccordement de la commande d'Arrêt et de la sortie vers la ligne de couplage.

Placer les modules côte à côte, en prenant soin de bien les orienter conformément au cliché de la figure IV-12 ci-contre.

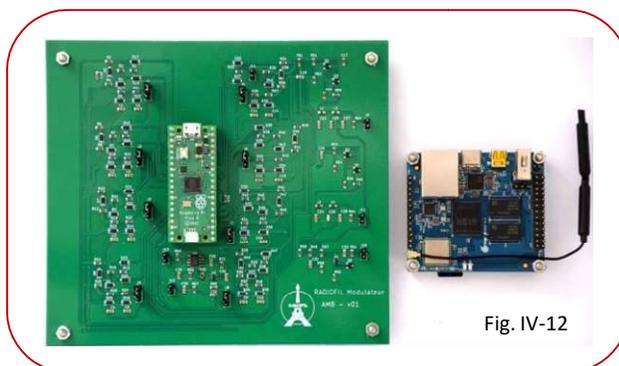


Fig. IV-12

Deux cordons de liaison unissent ces deux modules :

- ✓ Un [cordon USB type A vers USB type micro B](#), fourni avec le kit, qui assure la liaison de l'alimentation et le transfert des données entre les deux modules,
- ✓ Un cordon [DUPONT-F / DUPONT-F 2 broches](#) parmi les trois fournis. Ce câble transmet des informations de redémarrage du programme de génération des porteuses lors des changements de configuration.

A – Raccordement du cordon USB

Procéder au placement du câble USB conformément aux figures IV-13, IV-14 et IV-15 ci-après.

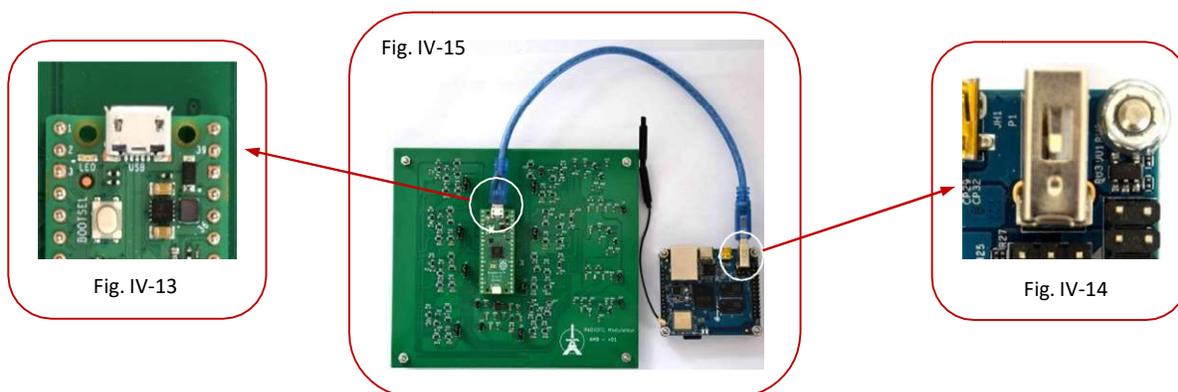


Figure IV-13 : repérage du connecteur USB micro B présent sur le nano-calculateur Raspberry Pico 2, lui-même monté sur la carte du modulateur **AM8-MKI**.

Figure IV-14 : repérage du connecteur USB type A présent sur le nano-ordinateur Orange Pi Zero2.

La figure IV-15 montre le câble USB mis en place sur chacun des modules.

Effectuer un contrôle visuel et la vérification que les deux fiches du cordon USB sont correctement et totalement enfoncés dans les connecteurs des modules.

Finalisation du raccordement du câble USB entre les deux modules.

B – Raccordement du cordon DUPONT-F / DUPONT-F 2 broches



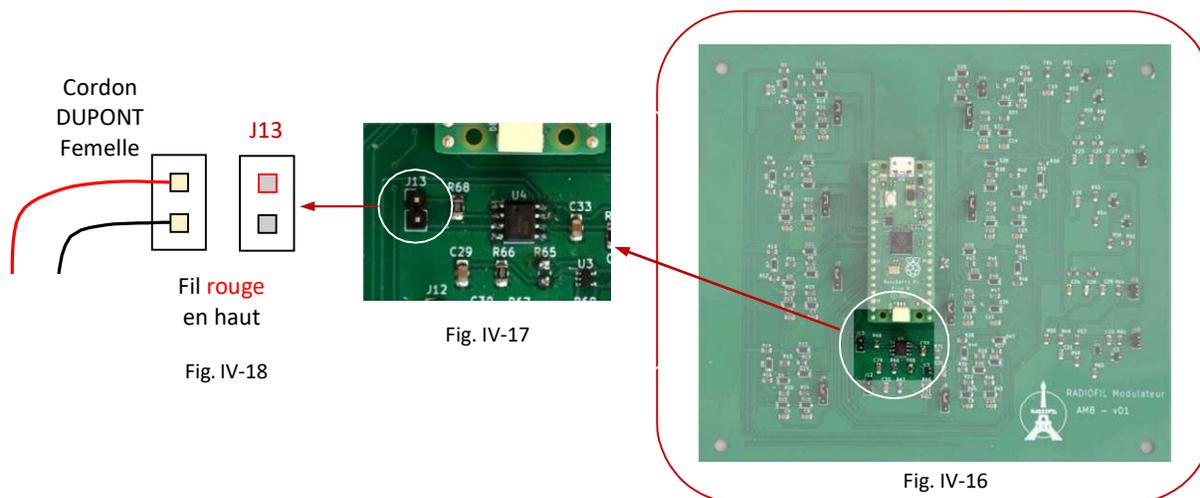
Ce cordon est composé d'un fil rouge et d'un fil noir se terminant à chaque extrémité par un mini connecteur femelle 2 broches qui ne dispose **d'aucun détrompeur**.

Par ailleurs, les broches de raccordements disposées sur les circuits des modules ne bénéficient pas non plus d'un repérage explicite de chacune des broches.

Il faut donc rester très vigilant lors du raccordement de ce cordon afin d'éviter une inversion de polarité qui provoquera un dysfonctionnement du système.

Procéder au placement du cordon DUPONT F/F conformément aux figures IV-16 à IV-21, page suivante.

Étape 1 : repérage du connecteur **J13** sur la platine du modulateur et insertion du connecteur femelle.



La figure IV-16 indique la position globale du connecteur mâle 2 broches **J13** situé sous le module nano-calculateur Raspberry Pico.

La figure IV-17 indique précisément l'emplacement de **J13** qui bénéficie d'une sérigraphie sur le circuit imprimé, facilitant ainsi le repérage exact de sa position.

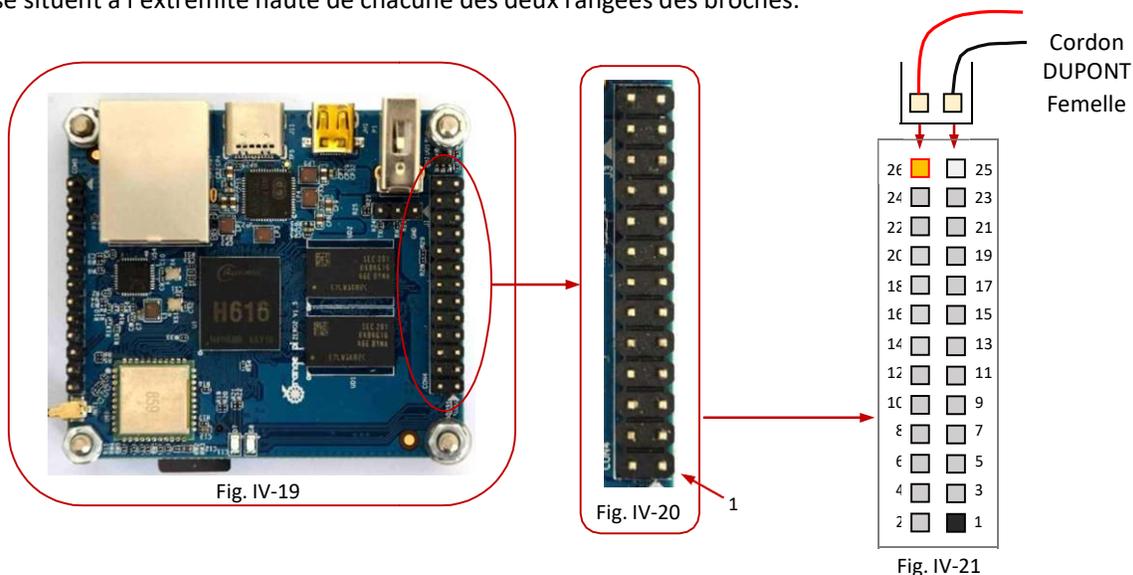
Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil rouge **vers le haut** du connecteur **J13**, comme l'indique la figure IV-18.

Finalisation du repérage du connecteur **J13** de la platine modulateur et de l'insertion du connecteur femelle du câble DUPONT.

Étape 2 : repérage des broches de raccordements sur le connecteur d'extension 26 broches, du nano-ordinateur Orange Pi Zero2.

Le connecteur 26 broches est disposé sur la droite du circuit imprimé et est composé de deux rangées parallèles de 13 broches.

Le connecteur femelle de la seconde extrémité du câble DUPONT doit être raccordé aux broches **25** et **26** qui se situent à l'extrémité haute de chacune des deux rangées des broches.



Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil **rouge** orienté **vers l'intérieur** du connecteur multibroche, sur la rangée intérieure, en broche **26**, comme l'indique la figure IV-21.

Là encore, pas de détrompeur et pas de repérage des numéros de broches sur le circuit. La vigilance s'impose !

- Finalisation du repérage des broches 18 et 20 du connecteur multibroche du module nano-ordinateur et de l'insertion du connecteur femelle du câble DUPONT.
- Contrôle visuel final du raccordement correct des deux extrémités du cordon DUPONT F/F entre les deux modules.

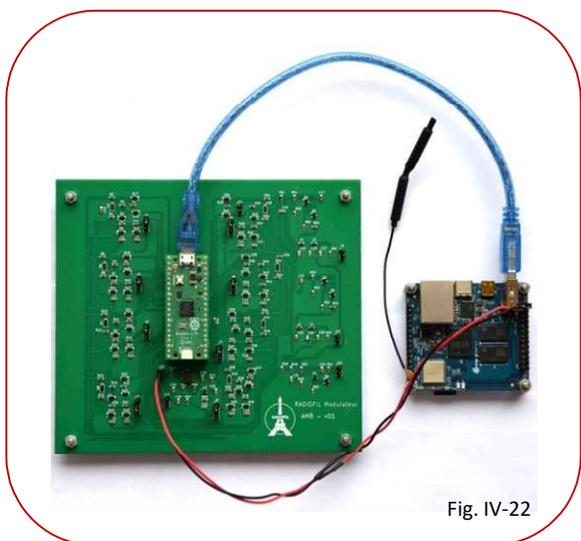


Fig. IV-22

La figure IV-22 montre les deux modules, une fois les câbles USB A/Micro B et DUPONT F/F raccordés sur leurs connecteurs respectifs.

- Finalisation des opérations de raccordement des deux câbles inter-module.

IV.3.4 – Raccordement de l'interrupteur par bouton poussoir de la commande d'Arrêt

Cette étape consiste à raccorder l'[interrupteur](#) de la commande de l'arrêt de l'AM8-MKI, dont le câblage a été préalablement effectué (voir [chapitre IV.2](#)), sur le connecteur multibroche du module nano-ordinateur. Procéder au placement du connecteur DUPONT de terminaison du cordon câblé sur l'interrupteur à bouton poussoir conformément aux figures IV-23, IV-24 et IV-25 ci-après.

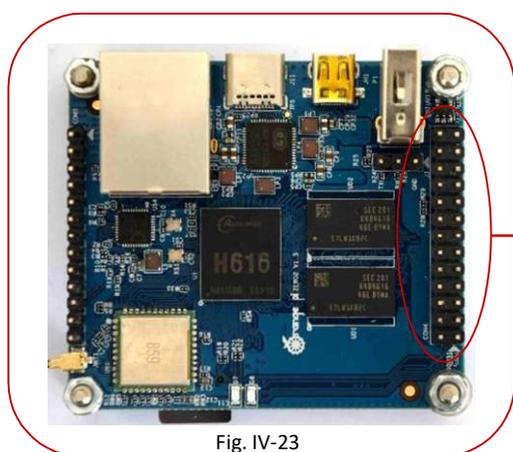


Fig. IV-23

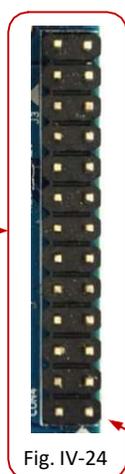


Fig. IV-24

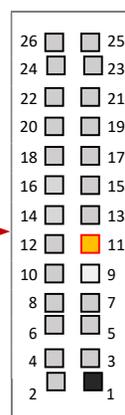
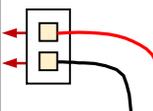


Fig. IV-25

Cordon
DUPONT
Femelle



Le connecteur femelle de l'extrémité du câble DUPONT doit être raccordé aux broches **09** et **11** qui se situent sur la rangée de droite du connecteur (côté extérieur au module).

Cette fois, peu importe le sens du connecteur DUPONT. Par convention, nous avons placé le fil **rouge** orienté **vers le haut**, sur la broche **11** du connecteur multibroche.

Rester vigilant sur le repérage des broches sur le connecteur multibroche du module nano-ordinateur, aucune numérotation n'étant visible sur le circuit imprimé.

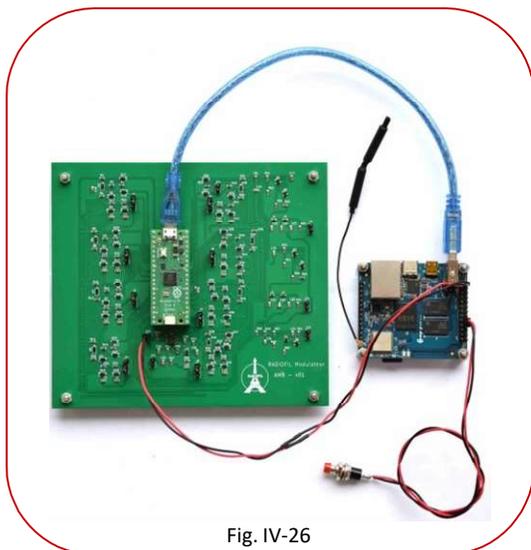


Fig. IV-26

La figure IV-26 montre les deux modules, une fois l'étape effectuée du raccordement de l'interrupteur de commande d'arrêt de l'AM8-MKI.

Finalisation de l'opération de raccordement de l'interrupteur de la commande d'arrêt de l'AM8-MKI.

IV.3.5 – Raccordement du bloc d'alimentation des modules

L'alimentation des deux modules constituant le système **AM8-MKI** est assurée par le [bloc d'alimentation](#) livré avec le kit (230 VAC vers +5 VDC 4 A – 20 W).

Le connecteur général d'entrée de l'alimentation (5 VDC) est situé sur le module nano-ordinateur. Il s'agit d'une embase femelle USB type C repérée sur le cliché de la figure IV-27.



Fig. IV-27

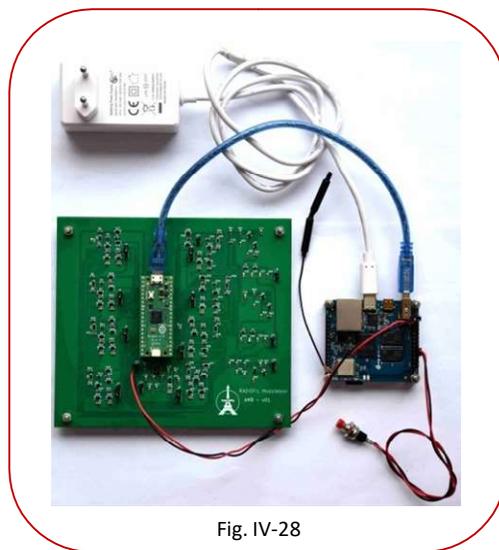


Fig. IV-28

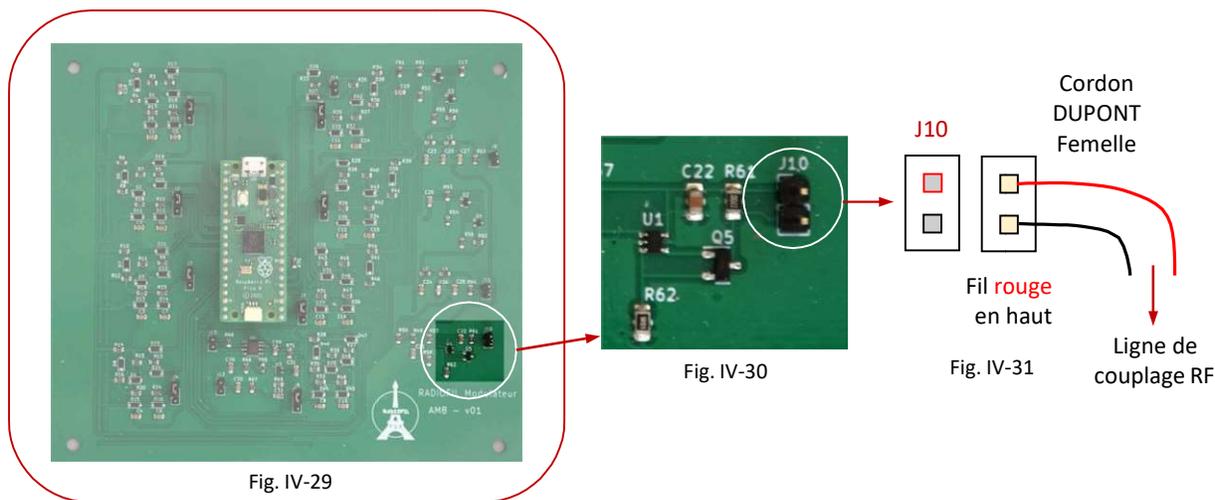
Le cliché de la figure IV-28 montre le système **AM8-MKI**, après le raccordement au bloc d'alimentation.

Finalisation de l'opération de raccordement du bloc d'alimentation des modules.

IV.3.6 – Raccordement de la ligne de couplage au modulateur et au récepteur

Cette étape consiste à raccorder la ligne de couplage de test (voir réalisation de cette ligne au chapitre IV.1) entre le connecteur **J10** du module de génération et de modulation des huit porteuses GO + PO, et les entrées **Antenne** et **Terre** du récepteur TSF disponible pour les essais.

Étape 1 : repérage du connecteur **J10** sur la platine du modulateur et insertion du connecteur femelle.



La figure IV-29 indique la position globale du connecteur mâle 2 broches **J10** situé en bas et à droite du circuit imprimé, juste au-dessus des références du module.

La figure IV-30 indique précisément l'emplacement de **J10** qui bénéficie d'une sérigraphie sur le circuit imprimé, facilitant ainsi le repérage exact de sa position.

Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT de la ligne de couplage, en prenant soin de placer le fil **rouge** orienté **vers le haut** du connecteur **J10**, comme l'indique la figure IV-31.



Le cordon de couplage doit impérativement rester électriquement indépendant de tout autre montage externe. L'ensemble des signaux RF des 8 canaux radio sont diffusés vers les récepteurs exclusivement par couplage au travers des anneaux ferrites, donc avec un isolement galvanique total. Il faut noter que ces signaux RF sont superposés à une tension continue d'environ 5 volts. Tout contact électrique avec un autre montage, ou avec une masse commune au modulateur **serait destructif pour l'étage de sortie RF** de l'**AM8-MKI**.

- Finalisation du repérage du connecteur **J10** de la platine modulateur et de l'insertion du connecteur femelle du câble DUPONT.

Étape 2 : raccordement des deux fiches bananes sur les entrées **Antenne** et **Terre** du récepteur.

Il est inutile de dissocier le repérage des fiches bananes : le signal véhiculé par la boucle couplée via le tore ferrite à la ligne de couplage, est totalement « flottant » et symétrique, sans aucune référence à un potentiel quelconque. L'affectation des deux pôles n'a donc strictement aucune importance.

L'essentiel est que l'une des fiches bananes soit raccordée à l'embase **Antenne** du récepteur et l'autre, à l'embase **Terre** de ce même récepteur.

Le cliché de la figure IV-32 ci-contre propose un exemple de raccordement de la boucle de couplage sur les bornes Antenne et Terre d'un récepteur TSF des années cinquante (Philips BF321A).

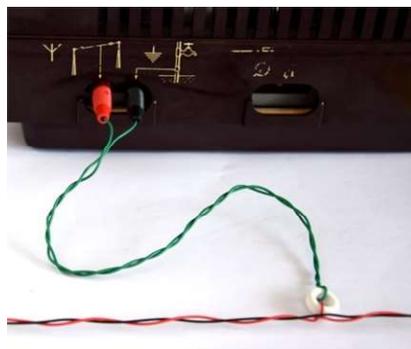


Fig. IV-32

Finalisation de l'insertion des deux fiches bananes sur les entrées Antenne et Terre du récepteur TSF.

Avant la mise sous tension, un ultime contrôle visuel s'impose afin de vérifier que l'ensemble des raccordements entre les deux modules et entre les modules et les dispositifs externes sont correctement effectués.



Les amateurs souhaitant intégrer le système au sein d'un boîtier seront sans doute intéressés de câbler un voyant témoin de la mise sous tension de l'AM8-MKI.

Cette option est simple à réaliser, à l'aide d'un voyant de type led.

Voir au [chapitre VII.3](#), le détail du montage d'un tel dispositif.

Finalisation de l'assemblage des modules et des raccordements.

V – MISE EN SERVICE ET EXPLOITATION DE BASE

Afin de faciliter cette première mise en service, toutes les manipulations s'effectueront sans l'aide d'un ordinateur externe et donc sans l'assistance du logiciel d'Interface Homme Machine (IHM).

Cette mise en service utilisera les configurations « usine » qui ont été programmées à la livraison du système.

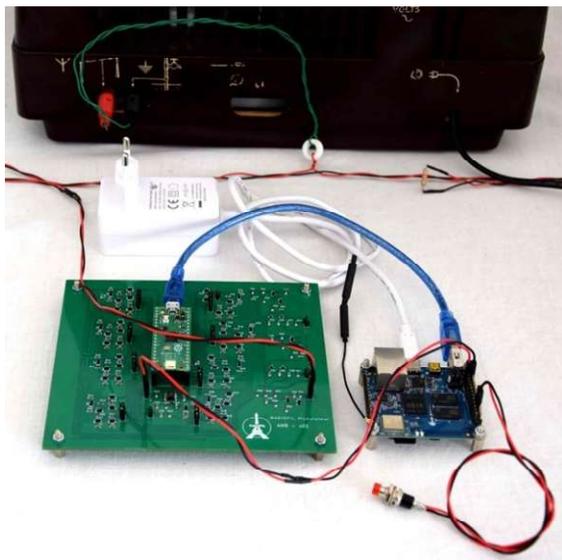


Fig. V-01

Pour aborder correctement cette étape, nous considérons que toutes les actions et raccordements détaillés au chapitre IV de cette notice ont été correctement effectués.

Cela signifie que le système doit se présenter comme indiqué figure V-01 ci-contre.

Effectuer un contrôle visuel attentif afin de confirmer la présence et le raccordement des éléments suivants :

- ✓ Le câble USB-A / Micro-B raccordé entre les deux modules, sinon voir [chapitre IV.3.3-A](#),
- ✓ Le câble DUPONT F / F raccordé entre les deux modules, sinon voir [chapitre IV.3.3-B](#),
- ✓ L'interrupteur fugitif à bouton poussoir raccordé sur le connecteur multibroche du module nano-ordinateur, sinon voir [chapitre IV.3.4](#),
- ✓ Le bloc d'alimentation raccordé sur le connecteur USB-C du module nano-ordinateur, sinon voir [chapitre IV.3.5](#),
- ✓ Le câble de la ligne de couplage pour la diffusion RF, via le connecteur DUPONT F, entre le connecteur de la platine du modulateur **AM8-MKI**, et, via le tore, le récepteur de test, sinon voir [chapitre IV.3.6](#).

Finalisation du contrôle visuel de l'ensemble des raccordements.

V.1 – RACCORDEMENT À L'INTERNET

Pour « capter » le flux digital des programmes radio que va diffuser l'**AM8-MKI**, il faut raccorder l'équipement au réseau internet. C'est grâce à votre terminal internet, couramment nommé « box », que cette opération va pouvoir s'effectuer.

Cette première mise en service nécessite donc de relier le port Ethernet (connecteur RJ45) présent sur le module nano-ordinateur Orange Pi Zero2 de l'**AM8-MKI**, à l'un des ports Ethernet disponibles de votre box fournie par votre opérateur.

Cette liaison s'effectue via un [câble réseau standard](#) (ce genre de câble est en général fourni en un ou deux exemplaires, avec la box).

V.1.1 – Repérage des ports Ethernet sur le terminal Internet (box)

Pour repérer les affectations des différents ports disponibles à l'arrière de la box, se reporter à la notice de cette dernière, fournie par votre opérateur, ou regarder sur internet, en saisissant le nom de votre box.

Pour notre exemple, nous avons pris une box de chez Orange, modèle Livebox 5, car c'est celle qui était disponible chez l'auteur de cette documentation...

Une fois la face arrière visible, repérer l'emplacement des ports notés « Ethernet ».

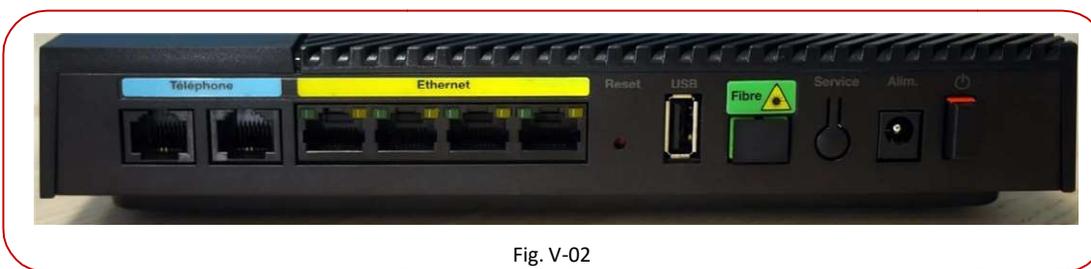


Fig. V-02

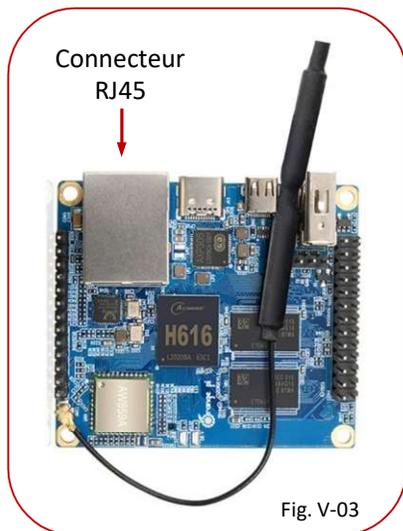
La figure V-02 indique clairement la position des quatre ports Ethernet (repérés en jaune) proposés par la Livebox 5.

En général, en fonction des opérateurs, chaque box propose trois à cinq ports Ethernet et il est rare qu'ils soient tous occupés. Si, malgré tout, c'était le cas, il faudrait faire l'acquisition d'un *Switch* Ethernet qui permet d'augmenter le nombre de ports (exemple [NETGEAR 5 ports](#)).

N'importe lequel des ports Ethernet disponibles sur la box peut être choisi pour le raccordement avec le modulateur **AM8-MKI**. Ils ont tous les mêmes caractéristiques.

- Finalisation du repérage d'un port Ethernet libre sur la box Internet.

V.1.2 – Repérage du port Ethernet sur le module nano-ordinateur



Le connecteur RJ45 présent sur le module nano-ordinateur Orange Pi Zero2 est aisément repérable : c'est le plus gros.

La figure V-03 ci-contre montre son emplacement exact.

La figure V-04 montre ci-dessous ce connecteur vu de face : remarquer la présence de deux leds : une jaune et une verte : elles témoigneront de la communication du module avec la box.

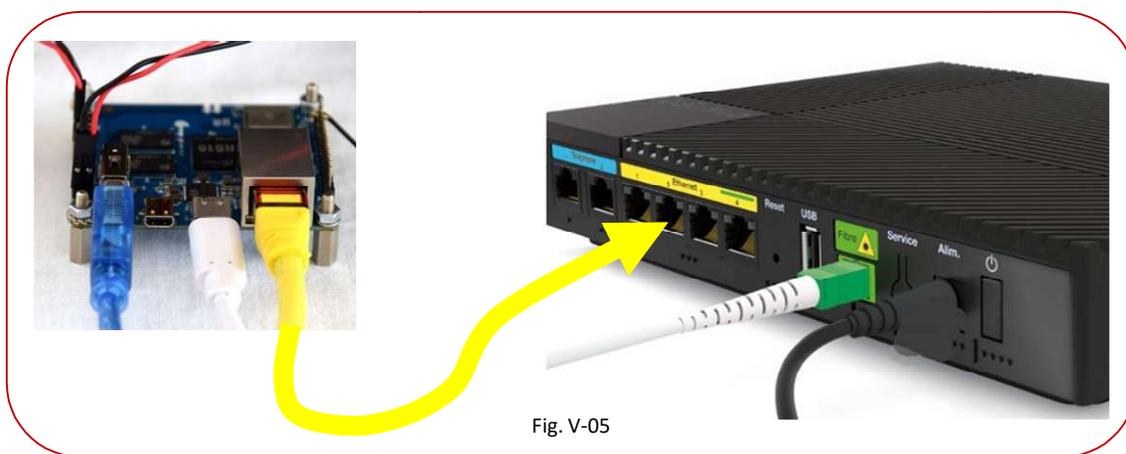
À gauche : led jaune
À droite : led verte



- Finalisation du repérage du connecteur RJ45 du port Ethernet sur le module nano-ordinateur.

V.1.3 – Raccordement Ethernet entre l'AM8-MKI et la box

Il suffit maintenant de relier chacun des ports identifiés via le câble Ethernet RJ45.



La figure V-05 montre le raccordement à effectuer. Le câble réseau RJ45 (ici en jaune) peut avoir une longueur quelconque, sans toutefois dépasser une cinquantaine de mètres, pour un câble de catégorie 6.

- Finalisation du raccordement Ethernet de l'**AM8-MKI** vers le terminal Internet (box).

Tous les raccordements sont maintenant effectués. Il ne reste plus qu'à procéder à la mise sous tension du système.

Avant cette ultime étape, il est utile de prendre connaissance de la configuration « usine » dans laquelle le modulateur **AM8-MKI** est livré.

V.2 – CONFIGURATION USINE

Le modulateur **AM8-MKI** bénéficie d'une configuration « par défaut » de l'ensemble de ses huit canaux de diffusion.

Cette liste préenregistrée au sein de la carte mémoire SD du système est nommée : **France-Usine_rfl**.

C'est elle qui est prise en compte lors de la première mise sous tension et lors de chaque nouvelle mise sous tension, tant que l'utilisateur ne décide pas de créer une ou plusieurs nouvelles listes, au sein desquelles il aura sélectionné celle qui deviendra la nouvelle liste en cours.

Nous avons choisi arbitrairement huit programmes de radiodiffusion tout en respectant, pour la bande des GO, les noms et les fréquences des quatre stations disparues, dont la couverture concernait la quasi-totalité du territoire français.

Pour la gamme des PO, la diffusion étant par principe régionale, nous avons placé quatre stations réparties de manière homogène sur la bande.

Le tableau de la figure V-06 montre la programmation adoptée dans le fichier « usine » **France-Usine_rfl**.

CANAL	BANDE	PROGRAMME	FREQUENCE	LONGEUR D'ONDE
1	GO	France Inter	162 kHz	1 852 m
2	GO	Europe 1	183 kHz	1 639 m
3	GO	RMC Info Talk Sport	216 kHz	1 389 m
4	GO	RTL	234 kHz	1 282 m
5	PO	France Culture	702 kHz	427 m
6	PO	Radio Classique	855 kHz	351 m
7	PO	Nostalgie	1 215 kHz	247 m
8	PO	France Info	1 557 kHz	193 m

Figure V-06 : tableau des programmes constitutifs de la liste **France-Usine_rfl**.

V.3 – MISE EN SERVICE – MARCHE / ARRÊT

Toutes les étapes des chapitres précédents ayant été effectuées, il est possible de procéder à la mise sous tension de l'**AM8-MKI**.

Au préalable :

- ✓ Mettre le récepteur TSF de test sous tension afin d'assurer le contrôle de la réception des huit programmes,
- ✓ S'assurer que la connexion Internet est opérationnelle en vous rendant sur un site quelconque, à l'aide de votre ordinateur habituel,
- ✓ Repérer les deux minuscules led (une rouge et une verte) présentes sur le module nano-ordinateur (figure V-07), car elles vont permettre de suivre l'évolution du démarrage de l'ensemble du système.

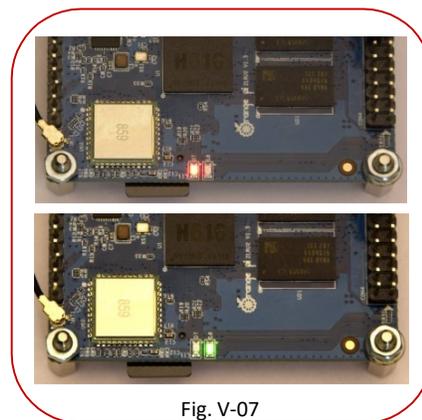


Fig. V-07

V.3.1 – Mise sous tension

Une fois ces ultimes repérages et contrôles effectués, raccorder le bloc secteur de l'**AM8-MKI** sur une prise 230 VAC.

Les évènements suivants doivent se produire, consécutivement :

- ✓ La petite led rouge présente sur le module nano-ordinateur s'allume quasi instantanément,
- ✓ Après environ 8 secondes, cette même led s'éteint et la led verte s'allume,
- ✓ Pendant environ 30 à 50 secondes, le logiciel du module nano-ordinateur, via la carte mémoire SD, procède à son initialisation, puis démarre l'application avant de communiquer avec la platine modulateur et lui fournir les fréquences de la liste de diffusion.

Parallèlement, des informations sont envoyées vers la box afin d'établir la communication, puis d'assurer la liaison avec les huit sites internet correspondant aux huit programmes radio de la liste **France-Usine_rfl**. Ces échanges avec la box et l'internet activent les deux leds présentes sur le connecteur RJ45 (figure V-04) en clignotant au rythme de la circulation des données,

- ✓ À ce stade, il faut encore patienter environ une dizaine de secondes, le temps que la mémoire tampon de l'**AM8-MKI** emmagasine quelques secondes de flux audio digitaux des huit programmes radio, dans l'objectif d'éviter des coupures sonores audibles, dans le cas où la liaison avec l'internet serait hachée.

Une fois passé le cumul de ces délais, soit environ un peu plus d'une minute et demie (attention, lorsqu'on patiente devant un équipement, ce temps peut paraître infiniment long...), est venu le moment de syntoniser le récepteur TSF afin de contrôler la bonne réception des huit programmes aux fréquences indiquées et d'apprécier le réel confort d'écoute et la qualité de la modulation diffusée.

Cette fois le système **AM8-MKI** est opérationnel !

V.3.2 – Arrêt et mise hors tension

Il est important de suivre et de mémoriser la procédure de mise EN et HORS tension de l'équipement.



L'arrêt / Marche de l'**AM8-MKI** réclame une certaine attention, car comme expliqué au [chapitre IV.2](#), cet équipement peut se comparer à un ordinateur, que l'on n'arrête donc pas en coupant directement son alimentation secteur !

Il est fortement recommandé de ne pas débrancher le bloc d'alimentation avant d'avoir arrêté proprement l'équipement.

Pour arrêter proprement l'**AM8-MKI** et le placer hors tension, respecter la procédure suivante :

- ✓ Appuyer durant au moins deux secondes sur le bouton poussoir (rouge) à action fugitive qui a été précédemment raccordé ([chapitre IV.3.4](#)). Cette commande impose au nano-ordinateur de terminer son dialogue avec la box, de fermer ses fichiers en cours, de clôturer proprement l'application et de positionner ses circuits en mode d'arrêt fonctionnel.
- ✓ Le déroulement de ces actions dure environ 6 à 7 secondes. Le constat de l'arrêt effectif de l'**AM8-MKI** est visible par l'extinction de la led verte présente sur le nano-ordinateur ([figure V-07](#)).
- ✓ Une fois cette led éteinte, débrancher le bloc secteur du réseau 230 VAC.

Le système est désormais prêt à être mis une nouvelle fois en service en reprenant la procédure de mise sous tension ([chapitre précédent V.3.1](#)). Toutefois, avant d'effectuer une nouvelle mise sous tension **immédiatement après** avoir réalisé une mise hors tension, lire attentivement la note d'information qui suit.



Dès que le système est mis à l'arrêt via la commande du bouton poussoir, il ne consomme ensuite que très peu d'énergie car tous les circuits essentiels sont mis hors tension. Le fait de débrancher ensuite le bloc d'alimentation du réseau secteur ne va pas interrompre instantanément la tension 5 VDC, à cause des condensateurs de filtrage de forte capacité qui équipent le bloc. Cela signifie que la tension va rester présente pendant environ 1 minute et demie (temps mesuré de 1' 30" pour que $U = 1 \text{ V}$ et 2' 45" pour que $U = 0,5 \text{ V}$!), car la charge représentée par les circuits de l'**AM8-KI** en mode veille est trop faible pour assurer la diminution rapide de cette tension.

Il est donc nécessaire d'attendre la décharge de l'alimentation (minimum 1 minute) avant de rebrancher le bloc secteur, sinon l'**AM8-MKI** ne pourra pas « voir » cette mise hors tension et **ne redémarrera pas**. Le système doit absolument constater une disparition du 5 VDC, puis à nouveau la présence de l'alimentation 5 VDC, pour pouvoir initialiser sa procédure de démarrage.

Pour éviter ce phénomène, nous avons prévu, pour ceux qui souhaitent intégrer leur kit **AM8-MKI** au sein d'un boîtier, un interrupteur qui coupe non pas la tension secteur 230 VAC mais l'alimentation 5 VDC (voir [chapitre VIII-4](#), page 64).

Pour ceux qui souhaitent garder le kit en l'état, une astuce est détaillée au [chapitre IX-4](#) (page 73) pour réduire significativement le temps d'attente de la décharge.

En résumé, le cycle Marche / Arrêt / Marche de l'**AM8-MKI** doit s'effectuer comme suit :

- 1 – Raccorder le bloc secteur sur le réseau 230 VDC,
- 2 – Patienter environ une minute à une minute et demie (initialisation) avant que les programmes radio soient effectivement diffusés sur le récepteur,
- 3 – Arrêter le système en appuyant pendant au minimum deux secondes sur le bouton poussoir d'arrêt,
- 4 – Débrancher le bloc secteur du réseau 230 VAC,
- 5 – Attendre la décharge du bloc d'alimentation (au moins une minute), avant une remise en service,
- 6 – Recommencer au point 1.

Finalisation des opérations de mise en service et d'Arrêt / Marche.

V.4 – COUPLAGE AVEC DIFFERENTS TYPE DE RÉCEPTEURS

Le modulateur **AM8-MKI** peut se coupler avec quasiment tout type de récepteur. Dans la mesure où il est possible de disposer d'une prise Antenne et d'une prise Terre, c'est encore plus simple...

Mais même les modèles ne proposant pas de raccordements directs d'une antenne et/ou d'une terre accessible via une borne extérieure, peuvent bénéficier du couplage, en utilisant d'autres moyens de rayonnement de proximité.

Nous allons examiner ici les cas les plus fréquents, que l'amateur pourra extrapoler à ses propres TSF, en fonction de la technologie et de l'accessibilité des matériels.

La communauté des radiofilistes *présente* sur le forum [retrotechnique](#) constituera sans aucun doute un terrain de jeu propice pour développer quelques astuces permettant de satisfaire l'ensemble des anciens récepteurs de TSF.

V.4.1 – Récepteurs TSF standards

Nous avons, de manière arbitraire, baptisé de « standard » les récepteurs TSF à lampes fonctionnant sur le secteur et disposant de prises Antenne et Terre.

La présence d'une embase « Terre » accessible via une borne repérée clairement sur le carton arrière, indique que le châssis de ce modèle de récepteur est isolé du secteur. Donc, a priori, sans risque d'électrocution pour l'utilisateur lors du raccordement de cette prise.

Le couplage de ce genre de récepteur a déjà été détaillé dans cette notice, au début de ce [chapitre V](#).



Fig. V-08

Le cliché de la figure V-09 ci-contre propose un exemple de raccordement de la boucle de couplage sur les bornes Antenne et Terre d'un récepteur TSF des années cinquante (Philips BF321A – Figure V-08).

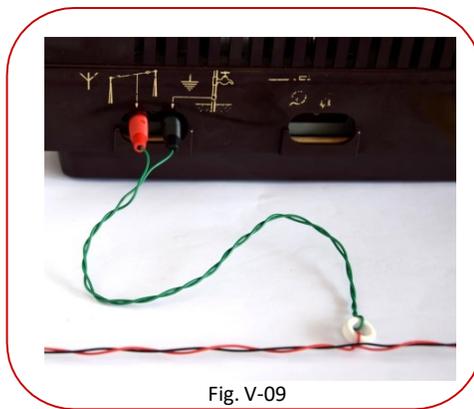


Fig. V-09

V.4.2 – Récepteurs TSF tous courants

Les postes dits « Tous courants » ne disposent pas de transformateur à isolement galvanique. Cela signifie qu'un des pôles du réseau secteur est directement relié au châssis !

Ces postes économiques furent fabriqués en masse notamment dans les années 55-60.



Fig. V-10

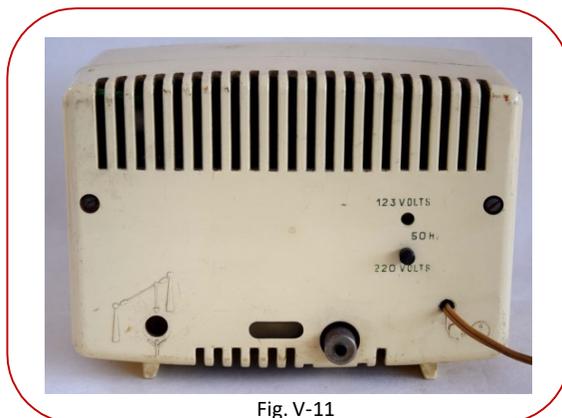


Fig. V-11

Les figures V-10 et V-11 montrent un des modèles les plus répandus de récepteurs « tous courants » : le Philips B1F 71 décliné ici en version A (123 V / 220 V).

Ces postes entièrement enfermés dans une coque plastifiée ne proposent donc pas de prise de terre. On voit nettement sur la face arrière que seule une borne « Antenne » est disponible.

Le raccordement de la ligne de couplage avec l'**AM8-MKI** nécessite donc de démonter la face arrière pour accéder au châssis.

SÉCURITÉ – DANGER POUR LA PERSONNE !



Il est **impératif** de débrancher le récepteur du réseau secteur avant de commencer le démontage de la face arrière d'un récepteur tous courants et d'éviter toute manipulation sous tension tant que le capot ou la face arrière protectrice n'est pas remontée.

Le non-respect de ces consignes peut provoquer un accident grave voire mortel pour la personne concernée.

1 / Montage basique - **Danger réel**

Lorsque le châssis est visible, il faut repérer un endroit où se raccorder (une vis comme dans l'exemple du B1F 71A, figure V-12) ou une cosse à souder sous le châssis.

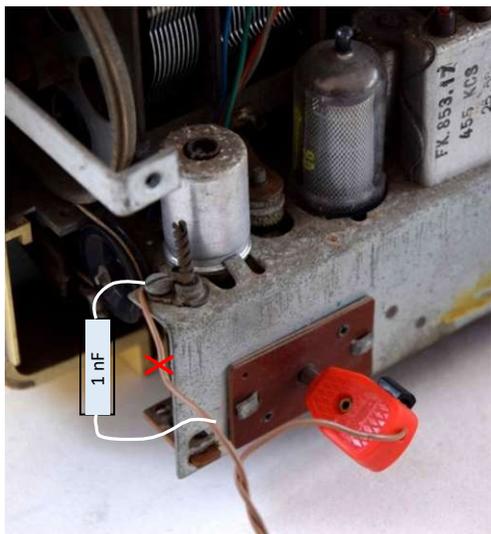


Fig. V-12



Fig. V-13

La ligne de couplage est réalisée à l'aide d'un fil isolé torsadé, raccordé à l'une des extrémités sur le châssis et à l'autre extrémité sur la prise antenne du récepteur, le centre de ce fil passant au travers du tore ferrite de couplage (Figure V-13).

En faisant passer cette ligne au travers du capot arrière il n'y a donc pas de risque particulier.

SAUF que si le poste est sous tension et que l'on débranche la fiche « Antenne », alors **cette fiche se retrouve directement reliée au châssis, donc au secteur.**

La vigilance est donc de rigueur pour ce genre de montage.

Variante 1 – Sécurité améliorée

Si le montage décrit ci-dessus donne toute satisfaction sur le plan du couplage RF, il n'en reste pas moins dangereux lors de manipulations, poste sous tension.

On préférera donc la variante consistant à insérer au plus près de la connexion sur le châssis, un condensateur d'environ 1 nF (1 000 pF) convenablement isolé (400 V ou plus) en série avec la ligne de couplage. La figure V-13 indique le branchement d'un tel condensateur après avoir interrompu la liaison (croix rouge).

Sur le plan RF, l'atténuation RF n'est pas significative compte tenu de la tension disponible, mais la protection est efficace même si **elle n'est pas totale**. En effet 1 nF = 32 kΩ à la fréquence de 50 Hz (soit 7 mA maxi). C'est loin de représenter un isolement infini... **Donc, rester vigilant** lors des manipulations.

Variante 2 – Sécurité totale

Les postes des années 50/60 tous courants ou pas, étaient souvent équipés d'un cadre fixe ou à commande rotative. Le tous courants Philips B1F 71 bénéficiait de deux cadres ferrite, ce qui permettait une réception confortable sans avoir l'obligation de raccorder une antenne filaire.

Ce modèle possédait même deux cadres : le premier pour les bandes PO et GO et le second pour les bandes BE et OC.

Le montage proposé en figure V-14 est quasi idéal.

Repérer le cadre ferrite des bandes PO et GO : c'est celui qui accueille les bobinages possédant le plus grand nombre de spires, c'est visible à l'œil nu.

Ensuite, à l'aide d'un fil de câblage (vert sur la figure V-14 ci-contre), réaliser 3 ou 4 spires à l'extrémité de la barre ferrite PO / GO. Coller ou faire fondre une goutte de cire sur les spires pour un maintien durable, puis torsader les deux fils et les faire passer au travers de la face arrière, pour en disposer facilement, une fois que le capot ou le carton de cette face arrière est remonté.

Cette fois la sécurité est totale, puisqu'il n'y a aucun contact électrique entre le récepteur et la ligne de couplage.

Relier ensuite cette ligne à celle aboutissant au tore ferrite de couplage et c'est terminé. Le rendement RF est excellent sur l'ensemble des bandes PO et GO.



Fig. V-14

V.4.3 – Récepteurs TSF à galène

Il existe de nombreux types de récepteurs à galène. Du simple « jouet » au poste sophistiqué disposant de plusieurs réglages (antenne, accord), voire d'un étage d'amplification, tous ont en commun de proposer des entrées Antenne et Terre.

Le raccordement de la ligne de couplage s'effectue donc suivant le même schéma que celui mis en œuvre pour le branchement d'un poste « standard ».

La figure V-15 ci-contre montre un exemplaire du récepteur « Le Radio Cristal ». La ligne de couplage est raccordée entre les deux bornes Antenne et Terre présentes sur la face supérieure.

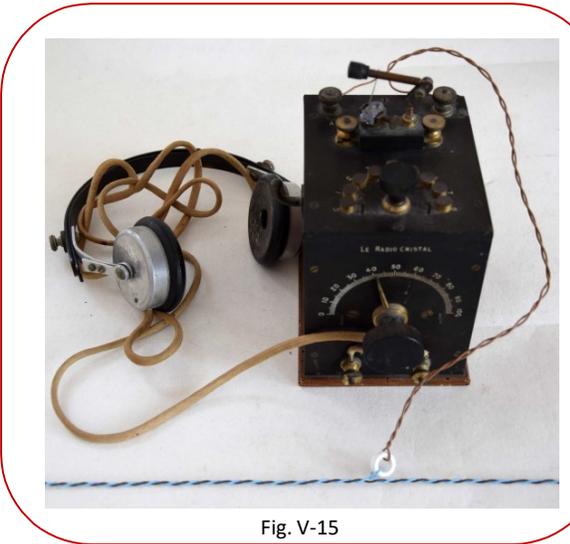


Fig. V-15

La sélectivité des récepteurs à galène n'est évidemment pas à la mesure de celle des récepteurs plus modernes. Aussi il faudra beaucoup de patience et une certaine dextérité au manipulateur du détecteur à galène pour « isoler » une station parmi les huit diffusées par le modulateur **AM8-MKI**.

Pour éviter un mélange des programmes dans l'écouteur, il est conseillé de construire une configuration de diffusion avec un nombre réduit de programmes (trois ou quatre) ou bien de configurer plusieurs canaux avec le même programme sonore. Le réglage du récepteur sera nettement plus simple à mettre en œuvre.

V.4.4 – Récepteurs à transistors

Sous l'appellation de récepteurs à « transistors », on admet ici qu'il s'agit de récepteurs portables autonomes que le grand public nommait à l'époque « Transistor » ; tous possédaient un cadre ferrite pour capter les bandes GO et PO.

Certains disposaient en plus d'une prise « Antenne » destinée à une installation à bord d'une automobile, entrée souvent gérée par une touche de commutation ANT/CADRE.

Pour l'exemple nous avons choisi un récepteur des années soixante, se revendiquant à la fois poste d'intérieur ou bien raccordable à une antenne auto : le SONOLOR PLEIN-AIR 64 fabriqué à partir de 1964 (figure V-16 ci-contre).



Fig. V-16

Couplage via l'entrée antenne

C'est le plus simple et cela permet de ne pas se préoccuper de l'agencement interne du récepteur.

Encore faut-il disposer d'une fiche type « antenne autoradio ».

Il suffit de raccorder cette fiche à l'extrémité du fil torsadé couplé sur le tore ferrite et de positionner la touche ANT/CAD sur la position ANTENNE (figure V-17 ci-contre).



Fig. V-17

Couplage via le cadre ferrite

Lorsque le récepteur ne dispose pas d'une entrée d'antenne extérieure ou que la fiche mâle fait défaut, il faut faire en sorte que le cadre ferrite capte le signal RF diffusé par l'**AM8-MKI**.

Pour optimiser le couplage avec ce cadre, il faut le localiser le plus précisément possible : est-il placé horizontalement ? verticalement ? au centre du récepteur ? Pour le savoir, sortir la face arrière et repérer la position du cadre (figure V-18 ci-contre). Ici il est horizontal et placé quasiment au centre du châssis.



Fig. V-18

Deux possibilités s'offrent à l'amateur :

Le couplage direct

Ce couplage s'effectue directement sur le cadre, en enroulant deux ou trois spires sur la barre de ferrite, à l'identique de ce qui a été proposé pour le couplage avec les postes secteur tous courants, [au chapitre](#)

[précédent](#) (figure V-14, page 32). On placera cet enroulement de préférence au centre de la barre ferrite afin que les deux bobines (PO et GO) bénéficient de niveaux RF similaires.

Faire sortir les deux extrémités du fil via un interstice du capot arrière et les raccorder à la ligne rejoignant le tore de couplage. Cette solution garantit un niveau RF élevé à l'entrée des étages RF du récepteur.

Le couplage indirect

Cette fois on ne touche pas au récepteur. À l'aide d'un fil assez fin et de préférence de couleur proche de la face avant du récepteur, afin qu'il passe quasi inaperçu, enrouler ce dernier de deux ou trois spires avec le fil, en formant ainsi une boucle **parallèle** aux bobines situées sur la barre de ferrite du cadre de réception (figure V-19 ci-contre). Là encore placer la boucle de préférence vers le centre de la barre de ferrite. Effectuer des essais d'abord avec une seule spire, puis augmenter le nombre, si la réception n'est pas suffisamment claire (présence de souffle). Tout ceci reste variable car lié à la sensibilité du récepteur et à la proximité de la boucle avec la barre de ferrite.

Ensuite torsader le fil jusqu'au raccordement à la ligne couplée au tore affecté à ce récepteur.



Fig. V-19 : pour le cliché il a été choisi un fil rouge afin de bien montrer le principe. Un fil gris et fin permettrait d'éviter de rendre trop visible cette boucle de couplage formée ici de deux spires.

V.4.5 – Récepteurs autoradio

Ce type de récepteur ne comprend pas de cadre ferrite mais seulement une prise destinée à être impérativement raccordée à une antenne. On procédera donc exactement comme avec l'entrée « Antenne » d'un poste à transistors classique, comme indiqué [au chapitre précédent](#) (§ V.4.4, page 33).

Finalisation du couplage de l'AM8-MKI avec différents types de récepteurs.

Toutes les étapes détaillées précédemment ont permis de mettre en service le modulateur **AM8-MKI** sans l'assistance du logiciel IHM ni d'un ordinateur, tout en autorisant un fonctionnement avec une liste de fréquences représentatives d'un paysage réaliste de la radiodiffusion et à destination de plusieurs types de récepteurs.

Pour l'amateur qui considère que cette liste de fréquences est suffisante et adaptée à son besoin, il n'est donc pas utile d'aller plus loin dans le déroulement de la procédure d'exploitation du système.

Il suffit d'utiliser l'**AM8-MKI** sous cette forme, uniquement par les seules actions de MARCHE / ARRÊT détaillées ci-avant.

Toutefois, pour exploiter pleinement toutes les ressources du système **AM8-MKI**, le logiciel IHM propose une interface de paramétrage élaborée qui va permettre à l'utilisateur de créer des nouvelles listes de fréquences, d'affecter chaque canal à un programme à choisir parmi une bibliothèque de plusieurs centaines de stations de radiodiffusion, ou de paramétrer certains canaux avec des sources audio préenregistrées au format MP3, ainsi que d'autres fonctionnalités complémentaires.

La présentation et le guide d'exploitation de l'IHM de l'**AM8-MKI** sont détaillés au chapitre suivant (VI).

Enfin, l'amateur se reportera au [chapitre IX](#) (page 70) pour découvrir des possibilités complémentaires d'exploitation et des astuces fonctionnelles de l'**AM8-MKI** pour optimiser encore le confort d'utilisation et ainsi participer à la renaissance de sa collection de récepteurs de radiodiffusion.

VI – EXPLOITATION VIA LE LOGICIEL IHM

Le logiciel IHM (Interface **H**omme **M**achine) est livré installé au sein du kit **AM8-MKI**. Comme cela a déjà été mentionné, sa mise en œuvre n'est pas obligatoire pour exploiter le modulateur, si l'amateur se tient à la configuration « usine » d'affectation des canaux.

Ce logiciel se comporte comme un site Web qui serait embarqué dans le kit. Cela signifie que pour y accéder, il suffit de taper son adresse dans la barre d'adresse de votre navigateur préféré (Chrome, MS Edge, Firefox, etc.), à partir d'un ordinateur fixe ou portable raccordé à votre réseau personnel, via votre box, comme l'indique la figure VI-01.

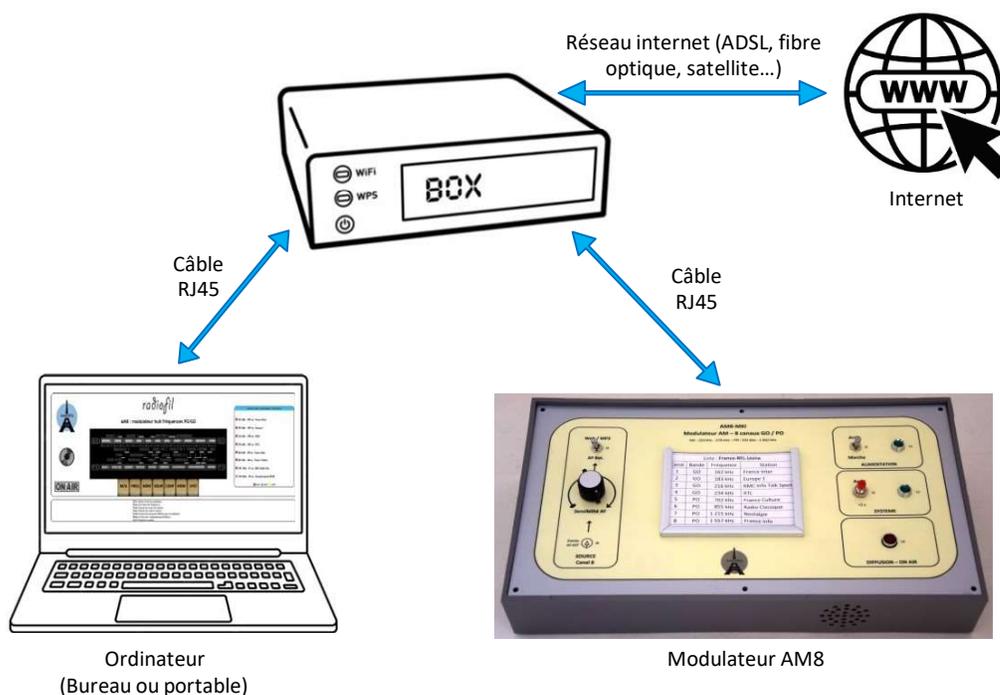


Figure VI-01 : principe de raccordement pour une exploitation du modulateur **AM8-MKI** à partir du logiciel IHM de configuration avancée des canaux, des fréquences et des flux audio de modulation, via le réseau local personnel d'une installation classique d'accès à l'internet.

Le lancement de l'IHM doit respecter la procédure suivante :

- ✓ Le kit **AM8-MKI** est opérationnel suivant les indications de mise en service détaillées au chapitre V.3 « [Mise en service – Marche / Arrêt](#) » (page 27) ;
- ✓ Contrôler à l'aide d'un récepteur témoin que le modulateur diffuse effectivement les huit stations des canaux de la configuration usine ;
- ✓ Sur l'ordinateur raccordé au réseau local, ouvrir un navigateur internet ;
- ✓ Dans la barre d'adresse, taper l'adresse IP du modulateur : **192.168.1.88** (ou <http://192.168.1.88>) ;

- ✓ L'écran d'accueil de l'IHM doit s'afficher très rapidement.

VI.1 – ÉCRAN D'ACCUEIL

Dès que la connexion est établie avec l'AM8-MKI, l'écran suivant apparaît.

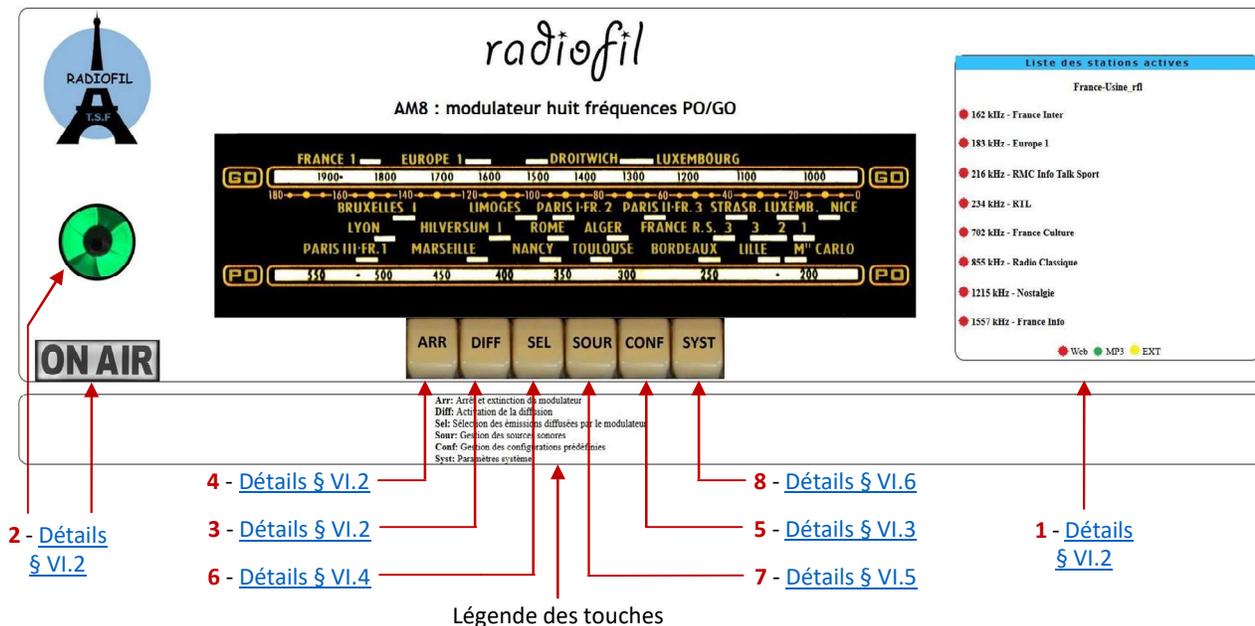


Figure VI-02 : écran d'accueil visible lors du lancement de l'IHM.

Se reporter au chapitre indiqué pour obtenir les détails de chaque signalisation et de chaque commande.

VI.2 – EXPLOITATION

L'exploitation courante de l'AM8-MKI au travers de l'IHM se limite à la visualisation de l'état de chaque canal et des commandes d'arrêt/marche de la diffusion et d'arrêt du modulateur.

1 – Liste des stations actives

À droite de l'écran d'accueil, le cadre nommé **Liste des stations actives** propose le récapitulatif des canaux en cours de diffusion sur les sorties RF de l'équipement.

En haut : le nom de la liste de diffusion. Ici **France-Usine_rfl** correspond à la liste des stations figurant par défaut dans la configuration usine de l'AM8-MKI, lors de la première mise sous tension.

Au centre : la fréquence (en kHz) suivie du nom de chacune des huit stations programmées, formant ainsi l'occupation des huit canaux disponibles.

Chaque canal est précédé d'un point de couleur (ici rouge) indiquant l'origine de la source sonore, suivant la codification ci-après (rappelée en bas du cadre) :

- Rouge : Web - Programmes sonores issus du flux de l'internet.
- Vert : MP3 - Programmes sonores issus de fichiers type mp3, ogc ou flac stockés dans la mémoire de l'AM8-MKI.
- Jaune : EXT - Programme sonore issu de l'entrée audio analogique extérieure.

2 – Visualisation de l'état de la diffusion

À gauche de l'écran d'accueil :

Un œil magique précisant l'état fonctionnel de l'**AM8-MKI** suivant trois états possibles :



Fig. VI-03

Œil magique ouvert et grisé : l'équipement **AM8-MKI** est totalement arrêté.



Fig. VI-04

Œil magique ouvert et vert : l'équipement **AM8-MKI** est fonctionnel, mais la diffusion des canaux n'est pas active : aucun signal RF n'est présent sur les sorties RF.



Fig. VI-05

Œil magique fermé et vert : l'équipement **AM8-MKI** est fonctionnel et la diffusion des canaux programmés est en cours : les signaux RF modulés sont disponibles sur les sorties.

Situé en dessous de l'œil magique un voyant **ON AIR** rappelle l'état de la diffusion des programmes, à la manière des blocs de signalisation présents dans les studios de radiodiffusion.



Fig. VI-06

Le voyant est grisé : la diffusion a été stoppée : plus aucun signal sur les sorties RF.



Fig. VI-07

Le voyant est rouge : la diffusion a été validée : signal RF présent sur les sorties.

3 – Commande clavier : touche **DIFF**



Fig. VI-08

La touche **DIFFUSION** permet de valider ou de stopper la diffusion des canaux en cours sur les sorties RF de l'équipement.

Sous réserve que l'**AM8-MKI** soit en service, donc que l'œil magique ne soit pas grisé :

- Un appui sur la touche **DIFF** provoque l'arrêt de la diffusion en cours : l'œil magique passe en mode vert-ouvert et le voyant **ON AIR** passe en mode grisé,
- Un second appui sur la touche **DIFF** valide à nouveau la diffusion : l'œil magique passe en mode vert-fermé et le voyant **ON AIR** passe au rouge. Il faut patienter une vingtaine de secondes avant que les programmes soient réellement diffusés sur les sorties RF (initialisation du process au sein du nano ordinateur Orange Pi Zero2).

4 – Commande clavier : touche **ARR**



Fig. VI-09

La touche **ARRÊT** permet d'arrêter et d'éteindre l'**AM8-MKI**.

Un appui sur cette touche stoppe la diffusion en cours et provoque l'arrêt complet et l'extinction de l'équipement.

La totalité de l'écran d'accueil passe alors en mode grisé, comme le montre la figure VI-10, ci-après.

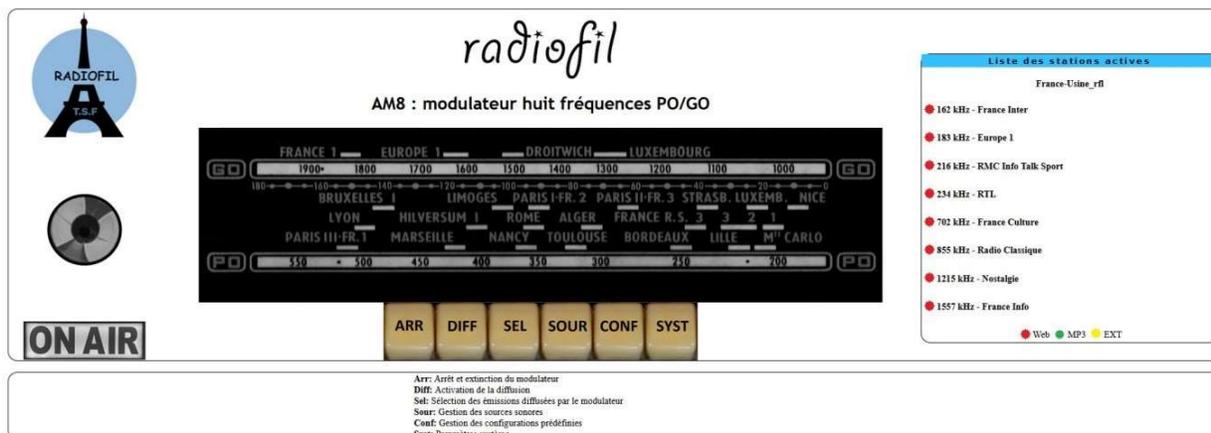


Figure VI-10 : écran d'accueil après un appui sur la touche **ARRÊT** du clavier.

Ensuite, il est nécessaire de fermer le navigateur internet, car la liaison entre l'ordinateur et l'**AM8-MKI** est maintenant rompue, l'équipement étant éteint. Dans le cas contraire, le navigateur indiquera un message mentionnant que ce site est inaccessible, ou indisponible, ou toute autre information similaire.

Si le souhait est de remettre en fonction l'équipement, il est nécessaire de suivre la procédure de mise en service détaillée à partir du [chapitre V.3.1](#) (page 28).

Attention

Après un arrêt effectué à partir de la touche **ARR** ou de l'interrupteur à bouton poussoir directement accessible sur le kit **AM8-MKI**, il est essentiel de débrancher le bloc secteur et d'attendre la décharge complète de ce dernier, avant de procéder à une remise sous tension du modulateur, comme mentionné dans l'information du [chapitre V.3.2](#) (page 29).



Seulement une fois que l'équipement a été remis sous tension suivant la procédure indiquée et que les canaux programmés sont en cours de diffusion, il est à nouveau possible de se reconnecter via le navigateur internet en saisissant à nouveau l'adresse IP du modulateur : **192.168.1.88** (ou **http://192.168.1.88**).

VI.3 – CONFIGURATION D'UNE LISTE DE CANAUX

Le réel intérêt de l'IHM commence ici.

Au-delà de simples visualisations des états et des commandes de diffusion et d'arrêt de l'**AM8-MKI**, l'amateur peut construire lui-même ses propres listes de diffusion en choisissant la nature et le nom des programmes, les fréquences de diffusion et l'organisation des canaux.

5 – Commande clavier : touche **CONF**



Fig. VI-11

Une fois l'IHM connecté à l'**AM8-MKI** via le navigateur internet, que la diffusion de la liste en cours soit active ou non, un appui sur la touche **CONFIGURATION** permet de construire une liste de diffusion à partir de deux critères :

- ✓ La fréquence, en kHz ;
- ✓ Le nom de la station.

La figure VI-12 ci-après montre l'écran de l'IHM après un appui sur la touche **CONF.**

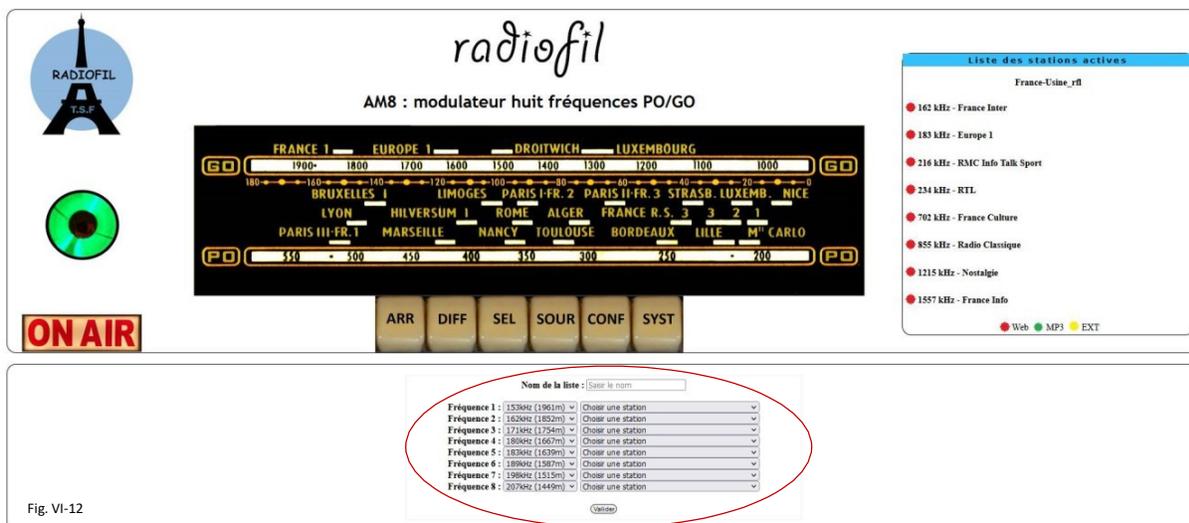


Fig. VI-12

This detailed screenshot shows the 'Nom de la liste : Saisir le nom' field (labeled A) and a list of 16 frequencies (labeled B) ranging from 153kHz to 639kHz. To the right, there are eight dropdown menus for 'Fréquence 1' through 'Fréquence 8', each with a 'Choisir une station' dropdown (labeled C). A 'Valider' button (labeled D) is at the bottom. On the far right, a scrollable list of stations is visible, including France Bleu Vaucluse, France Culture, France Info, etc.

Pour construire une liste de diffusion, procédure à suivre :

- ✓ Saisir le nom souhaité pour cette nouvelle liste (cadre A sur la figure VI-12) ;
- ✓ Choisir la fréquence à allouer au canal 1 en sélectionnant une fréquence parmi les 135 proposées (16 en GO et 119 en PO), au sein de la liste déroulante du tableau B ;
- ✓ Choisir la station qui sera diffusée sur cette fréquence dans la liste proposée dans le tableau C ;
- ✓ Agir de la même façon pour les canaux 2 à 8 ;
- ✓ Terminer en appuyant sur le bouton « Valider » D.

Bon à savoir :

- Il n'est pas obligatoire de renseigner les 8 canaux, un seul, au minimum, est nécessaire,
- Il est possible d'affecter le même programme (station) à plusieurs fréquences (canaux).

Une fois validée, cette liste est enregistrée automatiquement dans la mémoire des listes de l'**AM8-MKI**.

Une nouvelle liste peut être ensuite créée à nouveau, le cas échéant.

Pour sélectionner une liste afin de la diffuser vers les récepteurs, voir ci-après, [chapitre VI.4](#) (page 40).

Liste des fréquences : elle contient l'ensemble des fréquences normalisées par l'UER, au pas de 9 kHz. Deux exceptions :

- ✓ Il a été ajouté la fréquence GO de 183 kHz correspondant à l'ex-fréquence de la station Europe n°1 qui avait obtenu une dérogation, afin de limiter les interférences avec un émetteur de forte puissance d'une autre station GO.
- ✓ Il a été supprimé la première fréquence PO normalisée (531 kHz) afin d'éviter les interférences créées par l'harmonique 3 combinée avec la fréquence de 1 593 kHz.



Liste des stations : elle a été construite à partir d'un [site de référence](#) (page 75). Les liens « morts » constatés au jour de la finalisation du logiciel IHM, ont été supprimés ; l'utilisateur dispose ainsi d'un choix d'environ 300 stations de radiodiffusion d'expression francophone, auxquelles s'ajoutent les stations et programmes créés par l'utilisateur.

Pour faciliter la saisie, il est possible de taper la première lettre du nom de la station sur le clavier afin de positionner la sélection sur le premier nom débutant par cette lettre.

Attention : il n'est guère possible de valider la pérennité de l'existence des stations ou des liens proposés dans cette liste. En cas d'impossibilité d'exploitation d'une liste, l'AM8-MKI procède à des « reset » afin de tenter une nouvelle connexion. Après cinq essais, l'AM8-MKI passe en veille. Il y a lieu alors de supprimer le lien en cause ou bien reconstruire un nouveau lien avec la station souhaitée, en procédant comme indiqué au [chapitre VI.5](#) (page 42).

VI.4 – SÉLECTION D'UNE LISTE DE CANAUX À DIFFUSER

6 – Commande clavier : touche SEL



Fig. VI-13

Une fois la ou les listes construites suivant la procédure du paragraphe précédent, un appui sur la touche **SELECTION** permet de choisir la liste des canaux programmés devant être diffusés.

La figure VI-14 ci-après montre l'écran de l'IHM après un appui sur la touche **SEL**.

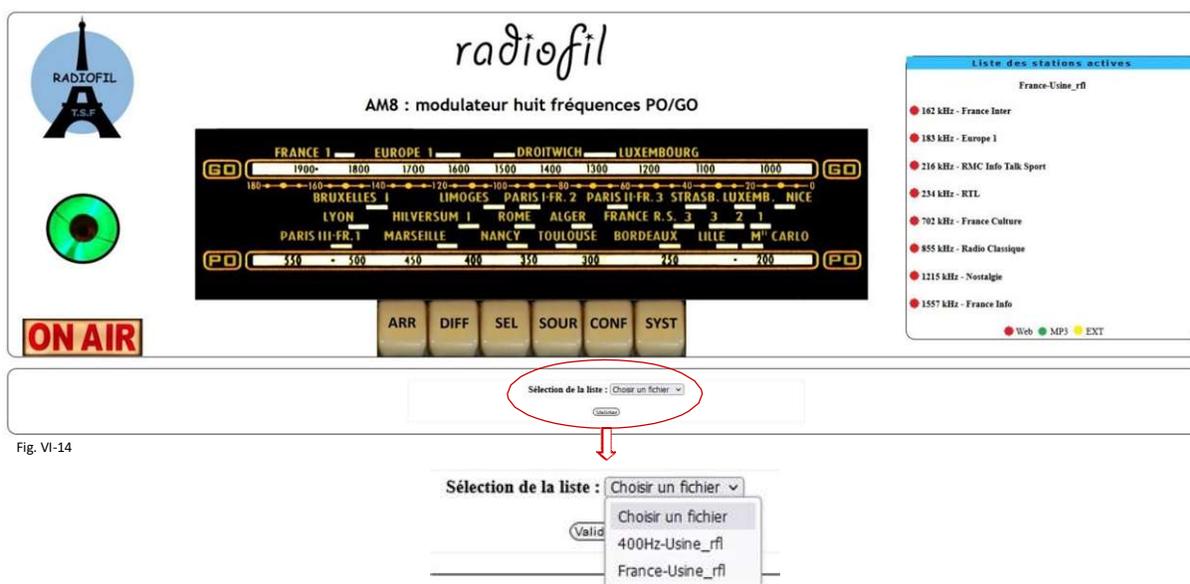


Fig. VI-14

L'appui sur le bouton « Choisir un fichier » provoque l'affichage d'une liste déroulante proposant la totalité des listes de diffusion présentes dans la mémoire de l'AM8-MKI.

Lors de la première mise sous tension ce sont les listes de diffusion « usine » qui sont proposées par défaut, à savoir :

- ✓ France-Usine_rfl : détail du contenu de cette liste indiqué au [chapitre V.2](#), (page 27).
- ✓ 400Hz-Usine_rfl : cette liste comporte 6 canaux programmés avec un signal sinusoïdal de fréquence 400 Hz. Les canaux sont programmés comme l'indique le tableau de la figure VI-15 :

CANAL	BANDE	PROGRAMME	FREQUENCE	LONGEUR D'ONDE
1	GO	400Hz_local	153 kHz	1 961 m
2	GO	400Hz_local	216 kHz	1 369 m
3	GO	400Hz_local	279 kHz	1 075 m
4	PO	400Hz_local	540 kHz	556 m
5	PO	400Hz_local	1 062 kHz	282 m
6	PO	400Hz_local	1 602 kHz	187 m

Figure VI-15 : tableau des programmes constitutifs de la liste 400Hz-Usine_rfl.

Sur chacune des deux bandes (GO et PO) on retrouve le signal AF de 400 Hz diffusé simultanément sur trois endroits du cadran d'un récepteur TSF standard :

- ✓ À l'extrémité inférieure du cadran,
- ✓ Au centre du cadran,
- ✓ À l'extrémité supérieure du cadran.

Cette configuration permet à l'amateur de régler correctement la fréquence de l'oscillateur local d'un récepteur TSF en test et d'aligner au mieux les extrémités de bande en ajustant les « trimmers » présents sur la plupart des condensateurs variables.

Ensuite, la présence de ces six canaux autorise un contrôle de l'homogénéité de la sensibilité du récepteur, sur toute la largeur des bandes GO et PO.

Une fois le fichier sélectionné (dans notre exemple, le fichier « France-Usine_rfl »), appuyer sur le bouton « Valider » pour visualiser le contenu de cette liste.

Exemple, figure VI-16 ci-après :



Fig. VI-16

Une fois le contenu de la sélection visible, appuyer sur le bouton « Valider » pour rendre la liste active et prête à diffuser via l'AM8-MKI.

La fenêtre se ferme et la liste est automatiquement transférée dans le cadre « Liste des stations actives » situé à droite de l'écran d'accueil.

Pour activer/désactiver la diffusion RF, appuyer ensuite sur la touche **DIFF**.

VI.5 – CONFIGURATION D'UNE SOURCE AUDIO

7 – Commande clavier : touche **SOUR**



Fig. VI-17

L'utilisateur dispose de la possibilité de créer sa propre source sonore, à partir d'un lien internet, d'un fichier mp3 enregistré dans la mémoire de l'AM8-MKI ou d'un signal audio analogique externe.

Un appui sur la touche **SOURCE** permet de créer cette nouvelle source sonore qui sera mémorisée dans la liste des stations disponibles au sein de l'équipement.

La figure VI-18 ci-après montre l'écran de l'IHM après un appui sur la touche **SOUR**.

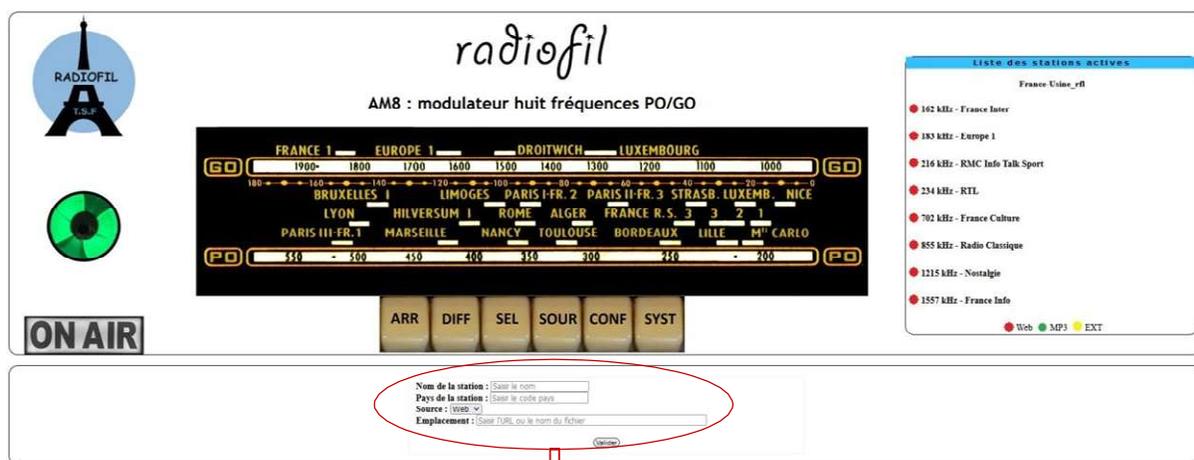


Fig. VI-18



La création d'une nouvelle « station », qui sera mémorisée dans la liste des stations proposées dans l'équipement, accessible ensuite via la touche **CONF**, nécessite de définir / renseigner quatre critères, dont le détail est présenté ci-après.

- ✓ Le cadre **A** (figure VI-18) nommé « **Nom de la station** » : l'utilisateur doit nommer la station qu'il souhaite créer.

Quelques exemples :

- **Radio XXXX**, si elle est identifiée par un lien internet (XXX = nom de cette radio),
- **Mes fichiers Rock**, si elle est issue d'une compilation de disques rock enregistrée et téléchargée sous forme d'un fichier au format mp3, ogc ou flac. Voir la procédure [chapitre VI-7](#) (page 45).
- **Ma radio live**, si elle est issue d'un signal audio analogique externe raccordé sur l'entrée **EXT** du kit **AM8-MKI**. Voir la procédure [chapitre VII-1](#) (page 48).

- ✓ Le cadre **B** (figure VI-18) nommé « **Pays de la station** » : l'utilisateur doit affecter le code pays de la station qu'il souhaite créer, pour une meilleure organisation dans la composition de la liste des stations proposées par l'**AM8-MKI**. Par défaut, c'est **FR**, pour « France », qui est proposé. L'utilisateur est libre de créer de nouveaux codes, au gré de ses besoins.
- ✓ Le cadre **C** (figure VI-18) nommé « **Source** » : il s'agit de définir l'origine de la source audio de la station en cours de création. L'appui sur le bouton « **Web** » provoque l'affichage d'une liste proposant les trois types de sources sonores gérées par l'**AM8-MKI** :
 - « **Web** » : la source proviendra d'un lien internet, dont il est nécessaire de saisir l'adresse électronique exacte (URL) dans le cadre **D** nommé « **Saisir l'URL ou le nom du fichier** ». Exemple : URL à saisir pour la station locale *Zoom Radio Dordogne* : <https://stream.aquifm.fr/listenzoomradio.mp3>
 - « **MP3** » la source sonore sera issue d'un fichier au format mp3, ogc ou flac qui a été préalablement téléchargé dans la mémoire de l'**AM8-MKI**, via une clé ou un disque raccordé sur le port USB de l'équipement. Saisir le nom de ce fichier dans le cadre **D** nommé « **Saisir l'URL ou le nom du fichier** ». Bien respecter l'orthographe du nom du fichier (y compris la casse), qui doit être strictement identique au nom de celui qui a été téléchargé. Voir la procédure [chapitre VI-7](#) (page 45).
 - « **EXT** » la source sonore sera constituée d'un signal audio analogique préalablement raccordé sur l'entrée « EXT » de la platine modulateur de l'**AM8-MKI**. Ce choix implique une configuration matérielle spécifique. Voir la procédure [chapitre VII-1](#) (page 48). Saisir ensuite le nom affecté à cette station, à l'identique du cadre **A**, dans le cadre **D** nommé « **Saisir l'URL ou le nom du fichier** ».

Une fois tous les champs renseignés, appuyer sur le bouton « **Valider** ».

La nouvelle station est créée. L'utilisateur la retrouvera dans la liste des stations, classée par ordre alphabétique, visible lors de la configuration d'une liste de diffusion, via le bouton **CONF** ([chapitre VI-3](#), page 38).

VI.6 – FONCTIONS SYSTÈME

8 – Commande clavier : touche **SYST**



Fig. VI-19

Un appui sur la touche **SYSTÈME** permet à l'utilisateur de prendre connaissance de la version en cours du logiciel et d'effectuer une éventuelle mise à jour de ce dernier.

La figure VI-20, page suivante, montre l'écran de l'IHM après un appui sur la touche **SYST**.

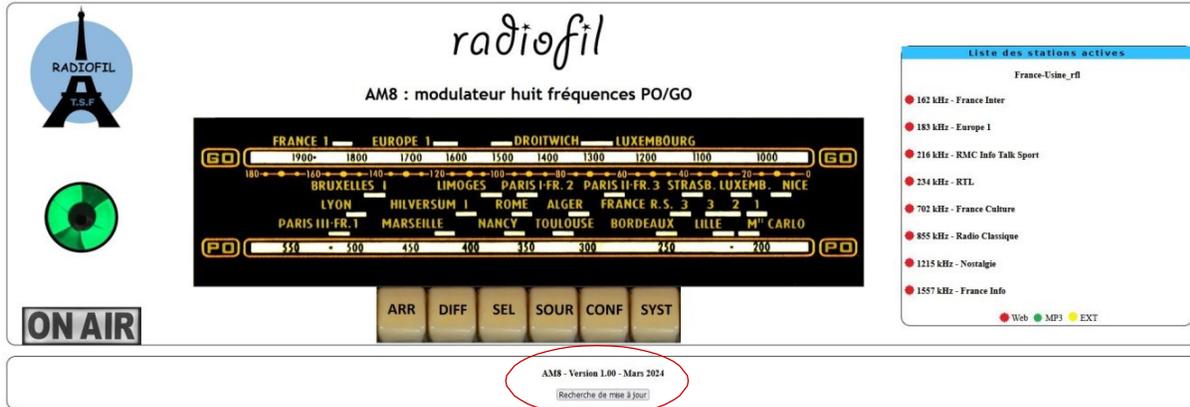
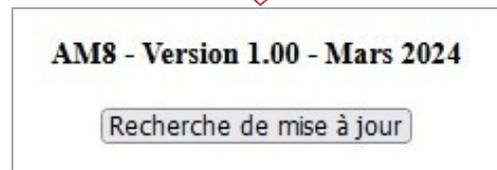


Fig. VI-20



La version du logiciel correspondant à cette documentation est : **AM8 – Version 1.00 – Mars 2024**.

C'est donc cette référence que l'utilisateur doit voir apparaître, après la première mise en service et un appui sur la touche **SYST**.

L'équipe qui a conçu et développé le prototype de l'**AM8-MKI** a prévu une possibilité de mise à jour et à distance du logiciel d'exploitation.

Cette fonctionnalité est valide, sous réserve que les responsables de la distribution du kit **AM8-MKI** aient pris les dispositions nécessaires pour renseigner le lien (URL) du serveur où ils ont déposé la dernière version de ce logiciel.

Pour vérifier si la version en cours est la plus récente, il suffit d'appuyer sur le bouton « **Recherche de mise à jour** ».

Si la liaison est correctement établie avec le serveur, la fenêtre suivante doit apparaître au centre de l'écran d'accueil de l'IHM (figure VI-21) ; ce message confirme que la version actuellement en cours sur le kit **AM8-MKI** est identique à celle disponible en ligne (ce qui devrait être le cas lors de la première mise en service du kit).

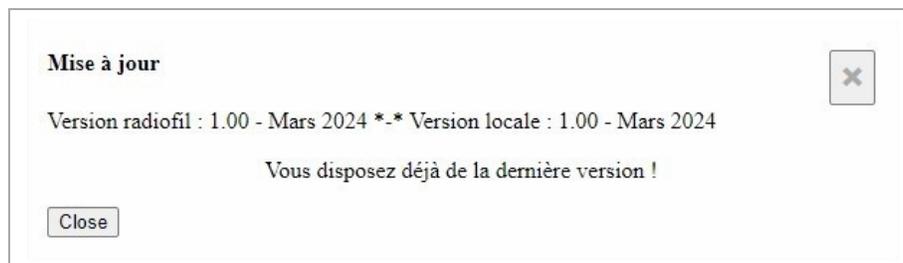


Figure VI-21 : message indiquant que la version en cours est à jour.

Si la version disponible en ligne a été remplacée par une version plus récente, le téléchargement et l'installation de cette nouvelle version s'effectueront automatiquement et après quelques secondes, une fenêtre s'ouvrira au centre de l'IHM et indiquera les références de cette dernière (exemple non contractuel en figure VI-22, page suivante).



Figure VI-22 : message indiquant que la nouvelle version a bien été téléchargée et installée dans l'équipement AM8-MKI (exemple non contractuel).

Si la liaison n'a pas été correctement établie avec le serveur, ou si aucune version du logiciel compatible avec celui en cours d'exploitation n'est disponible sur ce serveur, le message suivant s'affichera au centre d'une nouvelle fenêtre (figure VI-23).

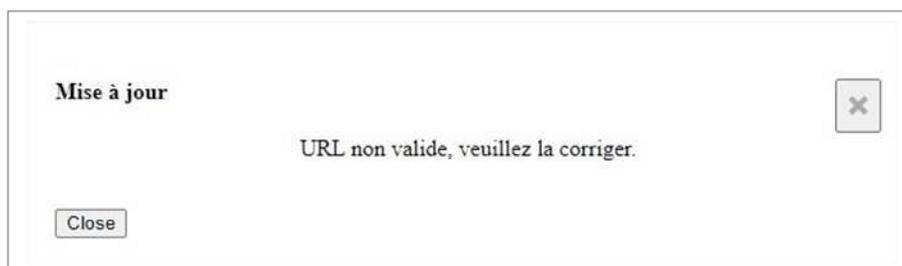


Figure VI-23 : message indiquant que la liaison avec le serveur est impossible, ou bien qu'aucun fichier conforme au format requis n'est disponible.

Pour toute information concernant les mises à jour du logiciel, interroger la personne responsable de la diffusion du kit **AM8-MKI**, joignable à l'adresse : am8@radiofil.org.

VI.7 – TÉLÉCHARGEMENT DE FICHIERS MP3, OGC, FLAC

La diffusion de signaux audio à partir de fichiers mp3, ogc ou flac nécessite d'abord de télécharger ces derniers dans la mémoire de l'**AM8-MKI**. Plusieurs Go sont disponibles à cet effet sur la carte mémoire SD fournie avec le kit et présente dans le lecteur du module nano ordinateur Orange Pi Zero2.

Le déversement de chaque fichier audio nécessite quelques manipulations « informatiques » relativement simples mais réclamant un minimum d'attention quant au respect de la syntaxe, suivant la procédure indiquée ci-après.



Formats de fichiers : si les fichiers audio au format mp3 sont sans doute les plus connus / répandus dans le monde de l'audio grand public, l'**AM8-MKI** dispose d'un décodeur multistandards. Ainsi il est possible de télécharger indifféremment des fichiers aux formats MP3, OGC et FLAC.

VI.7.1 – Chargement du fichier sur une clé USB

La première étape consiste à placer le fichier concerné au format mp3, ogc ou flac, sur une clé USB. Afin de rendre plus compréhensible cette procédure, prenons l'exemple d'un fichier mp3 nommé « **Musique_varietes.mp3** » constitué de plusieurs morceaux de musique préalablement mis en forme sur un ordinateur.

- Placer la clé USB sur un port USB de l'ordinateur,
- Copier / coller le fichier « **Musique_varietes.mp3** » de l'ordinateur sur la clé USB, directement sous la racine (c'est-à-dire, sans créer de dossier et/ou sous-dossiers particuliers),
- Contrôler la présence du fichier sur la clé,
- Fermer et retirer la clé de l'ordinateur suivant la procédure habituelle.

VI.7.2 – Repérage du port USB de téléchargement

Raccorder le cordon USB / 4 broches Dupont (fourni avec le kit, figure VI-24 ci-contre), sur les broches du connecteur d'extension n°2 du module Orange Pi Zero2 comme indiqué sur le schéma du [chapitre VIII-4-2](#) (pages 66 et 67).

Une fois le cordon correctement raccordé, insérer la clé USB dans le connecteur USB femelle situé à l'extrémité de ce cordon.



Fig. VI-24

VI.7.3 – Téléchargement du fichier sur la carte mémoire SD

Après avoir vérifié que le kit est raccordé à la box avec un câble Ethernet RJ45 et que l'AM8-MKI est bien accessible au travers d'un explorateur internet, à l'adresse **192.168.1.88**, effectuer les opérations et saisies suivantes :

Nota : seules les informations suivantes représentées en **caractères verts** sont à saisir, pas les guillemets.

- Ouvrir un mode « **Console** » sur l'ordinateur (sur un PC, saisir « **Invite de commandes** » dans la barre de recherche Windows) ;
- Dans la fenêtre de commandes ainsi ouverte, saisir « **ssh orangepi@192.168.1.88** » en respectant l'espace entre « **ssh** » et « **orangepi** », puis valider la saisie en appuyant sur la touche « **Entrée** » ;
- Il est alors demandé la saisie d'un mot de passe. Taper « **orangepi** », puis valider par la touche « **Entrée** » ;
- La fenêtre d'invite de commandes propose alors l'écran suivant (figure VI-25) :

```
C:\Users\Werbrouck2>ssh orangepi@192.168.1.88
orangepi@192.168.1.88's password:
OPi ZERO2
Welcome to Orange Pi 3.0.6 Bullseye with Linux 5.16.17-sun50iw9
System load: 43%           Up time: 1:45
Memory usage: 27% of 984M  IP: 192.168.1.88
CPU temp: 52°C           Usage of /: 15% of 15G
[ 0 security updates available, 69 updates total: apt upgrade ]
Last check: 2024-03-06 08:40
Last login: Mon Mar 4 09:38:56 2024 from 192.168.1.22
orangepi@am8:~$
```

Figure VI-25 : écran d'invite de commandes après la saisie du mot de passe.



- Saisir ensuite « `sudo mount /dev/sda1 ./cle_usb` ». Bien respecter la saisie d'un espace entre :
 - « `sudo` » et « `mount` »
 - « `mount` » et « `/dev` »
 - « `sda1` » et « `./cle` »Valider la saisie par la touche « **Entrée** » ;
- Il est demandé à nouveau la saisie d'un mot de passe. Taper « `orangepi` », puis valider par la touche « **Entrée** » ;
- Saisir ensuite « `cp ./cle_usb/Musique_varietes.mp3 ./amt/media` ». Bien respecter la saisie d'un espace entre :
 - « `cp` » et « `./` »
 - « `mp3>` » et « `./` »Valider la saisie par la touche « **Entrée** » ;
- Saisir ensuite « `sudo umount /dev/sda1` ». Bien respecter la saisie d'un espace entre :
 - « `amount` » et « `umont` »
 - « `umont` » et « `/dev` »Valider la saisie par la touche « **Entrée** » ;
- Saisir ensuite « `exit` ». Valider la saisie par la touche « **Entrée** ».

Le téléchargement et le stockage du fichier « **Musique_varietes.mp3** » (dans notre exemple) dans la mémoire de l'**AM8-MKI**, sont maintenant terminés.

- Fermer la fenêtre de l'invite de commandes ;
- Retirer la clé USB.

Il suffit enfin de déclarer ce fichier comme une source audio disponible au sein de la liste de l'ensemble des sources proposées par l'**AM8-MKI**.

Voir [chapitre VI-5](#) (page 42) pour effectuer cette manipulation.

VI.8 – LIAISON WIFI

Pour différentes raisons, l'équipe chargée de l'étude et du développement de l'**AM8-MKI** n'a pas été en mesure de mettre en œuvre la fonction Wifi intégrée dans le module nano-ordinateur Orange Pi Zero2. Il appartiendra à la communauté, si le besoin est avéré, d'identifier les solutions logicielles pour valider cette fonctionnalité.

En revanche, il a été testé le raccordement d'un routeur externe disponible à un prix raisonnable, donnant toute satisfaction. Un lien vers un fournisseur possible est indiqué [en fin de cette notice](#) (page 76).

Aucun paramétrage particulier n'est nécessaire au sein de l'**AM8-MKI** pour la mise en œuvre d'un routeur externe. L'utilisateur suivra les indications et procédures indiquées dans la notice d'installation du routeur. D'autres modèles sont disponibles sur le marché ; il est important de rappeler que la liaison entre la « box » et l'**AM8-MKI** doit être d'excellente qualité, compte tenu du flux permanent des données qui y transitent. C'est pourquoi il est largement recommandé, dans la mesure du possible, de privilégier une liaison filaire via un câble RJ45. Sinon, choisir un modèle de routeur externe adapté à la distance séparant la « box » de l'**AM8-MKI**.

VII – FONCTIONS ET ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES

Ce chapitre propose différents aménagements complémentaires au kit de base, autorisant des fonctionnalités étendues et une meilleure souplesse d'utilisation.

Il est conseillé d'aborder ce chapitre une fois l'AM8-MKI ayant déjà été mis en service dans sa configuration standard.



Une fois l'équipement bien pris en main, il sera alors plus simple de revenir aux différentes étapes détaillées ci-après afin de compléter le kit de base avec une entrée AF analogique, des sorties RF auxiliaires, des commandes et signalisations complémentaires et une intégration conseillée au sein d'un boîtier adapté.

Si tout ou partie des aménagements complémentaires proposés ci-après sont retenus, il est vivement recommandé d'intégrer l'ensemble du kit **AM8-MKI** et de ces options supplémentaires, au sein d'un boîtier. Sinon, le risque de confusion entre les différents câbles comme la fiabilité des connexions pourraient perturber le fonctionnement.

Nous avons consacré un chapitre spécial à l'usinage d'un boîtier standard disponible facilement dans le commerce, au placement des différents composants et connecteurs ainsi qu'au câblage complet de ces sous-ensembles (voir [chapitre VIII](#), page 56).

VII.1 – ENTRÉE AUDIOFRÉQUENCE EXTERNE

Cette section est consacrée au raccordement électrique et au paramétrage d'une source audio analogique externe permettant d'alimenter de un à huit canaux, en lieu et place des flux des programmes sonores digitaux issus du web ou des fichiers mp3 enregistrés préalablement.

VII.2.1 – Réalisation du câble de raccordement

Suivre les différentes étapes dans l'ordre énoncé ci-après.

- ✓ Se munir d'un connecteur AF standard. Exemple : fiche Cinch / RCA (figure VII-01 ci-contre), pour le raccordement vers la source audio externe,
- ✓ Prendre [le troisième et dernier câble](#) fourni avec le kit, composé d'une paire de fils (rouge et noir) terminés à chaque extrémité par un petit connecteur deux broches femelles de type DUPONT,
- ✓ Couper le cordon à peu près en son milieu de façon à disposer de deux câbles identiques,
- ✓ Conserver pour plus tard l'un des deux câbles ainsi obtenus (par exemple le raccordement de l'une des sorties RF complémentaires),
- ✓ Sur la partie sélectionnée du câble, dénuder les deux fils sur les extrémités libres,
- ✓ Souder le fil noir sur la partie du corps de la fiche RCA (figure VII-02),
- ✓ Souder le fil rouge sur la partie centrale (âme) de la fiche RCA (figure VII-2)
- ✓ Replacer l'isolant et le capuchon de la fiche RCA.



Fig. VII-01

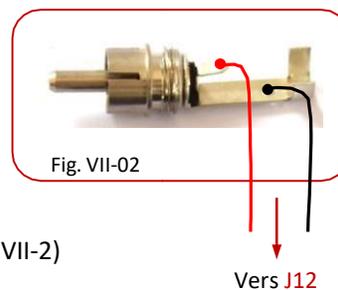
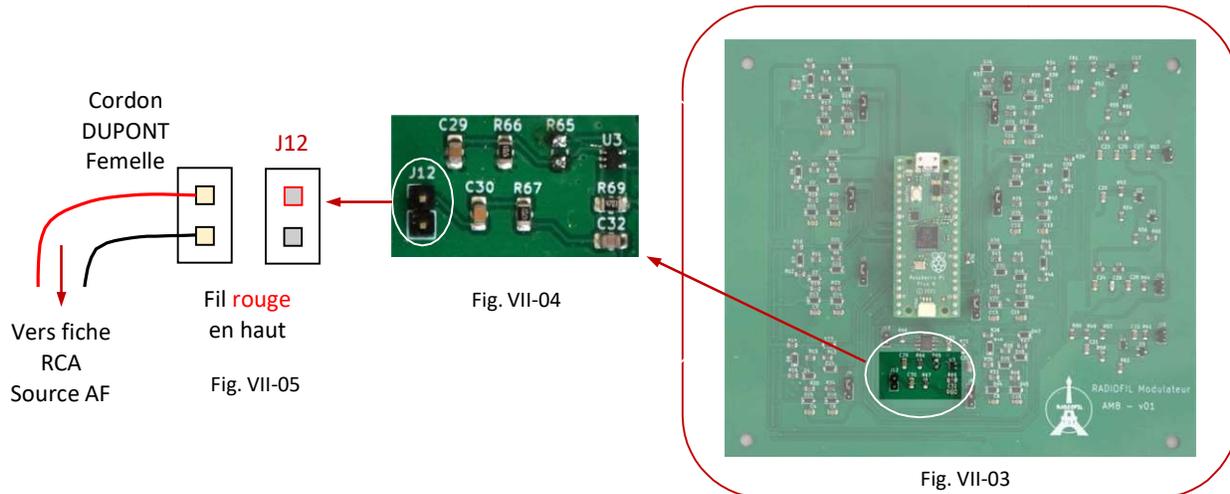


Fig. VII-02

Vers J12

Finalisation de la réalisation du câble de raccordement d'une source audio externe.

VII.2.2 – Repérage du connecteur J12 et raccordement



La figure VII-03 indique la position globale du connecteur mâle 2 broches **J12** situé sous le module nano-calculateur Raspberry Pico.

La figure VII-04 indique précisément l'emplacement de **J12** qui bénéficie d'une sérigraphie sur le circuit imprimé, facilitant ainsi le repérage exact de sa position.

Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil **rouge vers le haut** du connecteur **J12**, comme l'indique la figure VII-05.

- Finalisation du repérage du connecteur **J12** de la platine modulateur et de l'insertion du connecteur femelle du câble DUPONT.

VII.2.3 – Caractéristiques électriques de l'entrée AF externe

Le signal de la source audio devra s'adapter aux caractéristiques suivantes, pour obtenir une modulation optimale de la porteuse du canal concerné.

Sensibilité d'entrée en **J12** :

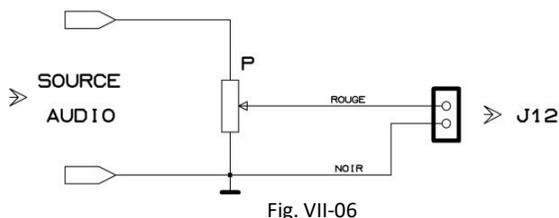
- ✓ 46 mV (-24,5 dBu) pour un taux de modulation de 30 %.
- ✓ 77 mV (-20,1 dBu) pour un taux de modulation de 50 %.

Impédance d'entrée : 47 kΩ.

Il est recommandé de raccorder un potentiomètre d'ajustage du niveau entre la source audio et l'entrée AF externe du modulateur, afin de régler au mieux le taux de modulation.

La figure VII-06 ci-après propose le schéma de principe du montage d'un potentiomètre (P). Sa valeur peut être comprise approximativement entre 10 kΩ et 50 kΩ.

Il sera préféré un potentiomètre doté d'une courbe à variation logarithmique (type B).



Pour prendre connaissance de la totalité des résultats des tests qui ont été menés sur l'entrée AF externe, se reporter au [document de référence de l'étude relatif aux mesures](#) de l'AM8-MKI.

VII.2.4 – Configuration matérielle des canaux affectés à l'entrée AF externe

La commutation du ou des canaux que l'utilisateur souhaite affecter à l'entrée AF externe s'effectue « matériellement » en déplaçant des cavaliers implantés sur les circuits imprimé du modulateur.

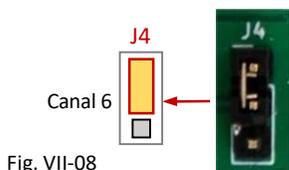
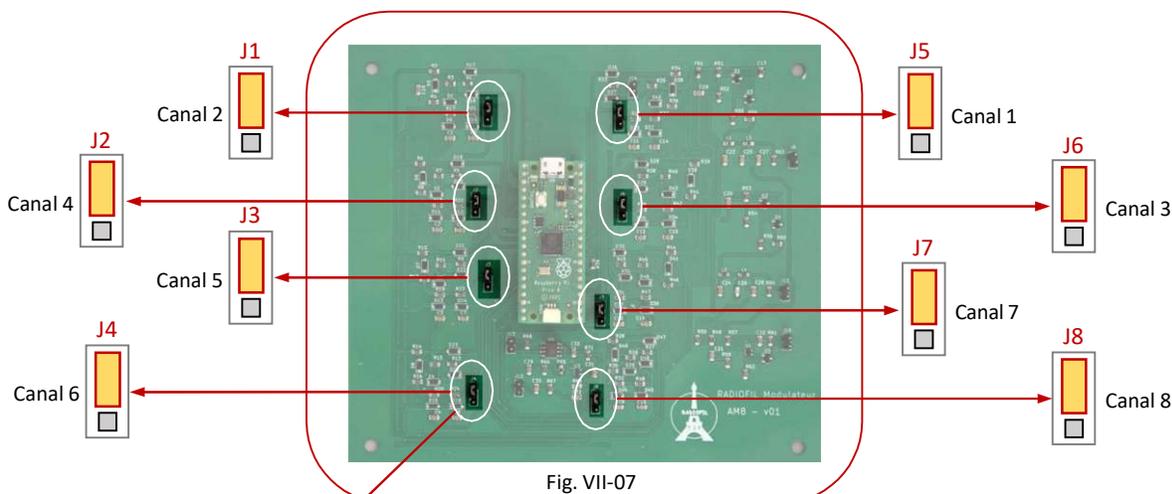
Chaque cavalier est affecté à un canal et comprend deux positions :

- ✓ Cavalier orienté vers **le haut** de la platine : la source audio est d'origine digitale. Elle provient soit d'un programme de radiodiffusion capté sur le web, soit d'une source audio au format mp3 que l'utilisateur aura préalablement enregistrée dans la mémoire de l'AM8-MKI. La sélection entre deux sources digitales de modulation s'effectue via le menu de configuration accessible à partir de l'IHM (voir [chapitre VI-5](#), page 42).
- ✓ Cavalier orienté vers **le bas** de la platine : la source audio est d'origine analogique. Elle provient, après amplification via un circuit adapté, de la source AF injectée sur le connecteur **J12** de l'entrée AF externe de la platine du modulateur.



L'AM8-MKI ne peut accepter qu'une seule source audio externe. Mais l'utilisateur peut affecter celle-ci indifféremment sur 1 à 8 canaux suivant la position des cavaliers respectifs. Il est donc possible, par exemple, de diffuser un même programme issu d'un magnétophone ou d'une table de mixage simultanément sur plusieurs canaux.

Étape 1 : repérage des cavaliers de commutation des sources AF sur la platine du modulateur.



La figure VII-07 indique la position globale des cavaliers **J1** à **J8** sur la platine du modulateur.

La figure VII-08 ci-contre montre le détail d'un cavalier (**J4**) et permet de visualiser que celui-ci est positionné vers le haut.

Par défaut, tous les cavaliers sont placés en position « Audio digitale », donc orientés vers le haut.

Étape 2 : modification de la position des cavaliers de sélection de la source AF extérieure.

Lorsque l'utilisateur a défini le ou les canaux sur lesquels il souhaite affecter la source audio issue de l'entrée AF extérieure, il lui suffit de déplacer vers le bas les cavaliers du canal ou des canaux concernés.

Exemple :

La figure VII-09 ci-contre, montre le canal 6 affecté à un signal audio externe, raccordé sur l'entrée du connecteur **J12**.

Le cavalier **J4** a donc été déplacé vers le bas.

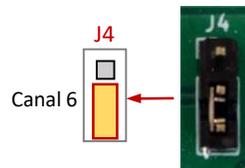


Fig. VII-09

Finalisation du repérage et de la position des cavaliers **J1** à **J8** de sélection des sources audio.

VII.2.5 – Information logicielle des canaux affectés à l'entrée AF externe

La configuration de l'entrée AF externe étant réalisée sur le plan matériel, l'IHM n'a donc aucun contrôle sur cette fonctionnalité.

Toutefois, il est possible de mettre en conformité la page d'accueil de l'IHM en indiquant quel est le canal (ou les canaux) et le nom de la source audio qui ont été affectés à cette entrée AF externe, afin d'obtenir un reflet exact de ce qui est véritablement diffusé sur la totalité des canaux.

Se reporter au [chapitre VI-5](#) (page 42) concernant cette configuration logicielle de l'IHM.

VII.3 – SORTIES RADIOFRÉQUENCES COMPLÉMENTAIRES

Ce chapitre détaille la possibilité de raccorder d'éventuels équipements d'amplification RF externes expérimentaux, par bande de fréquence (GO et PO). Cette option est destinée aux amateurs avertis, ayant une très bonne connaissance des techniques radiofréquences.

Nous conseillons à l'amateur qui ne dispose pas de ces connaissances, d'ignorer cette étape ou de se faire assister par un spécialiste.



Il est rappelé que toute émission radio est strictement réservée à l'expérimentation. L'amateur consultera la législation en vigueur, concernant les risques encourus en cas d'émission sur les bandes réservées à la radiodiffusion hertzienne et des conséquences de perturbations possibles d'équipements de radiocommunication ou de sécurité, imputables aux rayonnements de signaux non essentiels et non maîtrisés par l'opérateur.

VII.3.1 – Repérage des connecteurs J09 et J11 sur la platine du modulateur

Voir les figures page suivante :

La figure VII-10 indique la position globale des connecteurs mâles 2 broches **J9** (sortie RF bande GO) et **J11** (sortie RF bande PO), tous deux situés à droite de la platine du modulateur.

La figure VII-11 indique précisément l'emplacement de **J9** de la sortie RF de la bande des canaux GO, qui bénéficie d'une sérigraphie sur le circuit imprimé, facilitant ainsi le repérage exact de sa position.

La figure VII-12 indique précisément l'emplacement de **J11** de la sortie RF de la bande des canaux PO, qui bénéficie d'une sérigraphie sur le circuit imprimé, facilitant ainsi le repérage exact de sa position.

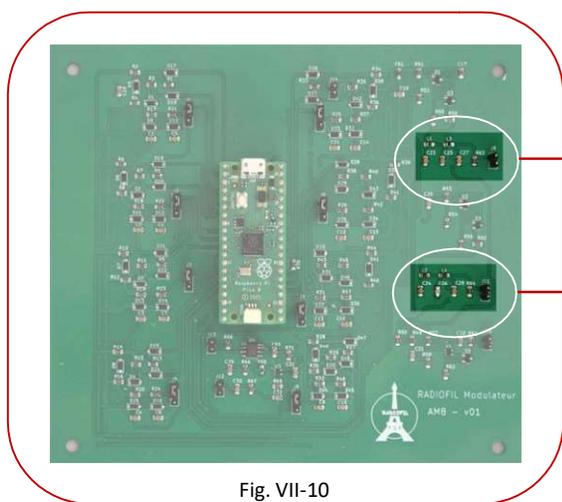


Fig. VII-10

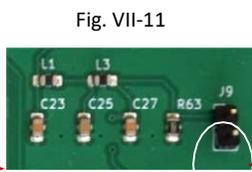


Fig. VII-11



Fig. VII-12

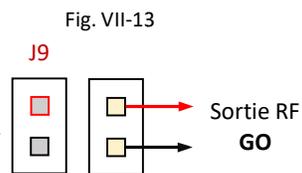


Fig. VII-13

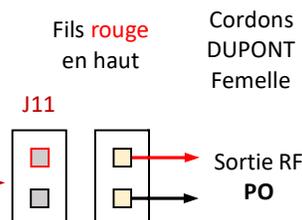


Fig. VII-14

Fils rouge en haut
Cordons DUPONT Femelle

Finalisation du repérage des connecteurs J9 et J11 de la platine modulateur.

En fonction de la sortie à utiliser, insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil rouge vers le haut du connecteur J09 ou J11, comme l'indiquent les figures VII-13 et VII-14.

VII.3.2 – Caractéristiques électriques des sorties RF directes GO et PO

Le raccordement des sorties radiofréquences GO et/ou PO réclame quelques précautions afin d'éviter tout risque de destruction des étages de sortie.

Les figures VII-15 et VII-16 montrent le type les schémas électroniques des montages adoptés pour la gestion de ces sorties.

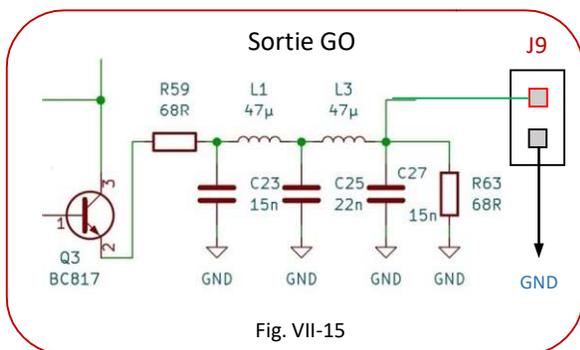


Fig. VII-15

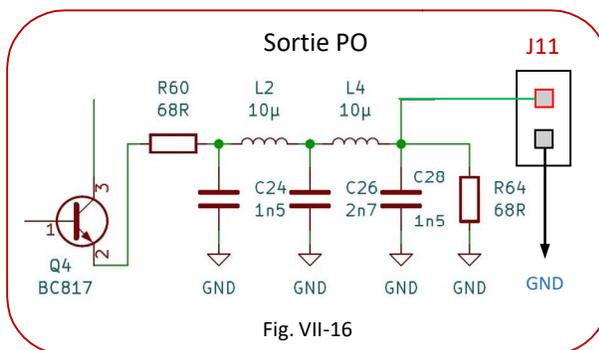


Fig. VII-16

Comme l'indiquent ces schémas, chaque sortie est amplifiée par un transistor (Q3 et Q4) suivi d'un filtre passe-bas destiné à atténuer fortement les fréquences harmoniques générées par les porteuses principales. Le réseau d'amplification / filtrage est équilibré par une charge résistive de 68 Ω.

On remarque que le signal RF utile est superposé à une tension continue.

L'amateur souhaitant utiliser ce signal pour attaquer un étage d'amplification devra tenir compte de cette caractéristique et prévoir une liaison capacitive d'isolement.

Caractéristiques électriques des sorties RF :

Niveau de sortie moyen sur la bande GO : 92 dB μ V soit 39,6 mV.

Niveau de sortie moyen sur la bande PO : 90 dB μ V soit 31,6 mV.

Impédance de charge minimum conseillée sur les sorties GO et PO : 680 Ω .

Pour prendre connaissance de la totalité des résultats des tests qui ont été menés sur ces sorties RF complémentaires, se reporter au [document de référence de l'étude relatif aux mesures](#) de l'**AM8-MKI**.

Finalisation de l'information relative aux caractéristiques des sorties RF complémentaires.

VII.4 – VOYANTS TÉMOIN DE MISE EN SERVICE ET DE DIFFUSION DES PROGRAMMES

L'amateur désireux d'intégrer le kit **AM8-MKI** au sein d'un boîtier, comme celui suggéré par exemple par l'équipe du projet : [TEKO 364.8](#), souhaitera sans doute disposer de signalisations bien visibles en face avant témoignant du fonctionnement réel du système mais aussi de la diffusion effective des programmes sur les sorties RF.

Des commandes spécifiques ont été développées à ces usages au sein du logiciel afin d'alimenter deux voyants via la présence d'une tension de 3,3 VDC sur des broches du connecteur d'extension du module nano-ordinateur Orange Pi Zéro2.

- ✓ Le premier voyant (vert dans notre exemple) signale que le système a bien démarré et est prêt pour exécuter les logiciels,
- ✓ Le second (rouge dans notre exemple) est allumé dès que la diffusion des programmes sonores sur les sorties RF est active.



*Le voyant vert n'indique pas la présence du +5 VDC en sortie du bloc d'alimentation lorsque celui-ci est raccordé au secteur 230 VAC, mais témoigne de la mise en service de l'**AM8-MKI**. Cela signifie que dès que l'utilisateur actionne la commande d'arrêt (via le bouton poussoir ou via une action sur le bouton « ARRÊT » de l'IHM), le système est donc arrêté, à l'identique de l'arrêt d'un ordinateur. Les deux voyants (vert et rouge) s'éteignent mais Le bloc secteur reste fonctionnel tant qu'il est raccordé au réseau secteur.*

VII.4.1 – Préparation des voyants

Afin de faciliter sa fixation sur une face avant d'un boîtier, nous avons choisi des leds sur support comme indiqué pour exemple en figure VII-17 ci-contre.

Il est nécessaire de prévoir une résistance en série afin de fixer le courant optimum. Dans notre cas, 15 mA pour ce type de led, sont suffisants pour une luminosité optimale.

Sachant que la tension de commande est de 3,3 VDC, la valeur de chaque résistance est donc de 220 Ω (Rouge / Rouge / Marron), à placer en série dans le circuit d'alimentation de chacun des deux voyants.



Fig. VII-17

Par ailleurs, préparer un cordon équipé à chaque extrémité d'un connecteur [DUPONT 2 broches femelles](#), du même type que ceux déjà employés pour les raccordements précédents.

Le couper au centre pour obtenir deux cordons d'égale longueur, à affecter à chacun des deux voyants.

Câbler ensuite chacun des deux voyants led comme indiqué figure VII-18.

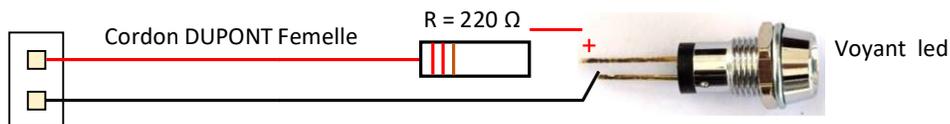
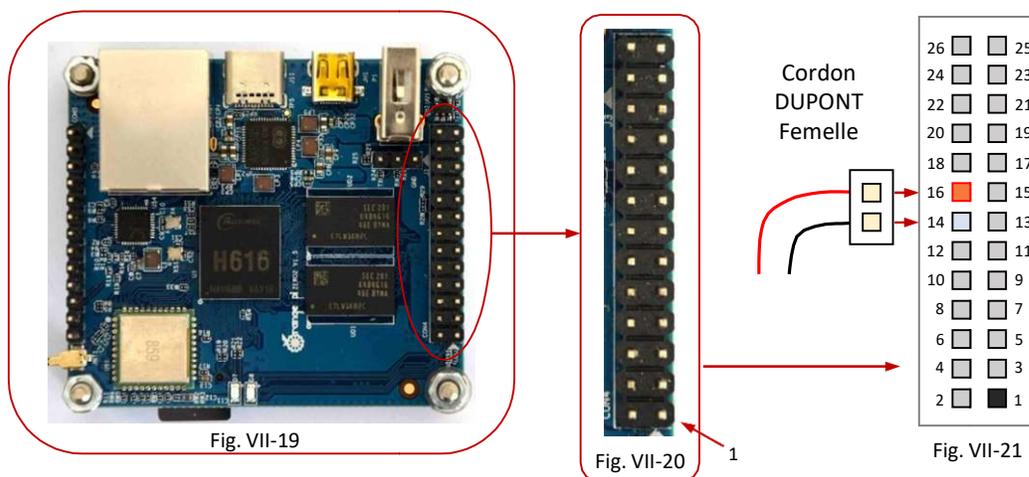


Fig. VII-18

Finalisation de la préparation des deux voyants de signalisation.

VII.4.2 – Repérage des broches et insertion du connecteur du voyant vert, témoin de mise en service

Repérage des broches de raccordements sur le connecteur d'extension 26 broches, du nano-ordinateur Orange Pi Zero2.



Le connecteur 26 broches est disposé sur la droite du circuit imprimé et est composé de deux rangées parallèles de 13 broches (figures VII-19 et VII-20).

Le connecteur femelle 2 broches du câble DUPONT du voyant led vert doit être raccordé aux broches **14** et **16** qui se situent sur la rangée de gauche du connecteur (côté intérieur du module).

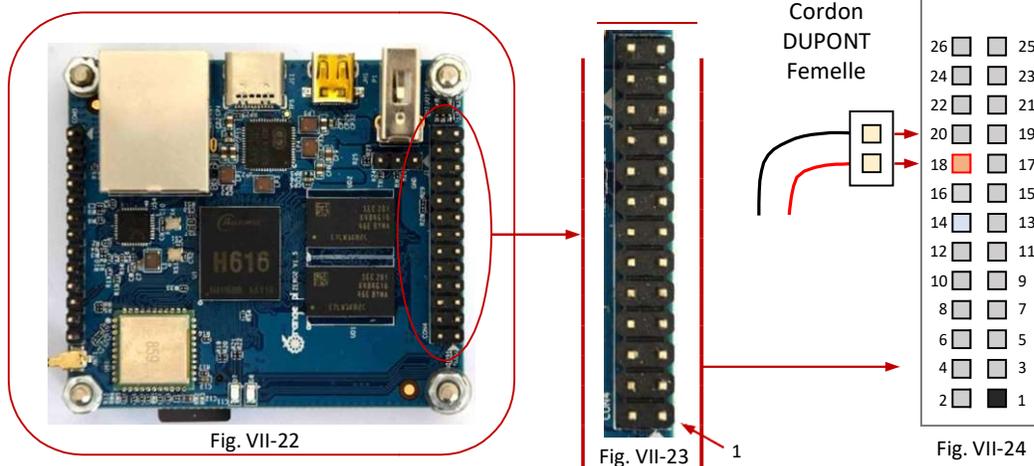
Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil **rouge** orienté **vers le haut** du connecteur multibroche, sur la rangée intérieure, en broche **16**, comme l'indique la figure VII-21.

Attention, là encore, pas de détrompeur et pas de repérage des numéros de broches sur le circuit.

Finalisation du repérage des broches 14 et 16 du connecteur multibroche du module nano-ordinateur et de l'insertion du connecteur 2 broches équipant le voyant led vert témoin de mise en service.

VII.4.3 – Repérage des broches et insertion du connecteur du voyant rouge, témoin de la diffusion

Repérage des broches de raccordements sur le connecteur d'extension 26 broches, du nano-ordinateur Orange Pi Zero2.



Le connecteur 26 broches est disposé sur la droite du circuit imprimé et est composé de deux rangées parallèles de 13 broches (figures VII-22 et VII-23).

Le connecteur femelle 2 broches du câble DUPONT du voyant led rouge doit être raccordé aux broches **18** et **20** qui se situent sur la rangée de gauche du connecteur (côté intérieur du module).

Insérer la fiche femelle du cordon DUPONT en prenant soin de placer le fil **rouge** orienté **vers le bas** du connecteur multibroche, sur la rangée intérieure, en broche **18**, comme l'indique la figure VII-24.

Attention, là encore, pas de détrompeur et pas de repérage des numéros de broches sur le circuit.

- Finalisation du repérage des broches 18 et 20 du connecteur multibroche du module nano-ordinateur et de l'insertion du connecteur 2 broches équipant le voyant led rouge témoin de la diffusion.

VII.4.4 – Fonctionnement des voyants témoin de mise en service et de diffusion des programmes

Une fois l'**AM8-MKI** raccordé correctement au réseau internet et normalement configuré (exemple : configuration par défaut « **France-Usine_rfl** »), la séquence fonctionnelle d'activation des voyants se déroule comme suit :

- ✓ Mise sous tension de l'**AM8-MKI**,
- ✓ Pendant les premières 20 secondes environ, c'est la phase de démarrage du système :
 - Le voyant vert est éteint,
 - Le voyant rouge est allumé à demi-luminosité (pas de diffusion).
- ✓ Après ces 20 premières secondes et durant environ 30 à 40 secondes supplémentaires, c'est la phase d'initialisation et de chargement des logiciels de l'application :
 - Le voyant vert est allumé,
 - Le voyant rouge est éteint (pas de diffusion).
- ✓ Une fois ce délai écoulé (soit au total environ une grosse minute depuis la mise sous tension), la diffusion des programmes est effective sur les canaux RF :

- Le voyant vert est allumé,
- Le voyant rouge est allumé (ON AIR).

Si l'opérateur agit à partir du logiciel IHM, il peut contrôler l'arrêt / marche de la diffusion des programmes sans nécessairement arrêter le système.

- ✓ L'appui sur le bouton « **DIFF** » de l'IHM stoppe la diffusion. Le voyant rouge s'éteint après 2 à 3 secondes et la diffusion des programmes est interrompue, mais le voyant vert reste allumé,
- ✓ Sur l'écran de l'IHM, l'œil magique est ouvert et le voyant « **ON AIR** » est gris,
- ✓ Un nouvel appui sur le bouton « **DIFF** » réactive le processus de diffusion des programmes ; après une trentaine de secondes, le voyant rouge s'allume et les programmes sont à nouveau diffusés,
- ✓ Sur l'écran de l'IHM, l'œil magique est fermé et le voyant « **ON AIR** » est rouge.

La méthode et le schéma de raccordement du câble USB destiné au téléchargement de fichiers audio au format mp3 sont détaillés au [chapitre XXXX](#), dans la section IHM (page 45).

VIII – INTÉGRATION DU KIT DANS UN BOÎTIER

Comme indiqué à plusieurs reprises dans les chapitres précédents, il est vraiment conseillé d'intégrer le kit **AM8-MKI** dans un boîtier, afin d'en protéger les circuits, de préserver la fiabilité des connexions entre les modules et d'obtenir une présentation agréable et fonctionnelle, autorisant une exploitation bien plus rationnelle.

C'est l'objet de ce chapitre. Afin de proposer l'équipement le plus complet, nous allons décrire un ensemble comprenant les options représentatives de l'objectif fonctionnel initial de ce projet.

Chacun analysera ses besoins exacts et pourra ignorer les étapes concernant des fonctionnalités dont il n'a pas le besoin dans son schéma d'exploitation.



Fig. VIII-01



Fig. VIII-02

Les figures VIII-01 et VIII-02 montrent l'aspect du boîtier une fois terminé et équipé.

VIII.1 – NOMENCLATURE



Fig. VIII-03

Le choix de ce boîtier est totalement arbitraire, chacun pourra intégrer le kit **AM8-MKI** dans un coffret différent, suivant sa sensibilité et ses compétences en mécanique !

Ce qui nous a guidés : un modèle standard, facile à trouver dans le commerce, économique et de préférence fabriqué dans des matières pratiques à travailler.

Nous avons retenu un boîtier de la marque Teko, bien connu de ceux qui réalisent des montages électroniques.



Modèle : série PULT36 référence 364.8. Dimensions : 311 x 170 x 89 mm (L x l x H). Matière : corps en ABS, face avant en aluminium ; épaisseur 1 mm. Plus d'informations au chapitre [X – Annexes](#).

L'ensemble de la connectique des entrées et sorties sera placé sur la face arrière en ABS et les commandes et signalisations sur la face avant en aluminium.

Avant d'usiner le boîtier, il est utile de regrouper tous les composants supplémentaires au kit de base, que l'on trouvera pour la plupart dans ses fonds de tiroirs, ou à défaut auprès des fournisseurs habituels de composants électroniques, tous accessibles via le web.

Nous avons établi la nomenclature suivante, avec l'ensemble des références des composants retenus dans la réalisation de ce boîtier et les liens pour les identifier chez les fabricants ou distributeurs.

Désignation	Marque	Référence	Quantité	Lien
Boîtier ABS - Aluminium	TEKO	364.8	1	https://tinyurl.com/bp8e3kwp
Embase USB de tableau	QIANRENON	21430	1	http://tinyurl.com/ycx4s5z6
Embase RJ45 de tableau	NEURICK	NE8FDP-B	1	http://tinyurl.com/w4ehm74d
Embase alimentation DC	LUMBERG	NEB/J21	1	http://tinyurl.com/bdhpve8
Fiche alimentation DC	LUMBERG	1633-02	1	http://tinyurl.com/ew4zk2e2
Embase RCA / Cinch	DISTRONIC	CA055J	4	http://tinyurl.com/yc3cmkcd
Voyant Led chromé	DISTRONIC	572-314-04	3	http://tinyurl.com/4uzuwbvnv
Interrupteur bouton poussoir	Fourni avec le kit	PBS170	1	Sans objet
Inverseur 2RT à levier	RS PRO	734-7025	2	http://tinyurl.com/2f3dh5rn
Potentiomètre 10 kΩ Log. (B)	AUDIOPHONICS	VRA-100M10	1	http://tinyurl.com/396h6taw
Bouton pour potentiomètre	DISTRONIC	21FB16V	1	http://tinyurl.com/3zs85nvw
Profilé alu glissière face avant	CASTORAMA	3354767800418	1	http://tinyurl.com/y83akwcf
Câble RJ45/RJ45 30 cm	KENABLE	007982	1	http://tinyurl.com/4zciadep
Câble USB-A vers Dupont	Fourni avec le kit	XH2.54-4P	1	Sans objet
Câble Dupont F/F 2 Br 70cm	TYNITRONICS	SKU:002051	3	http://tinyurl.com/2ypcfb2d
Câble Dupont F/F 3 Br 70 cm	HOTENDS	CDFF70	1	http://tinyurl.com/2cb288k4

VIII.2 – USINAGE DU BOÎTIER

Une fois les composants rassemblés, il est possible de passer à l'étape de l'usinage du boîtier.



Certains plans doivent être proposés à l'échelle 1. C'est le cas par exemple du « patron » de perçage des fenêtres d'aération du boîtier, mais aussi des plans de marquage des faces avant et arrière, destinés à être imprimés, plastifiés et collés sur le boîtier.

Le format de cette notice ne se prêtant pas à une présentation correcte de ce type de plan, nous avons réalisé un dossier séparé que l'amateur pourra télécharger, puis imprimer à l'échelle, dans les meilleures conditions possibles.

Ces plans sont disponibles à cette adresse : <http://radiofil.com/d24DG>

VIII.2.1 – Face arrière

En plus de supporter l'ensemble de la connectique de raccordement de l'AM8-MKI, la face arrière est équipée d'une grille de ventilation. Le module Orange Pi Zero2 chauffe légèrement (environ 38° C à l'air libre à 20 °C) ce qui pourrait annoncer des chiffres beaucoup plus élevés en atmosphère confinée.

Une seconde grille identique est aussi usinée sur la face avant antérieure afin d'assurer un léger flux par circulation naturelle de l'air entre l'avant et l'arrière, exactement sur le chemin où se trouve placé le module Orange Pi Zero2.

Étape 1 : usinage de la grille de ventilation naturelle en face arrière.

Nous avons dessiné un patron (figure VIII-04 ci-contre) qu'il suffit d'imprimer et de coller à l'emplacement exact indiqué sur le plan de la figure VIII-05. Retrouvez ce dessin à l'échelle 1 et en double exemplaire dans le dossier [d'usinage du boîtier](#).

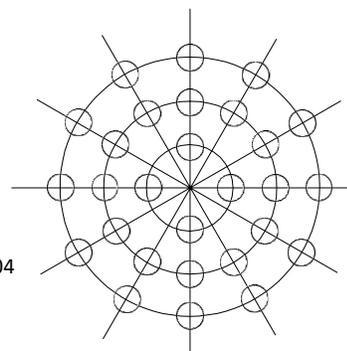


Fig. VIII-04

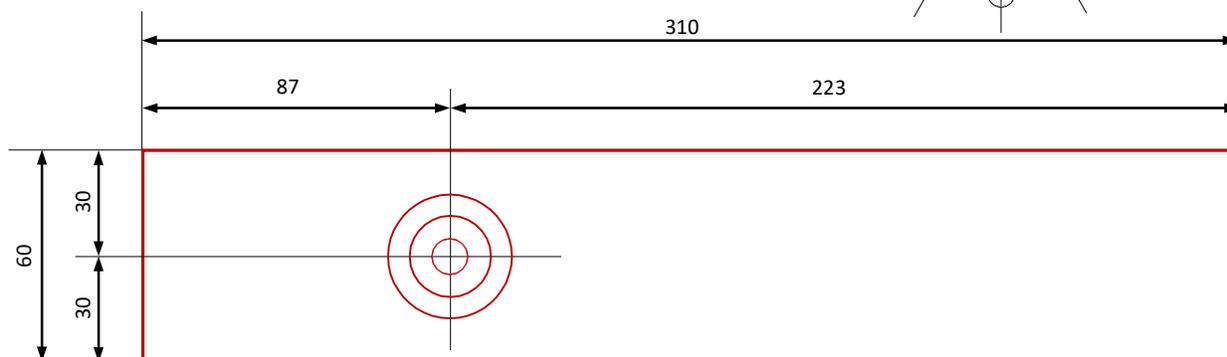


Figure VIII-05 : face arrière : emplacement exact de la grille de ventilation naturelle – Échelle ½

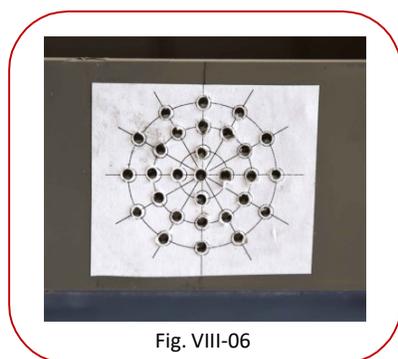


Fig. VIII-06

À gauche : le « patron » collé et percé avec un premier passage à l'aide d'un forêt de $\varnothing 2$ mm, puis perçage au $\varnothing 3,5$ mm.

À droite : résultat une fois le « patron » décollé.

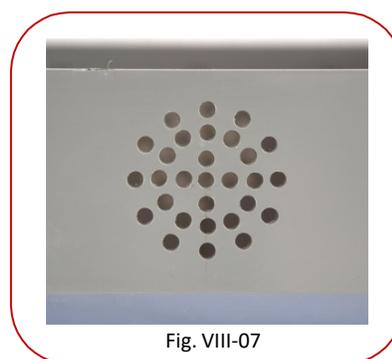


Fig. VIII-07

Étape 2 : usinage de la grille de ventilation naturelle en face avant antérieure.

Effectuer le même usinage de la grille d'aération sur la partie avant du boîtier suivant l'emplacement indiqué sur le plan de la figure VIII-08.

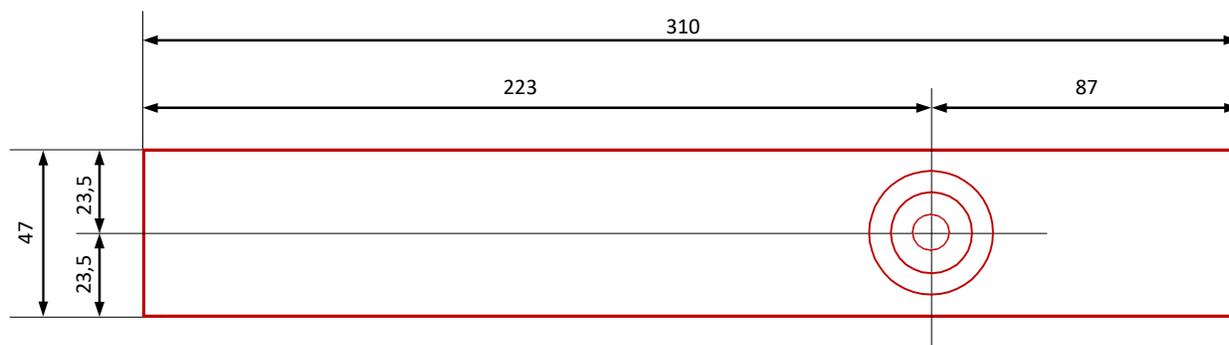


Figure VIII-08 : face antérieure du boîtier : emplacement exact de la grille de ventilation naturelle – Échelle ½

La figure VIII-09 ci-contre montre le boîtier, une fois les deux faces percées des trous de la grille d'aération. Lorsque le boîtier est fermé, un couloir de ventilation naturelle se forme et permet l'évacuation de la chaleur dégagée par le module Orange Pi Zero2.

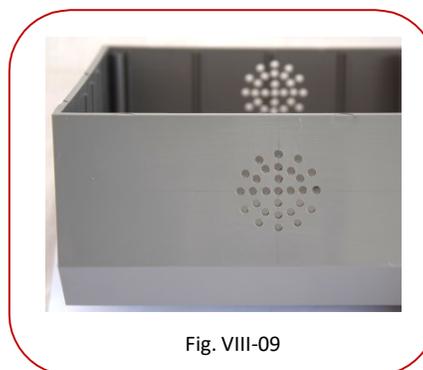


Fig. VIII-09

Étape 3 : usinage des emplacements de la connectique en face arrière.

Suivre le tracé du plan de la figure VIII-10 et percer les trous aux dimensions indiquées.

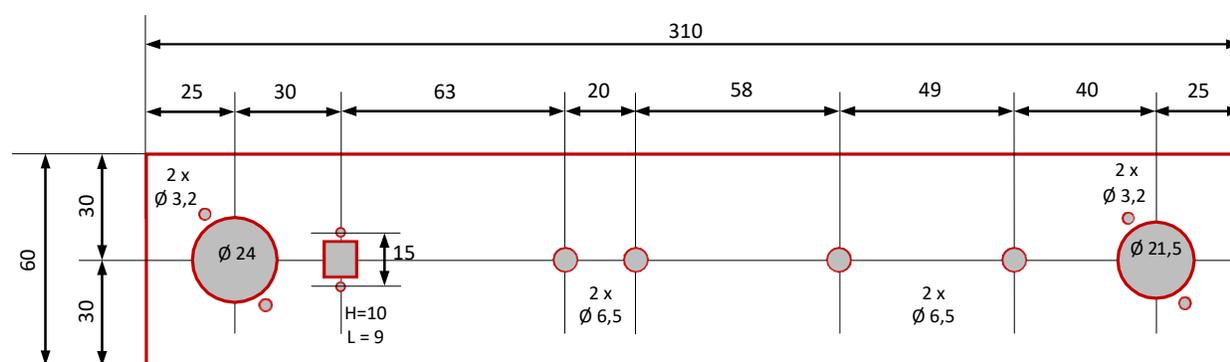


Figure VIII-10 : plan de l'usinage de la face arrière – Échelle ½



Figure VIII-11 : face arrière du boîtier, une fois l'usinage terminé.

VIII.2.2 – Face avant

Il s'agit cette fois d'usiner la face avant en aluminium. Mais la nature de ce métal et la faible épaisseur (1 mm) facilitent grandement le travail. De plus, seuls des trous circulaires de faibles diamètres sont à prévoir.

Le plan de la figure VIII-12, page suivante, donne les instructions de traçage.

On remarque une cotation spécifique de 6 trous Ø 3 dessinés de couleur mauve.

Ces trous sont destinés à fixer les trois profilés permettant de glisser des fiches de configuration sur la face avant. L'usinage de ces profilés est plus minutieux et l'amateur peu habile se passera volontiers de ce support optionnel de fiches « mémo ».

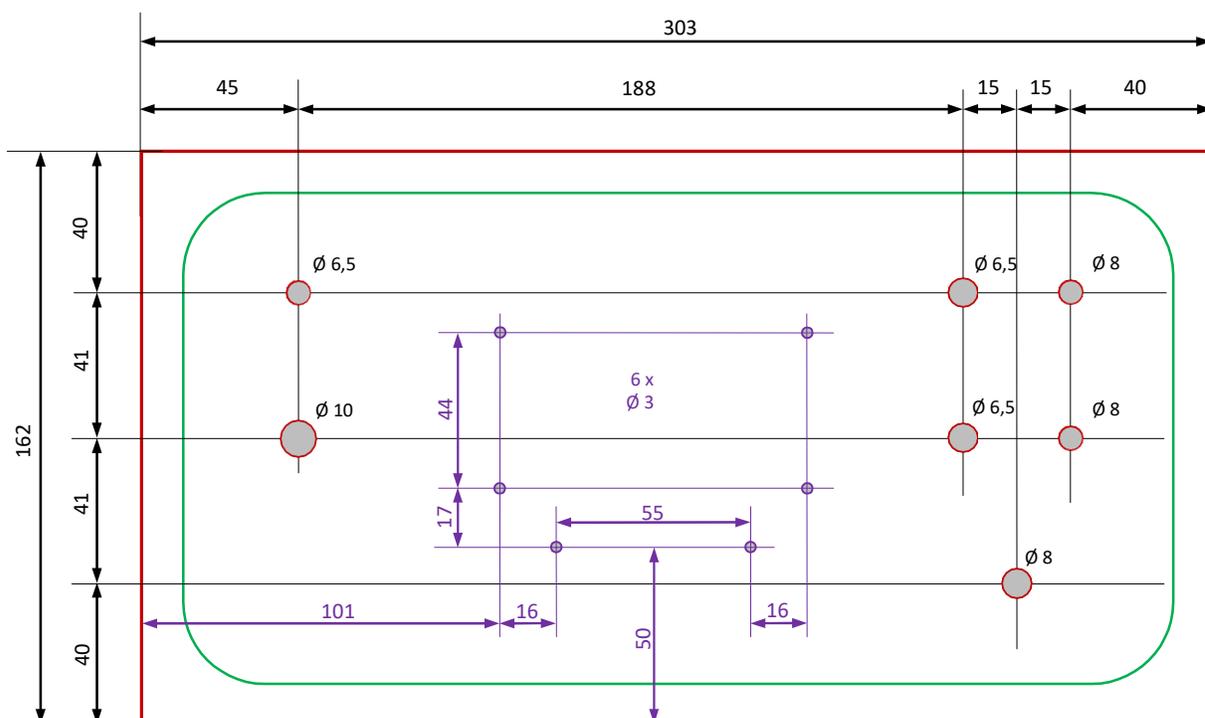


Figure VIII-12 : plan de l'usinage de la face avant – Échelle ½

En mauve : trous optionnels de fixation des profilés supportant les fiches de programmation.

En vert : emprise de la surface de sérigraphie (marquage) : 280 x 139 mm.

VIII.2.3 – Profilés à glissière

En option, il a été fixé des profilés formant glissières (voir référence de ce profilé dans la [nomenclature](#)) pour y insérer des fiches « mémo » plastifiées supportant les configurations exploitées par l'amateur.

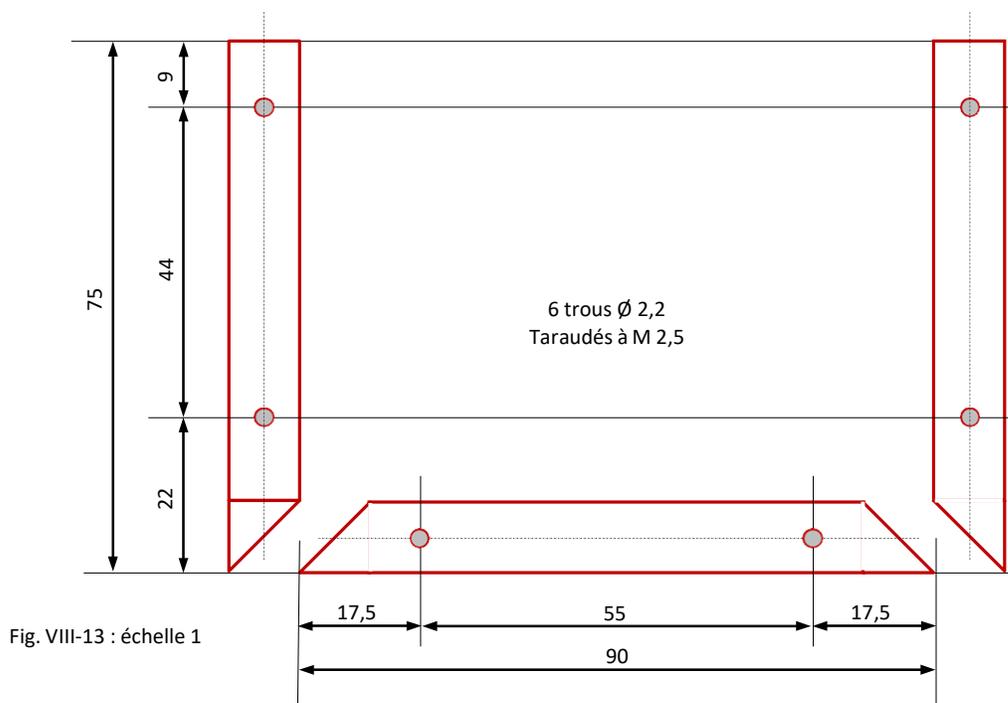


Fig. VIII-13 : échelle 1

Cette « cerise sur le gâteau » n'est évidemment en rien indispensable, mais donne à l'ensemble un côté esthétique et professionnel.

L'usinage des trois pièces qui seront assemblées sur la face avant est représenté figure VIII-13, à l'échelle 1. Les trous sont ensuite taraudés et les vis de fixation doivent être ajustées en longueur afin de venir à fleur des profilés afin de ne pas risquer de gêner l'insertion des fiches.



Fig. VIII-14

Figures VIII-14 et VIII-15 :
les profilés usinés.



Fig. VIII-15

VIII.2.4 – Marquage des faces avant et arrière

Pour repérer les différents connecteurs, commandes et signalisations, et pour donner une finition agréable à l'équipement, nous avons réalisé des contre-faces avant et arrière à coller sur les parties équipées du boîtier.

Ces marquages sont effectués à partir de l'impression de dessins via une imprimante N&B, sur du papier jaune (ou autre !) au format standard A4 (21 x 29,7 cm).

Ensuite, les deux feuilles ainsi imprimées sont plastifiées à l'aide d'une plastifieuse A4 d'entrée de gamme (moins de 30 € l'appareil).

Puis, elles sont découpées à la bonne dimension (détourées) avec une paire de ciseaux et collées bien en face des trous de perçement, à l'aide d'une colle blanche à papier.

La dernière opération consiste à évider les parties des trous afin de laisser passer les composants, avec un scalpel à dessin ou un mini cutter.

Ces dessins à l'échelle 1 sont disponibles en téléchargement dans le dossier [d'usinage du boîtier](#).

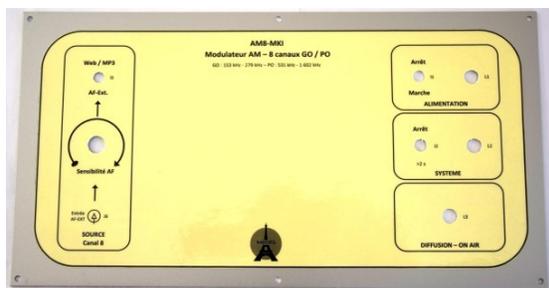


Fig. VIII-16



Fig. VIII-17

En figure VIII-16, la contre-face avant de marquage, après collage et découpe des trous de passage des composants ; la figure VIII-17 comporte l'étape optionnelle de fixation des profilés pour le support des fiches « mémo ».

On effectue ensuite la même opération avec les deux parties de la contre-face arrière supportant les marquages de repérage des connecteurs des entrées et sorties.

VIII.3 – MONTAGE DES COMPOSANTS

L'usinage du boîtier étant terminé, il est possible de monter les différents sous-ensembles et composants annexes du kit **AM8-MKI**.

VIII.3.1 – Usinage du support des modules du kit

Pour rendre un démontage éventuel plus aisé, nous avons préféré fixer les deux modules principaux du kit sur une plaque, elle-même vissée ensuite au fond du boîtier. Cette opération reste facultative.

La figure VIII-18 propose un plan de ce support réalisé à partir d'une plaque vierge de circuit imprimé cuivrée sur une ou deux faces.

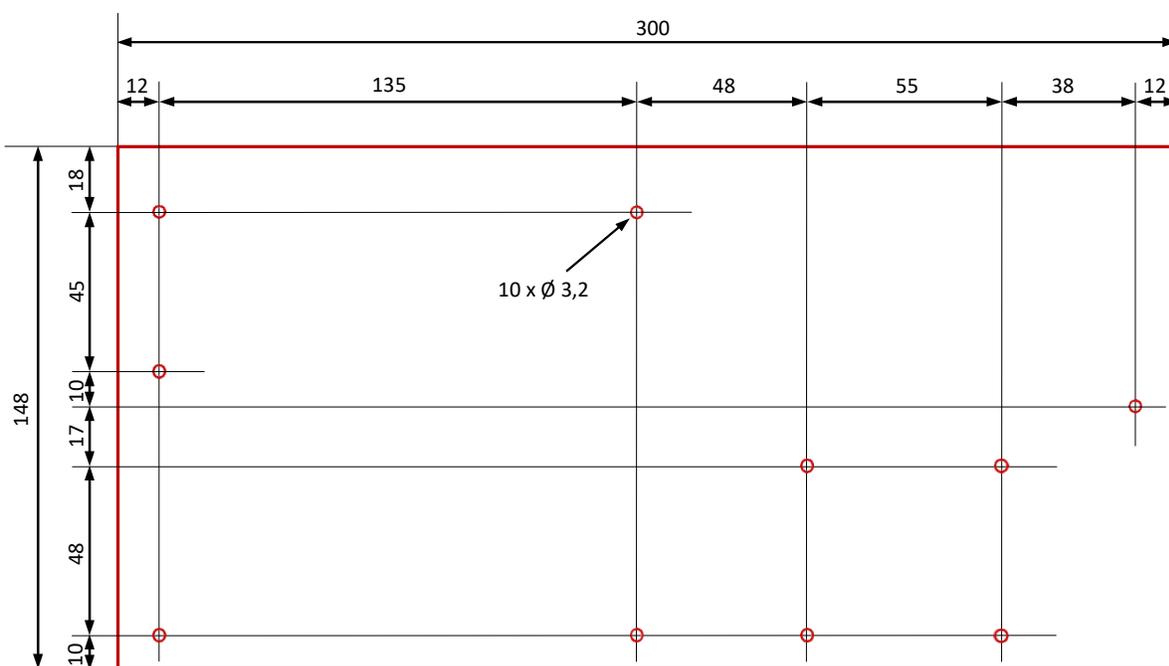


Figure VIII-18 : plan de l'usinage de la plaque supportant les deux modules du kit **AM8-MKI** – Échelle ½



Après perçage, les trous sont fraisés pour ôter la couche de cuivre située à proximité (figure VIII-19). Cette précaution permet d'éviter les risques de bouclages des masses entre les modules, susceptibles de générer des bruits sur les porteuses. Ensuite des entretoises sont fixées pour recevoir les deux modules du kit.

VIII.3.2 – Montage de la platine supportant les modules

L'usinage du support des modules terminé, monter les deux platines du kit sur les entretoises, puis placer l'ensemble dans le boîtier comme l'indique la figure VIII-21. Fixer la platine.



Fig. VIII-21

Bien respecter le sens de placement de chacun des deux modules.

VIII.3.3 – Montage de la connectique en face arrière

Monter les quatre embases Cinch /RCA, puis l'embase d'entrée de l'alimentation 5 VDC, et terminer par les embases USB et RJ45.



Fig. VIII-22

Ci-dessous, la figure VIII-23 présente la face arrière une fois équipée de ses deux contre-faces de marquage et des connecteurs des entrées et sorties.

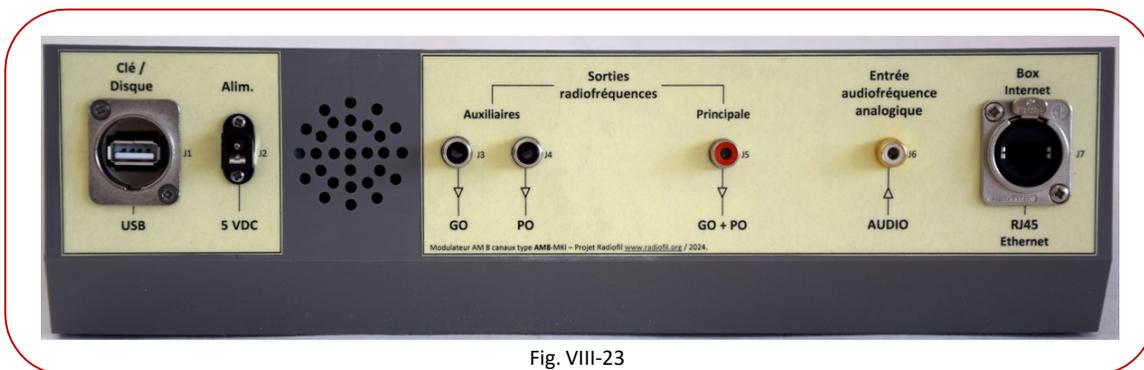
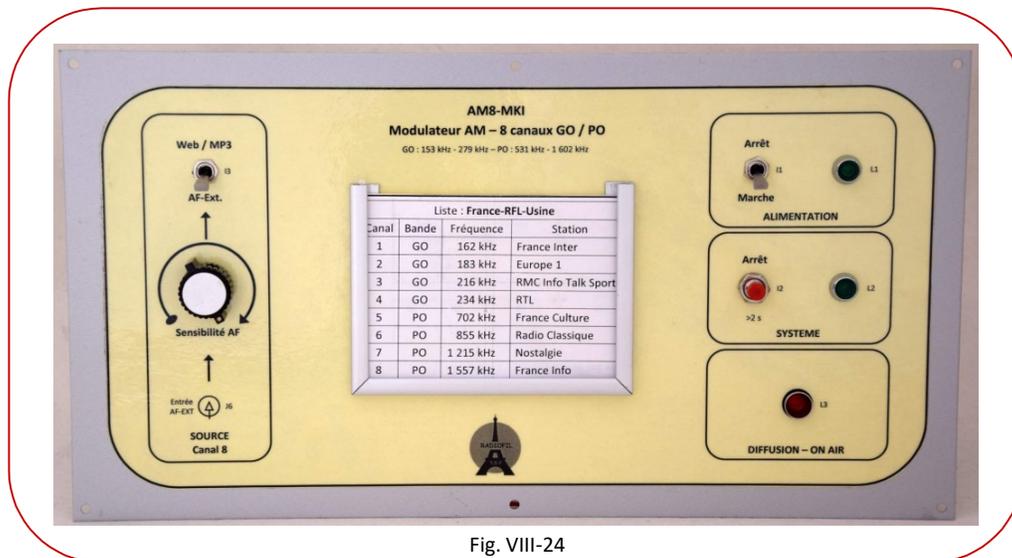


Fig. VIII-23

VIII.3.4 – Montage des composants en face avant

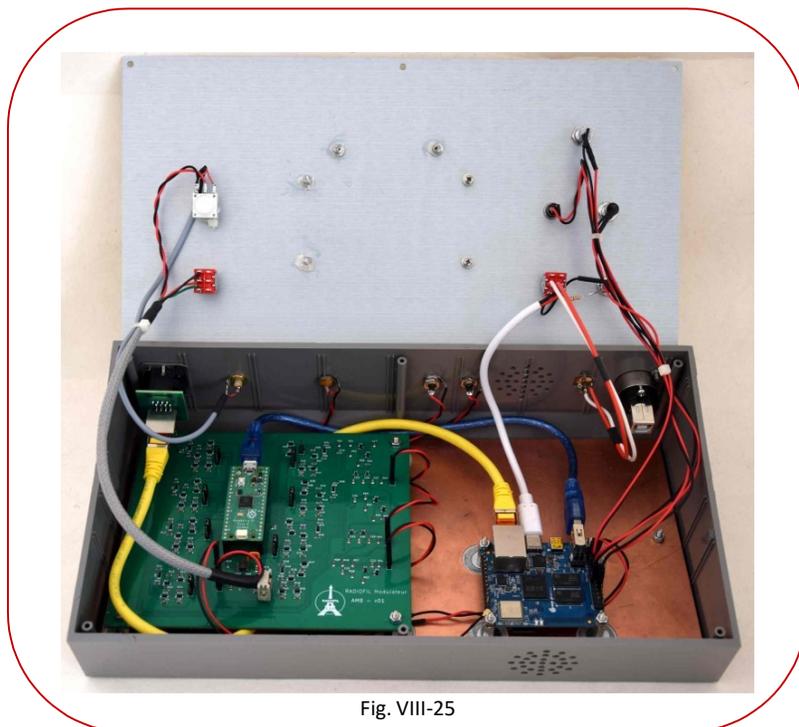
Après avoir collé la contre-face avant supportant le marquage des fonctions, monter les différents éléments : interrupteurs, voyants, potentiomètre. Ensuite, équiper l'axe du potentiomètre avec un bouton. La figure VIII-24 ci-après montre la face avant terminée, avec l'option de support des fiches « mémo ».



VIII.4 – CÂBLAGE ET RACCORDEMENTS

Le raccordement entre les modules et le câblage des composants supplémentaires est relativement simple, la plupart des câbles étant déjà équipés d'un connecteur de terminaison.

VIII.4.1 – Schéma général de câblage



Le schéma de câblage de l'ensemble des composants et modules est visible en figure VIII-26, page suivante.

Ci-contre, figure VIII-25, une vue du boîtier une fois l'ensemble des modules et composants annexes câblés et raccordés.

Le schéma de câblage est représenté à l'identique du cliché de la figure VIII-25, page précédente, avec la face avant soulevée et retournée au-dessus du boîtier. C'est dans cette position que les longueurs des câbles sont les plus optimisées.

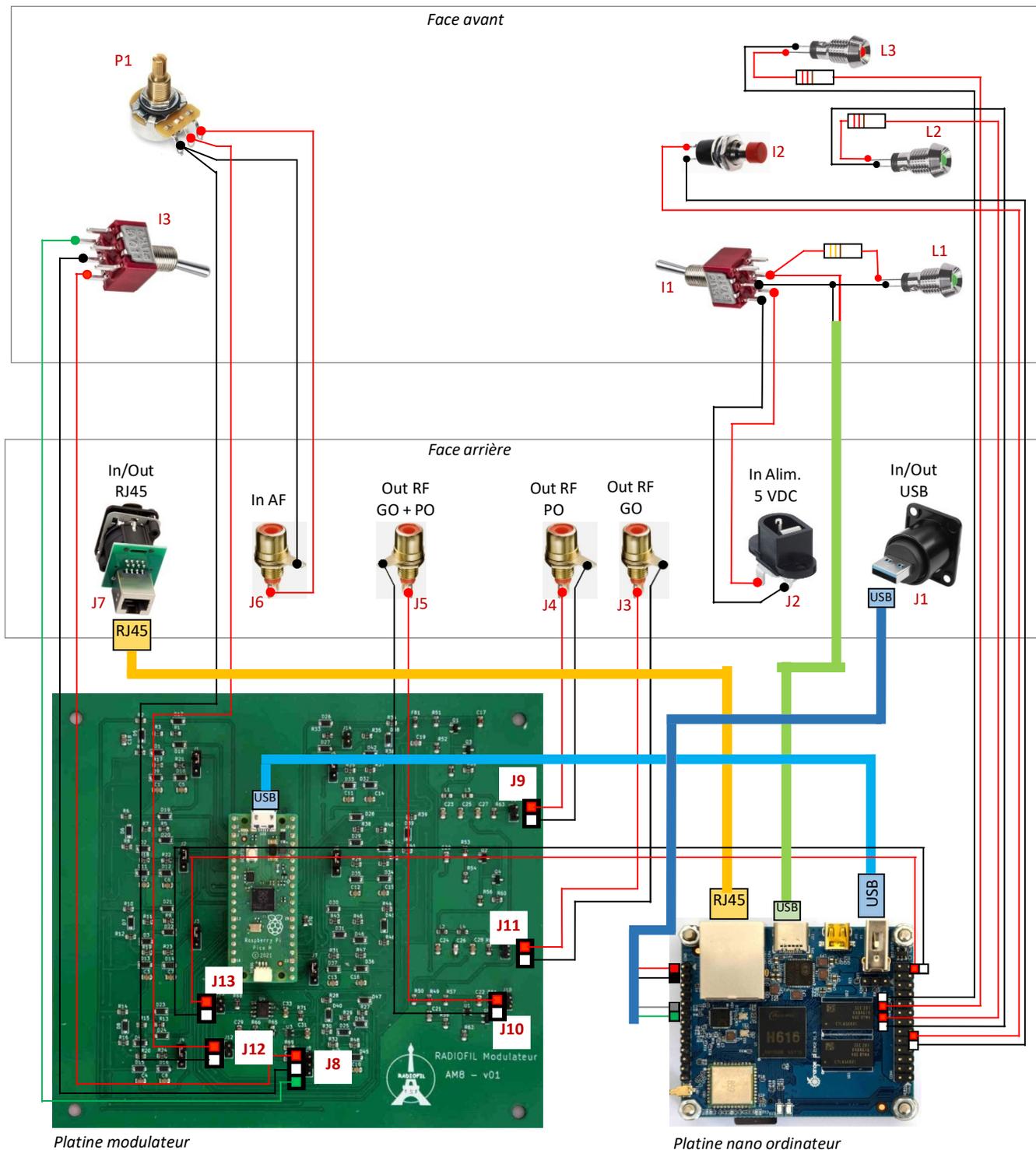


Figure VIII-26 : plan général de câblage et d'interconnexion

VIII.4.2 – Câblage et raccordement des connecteurs en face arrière

Commencer par le câblage des embases Cinch / RCA à l'aide des cordons Dupont 2 broches Femelle / Femelle que l'on aura pris soin de couper en deux parties égales.

Ensuite recouper chaque câble en fonction de son affectation sur la face arrière et sur la platine du modulateur.

Ci-après le détail du câblage, élément par élément, à effectuer en regard du plan de la figure VIII-26, page précédente.

Connecteur J3 : sortie RF GO

Souder les deux fils de terminaison sur l'embase Cinch **J3** (fil rouge au centre / fil noir sur la broche de masse) ; raccorder ensuite le connecteur Dupont sur l'embase **J11** située sur la platine du modulateur, en orientant le fil rouge vers le haut.

Connecteur J4 : sortie RF PO

Souder les deux fils de terminaison sur l'embase Cinch **J4** (fil rouge au centre / fil noir sur la broche de masse) ; raccorder ensuite le connecteur Dupont sur l'embase **J9** située sur la platine du modulateur, en orientant le fil rouge vers le haut.

Connecteur J5 : sortie RF GO + PO

Souder les deux fils de terminaison sur l'embase Cinch **J5** (fil rouge au centre / fil noir sur la broche de masse) ; raccorder ensuite le connecteur Dupont sur l'embase **J10** située sur la platine du modulateur, en orientant le fil rouge vers le haut.

Connecteur J6 : entrée AF extérieure

À l'aide d'une chute de fils ou mieux, d'un câble blindé, souder l'âme sur la cosse centrale de l'embase Cinch **J6** et la tresse de masse sur la cosse de masse. Raccorder l'autre extrémité sur les bornes extrêmes du potentiomètre **P1**, situé sur la face avant.

Connecteur J2 : entrée alimentation DC 5 VDC

Prendre deux fils de câblage (rouge et noir) et souder l'une des extrémités du fil rouge sur la borne centrale du connecteur **J2**. L'autre extrémité est à souder sur l'un des deux contacts « travail » de l'inverseur Marche / Arrêt **I1**.

Souder une extrémité du fil noir sur la partie externe du corps du connecteur **J2**.

Attention : ce genre de connecteur comporte un contact direct et un contact avec coupure lorsqu'on enfiche la prise mâle. Bien sélectionner le contact direct (vérifier à l'aide d'un ohmmètre que le contact est bien établi même lorsque la fiche mâle est insérée). L'autre extrémité est à souder sur l'autre contact « travail » de l'inverseur Marche / Arrêt **I1**.

Connecteur J1 : entrée / Sortie digitale USB

Ce connecteur permet de raccorder une clé USB supportant des fichiers audio au format mp3 afin de les télécharger au sein de l'**AM8-MKI**.

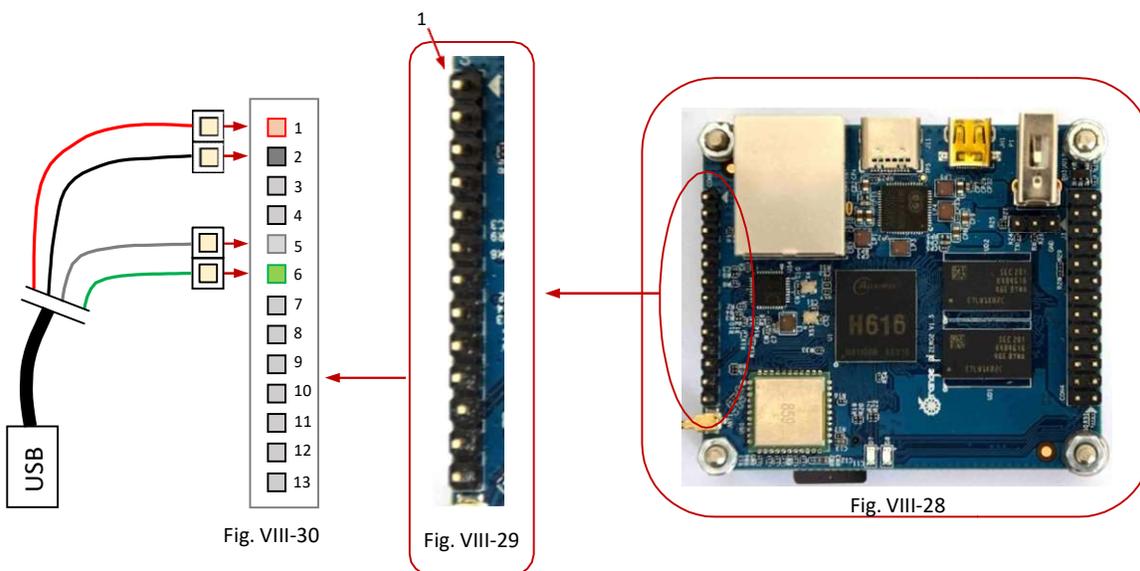
Prendre le câble USB-A Femelle / Dupont 4 x 1 broche femelle (figure VIII-27) qui est déjà fourni avec le kit.



Fig. VIII-27

Suivant le repérage de l'embase 13 broches mâle située sur la gauche de la platine Orange Pi Zero2 (voir figures VIII-28 et VIII-29), raccorder les 4 connecteurs 1 broche femelle Dupont en respectant l'ordre suivant, illustré en figure VIII-30.

- ✓ Broche 1 : Fil rouge
- ✓ Broche 2 : fil noir
- ✓ Broche 5 : fil gris
- ✓ Broche 6 : fil vert.



Pour terminer, raccorder la fiche femelle USB de ce câble dans l'embase USB châssis **J1**.

Connecteur J7 : entrée / sortie données internet RJ45

Prendre le câble RJ45 / RJ45 de 30 cm et le raccorder entre l'embase **J7** de la face arrière et l'embase RJ45 disposée sur la platine du nano ordinateur Orange Pi Zero2.

Effectuer un contrôle visuel de l'ensemble du câblage des 7 connecteurs et du placement correct (position, sens) des connecteurs de destination.

Finalisation du câblage et du raccordement des connecteurs situés en face arrière.

VIII.4.3 – Câblage et raccordement des commandes et signalisations en face avant

Certaines commandes et signalisations ont fait l'objet d'un descriptif détaillé au cours des chapitres précédents de cette notice. Nous y ferons référence chaque fois que nécessaire.

Interrupteur I1 : Arrêt / Marche

Les contacts « travail » ont été câblés précédemment afin de raccorder le connecteur d'entrée de l'alimentation +5 VDC.

Prendre le [bloc d'alimentation](#) livré avec le kit.

Couper le câble de sortie DC (celui terminé par un connecteur USB type C) à la longueur permettant d'utiliser la portion USB-C / Câble coupée entre la platine du nano ordinateur Orange Pi Zero2 et l'interrupteur **I1** (câble représenté en vert sur la figure VIII-26).

Dénuder la portion du câble coupé et souder le fil rouge sur le contact commun de **I1** correspondant au fil rouge du « travail » précédemment câblé. Puis souder le fil noir sur le contact commun de **I1** correspondant au fil noir du « travail » précédemment câblé.

Interrupteur poussoir I2 : commande d'arrêt système

Pour le câblage et le raccordement de cet interrupteur à bouton poussoir (fourni avec le kit), se reporter aux chapitres suivants :

Préparation du bouton poussoir : [chapitre IV-2](#), page 16.

Raccordement du bouton poussoir sur le module nano ordinateur Orange Pi Zero2 : [chapitre IV-3.4](#), page 21.

Interrupteur I3 : sélection de la source AF

Prendre le câble Dupont 3 broches femelles, le couper à la longueur nécessaire pour assurer la connexion entre l'interrupteur **I3** et l'embase mâle **J8** située sur la platine du modulateur.

Câbler les 3 fils sur les 3 cosses de l'interrupteur **I3** en respectant bien l'ordre des couleurs indiqué sur la figure VIII-26. Si les couleurs sont différentes sur le câble à disposition, effectuer la correspondance afin que chaque broche du connecteur **J8** concorde effectivement avec chacune des positions des cosses de **I3**.

Potentiomètre P1 : réglage de la sensibilité de l'entrée AF extérieure

Les cosses extérieures de **P1** ont déjà été câblées lors du raccordement du connecteur **J6** situé en face arrière (Cinch / RCA de l'entrée AF).

Prendre une moitié restante d'un câble Dupont 2 broches femelles et raccorder l'extrémité libre en soudant le fil rouge sur la cosse centrale de **P1**, puis le fil noir sur la cosse recevant par ailleurs déjà la masse (tresse ou fil noir) de l'entrée AF.

Raccorder ensuite le connecteur sur l'embase **J12** de la platine du modulateur en prenant soin de placer le fil rouge vers le haut, comme indiqué figure VIII-26.

Voyant de signalisation L1 : témoin Arrêt / Marche

Ce voyant (led verte) signale la mise sous tension de l'**AM8-MKI**.

Le courant est fixé au travers d'une résistance de 330 ohms (Orange / Orange / Marron) placée en série sur la broche positive de sortie du voyant **L1** (cosse la plus longue).

Câbler ensuite l'autre extrémité de la résistance sur la cosse centrale de **L1** recevant déjà le fil rouge de l'alimentation à destination du module nano ordinateur Orange Pi Zero2.

Pour terminer, câbler l'autre extrémité de **L1** (cosse la plus courte) via un fil court sur la cosse centrale de **L1** recevant déjà le fil noir de l'alimentation à destination du module nano ordinateur Orange Pi Zero2.

Voyant de signalisation L2 : témoin Marche système

Pour le câblage et le raccordement de ce voyant vert, se reporter aux chapitres suivants :

Préparation du voyant : [chapitre VII-4-1](#), page 53.

Raccordement du voyant vert **L2** sur le module nano ordinateur Orange Pi Zero2 : [chapitre VII-4.2](#), page 54.

Voyant de signalisation L3 : témoin de la diffusion du flux web

Pour le câblage et le raccordement de ce voyant rouge, se reporter aux chapitres suivants :

Préparation du voyant : [chapitre VII-4-1](#), page 53.

Raccordement du voyant rouge L3 sur le module Orange Pi Zero2 : [chapitre VII-4.3](#), page 55.

Effectuer un contrôle visuel de l'ensemble du câblage des 7 composants et du placement correct (position, sens) des connecteurs de destination.

Finalisation du câblage et du raccordement des commandes et signalisations situées en face avant.

VIII.4.3 – Câblage et raccordements complémentaires

Liaisons entre les modules

Pour terminer le câblage du boîtier, il reste à mettre en place les 2 liaisons filaires reliant le modulateur au nano ordinateur Orange Pi Zero2.

Le placement et le raccordement du câble USB (en bleu sur le schéma de la figure VIII-26) sont détaillés au [chapitre IV-3.3 - A](#), page 19.

Le placement et le raccordement du câble Dupont 2 broches femelles / 2 broches femelles sont détaillés au [chapitre IV-3.3 - B](#), page 19.

Bloc d'alimentation +5 VDC

Après avoir coupé le câble d'alimentation de sortie 5 VDC issu du bloc d'alimentation, il faut équiper ce dernier de la fiche mâle compatible avec le connecteur du boîtier J2.

Dénuder l'extrémité de ce câble et le souder sur la fiche, suivant le détail de la figure VIII-31 en soudant le fil rouge sur la partie centrale du connecteur et le fil noir sur la cosse de la partie périphérique.



Fig. VIII-31

La figure VIII-32 montre le bloc d'alimentation 5 VDC équipé de la fiche mâle.



Fig. VIII-32

Finalisation du câblage et des raccordements complémentaires.

Après avoir effectué un dernier contrôle visuel des différentes étapes précédentes, il reste à mettre en place la face avant sur le boîtier, puis à installer les 6 vis de fixation de maintien de cette face avant, fournies par Teko.

L'AM8-MKI proprement intégré peut maintenant rejoindre son environnement TSF et distribuer la modulation de ces 8 canaux, simultanément et à destination de nombreux récepteurs TSF !

IX – ASTUCES ET EXPÉRIMENTATIONS

L'équipe qui a réalisé l'étude et le prototypage du kit **AM8-MKI** a effectué de nombreuses mesures et manipulations afin de caractériser le plus justement possible les performances de ce modulateur.

Durant ces phases « pratiques » de mise en situation, quelques expériences ont été menées, en marge de l'objectif initial, dans le but de décliner différentes formes d'exploitation du modulateur.

Il a été retenu certaines configurations qui pourraient intéresser l'amateur.

Elles sont présentées ci-après.

IX.1 – RACCORDEMENT DE PLUSIEURS RÉCEPTEURS SUR UN MÊME TORE

Dans le cas de TSF proches (par exemple côte à côte sur une même étagère) dont on n'envisage pas de déplacements fréquents, il est possible d'économiser quelques exemplaires de tores ferrite en couplant plusieurs postes sur un même anneau de la ligne de couplage.

La procédure est très simple. Il suffit de créer une seconde, voire une troisième ligne à destination des récepteurs concernés en dupliquant le modèle de la première : une spire autour du tore, située à côté de l'existante, puis torsade du fil et enfin, raccordement au récepteur supplémentaire.

La figure IX-01 ci-contre montre la ligne de couplage de distribution (fils noir et bleu torsadés) et trois fils torsadés (orange pour TSF-A, marron pour TSF-B et rose pour TSF-C), formant chacun une ligne de distribution du signal RF vers trois récepteurs TSF placés à proximité les uns des autres.

Ligne de couplage

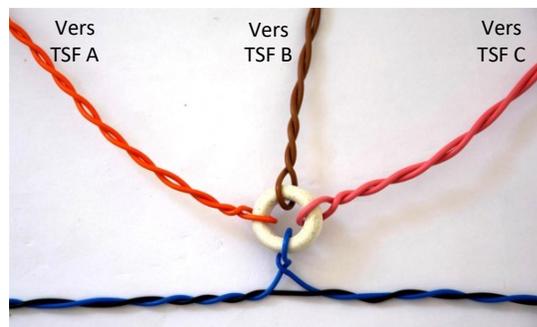


Fig. IX-01

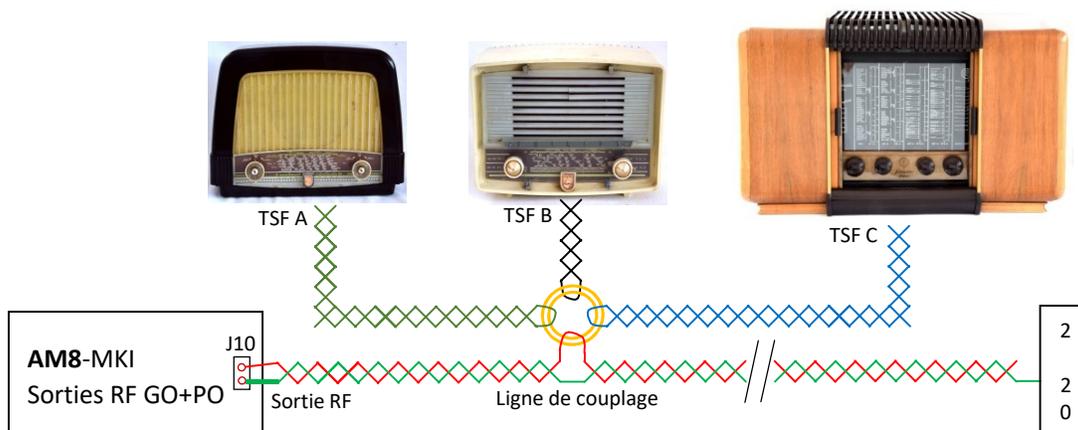


Figure IX-02 : les trois récepteurs TSF (A, B, C) sont couplés sur le même tore ferrite de la ligne de couplage principale (fils torsadés vert et rouge).

IX.2 – RÉCEPTION SIMULTANÉE DES SIGNAUX AM8-MKI ET ANTENNE

Pourquoi ne pas permettre à un récepteur couplé au modulateur **AM8-MKI** de recevoir aussi et simultanément, quelques stations hertziennes ?

Nous avons mis en œuvre un procédé simple pour faire bénéficier sur un récepteur, à la fois des huit porteuses modulées en provenance de l'**AM8-MKI** et des stations hertziennes captées à l'aide d'une bonne antenne. Le soir, la bande PO reprend des couleurs grâce aux stations étrangères (de nationalités différentes en fonction du lieu de réception), avec l'illusion de revenir une décennie en arrière...

Si le couplage ne pose pas de problème en soi, les différences de niveaux RF entre le signal capté par l'antenne et celui fourni par le couplage avec l'**AM8-MKI** via le tore ferrite sont trop importantes, au profit du modulateur.

En effet le niveau moyen mesuré à la sortie d'une antenne filaire de qualité est d'environ 60 dB μ V (1 mV), pour des stations reçues confortablement, alors que le couplage de l'**AM8-MKI** via le tore ferrite permet de disposer d'un signal d'environ 80 dB μ V (10 mV), soit 10 fois supérieur.

Pour réduire ce déséquilibre, il serait possible d'atténuer le signal issu du tore, mais ce serait dommage de ne pas profiter de l'excellent confort d'écoute obtenu grâce justement au niveau élevé du signal RF.

L'autre solution consiste à amplifier d'environ 20 dB le signal capté par l'antenne afin d'obtenir une équivalence des niveaux, quelle que soit la source RF. De plus, cette solution a l'avantage d'isoler l'**AM8-MKI** de l'antenne, ce qui évite les rayonnements des porteuses et harmoniques vers l'extérieur, au risque de perturber l'environnement RF.

L'association Radiofil a proposé il y a quelque temps, un excellent amplificateur pour cadre et antenne (*Radiofil magazine* n°111 de juillet/août 2022), par ailleurs disponible prêt à l'emploi auprès de la boutique de l'association.

Cet amplificateur est parfaitement linéaire dans les bandes GO et PO et dispose d'un gain d'environ 25 dB. Exactement ce qu'il faut !

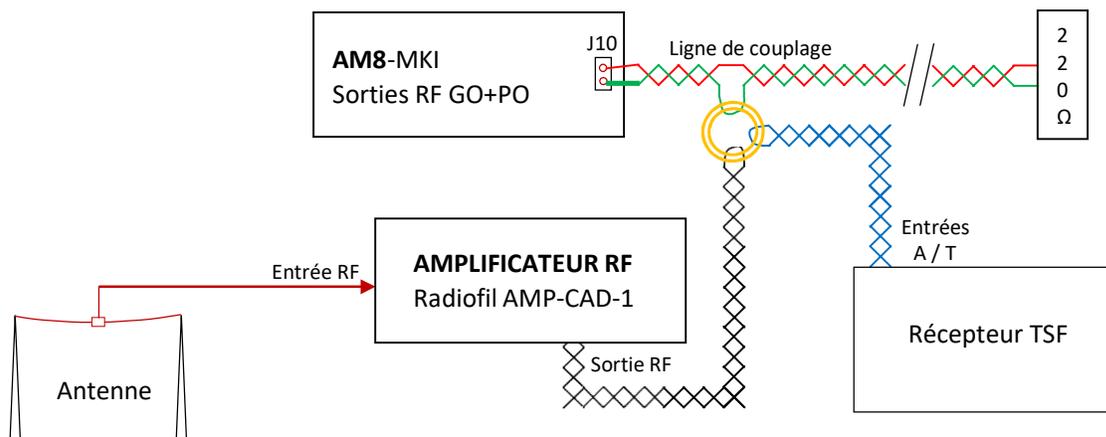


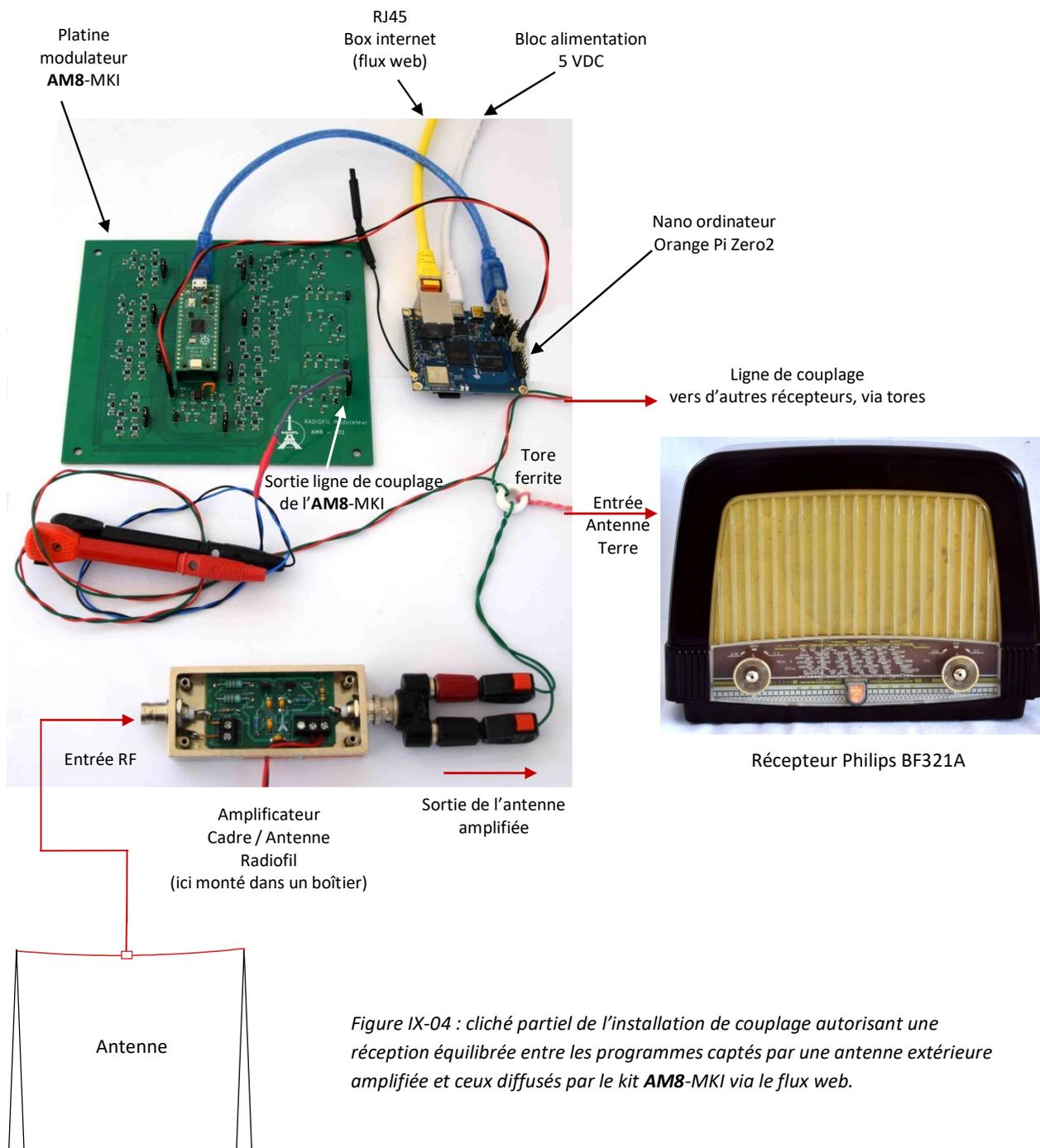
Figure X-03 : schéma du couplage des signaux RF issus de l'**AM8-MKI** avec ceux de la sortie d'un amplificateur d'antenne.

L'expérience a donc été réalisée et le résultat fut au rendez-vous.

Les GO ont retrouvé leur jeunesse avec les quatre stations disparues (Inter, Europe 1, RMC et RTL) et celle encore existante de langue anglaise (BBC Radio 4 – Droitwich) reçue directement via l'antenne.

Quant aux PO, nous avons programmé sur l'**AM8-MKI** quatre stations bien réparties sur la bande et, le soir, avons identifié une bonne dizaine d'autres stations espagnoles (lieu de l'expérience à Bordeaux).

Notre récepteur Philips mobilisé pour cette manipulation venait de faire un bond d'au moins une dizaine d'années en arrière !



Nota : une résistance de charge et de protection, de valeur 470 Ω , est placée en série dans le circuit de sortie de l'amplificateur d'antenne (résistance non visible sur le cliché).

IX.3 – UTILISATION DE TORES SANS COUPURE DE LA LIGNE DE COUPLAGE

Les cinq tores livrés avec chaque kit présentent trois avantages : peu coûteux, performants, peu encombrants. Mais ils sont aussi affectés d'un défaut qui peut s'avérer ennuyeux si l'on manipule souvent le parc de récepteurs et la ligne de couplage.

En effet, pour insérer un nouvel anneau une fois que la ligne torsadée est réalisée, il est nécessaire de couper l'un des fils de cette ligne de couplage, d'insérer le tore et de rétablir la connexion, via une soudure.

Il existe des tores de ferrite à clipser qui ont l'avantage de s'insérer n'importe où dans la ligne de couplage sans le besoin de sectionner l'un des fils.

La figure IX-05 ci-contre montre quelques exemples de ce type de ferrite, en position « ouvert ».

En revanche ces modèles sont beaucoup plus onéreux que le simple tore en anneau fermé.



Fig. IX-05



Fig. IX-06

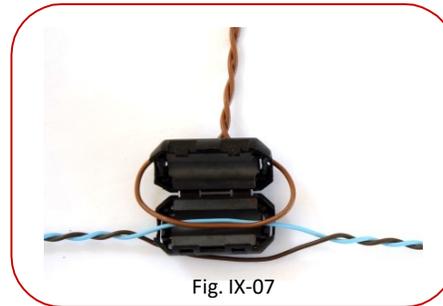


Fig. IX-07

Il suffit de *détorsader* la ligne de couplage sur quelques centimètres (figure IX-06) puis d'introduire dans le tore ferrite à la fois l'un des fils ainsi libéré de la ligne de couplage et le fil à destination du récepteur (figure IX-07).

Les deux fils étant insérés, il suffit alors de refermer le tore en clipsant les deux faces (figure IX-08).

Exemples de tores à clipser : <http://tinyurl.com/yck2mjrb>

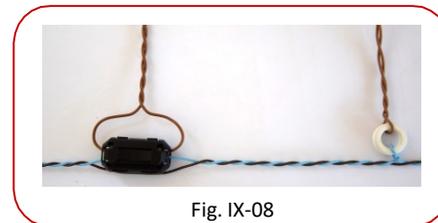


Fig. IX-08

IX.4 – COMMENT DÉCHARGER RAPIDEMENT L'ALIMENTATION DC

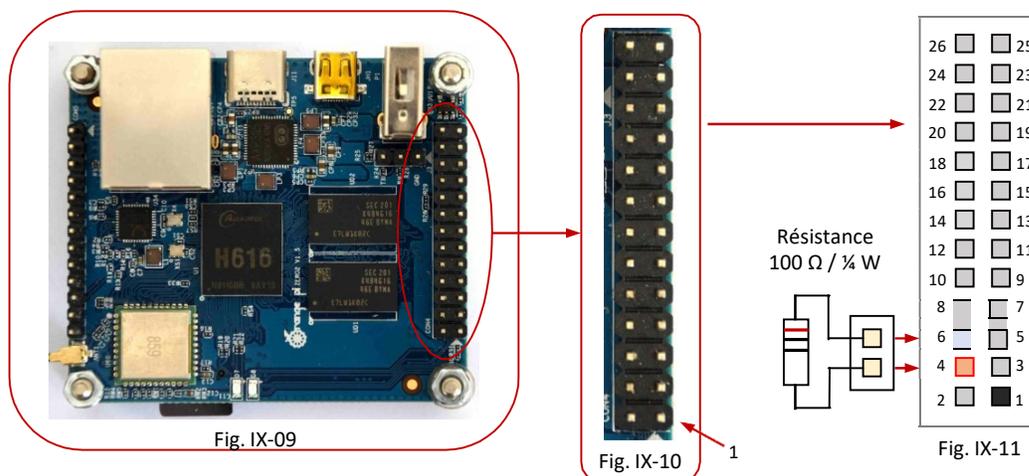
L'arrêt de l'AM8-MKI nécessite une procédure particulière permettant au nano ordinateur de fermer ses fichiers « proprement », suivie de la coupure de l'alimentation DC pour une mise hors tension totale. La [méthode conseillée](#) (§ V.3.2 page 28), avant une remise en service de l'équipement, nécessite un temps d'attente significatif (environ 1 minute et trente secondes), imputable au temps de décharge des capacités du bloc d'alimentation.

Il est possible de réduire ce temps à une dizaine de secondes, en chargeant la sortie de l'alimentation par une résistance raccordée en permanence sur le circuit de distribution du 5 VDC.

La consommation supplémentaire (environ 5mA) reste négligeable lors des phases de fonctionnement mais suffit à décharger relativement rapidement les condensateurs du bloc, lorsque celui-ci est débranché du réseau secteur.

La résistance conseillée pour cette fonction est de 100 Ω (Marron / Noir / Noir) ½ watt.

Le raccordement de cette résistance s'effectue entre les broches 4 (+5 VDC) et 6 (0 V GND) du connecteur d'extension du module Orange Pi Zero2, comme le montrent les figures IX-09 à IX-11 ci-après.



L'implantation de cette résistance pourra s'effectuer en utilisant une chute d'un cordon Dupont 2 broches femelles ou via un connecteur spécialisé.

Fin de la notice générale.

Conception et rédaction notice : Daniel Werbrouck (DWK)

Suivi des versions :

V0.1.0 à v0.1.4 : ébauches 1 à 5 – 01 à 02/2024.

V0.2.0 à v0.2.5 : différentes versions bêta avant corrections – 02/2024.

V1.0 : version définitive – BAT – 03/2024.

Crédit photos et illustrations

Figure II-01 : Trixes.

Figure II-02 : Rayher

Figure II-03 : Multirex

Figure II-04 : Mannesmann

Figure II-05 : Velleman

Figures III-02, III-11, III-12 & V-03 : Orange Pi

Figures III-03 & III-13 : SanDisk

Figure III-04 : Sunshine

Figure III-05 : AliExpress PBS-110 7MM

Figure III-06 : Wentronic GmbH

Figures III-07, IV-02, VI-24 & VIII-27 : Prototype 3D

Figure III-08 : Ferroxcube

Figure V-02 : Sagemcom

Figure VIII-3 & X-01 : TEKO catalogue

Couverture, figures III-01, III-09, III-10, IV-01 à IV-32, V-01, V-04, V-05 à V-19, VI-1 à VI-23, VI-25, VII-01 à VII-24, VIII-1, VIII-2, VIII-4 à VIII-26, VIII-28 à VIII-32, IX-01 à IX-11 : DWK.

X**– ANNEXES****RÉFÉRENCES ET LIENS DES DOCUMENTS ET ACCESSOIRES**

Le *radiofiliste* trouvera ci-après la liste et les liens de téléchargement des documents de référence du projet **AM8-MKI**, mais aussi les liens vers quelques fournisseurs indicatifs concernant certains accessoires ou composants complémentaires à la fourniture du kit de base.

X.1 – DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Tout au long du déroulement des phases d'étude et de prototypage, le projet **AM8-MKI** a donné lieu à l'édition de documents de référence disponibles en téléchargement, suivant les liens indiqués ci-après.

Descriptif du projet

Le descriptif détaillé du projet a fait l'objet de la rédaction de cinq articles au sein de Radiofil magazine.

Se reporter aux éditions suivantes :

- Février 2023 – n°114. Partie 1 : présentation du concept AM8 et de l'organisation du projet. Description des principes envisagés pour la génération des porteuses et la modulation de celles-ci.
- Avril 2023 – n°115. Partie 2 : description détaillée du principe retenu pour générer les huit porteuses réparties sur les PO et GO : la radio définie par logiciel - SDR (software-defined radio). Présentation du principe de couplage avec les entrées « Antenne » et « Terre » d'un récepteur TSF.
- Juin 2023 – n°116. Partie 3 : réalisation du prototype v1. Compte-rendu des tests de qualification de cette maquette et d'évaluation des performances relevées en exploitation. Présentation du schéma synoptique de la plate-forme de l'AM8, explication de l'ensemble des blocs fonctionnels.
- Août 2023 – n°117. Partie 4 : mesures et test du prototype v2 d'identification de la série. Résultats et performances en PO et en GO, via les anneaux de couplage.
- Octobre 2023 – n°118. Partie 5 : interface homme machine (IHM). Description fonctionnelle de tous les écrans développés pour la mise en service et une exploitation simple et optimisée.

Les cinq articles ont fait l'objet d'un regroupement sous la forme d'un seul fichier disponible au téléchargement en cliquant sur ce lien : <http://radiofil.com/d59NQ>

Le schéma synoptique fonctionnel de l'**AM8-MKI** est disponible directement ici : <http://radiofil.com/d46FS>

Notice de montage et d'utilisation du modulateur AM8-MKI

La présente notice, dans la version la plus récente : <http://radiofil.com/d49AU>

Sites de références des URL des stations de radiodiffusion

La liste des stations a été constituée à partir de ce site : https://doc.ubuntu-fr.org/liste_radio_france

Documents complémentaires

Mesures et tests de qualification de la troisième génération du prototype : <http://radiofil.com/d47DF>

Plan d'usinage et de sérigraphie d'un boîtier type [TEKO 364.8](http://radiofil.com/d24DG) pour l'**AM8-MKI** : <http://radiofil.com/d24DG>

X.2 – ACCESSOIRES

Ce chapitre propose quelques accessoires et composants pour le *radiofiliste* souhaitant compléter ou habiller le modulateur **AM8-MKI**.

Toutes les références et liens sont proposés à titre purement indicatif, l'association Radiofil n'ayant aucun type d'intérêt à privilégier tel ou tel fournisseur.

Bracelet de protection ESD et tapis antistatiqueBracelet simple : <http://tinyurl.com/mvrbm5cx>Bracelet avec tapis : <http://tinyurl.com/5buxmxva>**Cordon USB type A vers USB type micro B**Disponible en différentes longueurs de 30 centimètres à 5 mètres : <http://tinyurl.com/2s3bdh9w>**Cordon RJ45 pour liaison Ethernet**Disponible en différentes longueurs de 50 centimètres à 20 mètres : <http://tinyurl.com/3uu7pyud>**Cordon DUPONT-F vers DUPONT F**

Pour raccorder des entrées AF complémentaires. Longueur de 70 centimètres :

<http://tinyurl.com/2ypcfb2d>**Tore ferrite TN 14/9/5**Identique aux cinq exemplaires livrés avec le kit AM8-MKI : <http://tinyurl.com/2hrp4ryv>Autres modèles possibles : tores ferrites *clipsables* : <http://tinyurl.com/yck2mjrb>**Fil pour la réalisation de la ligne de couplage RF**Exemple de type de fil particulièrement adapté à la réalisation d'une ligne de couplage : KY30-05 / EPDX00 de jauge AWG22, de section 0,34 mm².

Plusieurs couleurs et longueurs disponibles.

Fournisseur possible : <http://tinyurl.com/2m525nf2>**Voyant led sur support chromé**Fournisseur possible : <http://tinyurl.com/2vmxfuym>**Bloc d'alimentation AM8-MKI**Bloc d'alimentation de secours pour l'ensemble des modules de l'AM8-MKI : <http://tinyurl.com/3sxcbbbe>**Boîtier**

Boîtier possible d'intégration (non usiné) pour l'AM8-MKI :

TEKO série PULT36 référence 364.8.

Catalogue TEKOPULT36 : <http://tinyurl.com/36k8ur8v>Fournisseur possible : <https://tinyurl.com/bp8e3kwp>

Fig. X-01

Routeur Wifi

Modèle testé par l'équipe permettant de remplacer la liaison filaire RJ45 par une liaison Wifi.

Exemple : Tp-Link TL-WR802N – Routeur WiFi Nano 300 Mbps.

Constructeur / fournisseur possible : <https://tinyurl.com/2s33t54e>**Switch Ethernet**

Permet d'augmenter le nombre de ports Ethernet d'une box Internet.

Exemple : NETGEAR GS305 : <http://tinyurl.com/yzefnjtt>

(Nombreuses autres marques et références disponibles sur le marché).

Contact : RADIOFIL

am8@radiofil.org

