

Quelques sondes pour le dépannage dynamique

par Roger-Charles Houzé

Rien n'est plus agaçant que d'être confronté à un poste de radio frappé subitement de mutisme, alors que rien d'apparent ne permet d'en déceler l'origine : un tube électronique qui s'éteint ou rend l'âme avec son anode ou son écran tout rouge, une résistance grillée, un condensateur électrochimique sec, un condensateur au papier coupé ou en court-circuit, le primaire du transformateur de sortie haut-parleur qui se coupe, lui aussi ou, tout simplement, le fusible du transformateur d'alimentation fondu (gare à la cause !), cela peut se contrôler facilement avec le contrôleur universel ou l'ohmmètre à piles. C'est presque banal, car il faut bien dire que ce sont là les pannes les plus évidentes constatées dans nos vénérables récepteurs à lampes.

Nothing is more annoying than to be confronted with a radio set suddenly dumb, while no visible cause allows to detect the origin of the failure: a vacuum tube which goes out while its anode or its screen is becoming quite red, a blown resistor, a dry electrochemical capacitor, a shorted capacitor, the winding of the audio power transformer cutted or simply a fuse of the power supply transformer blown. All this can

easily be checked with a multimeter. It is almost commonplace, because it should be said that they are the most evident breakdowns observed in our respectable lamp receivers.

Malheureusement, l'énumération des anomalies possibles n'est pas toujours aussi limitée, une panne peut en entraîner d'autres en cascade et, pour en trouver l'origine, cachée par exemple sous un blindage et que l'usage d'un contrôleur universel ne peut pas déceler — surtout si on ne connaît pas le schéma d'implantation des composants ! —, il faut bien faire appel à une recherche « dynamique », en utilisant soit un oscilloscope, soit un autre récepteur de radio en parfait état de marche, dont on utilisera par substitution les étages constitutifs, mais en prenant, bien entendu, certaines précautions. Cette approche du fonctionnement peut s'avérer d'ailleurs complémentaire pour figurer une mise au point après dépannage.

Premiers contrôles en BF

Comment va-t-on procéder ? Tout d'abord, il ne faut pas s'emballer.

- Ôter tous les tubes.
- Ne pas allumer le poste avant d'avoir épuisé les contrôles visuels et bien vérifié la qualité des condensateurs de filtrage. Observer tout de suite l'état du fusible, le changer au besoin et voir s'il ne saute pas de nouveau à la mise sous tension, auquel cas c'est dans l'entourage de ce transformateur qu'il faut cher-

cher l'anomalie, à moins qu'il soit lui-même défectueux.

- Puis, mettre sous tension et contrôler progressivement toutes les tensions à partir de l'alimentation secteur.

- Alors, vérifier au contrôleur universel si les tensions fournies par les secondaires sont normales. Mais attention : on a affaire à des tensions de l'ordre de 300 ou 350 volts et la pointe de touche du voltmètre ne doit pas trembler !

- Enfin, replacer la valve redresseuse et contrôler si la tension continue apparaît sur le premier condensateur électrochimique puis regarder ce qu'il y a sur le second électrochimique, après la self de filtrage. Si tout est normal (tension trouvée de l'ordre de 250 volts), on peut alors replacer le tube de puissance BF.

Si cet étage n'est pas hors service, le fait de placer la pointe de touche du contrôleur — ou le doigt — sur la grille du tube doit donner par induction du secteur un ronflement dans le haut-parleur. Si cela « grogne » nettement, cela veut dire que l'étage fonctionne et que le primaire du transformateur de sortie n'est pas coupé. Sinon, voir si la tension apparaît bien sur l'anode, auquel cas, changer soit le transformateur, soit le tube qui a peut-être subi un court-circuit interne... Pour les étages push-pull, vérifier indépendamment chaque tube.

Quand tout est normal à ce niveau, on pratique le même essai sur la grille du tube préamplificateur BF remis en place, si le ronfle-

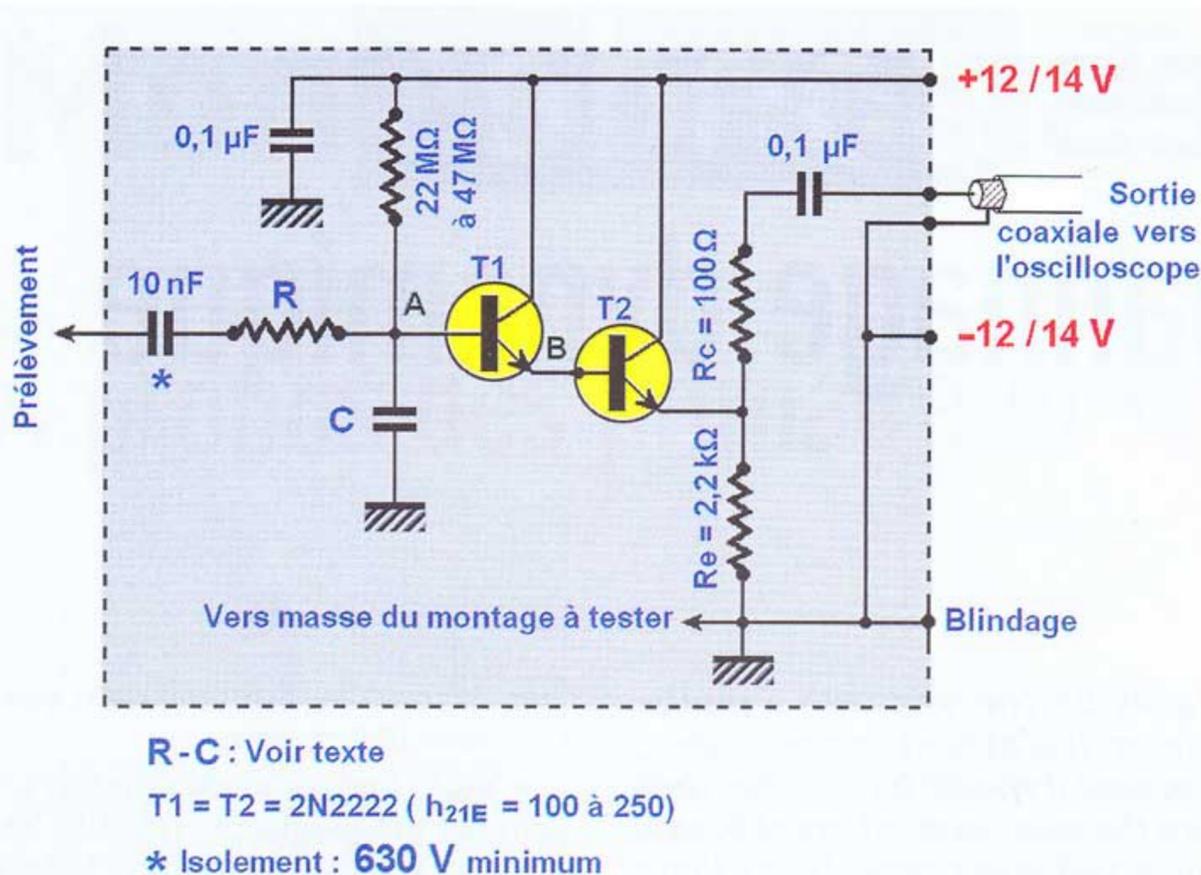


Figure 1. — Montage Darlington utilisé dans la sonde de prélèvement BF à haute impédance d'entrée.

ment d'induction devient très fort, les étages BF doivent donc bien fonctionner. On vérifiera quand même toutes les tensions et on les comparera avec celles préconisées par le manuel d'emploi des tubes. Il faut accepter quelques petites différences de valeurs, à cause de la dispersion des caractéristiques.

Mais il se peut aussi que la partie BF fonctionne mal ou crée une distorsion sur le son qui y parvient (cela ne veut pas dire pour autant que la HF et la FI fonctionnent) : regarder alors tous les composants de la chaîne de contre-réaction et chercher l'anomalie : il existe peut-être un retour de contre-réaction qui se trouve perturbé à la suite d'une résistance qui a chauffé ou à cause d'un condensateur défectueux. Suivre pas à pas ce réseau de composants ou les déconnecter provisoirement afin de les vérifier à l'ohmmètre.

Quand toute la réception HF est en panne et ne peut fournir de signal à la détection, il faut posséder un générateur BF (un tourne-disque ou un magnétophone...) disposé à l'entrée pick-up du poste : constater à l'oscilloscope ce qui ne va pas, grâce à une sonde spéciale de prélèvement (décrite plus loin). Par exemple,

si cela siffle, c'est que la contre-réaction s'est transformée en une réaction aux fréquences audio élevées : il existe sans doute une interférence par couplage galvanique dans un condensateur électrochimique sec. Dans cette hypothèse, vérifier l'alimentation en tension.

Sonde de prélèvement en BF

Dans l'hypothèse où la HF du poste n'est pas en panne et qu'on en est sûr en remettant les lampes HF et FI une à une, on va pouvoir suivre le signal BF depuis la détection, mais on ne peut pas brancher directement le câble coaxial de l'oscilloscope sans que la capacité répartie de ce câble ne perturbe le fonctionnement du montage : il faut intercaler une sonde à haute impédance d'entrée qui isole de cette charge capacitive.

On va utiliser pour la BF, le montage à transistors montés en Darlington de la figure 1 équipé de classiques NPN 2N2222 et qui présentent dans cette configuration un gain unitaire.

Rappelons le fonctionnement du montage en configuration émetteur commun (transistor T2) : sur la base

B, il apparaît une impédance équivalente égale à :

$$R_b = (1 + h_{21}) R_e$$

Comme le gain h_{21} fait de l'ordre de 100 à 150, nous voyons que T1 est chargé par une très forte résistance équivalente, ce qui fait qu'en A, la base « voit » une résistance d'entrée du Darlington égale à :

$$R_{ent} = [(1 + h_{21})^2 R_e]$$

La résistance d'entrée qui est énorme, de l'ordre de 30 MΩ, devient la résistance d'entrée de cette sonde de prélèvement, avec en parallèle, celle de polarisation de la base, c'est-à-dire les 22 ou 47 MΩ du schéma. Vient également en parallèle une petite capacité parasite de quelques pF.

Sur le schéma, on remarquera la présence d'un découplage RC qui limite la bande passante à 8 kHz environ (par exemple : $R = 470$ kΩ et $C = 470$ pF) ; mais ce circuit n'est pas indispensable. En revanche, le condensateur série de 10 nF doit avoir une tension de service minimum de 630 volts (très important !).

Le branchement de cette sonde BF n'influe donc pas sur les montages BF à tester, dans la mesure où la connexion sur ceux-ci se fait par un fil très court ou par une pointe de touche. Il en est de même pour le fil de retour de masse muni d'une pince crocodile.

Cette nécessité suggère un câblage très serré de la sonde sur un petit circuit imprimé que l'on insérera dans un tube métallique de médicament ou autre, mais, s'il est en plastique, comme c'est le cas maintenant, il faudra glisser à l'intérieur du tube un clinquant de laiton que l'on mettra à la masse du montage ainsi que sur le retour du - 12 V. De plus, isoler le clinquant de papier collant pour éviter un court-circuit sur les pistes du circuit imprimé glissé à l'intérieur.

Nous ne pouvons ici donner beaucoup de conseils de réalisation car les dimensions du circuit imprimé et son implantation pratique résultent de la disponibilité du tube métallique et des propres dimensions des composants choisis : nous sommes persuadés que nos bricoleurs de génie trouveront

bien tout seuls une implantation rationnelle avec des connexions courtes !

Pour le circuit imprimé, nous préconisons des barrettes à bandes de cuivre que l'on peut interrompre avec un foret afin de placer de part et d'autre de la coupure le composant adéquat (voir les figures 3, 7 et 8). Ces circuits imprimés à bandes se trouvent chez tous les revendeurs de composants radio.

Sondes amplificatrices

Il subsiste néanmoins la probabilité que le signal soit trop faible pour être observé avec netteté sur l'oscilloscope. On préconise alors l'emploi d'un transistor à effet de champ (TEC) qui amplifie tout en ne perturbant pas le circuit sur lequel on va le brancher, puisque les TEC ont la réputation d'avoir une grande impédance d'entrée : voir l'exemple de montage de la figure 2 et le tableau A des valeurs des composants utilisés dans la colonne BF (c'est-à-dire celle où il n'y a pas de self L). Si l'entrée E est placée directement sur l'endroit à tester, la sortie se fera en BF par câble blindé qui ira soit à un oscilloscope, soit à l'entrée P.U. d'un poste auxiliaire dont le fonctionnement est sûr. Celui-ci sert de contrôle auditif pour vérifier s'il y a un signal, là où on se connecte.

Cela suppose que les parties HF et FI du poste à tester fonctionnent et reçoivent une station. Sinon, il va falloir leur substituer les étages HF et FI d'un poste auxiliaire, et ce, en utilisant une seconde sonde de prélèvement analogue à celle de la figure 2, mais avec la version munie d'une self L. Dans ce cas, en effet, les valeurs des composants sont adaptées à la HF (Tableau A colonne FI-HF).

On peut câbler le montage de la figure 2 sur un circuit imprimé analogue à celui de la figure 7 ; mais, avant d'utiliser le foret pour creuser la bande à un endroit donné, faire plusieurs études d'implantation afin de trouver le mode de câblage le plus compact possible. L'implantation des composants se fera sur le côté verso du circuit à bandes, selon l'exemple de la figure 3. Celui-ci est uniquement dessiné pour la liaison R1-C1 de l'entrée : on fraise sur un trou la bande cuivre avec un foret, de façon à implanter de part et d'autre de l'interruption le composant qui aura été sélectionné (ici, le condensateur céramique C1 de 1 nF que suit immédiatement la résistance R1 rejoignant la piste de masse). On n'indique ici qu'une toute petite partie de ce circuit imprimé car il est inutile de proposer une solution définitive alors que le câbleur aura

Usage	BF	FI - HF
R1	1 MΩ	1 MΩ
R2	3,3 kΩ	150 Ω
R3	470 Ω	330 Ω
R4	100 Ω	100 Ω
C1	1 nF ⁽¹⁾	22 pF ⁽¹⁾
C2	0,1 μF	0,1 μF
C3	10 μF	10 nF
C4	47 μF	0
C5	0,1 μF	100 pF
L	0	200 μH ⁽²⁾
T	E300 ⁽³⁾	2N3823

Tableau A. — Valeurs des composants selon l'emploi BF ou FI-HF.

- (1). Isolement : 630 V minimum.
- (2). Ou enroulement de vieux transformateur FI à 455 kHz.
- (3). Ou équivalent.

acheté des composants ou un circuit à bandes dont les dimensions peuvent être différentes. Nous ne décrivons donc ici qu'un principe de montage, d'ailleurs évident et capable de toutes les fantaisies de câblage. Toutefois, on insiste encore sur le fait que, pour la version FI-HF, les connexions doivent rester courtes.

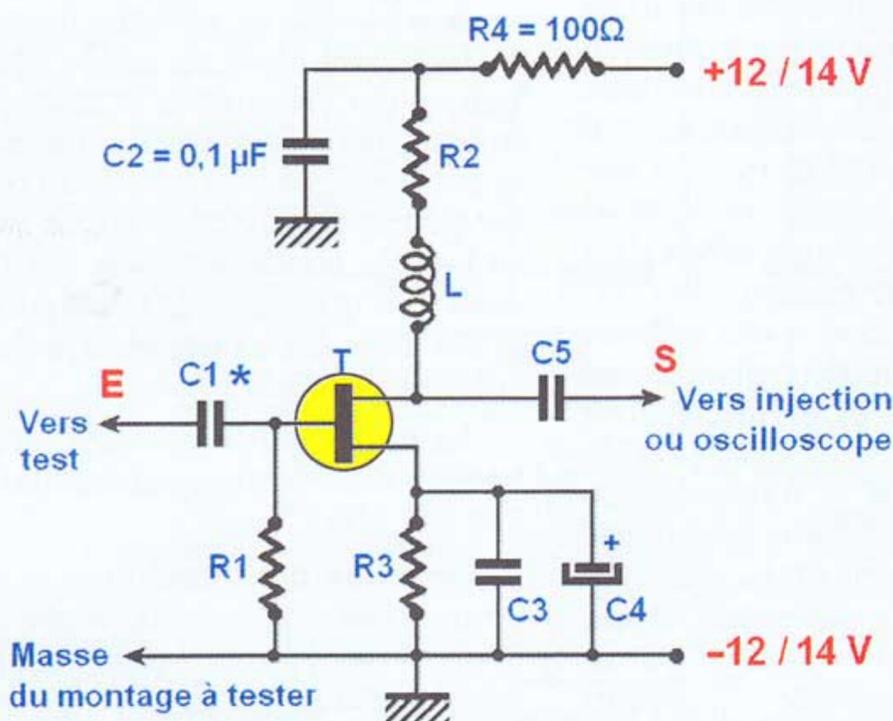


Figure 2. — Sonde amplificatrice à transistor à effet de champ.

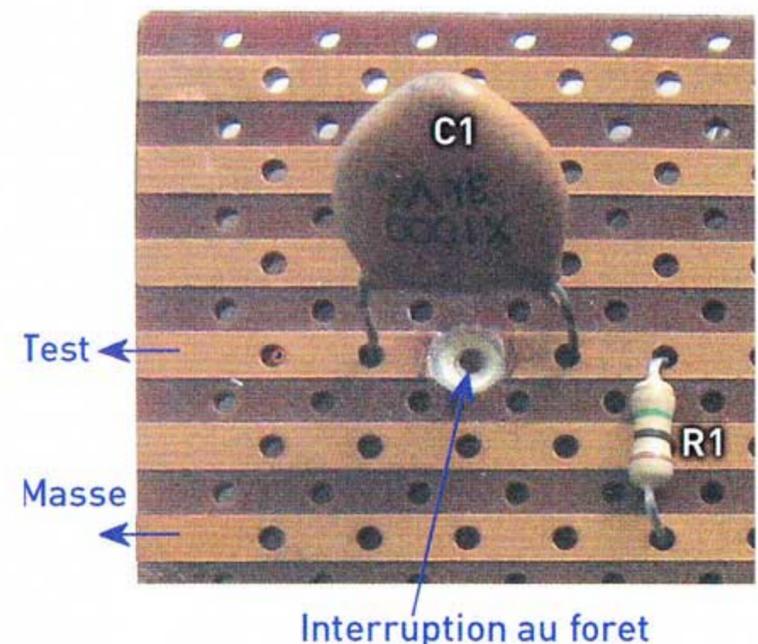


Figure 3. — Mode opératoire pour usiner les pistes du circuit imprimé et exemple de disposition des composants.

Contrôles dynamiques en FI et en HF

Il devient simple de contrôler un étage HF si on l'attaque avec un signal de quelques millivolts délivré par un générateur HF modulé AM/FM : si cela fonctionne, on entend une tonalité sonore dans le haut-parleur. Mais quand on n'en possède pas, il va falloir « piquer » avec la sonde de la figure 2, une tension FI ou HF sur un poste auxiliaire qui marche bien afin de l'injecter avec le même type de sonde dans la partie en panne du poste à réparer. Auparavant, le domaine BF et la détection AM auront été contrôlés, voire dépannés et, désormais en état de marche car il a été convenu d'épuiser tous les diagnostics de pannes BF précédemment définis.

Voyons maintenant un processus de dépannage dynamique : dans la mesure où les étages HF et FI du récepteur muet ont été remis en route progressivement, c'est-à-dire qu'ils sont munis de leurs tubes, remplacés un à un (sans qu'un composant n'explose à nouveau !) et après avoir vérifié toutes les tensions qui doivent s'y trouver normalement (pour connaître les valeurs normales de celles-ci, reprendre le lexique des tubes correspondants), il va falloir contrôler la présence du signal injecté de proche en proche avec une autre sonde : une version détectrice qui perturbe peu, grâce à son impédance d'entrée (voir figure 4) et qui peut se balader dans les étages HF ou FI du poste. Cela veut dire qu'on peut suivre le parcours du signal reçu sur la station de son choix à partir de la détection jusqu'à l'entrée du changeur de fréquence. On écoute donc le haut-parleur à chaque prélèvement si une tonalité apparaît (au besoin retoucher le volume sonore du poste) ou on observe ce qui se passe à l'oscilloscope.

Confirmons la recherche par un contrôle à l'ohmmètre des composants, surtout là où cela semble anormal, car une résistance peut avoir chauffé et changé de valeur ou bien un condensateur peut être claqué ou en passe de l'être (légère

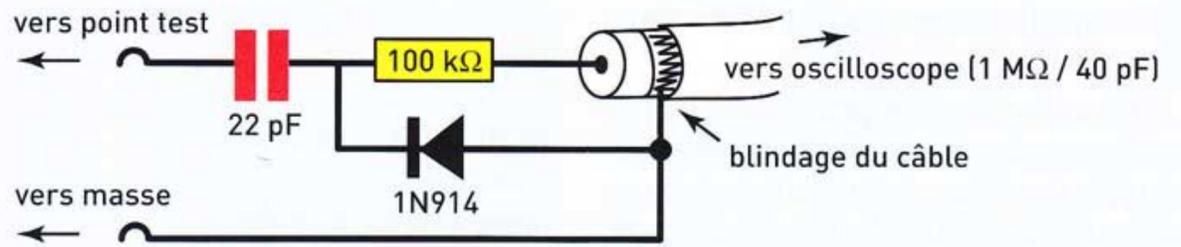


Figure 4. — Sonde de détection câblée « en l'air ».

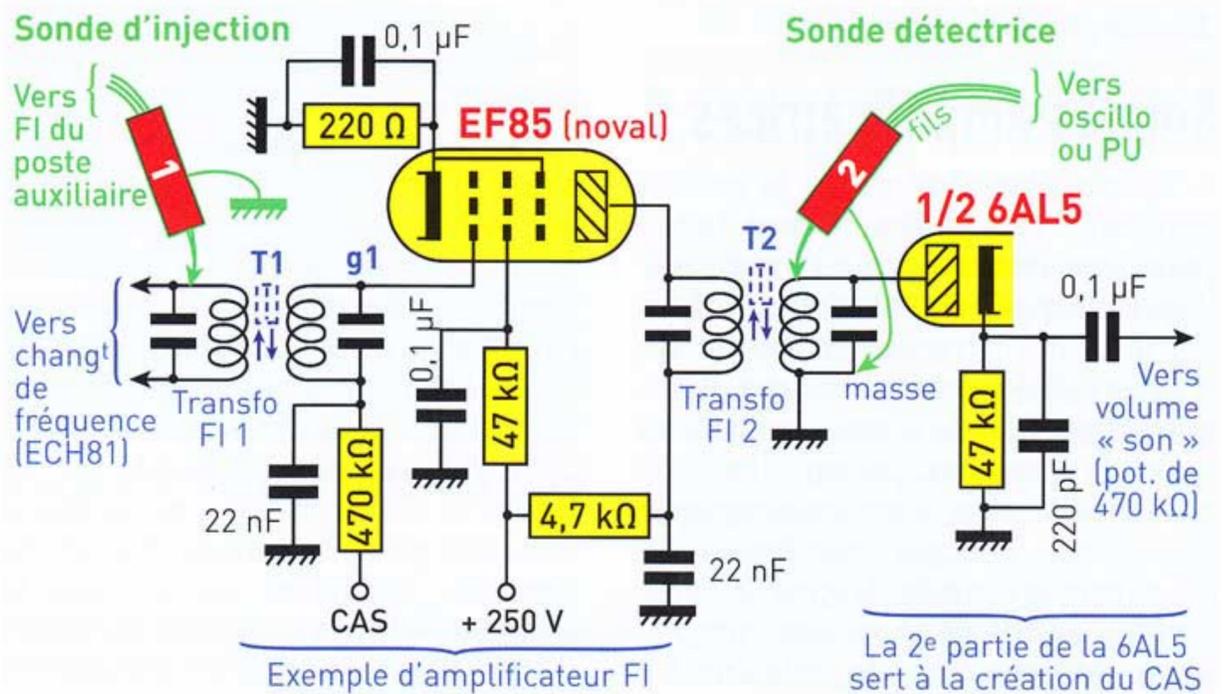


Figure 5. — Exemple d'étage FI à contrôler sur lequel on applique de la FI par une sonde d'injection (1), signal prélevé par une sonde de prélèvement identique sur un récepteur auxiliaire en parfait état de marche. Le principe du contrôle repose sur l'emploi d'une sonde (2) de détection branchée sur un oscilloscope ou sur l'entrée PU d'un poste auxiliaire et qu'on peut balader en différents endroits du poste en panne.

conduction par fuite dans un diélectrique qui a souffert d'une surtension).

Pour détecter directement dans le domaine HF ou FI s'il y a quelque signal modulé utilisable, il faut donc imaginer une sonde détectrice qui aboutira sur l'oscilloscope ou sur l'entrée P.U. du poste auxiliaire. Il s'agit, figure 4, d'une détection parallèle de type AM qui doit, en principe, se brancher à des endroits où il n'y a pas de tension continue moyenne ; mais elle fonctionne quand même si la capacité Cd a un bon isolement (630 V). Toutefois, cela ne donnera pas un son mélodieux au poste auxiliaire mais cela permet de voir s'il y a bien un signal modulé à partir de l'endroit où on aura branché la sonde d'injection (voir figure 5). Sinon, contrôler un à un à l'ohmmètre tous les composants de l'étage incriminé.

Exemple de branchement par substitution

Dans le cas où l'étage changeur de fréquence serait en panne, ôter la lampe (par exemple la ECH81), puis injecter la FI du poste auxiliaire sur la première grille du tube FI du poste en panne (figure 5). Pour ce faire, utiliser la sonde appelée, maintenant, « d'injection » de la figure 2, mais avec les composants de la colonne FI-HF du tableau A.

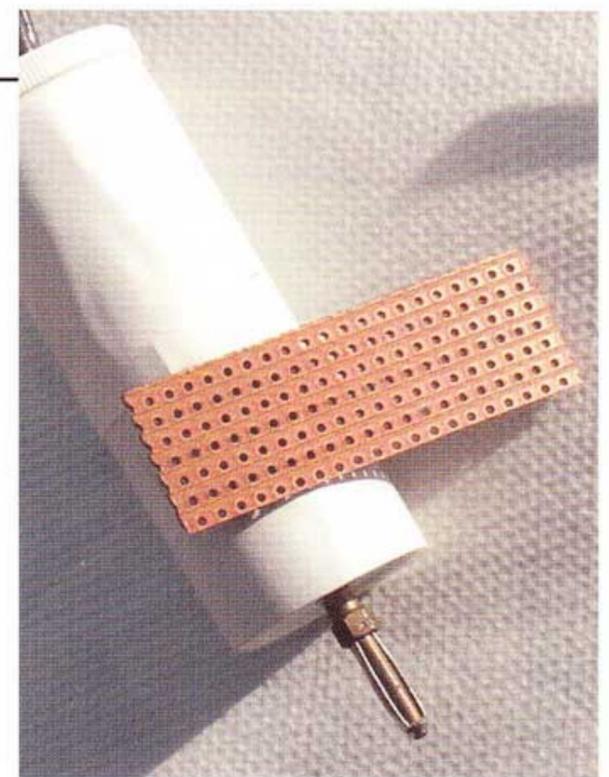
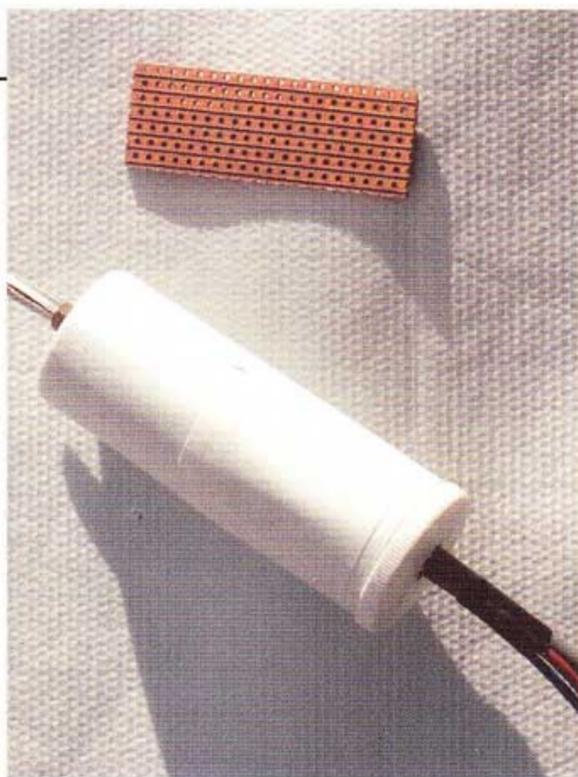
La self L peut provenir de la bobine d'un vieux transformateur FI à 472 kHz.

Le mode de branchement — à connexion directe par un fil très court — de la figure 5 représente un exemple d'étage FI d'un poste à lampes de type noval qui peut être en panne. Dans ce cas, l'oscilloscope ne montrera rien, ou le haut-par-

leur du poste auxiliaire restera muet quand on baladera la sonde détectrice de proche en proche. Il faut alors contrôler toutes les tensions et tous les composants et sans doute changer la lampe EF85.

Notons que le poste auxiliaire peut apporter une coupure de tout le fonctionnement HF quand on met le clavier de gammes sur P.U. C'est un cas d'espèce bien gênant et il faut alors faire un bricolage pour garder la réception HF, et ce en déconnectant provisoirement sa liaison BF à la détection dans le poste auxiliaire et en branchant à la place la sonde détectrice. Garder alors le fonctionnement en réception PO ou GO normal et se caler sur une bonne station car c'est son signal FI que l'on va prélever avec la sonde FI-HF de la figure 2.

Si l'étage FI marche, c'est que la panne est dans l'étage changeur de fréquence (voir la figure 6). Mais alors : bon courage ! Car il n'y a pas de méthode précise de dépannage si



Figures 7 et 8. — Circuit imprimé à bandes cuivrées et aspect extérieur de la sonde de prélèvement.

on ne connaît pas comment est constitué le bloc d'accord. C'est l'astuce qui va prévaloir car on ne peut que mesurer les tensions sur l'étage changeur de fréquence.

Vérifier aussi que l'oscillateur local oscille bien : la tension d'alimentation de la triode (point X ou J) doit changer si on découple provi-

soirement sa grille par un 0,1 μ F. Ce contrôle peut se faire aussi sur les écrans ou sur la cathode de l'heptode : il doit se passer quelque chose partout quand on branche le condensateur sur la grille.

Si l'on ne constate aucun changement, c'est que l'oscillateur n'accroche plus : vérifier tous les composants.

Si on ne trouve rien d'anormal à leur niveau, il y a peut-être hélas un enroulement de coupé dans le bloc d'accord ou bien le contacteur de gammes d'ondes est encrassé ? Alors, utiliser un aérosol dégrissant approprié à la technique radio. Surtout pas le « 3 en un » des mécaniciens : c'est à la longue oxydant pour les contacts électriques !

Observer aussi les lames du condensateur variable et ses ajustables, car un court-circuit peut s'y produire. Agir avec doigté car les lames du CV sont fragiles.

On peut enfin suivre la station reçue avec le détecteur de la figure 4, mais la tension induite est en général trop faible pour être détectée, même en poussant la sensibilité verticale de l'oscilloscope. Il faut alors reconstruire cet étage avec un bloc d'accord identique, mais, auparavant, trouver le bon bloc de rechange et, là, c'est une autre histoire !

Roger-Charles Houzé.

NDLR. — Nous soulignons qu'il a existé un appareil nommé *multi tracer* qui était parfaitement adapté au dépannage dynamique des postes à lampes.

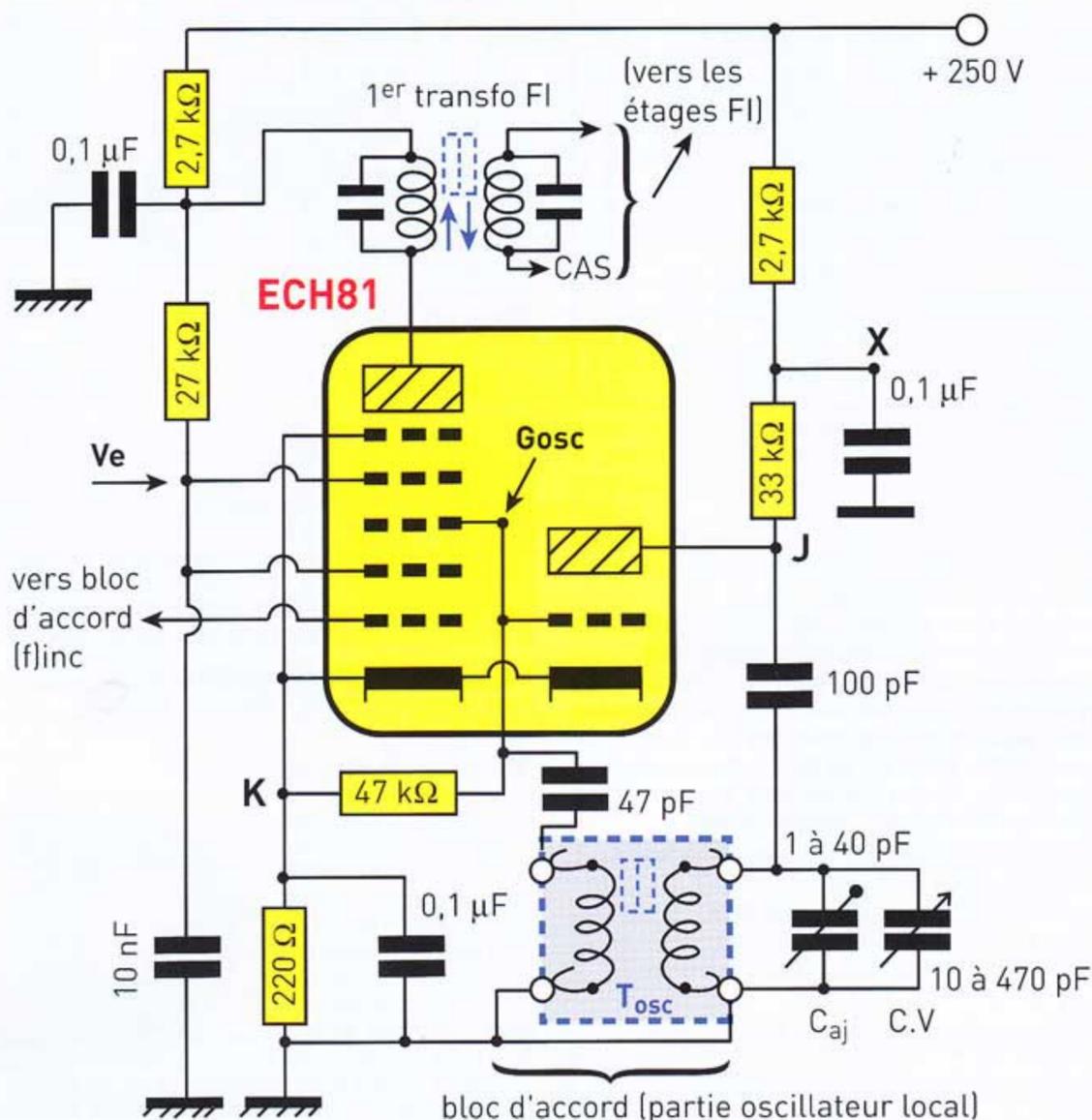


Figure 6. — Contrôle de l'oscillateur local d'un changeur de fréquence ECH81.