

# Dépannage ER 94 B

par Guy F6EYG

## Synthèse des travaux de remise en service de divers émetteur – récepteur BLU ER94 B fabriqués par LMT dans les années 1974/75 pour l'Armée Française.

L'ER 94 B est un matériel qui équipait des blindés légers, il était le cœur des TR-VM-14-A, TR-TM-4-B et d'autres ensembles mobiles, alimentés en 24V. Il était aussi présent dans certains sous-marins et a aussi été un matériel parachuté.

Les parties émission et réception sont classiques avec des accords exclusivement par noyaux plongeurs. La partie génération de fréquence, à synthèse à partir d'une base de temps très précise, est une révolution pour l'époque, elle est réalisée en composants discrets, le tout dans un volume extrêmement compact. Cette réalisation a fait la fierté du groupe ITT, dont faisait partie la société LMT, on retrouve un article très détaillé (en espagnol) sous la plume des concepteurs du matériel dans la revue du groupe ITT en 1968: <http://archivodigital.coit.es/uploads/documentos/ec/1964-1970/vol43-1968-04.pdf>

La conception modulaire permet un dépannage aisé à condition de posséder un lot de maintenance conséquent, et/ou un banc de maintenance dédié.

Ce matériel, qui n'a semble t'il pas eu une grande diffusion (quelques milliers d'exemplaires sans doute) est très bien conçu, réalisé avec des composants de qualité. La maintenance est assez facile à condition de posséder la documentation et d'avoir l'expérience des systèmes bouclés, de nombreux points de tests sont accessibles pour les mesures, néanmoins il a fallu se plonger dans le fonctionnement très complexe pour trouver avec précision les composants en panne.

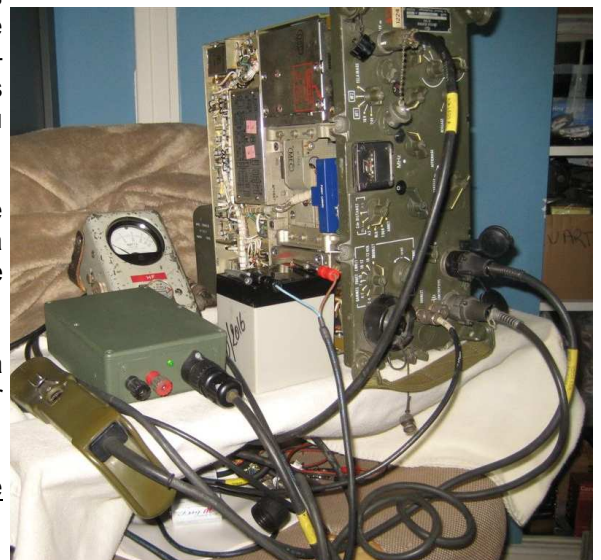
J'ai découvert ce matériel lors de ce premier travail de dépannage, il me fallait donc en comprendre le fonctionnement avant de faire une quelconque recherche de panne. La documentation disponible est assez fournie, mais incomplète pour le dépannage. En particulier je n'avais à disposition aucune indication de mesure, ni implantation des circuits imprimés, ni nomenclature.

Pour progresser dans le dépannage, malgré une documentation très précise du fonctionnement de chaque module, il m'a fallu comprendre les interactions entre ces modules. J'ai alors recréé un schéma unifilaire des liaisons entre modules pour la partie synthèse de fréquence qui était en panne sur un premier exemplaire et celui du cheminement des signaux en émission pour y voir clair sur un deuxième exemplaire lui aussi en panne sur les parties HF et génération BLU.. Les exemplaires suivants ont été dépannés plus facilement, car j'avais sous la main un matériel en état sur lequel il était possible de prélever des modules pour faire des tests par échange et validation ou non du module démonté.

Cette synthèse n'est pas une méthode de dépannage globale de l'ER94 mais simplement une description de la prise en main et la progression pour arriver à une remise en service des divers exemplaires en panne.

Les pannes trouvées étant très différentes, chacun pourra puiser dans ce texte quelques idées et des indices pour progresser sur tout autre exemplaire en panne

Test du 1er exemplaire sur lequel j'ai travaillé, alimenté par convertisseur 12V vers 24V



## Premier exemplaire dépanné .

### Première panne :

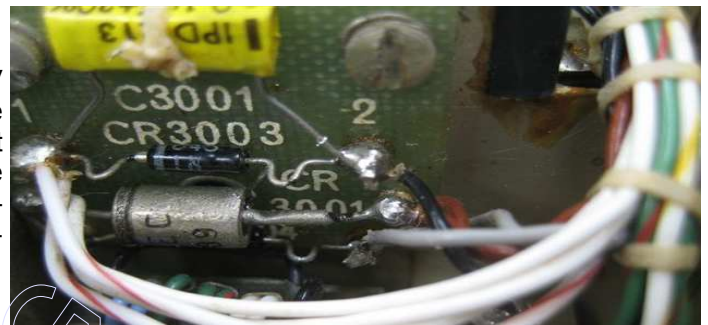
Absence de tension régulée 16V.



Le 24V de la prise alimentation arrivait jusqu'à l'appareil de mesure mais rien ensuite. Pour trouver cette panne j'ai câblé directement un 24V sur la platine de régulation, au lieu de passer par la fiche alimentation normale. J'ai obtenu du 16V et 8 V régulés comme prévu mais le voltmètre n'indiquait rien sur 24V (il y avait donc une rupture entre la fiche d'entrée et la platine régulation). Le poste a repris vie avec cette alimentation déviée, avec de la BF dans le HP, mais pas d'autre fonctionnement autre car la synthèse de fréquence était HS et il y avait seulement le battement audible, de l'ordre de la seconde, de l'oscillateur de relaxation cherchant à s'accrocher.

### La platine de régulation.

Recherche précise de la panne : sur le chemin du 24 V dans le câblage il y a la diode CR3001 que j'ai trouvée HS (en circuit ouvert) , Sur la photo à droite on peut constater une trace d'arc et fil noirci sur la diode CR3001. La plaquette support de cette diode assez difficile d'accès, mais par simplicité, il a été possible de câbler une autre diode en parallèle sans démonter.

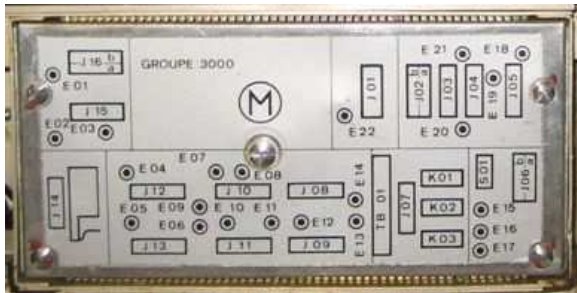


La diode CR 3001 HS

### Deuxième panne :

Le verrouillage de la boucle à verrouillage de phase ne se fait pas!

Le générateur de fréquence est constitué de 15 modules. Des points de test existent à divers endroits mais nulle part dans la documentation disponible ne sont indiquées les valeurs des signaux à mesurer sur ces points tests. Il m'a donc fallu dans un premier temps analyser le fonctionnement sur le papier et vérifier si cela est compatible avec les circuits électroniques de chaque module.

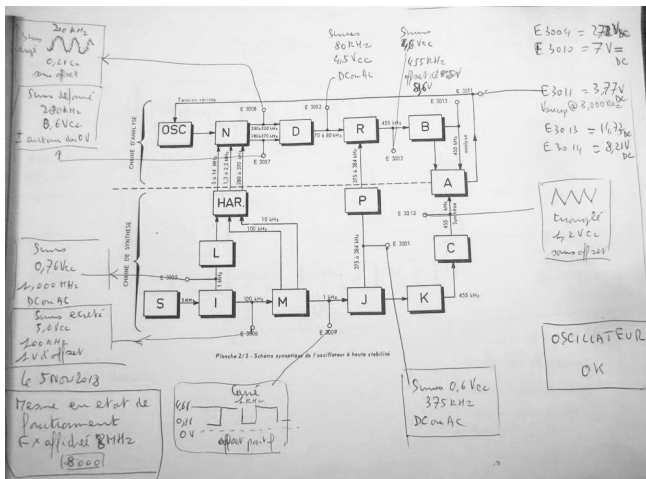


En première approche tout ce qui concerne les diviseurs commutés par les commandes de la face avant semblait être OK.

La chaîne d'analyse par contre ne fonctionnait pas correctement, elle devrait donner un 455 kHz fixe comparé en phase sur la platine A, avec le 455 kHz analysé, hors il y avait une tension continue!

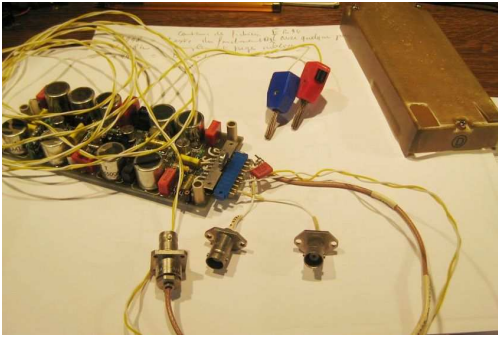
L'agencement des modules et des points tests

Pour une bonne compréhension du fonctionnement du générateur de fréquences, il faut se reporter à la planche 2/3 de la documentation, reprise sur la photo ci dessous.



### Synoptique renseigné du générateur synthétisé

N'ayant aucune expérience, ni information sur les mesures exactes sur les points de tests, j'ai pris une solution béton, qui m'a couté environ 10 à 15 heures de travail, j'ai décidé de tester toutes les platines à partir de l'endroit où je devais trouver un signal, monté un banc de test sur table. Pour chaque platine j'ai injecté en entrée les signaux nécessaires pour obtenir un résultat satisfaisant en sortie; ensuite cette platine validée était remontée sur la châssis en l'isolant des étages précédents mais en injectant les signaux corrects et en analysant le résultat.



J'ai fait cela pour les platines **N, P, A, B, R, et D**.

Au fur et à mesure de la progression, je me suis rendu compte que la platine **D** était à mettre en doute et en particulier le mélangeur qui donne les fréquences entre 70 et 80 kHz.

Exemple de connexions pour test

Test de la platine B. Discriminateur de fréquence

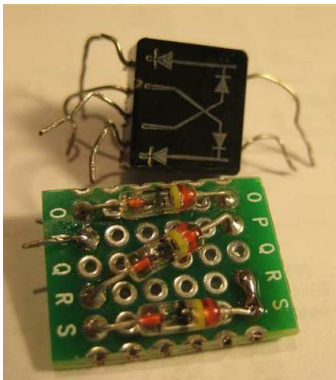
En faisant le test sur table il est apparu qu'il n'y avait aucun vrai mélange mais simplement des fuites à très petits niveaux.

J'ai dessoudé le mélangeur à diode en anneau, pas très facile car il faut savoir que tous les composants et soudures sont sous vernis, il faut donc gratter ou dissoudre le vernis coté soudeuse mais aussi décoller les composants qui sont collés au circuit imprimé par le vernis. Après analyse, une seule des diodes était encore valide, les 3 autres étaient en circuit ouvert.

Platine D - Le mélangeur en anneau



Ce genre de composant (voir photo de gauche) est introuvable de nos jours, (les mélangeurs sont tous intégrés sous boîtier blindés du genre SRA1). La solution de contournement a été de trouver une série de diodes au germanium ayant une chute  $V_{dir.}$ , de 0,3 V environ, d'en trouver 4 très proches les unes des autres ( $V_{dir.}$  à 0,01 V près) et de les monter sur une platine de circuit imprimé à trous métallisés. Je suis parti à la recherche de ce type de composants dans mes stocks et j'y ai trouvé des diodes 1 N 240 présentes depuis au moins 40 ans. La photo contre montre le câblage, (avec une erreur dans un 1er temps, 2 diodes ne sont pas dans le bon sens) et installation en lieu et place du 21M1 Sesco.



Mélangeur 21M1 et Platine de substitution

Le test de la platine **D** sur table indique que tout semble OK, test en vrai grandeur ensuite dans l'ER94 et ce fut OK aussi.



La platine en place

Le synthétiseur verrouille.

Un premier essai sur 8,000 MHz avec le doigt sur l'antenne, indique que le récepteur fonctionne aussi, injection de HF par un générateur ensuite, pour vérifier que la réception est OK, extrêmement sensible à -130 dBm.... Problème résolu pour la boucle à verrouillage de phase !

Etape intermédiaire avant de continuer :

L'étape intermédiaire importante, avant de continuer les divers tests pour la remise en service, a été de faire le relevé de tous les signaux présents sur tous les points de test de la partie qui venait d'être dépannée, cela prend du temps, mais la prochaine fois il n'y aura plus à se poser la question.

Voir en annexe une série de photos d'oscillogrammes réalisés aux points tests sur un matériel fonctionnel, et un listing des signaux trouvés.

### 3e panne:

#### Pas de passage en émission



Utilisation du combiné micro écouteur SILEC CB 50A, le fonctionnement est bon en réception mais rien ne se passe lorsque j'appuie sur l'alternat sauf à tordre le câble au niveau de la prise. Il y a donc des mauvais contacts dans la fiche.

Démontage de la fiche mobile, une rupture au niveau de la borne C (fil rouge sur la photo) réparée, remontage, rien de changé, retour à la documentation pour vérifier comment faire un alternat de test, c'est le plot F, test en volant pour confirmer sur la prise du poste, il y a passage en Tx par la commande de F à la masse.

#### Les ruptures de câblage dans la fiche du combiné

Test du câble de la fiche plot F jusqu'à la platine dans le combiné, photo de droite, c'est OK il y a continuité, en réalité c'est la masse des 2 blindés BF et la masse du poste qui n'arrivent pas au combiné (fil jaune en H coupé dans la prise). Après cette réparation le poste peut être considéré comme opérationnel.



Donc après ces diverses réparations tout semble OK.

Le seuil de détection d'un signal en télégraphie est à -130 dBm

Test en émission 7 W en position réglage, 14 W A3 en service (mesuré sur wattmètre BIRD sur charge 50 ohms) .

Fonctionnement correct en télégraphie et phonie A3 et BLU.

Pas d'essais sur antenne courte, mais ok sur doublet 7 MHz.

### Conclusions

#### A propos des pannes constatées.

- Panne de la diode en série sur l'alimentation: sans doute une mauvaise manipulation d'un dépanneur ayant provoqué un court circuit, lors d'un test et donc destruction de la diode.

- Panne du synthétiseur, panne d'un composant de type modulateur en anneau, très rare (jamais vu dans ma carrière jusqu'à cette date, mais vu de nouveau par la suite). La platine **D** incriminée n'avait jamais été démontée.

- Panne rupture de fils dans une prise micro, panne très courante dans les systèmes fortement sollicités.

Cet appareil une fois réparé a été rendu à son propriétaire.

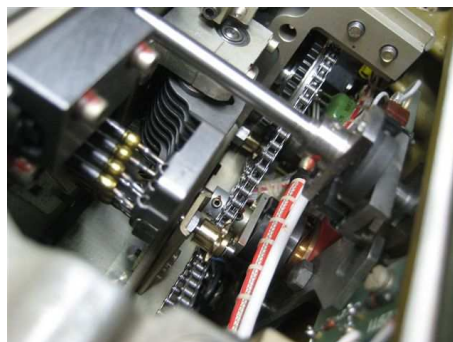
#### Conclusion sur le premier contact avec ce matériel.

Travail passionnant et très intéressant sur les meilleures technologies des années 1970 mais consommateur de temps dans le cas d'une découverte d'un matériel très compact et vraiment très particulier.

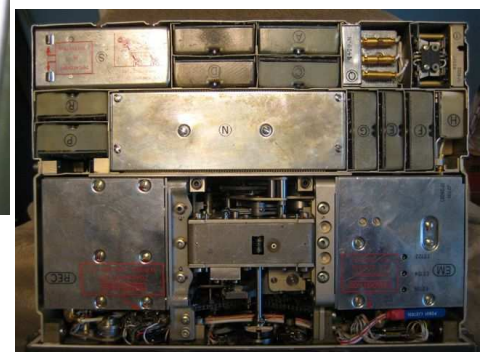
Le principe global de la boucle à verrouillage en composants discrets avait été vu auparavant sur le récepteur RS560 CSF, mais traité très différemment dans ce poste réalisé par LMT à la même époque. L'affichage de fréquence mécanique se faisant ici par commutateurs. A noter aussi le choix de LMT d'avoir un appareil modulaire réparable rapidement par substitution, - je pense qu'il doit exister un manuel de maintenance permettant d'identifier facilement le module en panne – alors que dans le RS560 le retour atelier est obligatoire.



Ce matériel est une belle réalisation, très compacte, avec un très beau câblage, et un bloc de commande mécanique complexe à souhait, avec bielles, leviers, roue à rochet, engrenages, chaînes etc. pour réaliser l'accord par commande unique des divers circuits HF Emission et Réception par noyaux plongeurs.



#### Câblage et aperçu de la mécanique de commande



## Deuxième ER 94B dépanné

Un an après ma première expérience je me trouve devant un nouvel ER94 à remettre en service, celui que je viens d'acquérir, mais je n'ai plus accès à un appareil en état de fonctionnement pour comparaison. Seule l'expérience acquise un an auparavant était disponible. A la première mise en route après nettoyage, l'appareil de mesure indique que les tensions 24 et 16V sont présentes, il y a un léger bruit de fond présent dans le haut parleur, mais aucune réception ni émission sur 7100 kHz, bien que le retour modulation revienne dans l'écouteur ... tout n'est donc pas perdu !

Voici donc le résumé de manière chronologique de l'ensemble du dépannage après la première mise en tension.

A la deuxième mise en route quelques heures plus tard, la réception fonctionne parfaitement avec une sensibilité tout à fait correcte de l'ordre de -125 dBm sur 11 et 7 MHz, seules fréquences testées.

Sur antenne dipôle, en émission sur la gamme 7 MHz, il y a de la HF (environ 15W en A3, vu sur le wattmètre BIRD), l'appareil de mesure en HF1 et HF2 dévie normalement, mais pas de HF sur la fréquence attendue et pas sur toutes les gammes, cet équipement présente donc un fonctionnement étrange, mais ce n'est pas une auto-oscillation.

Une mesure sur l'ensemble des points de test concernant le générateur synthétisé de fréquence indique que celui-ci fonctionne parfaitement, d'ailleurs la sensibilité en réception indique que le récepteur (lorsqu'il fonctionne) reçoit un oscillateur local parfaitement calibré, sans bruit, calé en fréquence par rapport à la fréquence affichée.

En émission, en affichant 8000 kHz, le poste émet sur 7825 kHz et sur d'autres fréquences il ne se passe rien ! Il n'a pas été possible de trouver une corrélation entre fréquence affichée et fréquence émise, bien que cela ne soit pas aléatoire.

Bilan de ces premiers essais, le poste est certainement dépannable, mais une réflexion approfondie sur le fonctionnement constaté est nécessaire avant de passer au dépannage.

Lors des essais suivants, les perturbations en réception ont repris, panne à la mise en route puis, fonctionnement correct après quelques minutes, arrêt, etc.

### Première panne :

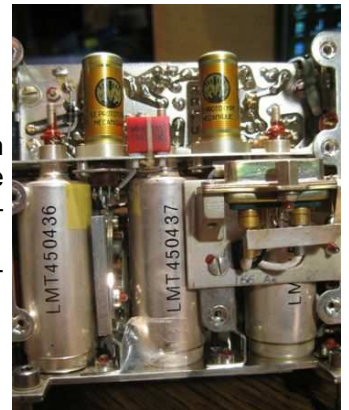
Panne intermittente du récepteur.



Le récepteur a semblé plus facile à appréhender pour un début de dépannage, par ailleurs la partie « présélecteur » du récepteur est aussi utilisée en émission grâce à une double commutation par relais. La validation du fonctionnement récepteur est donc nécessaire.

#### Le présélecteur HF

#### Le Bloc récepteur



La première vérification est celle du signal de l'oscillateur local, généré en réception par le synthétiseur, le test est réalisé par l'ouverture de la liaison J1903/P2909,

Mesure de l'OL : 2,000 MHz affiché donne un OL 3000,040 kHz, 8,000 MHz donne 9000,240, 11,999 affiché donne 12,99917 donc le générateur de fréquence fonctionne correctement en réception.

Le signal est une sinusoïde parfaite de 0,6Vcc, d'amplitude sensiblement constante constant entre 3 et 13MHz. L'oscillateur local est nominal.

Au cours des essais le récepteur se met de nouveau à fonctionner, générant du bruit même sans OL connecté, donc toute la partie FI et la détection sont OK, l'OL ayant été vérifié, il reste donc un mauvais contact, un composant défaillant ou un court circuit dans la tête HF.

Tentative de démonter le bloc récepteur pour faire des essais sur table.... impossible, le bloc de 3 noyaux plongeurs reste solidaire de la partie mécanique. Aucune information de démontage n'est présente dans la documentation disponible.

Ouverture des blindages (qui étaient encore avec les scellées rouges d'origine) et inspection du bloc récepteur en place, le problème de contact se situe sur la partie REC5, un fonctionnement relativement stable est obtenu en insérant un écarteur en matière isolante entre REC5 et le châssis (donc en déformant légèrement la géométrie du circuit imprimé, mais cet artifice ne fonctionne pas dans le temps.

Abandon momentané du dépannage en attendant de trouver une solution de démontage.

## Deuxième panne :

Recherche du problème de la fréquence émise ne correspondant pas à la fréquence affichée.



Lors des diverses inspections pour trouver le moyen de démonter mécaniquement le bloc récepteur, il a été constaté que l'émetteur avait la commande de son bloc de noyau fixée par une seule vis, la seconde (oubliée au remontage car très difficile d'accès) était libre, et que le système de fixation était identique à la partie correspondante du bloc récepteur.

Impossible de démonter à l'aide de clés Allen standards, des clés longues (10cm minimum) et à têtes sphériques hexagonales (permettant une attaque en angle) sont nécessaires.

D'autre part plusieurs marquages en rouge indiquent de remonter les têtes **REC** et **EM** en faisant coïncider les repères des engrenages sur la position 2,000 MHz, ce qui n'était pas le cas de la partie émetteur qui avait été précédemment remontée sans précaution.

Le démontage était donc absolument nécessaire et pour cela acquérir un jeu de clés Allen adaptées. Ce qui fut fait rapidement via Amazon en Allemagne, livraison moins de 24 heures plus tard.

Avant de poursuivre les tests, et en attendant la livraison des clés, il fallait par ailleurs avoir une idée précise du cheminement des signaux utilisés en émission. Je me suis donc créé une documentation de travail, liant les noms et fonctions des platines, les connecteurs de fond de panier, le câblage principal, la face avant, la documentation écrite et les schémas. J'ai aussi renseigné chaque planche de schéma avec de nombreux compléments manuscrits, pour créer une vraie documentation de travail.

### Démontage du bloc émetteur **EM** et tests avec câbles prolongateurs.

Ouverture des blindages et analyse, constatation : tous les condensateurs tantales ont précédemment été changés en atelier.

Avant de continuer, test du module **H**

Le module **EM** étant sorti de son logement, test du signal d'excitation large bande en sortie de module **H**, fournissant le signal d'entrée d'**EM**. Cette sortie mise sur antenne en 7 MHz, donne un fonctionnement semblant normal, le signal étant reçu sur un récepteur annexe sur la fréquence correcte.

La mesure exacte du signal en P2602 chargé sur 50 ohms donne 20 à 150 mV selon les bandes, ce qui semble faible par rapport aux 250 mW indiqués dans la documentation. Peut être un problème d'adaptation d'impédance.

Test du bloc **EM** alimenté en J2701 par un générateur externe ADRET à 2 MHz, sortie **EM** en J2702 chargé par BIRD sur 50 ohms.

Pin 0 dBm = Pout 6 W

Pin 3 dBm = Pout 14W

Pin 6 dBm = Pout 18 W début de compression

Le Bloc **EM** est donc fonctionnel. Il est remonté mécaniquement, puis validé en place en respectant le calage de la roue dentée..

### Test de l'ensemble **H** et **EM**.

Injection de -10dBm en entrée du module **H**, rien en sortie E3018, puis OK, puis HS.

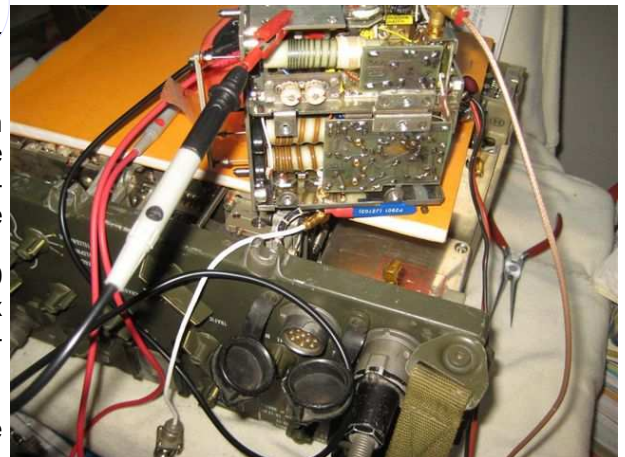
Démontage de **H** et test sur table, changement du mini câble coaxial de sortie, masse coupée.

A noter que le présélecteur, circuit situé dans le bloc **REC**, est utilisé aussi en émission par la commutation de deux relais miniatures, ce circuit apporte une perte de l'ordre de 6dB.

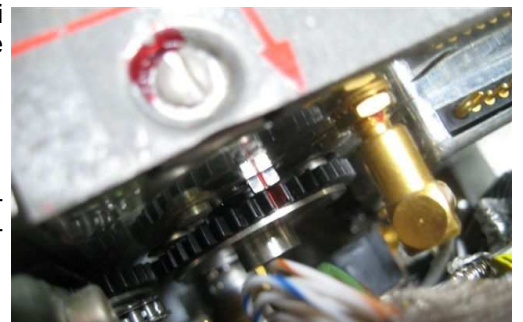
Les problèmes en émission semblent réglés en A3 mais pas en BLU.

Le problème principal était le décalage mécanique du commutateur des circuits accordés par rapport aux fréquences générées, avec un problème annexe sur le coaxial venant du module précédent **H**.

Le calage correct

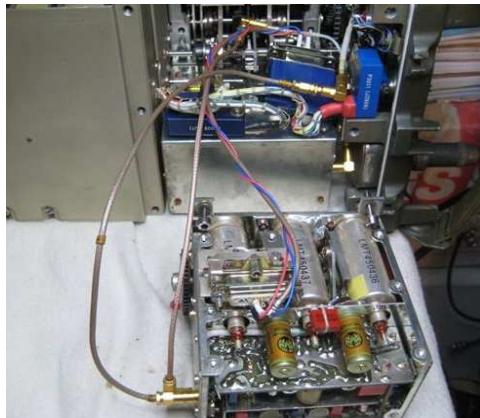


Le module EM ouvert en test



## Retour sur la panne du récepteur:

### Recherche du fonctionnement intermittent du récepteur.

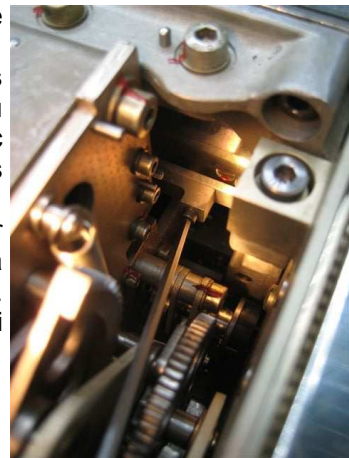


Bloc REC en essais sur table

Démontage du bloc **REC** et essais sur table avec câbles prolongateurs.

Travail facile grâce aux clés Allen extra longues permettant de libérer le bloc récepteur **REC** du châssis et aussi de libérer à l'intérieur du bloc **REC** l'ensemble des modules et des blindages mais sans dessouder les interconnexions.

Il apparaît clairement qu'il est très difficile d'aller plus loin, il y a trop de travail pour démonter la partie REC5 et chercher finement la panne. Néanmoins ce n'est pas une masse fugitive qui cause le problème mais un mauvais contact.



Libération des noyaux plongeurs

Une solution de facilité est alors mise en œuvre en espérant obtenir un résultat : reprendre toutes les soudures accessibles de REC5 avec un fer de 30 W. Evidemment l'aspect est désormais moins esthétique mais CA MARCHE !, cela a été validé ensuite par 40 à 50 heures de fonctionnement sans interruption.

La panne du récepteur a donc été résolue, sans identification exacte, probablement une soudure sèche sur une sortie de pot HF.

Remontage définitif du module **REC** en place, essais et validation de la partie réception.

Test en émission pour valider la partie « Présélecteur » : 12W HF en A3 mais toujours rien en BLU, ni en phonie « réglage » ou mode « télégraphie ».

### Troisième panne :

Absence d'émission en BLU, et en position télégraphie.



Ce n'est pas un problème de liaison vers le micro qui fonctionne correctement.

L'analyse du schéma permet de pointer un problème potentiel dans le module **F**, mélangeur BF et 1 MHz.

Démontage et essais sur table de **F** : (en P2401)

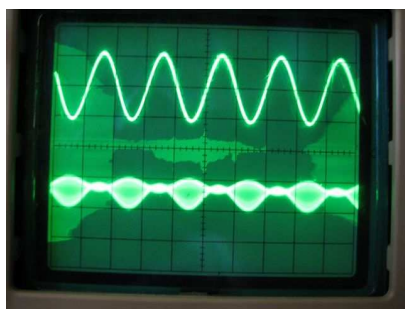
Injection 1 MHz en entrée HF (2) à -8dBm, environ 0,6Vcc

Injection 1 kHz en entrée BF (3) à 2 Vcc

Rien en (6) 1 kHz en télégraphie seulement

Alimentation 16V continu en (7) et masse (4) et (1)

Mesure en sortie 1MHz modulé (8) d'une DSB non symétrique assez faible 5 mV cc, ce qui est anormal.

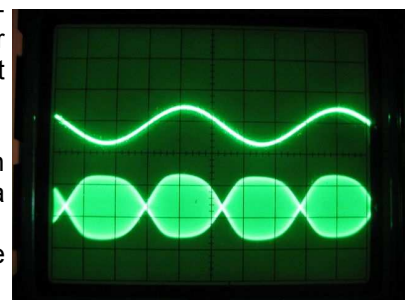


Sortie DSB avant

Démontage du modulateur en anneau, test en statique, semble OK (0,25 V de tension directe pour chaque diode) mais échange par un composant neuf, et fonctionnement OK.

En (8), sortie 1MHz modulé, il y a maintenant un signal DSB 20 mV cc presque symétrique, ajusté à la symétrie par R2410.

(la base de temps de l'oscilloscope n'a pas la même valeur sur les 2 photos)



Sortie DSB après

## Remontage et tests des divers modes en émission.

Phonie A3 : 13 W HF mesuré BIRD sur charge 50 ohms, déviation 90% de HF2 et 40% de HF1

Phonie BLU : 8 W HF sur un coup de sifflet

Télégraphie : 13 W HF

Réglage : 7 W HF sur antenne 7MHz, déviation 50% de HF2 et 30% de HF1.

Après ces tests , augmentation de la puissance à 15 W en A3 par action sur R2627 du module **H** qui ajuste la CAG de l'amplificateur final, ce réglage est accessible sur le flanc gauche sans démontage de module.  
Aucun test n'a été effectué sur antenne courte, par manque de disponibilité d'une pièce de couplage mécanique avec l'embase.

A noter aussi :

Une tendance à une modulation à l'envers en phonie A3. (pas recherché la cause éventuelle)

Une tendance à une oscillation BF en BLU en cas de désadaptation d'antenne importante sur la position doublet, peut être un retour HF ( constaté avec capot ouvert) non vérifié ensuite .

## Ceci clôture la remise en service de ce deuxième ensemble fin 2019.

Une dernière panne a été découverte par hasard lors de manipulations 8 mois plus tard.

Le verrouillage du synthétiseur était mis à mal lorsque le poste était manipulé d'une position horizontale à une position sur le flanc. Une mesure de la tension VCO permettait de constater que celle-ci changeait selon l'inclinaison du poste, la synchronisation restait accrochée jusqu'à un certain point puis décrochait. Après ouverture du module **OSC**, et diverses vérifications, il a été constaté que la barre de commande des noyaux plongeurs de ce module (comme celle qui commande les noyaux de la partie EM vu précédemment) n'était pas verrouillée et avait du jeu. Le serrage mécanique a résolu définitivement cette panne.

Voir en fin de document

- quelques photos prises lors des démontages et des mesures.
- des annexes permettent de faciliter le travail de maintenance .



## Reprise des travaux sur d'autres matériels de la même série en octobre 2020.

### Troisième équipement dépanné .

Pour ce dépannage encore une fois ce texte montre la progression chronologique du dépannage

#### Première panne : alimentation

Le poste est constamment alimenté, même sur la position ARRET avec un câble où le 24 V et la masse sont répartis sur 3 contacts comme pour les dépannages précédents. Câble KD 1409A.

Le doute a été levé en alimentant en +24 V sur le pôle B, avec un fonctionnement normal.

Panne non encore élucidée. Cette panne existe aussi sur un autre matériel de la même provenance, ce n'est peut être pas une panne, il s'agit vraisemblablement d'un problème lié au câble d'alimentation utilisé. Une alimentation en +24V en D démarre le poste, même s'il est sur position « arrêt » ce qui est peut être anormal et indiquerait un problème qui restera à vérifier.

#### 2<sup>e</sup> panne : Panne de synthétiseur

Le poste après un temps de chauffage normal de quelques minutes et pour une fréquence 2505 kHz affichée reçoit un signal émis sur 2490 kHz environ et le signal reçu n'est pas stable. Idem sur 10100 affiché il faut entrer un signal 10095 kHz environ, instable., il y a désynchronisation totale de l'oscillateur.

Une série de mesures sur les points de tests et une comparaison avec les oscillogrammes mesurés sur une station en état, permettent de limiter la zone de recherche. Les mesures en E02, E03 et E11 ne sont pas correctes.

Des mesures précises permettent de voir que le maître oscillateur est parfaitement calé en fréquence E05 = 1,000003 MHz et en E01 les signaux de fréquences de 375 à 384 kHz à 20 ou 30 hertz près sont présents avec un niveau normal. Puis après une heure de fonctionnement le fonctionnement est presque normal mais la tension d'alimentation de la varicap du VCO semble limitée à 3,70V.

Après analyse et diverses réflexions, il est décidé de changer les modules **A** et **B** (comparateur de phase et de fréquence et alimentation de la varicap).

Après changement, la synchronisation à froid se fait après 2 à 3 minutes (la notice dit minimum 15 minutes de chauffage du four pour atteindre la stabilisation), mais dès la mise en marche la tension du VCO varie maintenant de 2 à 6V environ, ce qui est normal. Une fois synchronisé le réglage des kHz est redevenu normal.

Le module **B** déposé est essayé sur un poste en état, il donne une tension VCO maximale de 2,64V, ce qui n'est pas correct, il est donc HS. Le module **A** déposé, essayé sur un poste en état semble correct mais génère une distorsion sur les signaux BLU. Les 2 modules déposés ont donc des problèmes.

Avec des modules en état le poste fonctionne donc normalement.

Fin du dépannage par substitution.

Le module **B** a ensuite été repris et de simples mesures à l'ohmmètre sur le connecteur ont permis de mettre en évidence un problème sur les entrées 5 et 6. (Par comparaison avec un module fonctionnel).

Le traçage des signaux entre les pattes du connecteur et les composants a montré un problème de soudure sèche au niveau de la patte 6 du connecteur, soudure reprise et fonctionnement correct.

#### 3<sup>e</sup> panne : Panne du maître oscillateur

Après de multiples essais, même si une fois démarré le fonctionnement est stable, il est apparu que la sortie 5MHz du module **S** vue en entrée 1 du module **I** est très faible par moment autour de 10mVcc.

En panne il y a 30mV de 1 MHz sur le point test **E05**, en fonctionnement normal il y a 0,5Vcc.

Le module **S** est alors ouvert et testé sur table, le quartz (métallique sur ce modèle) est sorti puis remis en place. Il est alors constaté un problème lorsque l'on touche le quartz dans son logement, un contact aléatoire est présent, mais il est impossible d'aller plus loin (la panne est à l'intérieur du four, trop de démontage), après diverses manipulations une stabilité est obtenue mais cette panne reviendra certainement, car cette zone est soumise au chauffage du four.

Panne potentielle identifiée, pas de solution immédiate sauf échange du module **S**.

Cette panne a été traitée plus tard par un autre om qui a trouvé la soudure sèche grâce à démontage complet de la partie four.

## 4° équipement dépanné

### Première panne : alimentation

Comme le poste précédent ce poste est en partie constamment alimenté (partie BF), même sur la position ARRET s'il est alimenté avec un câble où le 24 V et la masse sont répartis chacun sur 3 contacts comme pour les dépannages précédents. Câble KD 1409A.

Si le seul pole B est alimenté en +24 V, le fonctionnement est normal. Une alimentation en +24V en D démarre le poste en partie, même s'il est sur position « arrêt ». Ceci semble anormal et indique un problème à vérifier mais je n'ai peut être pas le câble d'origine pour ce matériel.

### 2° panne : Panne de synthétiseur

A la mise en route le poste ne synchronise pas, l'analyse des signaux sur les divers points de tests montre que de nombreux signaux sont manquants, le doute ne peut pas être immédiatement levé entre la chaîne génération de fréquence ou la partie analyse. La panne est survenue alors que le poste était en utilisation normale, ce qui semble indiquer une cause unique de panne. La complexité du synthétiseur a fait reporter ce dépannage de quelques jours, et l'analyse des schémas n'a pas permis d'orienter précisément les recherches. La panne est intermittente non liée à un échauffement ni à un mauvais contact.



Lors d'une 2<sup>e</sup> approche le poste s'est mis à fonctionner quelques secondes de nouveau pendant une session de relevés à l'oscilloscope et au fréquencemètre de l'ensemble des points tests. En comparant avec les mesures effectuées sur un autre poste, un gros doute est apparu sur les fréquences mesurées en particulier le 1MHz du point E05 qui donnait 1,005 MHz (donc  $5 \cdot 10^{-3}$  d'erreur écart énorme pour une référence à quartz thermostaté). Mise en route d'un 2<sup>e</sup> fréquencemètre pour vérifier pour trouver sur un poste fonctionnel 1,000001 MHz (erreur de  $1 \cdot 10^{-6}$ ) avec une dérive de l'ordre de 1 à 2Hz sur une période de plusieurs heures.

Le module **S** a été sorti, et un autre mis à la place. A la remise en route instantanément, à froid, le synthétiseur s'est mis à fonctionner parfaitement. Tous les tests sont désormais normaux.

Un décalage de 25 kHz du maître oscillateur semble impossible à rattraper (il est vraisemblable que le quartz a eu un choc), il y a bien un trou pour le réglage d'un condensateur ajustable permettant d'ajuster la fréquence, mais aucun instrument n'agit, un outil spécial est nécessaire dont l'usage est indiqué page 16 de la documentation sans aucun autre détail, c'est vraisemblablement une empreinte de type étoilée ou hexagonale de 1mm ou 1,5mm de 6 à 7 cm de long.

Si intervention, une chirurgie de précision sera nécessaire pour un dépannage à ce niveau, sans avoir l'outil disponible.



### **Conclusion :**

la panne est identifiée formellement. Lors des tests postérieurs le poste a fonctionné sans faille pendant plus de 3 heures avec le module de substitution et a redémarré le lendemain sans problème.

Si la réparation du module n'est pas possible, une solution moderne et relativement simple à mettre en œuvre serait de faire une adaptation et d'installer en remplacement un bloc TCXO 5 MHz par exemple celui d'un Rx/Tx Thomson TRC.382

Fin du dépannage de ce 4e équipement.

## Suite des dépannages d'ER94B

Après les premiers dépannages traités en détail, maintenant que la connaissance du matériel est un peu mieux maîtrisée, j'ai eu entre les mains divers autres postes dont des postes en provenance de la Marine.

Ayant sous la main un poste complet en état, les modules enfichable m'ont permis des dépannages rapides, grâce aux substitutions, néanmoins il a fallu ensuite dépanner finement chaque module et encore se plonger dans les schémas.

Pour les dépannages suivants, je ne traiterai que les symptômes, l'approche de la panne et la réparation.

Vue des équipements présents au gra en fin 2020, un seul m'appartient, les autres ne sont là que pour dépannage.



### Equipement N°5

Etat des lieux au démarrage : pas de BF, pas de HF, puis début de fonctionnement en réception puis arrêt.  
Mesure de tous les points tests ; les points 02, 03, 07, et 08 ne sont pas OK. Ces points concernent la synthèse de fréquence

Divers modules sont prélevés et installés les uns après les autres sur le banc de test et une fois validés réinstallés sur le poste. Finalement échange du module **T** et fonctionnement normal pendant plusieurs heures, ce module.

T est HS avec une panne intermittente.

Une panne intermittente existe autour du transistor Q2204, la méthode de reprise des soudures de toute la zone a été utilisée, décapage mécanique du vernis et reprise d'une dizaine de soudures. Le module **T** a alors été remonté et fonctionnement est resté stable pendant plusieurs heures de test.

### Equipement N°6

**ER94 B version Marine** avec la platine antenne courte remplacée par une platine constituée de 2 prises coaxiales BNC. Cette modification réalisée dans les normes mais pas avec le soin constructeur, permet d'ajouter un élément extérieur entre l'entrée antenne et l'entrée du récepteur (multi-coupleur HF, préselecteur ou antenne séparée?), sinon il faut ponter les prises BNC.

Test réception sur la station RTTY bien connue 10100, résultat aucun signal.

Test de réception sur 7100 ok avec sensibilité normale

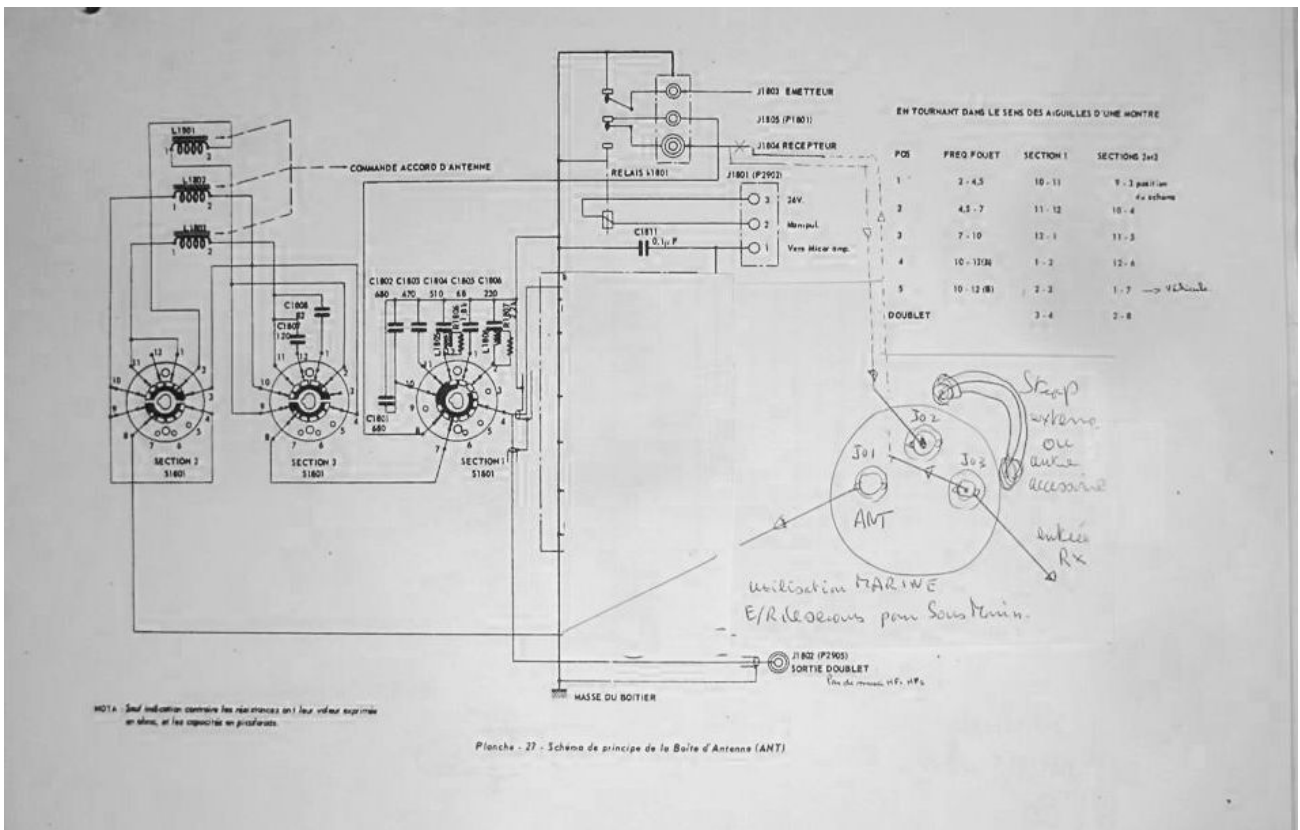
Entre 7000 et 7999 kHz il y a entre 90 à 100 kHz de décalage sur la fréquence réellement reçue

Le maître oscillateur donne 1 000 000 Hz en **E05** après 10 minutes, il est donc OK

Dépannage par substitution qui ne donne rien, démontage de **N** qui montre le manque de signal venant de **HAR** et **L.**, Substitution de **L** et tout est OK.

Dépannage de **L** sur table, il n'y a rien en sortie A1, changement du 2N706A, et fonctionnement OK. A noter le 2N706A sorti est bon en courant continu, peut être un problème de qualité de soudure?





## Equipements divers dépannés ensuite .

Travail sur une version marine mais cette fois avec 3 prises BNC .

Cette modification permet d'utiliser le circuit d'accord antenne interne (utilisé normalement avec l'antenne fouet) en protection supplémentaire du récepteur (peut être pour une réjection des émissions proches), ainsi que l'insertion d'un système extérieur dans le circuit d'entrée du récepteur .

Antenne en J01, sortie du présélecteur interne en J02 mais après le relais coaxial, entrée directe du récepteur en J03 .

Si aucun élément externe dans le circuit réception, un strap est nécessaire entre J02 et J03. Voir schéma manuscrit ci-dessus.

Il est par ailleurs toujours possible d'entrer par la prise antenne doublet et donc de ne pas utiliser la boîte d'accord interne.



Une vue d'un ER94B en PC radio,  
photo prise dans le sous marin  
« Flore » en présentation à Lorient.

Le dépannage de cet équipement a été épique, puisqu'il provenait d'une benne de matériel dans laquelle il avait jeté et été écrasé par d'autres matériels.

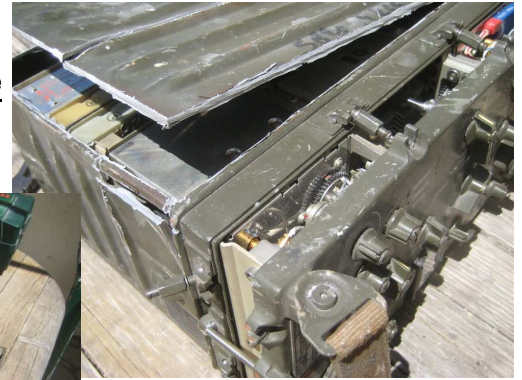
Le boîtier extérieur en alliage léger très solide (l'ER94 est étanche) avait été fortement déformé et comme l'écart entre la châssis et le coffret est de l'ordre du millimètre, il a fallu découper le coffret externe pour extraire le châssis.

Voir les photos sur la page suivante.

Après extraction du châssis, il est constaté que dans la partie mécanique 2 commandes de piston sont cassées. Essai dynamique en réception, seules les bandes 2, 4 et 8 MHz fonctionnent avec une sensibilité normale, les autres sont muettes.



Ouverture du coffret à la disqueuse  
et extraction du châssis.



Deux commandes mécaniques  
de piston sont cassées.

Après réparation mécanique par simple soudure au fer 50W, le fonctionnement est correct en réception sur toutes les bandes avec une sensibilité normale.

Par contre aucun signal en émission. Après divers tests et essais, le module **EM** ampli de puissance est mis hors de cause, sur table il sort 16 W au maximum, les modules de la chaîne émission **E, F, G, H** sont échangés et validés, par contre aucun signal en 3 de **G** alors qu'il devrait y avoir 0,8 à 1V de HF. En injectant directement un signal extérieur de 0 dBm le fonctionnement

est correct. Le bloc oscillateur **OSC** est mis en cause, il est démonté et ouvert. Une analyse en détail du problème indique une absence de contact électrique au niveau du picot 29 sur le circuit imprimé (voir photo) vers la sortie coaxiale A2, le fonctionnement est OK après réparation. Un essai en télégraphie donne 12W en sortie antenne.

La zone des picots de sortie  
où se situe le picot E29



Le coffret est très difficile à reprendre, il faudra essayer d'en trouver un autre.

Fin de dépannage sur ce matériel qui fonctionne correctement sur le plan électronique.

## Autres Pannes .

### Panne d'émission.

Panne étrange sur un matériel très sain, qui fonctionne parfaitement en réception, qui a fonctionné récemment sur une seule gamme en émission. Le 1kHz en réglage CW est présent en retour dans l'écouteur ce qui lève le doute sur la modulation. Tous les points tests sont OK sauf **E22**, la HF s'évapore après les petits étages .

Le module **H** est testé et fonctionne normalement, reste à voir le bloc PA **EM**.

Le bloc **EM** est sorti du châssis, ouvert et testé sur table minutieusement étage par étage , pour se rendre compte

que la roue dentée qui entraîne l'axe du commutateur de gamme n'est pas solidaire de cet axe et qu'il manque la goupille (la goupilles est quasi invisible normalement).

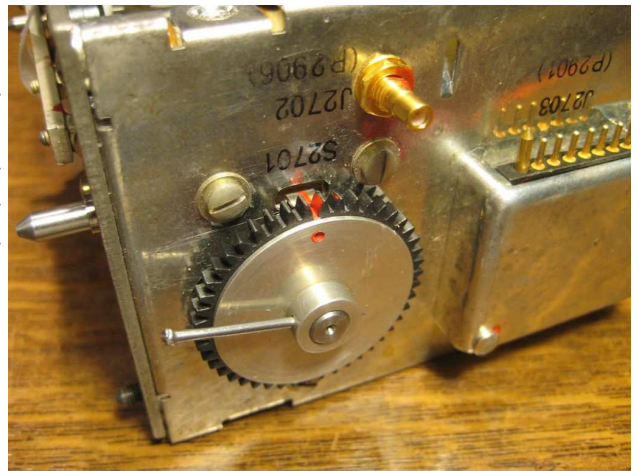
Pour information il est impossible de visualiser le déplacement des curseurs du commutateur rotatif sans démonter une partie des blindages, cette panne toute simple est extrêmement difficile à mettre en évidence.

Mise en place d'une goupille provisoire, voir photo , remontage dans le châssis et tous les tests son OK.

Fin du dépannage

A la date de mise à jour de ce document (octobre 2023) je n'ai pas d'autres pannes constatées à décrire, mais je reste confiant , tous les ER94 vieilliront et auront des problèmes de qualité de soudure.

**A SUIVRE .....**



## Conclusion sur l'ensemble des travaux décrits dans ce document:

Ingénieur en électronique de formation, la recherche de pannes, l'analyse de schémas, les tests sur table et mesures ont été pendant de nombreuses années « mon pain quotidien ».

Découvrir un matériel techniquement compliqué et réalisé avec une parfaite maîtrise par LMT, fut pour moi un travail très plaisant, et techniquement enrichissant. A l'époque de sa conception (c'était juste la fin des tubes, sauf les tubes de puissance, mais juste avant l'arrivée de la micro électronique) ce matériel très bien conçu, mais compliqué, a du être ressenti par certains dépanneurs comme un monstre difficile à maîtriser.

J'ai tout découvert et tout appris sur l'ER94 en dépannant le 1er ensemble sur lequel j'ai travaillé. Issu de la technologie électronique de matériels civils, j'ai aussi découvert les contraintes des matériels militaires (Volume/ poids / solidité / maintenabilité). La 1ere panne dans l'asservissement de l'oscillateur a été une vraie chasse au module, puis au composant, défailant.

Le 2<sup>e</sup> ensemble que j'ai eu en main semble être un matériel n'ayant pas beaucoup servi, très propre, n'ayant pas subi d'intervention précédemment sauf sur la partie bloc EM. Peut être un ensemble abandonné sur étagère, en partie en panne (réception intermittente) utilisé pour prélèvement de modules de rechange, sur lequel a été remonté un ensemble émission sans aucune précaution.

Au fur et à mesure des dépannages qui se sont étalés sur 4 ans, l'apprentissage a continué, et je n'ai pas encore tout découvert mais cela est devenu une routine, je suis en pays de connaissance.

L'article de la revue ITT (et le fait de m'être attelé à sa traduction) m'a permis de ressentir la réelle performance qu'a été le respect du cahier des charges ayant abouti à la construction des prototypes, puis à la réalisation en série.

Si l'opportunité se présente de faire d'autres dépannages sur ce matériel, j'enrichirai ce document avec plaisir.

Merci à tous les OM qui m'ont fait confiance pour intervenir sur leurs matériels et qui m'ont fourni les informations nécessaires, mais néanmoins pas toujours suffisantes pour intervenir efficacement. Je n'ai pas pu obtenir le manuel de maintenance niveau IV, ni la nomenclature.

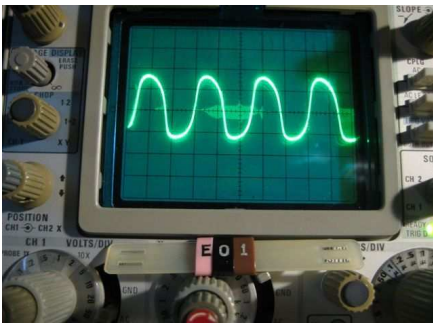
Amitiés et courage pour les dépannages à tous les heureux propriétaires d'ER94. Il ne faut pas hésiter à mettre en doute les soudures, ce problème est récurrent sur ce matériel, il est peut être lié à un processus de vieillissement chimique de l'état de surface des queues de composants ou du flux décapant utilisé pour la soudure.

Octobre 2023.

Guy - f6eyg



Mesures faites sur oscilloscope (SC503 Tektronix 10 MHz) avec une fréquence affichée de 2505 kHz

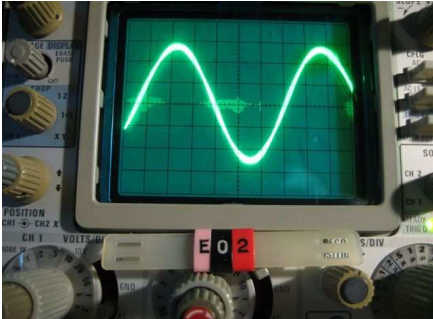
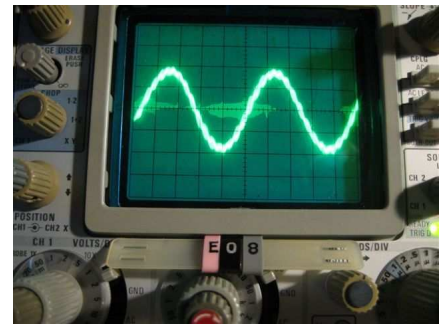


**E01:** Sortie P Oscillateur 375 à 384 kHz

Fx 380 kHz  
1,2Vcc

**E08:** entre N et D Osc . Entre 200 et 300kHz

Fx 205 kHz  
0,2Vcc sinus frangé

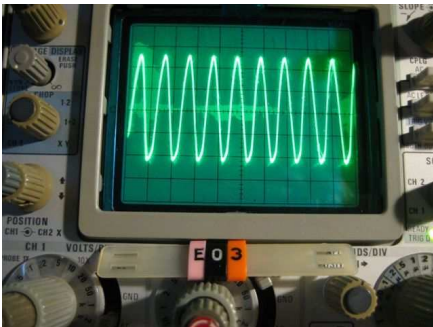
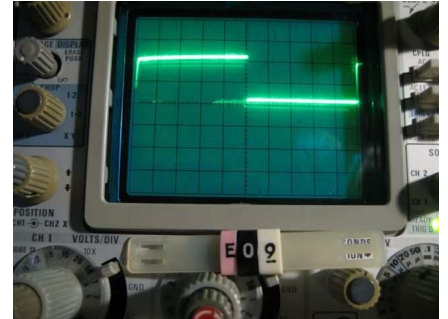


**E02:** Sortie D Oscillateur 70 à 80 kHz

Fx 75 kHz  
5,5Vcc

**E09:** entre M et J

Fx 1 kHz  
4V Carré  
Offset 0,8V

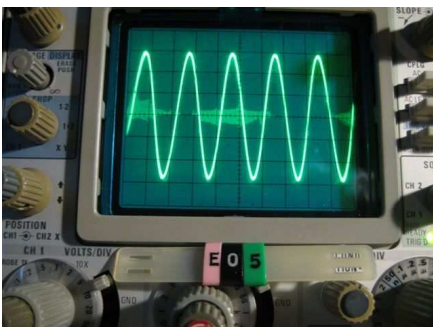
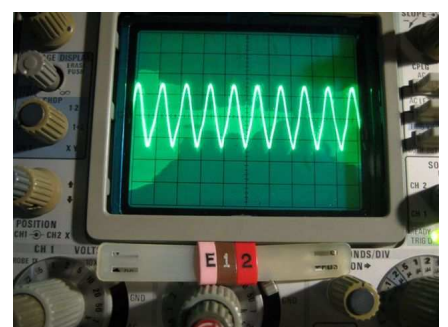


**E03:** Sortie R mélangeur de transposition

Fx 455.33 kHz  
5Vcc  
Offset 9V

**E12:** Sortie C vers A

Fx 455 kHz  
Triangle 1.2Vcc

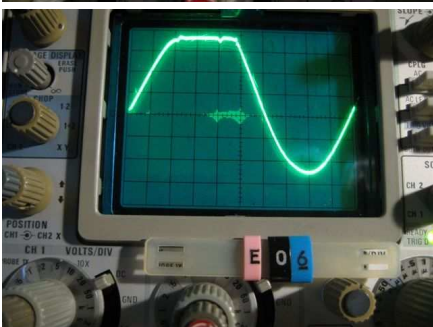
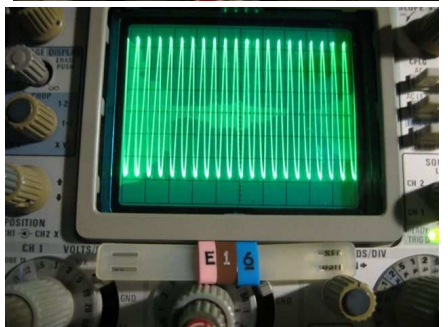


**E05:** entre I et L

Fx 1 000 000 Hz  
1.2Vcc

**E16:** entre T et G

Fx 1000.00 kHz  
1.3Vcc sinus

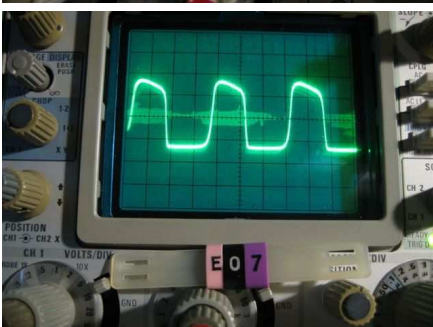
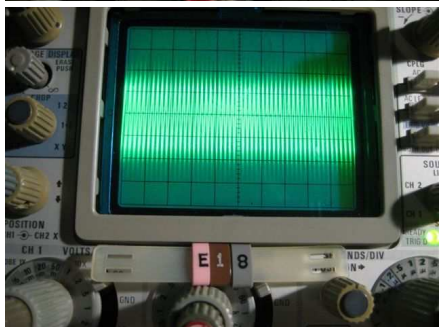


**E06:** entre I et M

Fx 100 kHz  
6Vcc écrêté  
Offset de 1V

**E18:** entre REC et H

Fx 2505 kHz  
30 mV cc sinus  
En TX CW

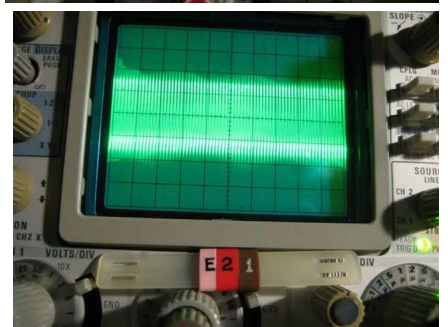


**E07:** entre N et D Osc. Entre 280 et 370 kHz

Fx 280 kHz  
0,6Vcc sinus très déformé

**E21:** 1 MHz BF en Tx

Fx 999,2 kHz  
0,4Vcc en Tx



Tensions continues : **E 04:** 2,78 V **E10:** 7,02 V **E11:** (Varicap) 5,67V à 2505 kHz **E 14:** 8,29 V **E15 et E17:** 16V ou masse

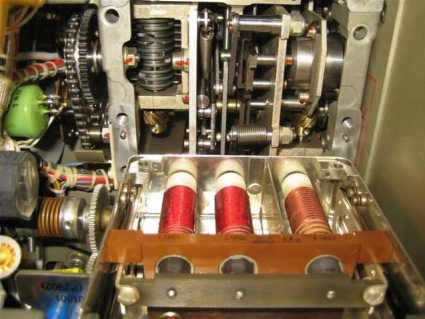
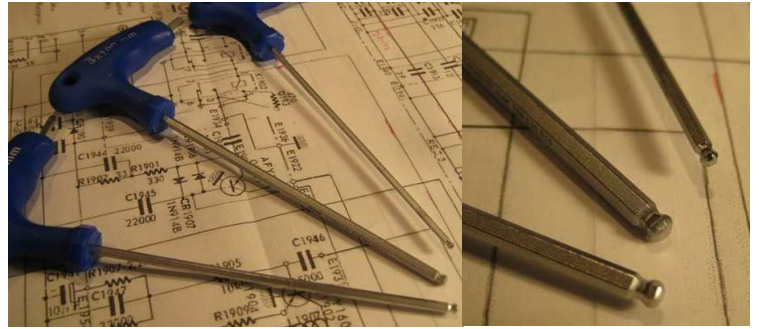


## Les particularités de l'ER 94



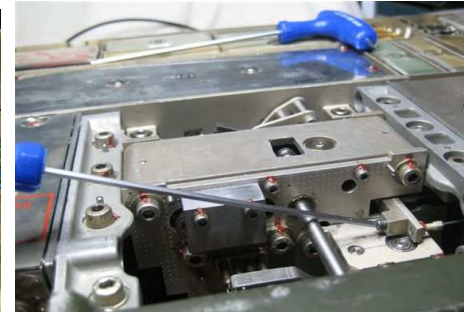
### Module EM

Le transistor de puissance BLY40



### Module ANT

Accord antenne courte et mécanique des noyaux plongeurs



### Module ANT

Relais E/R et commutations de gammes pour antenne fouet

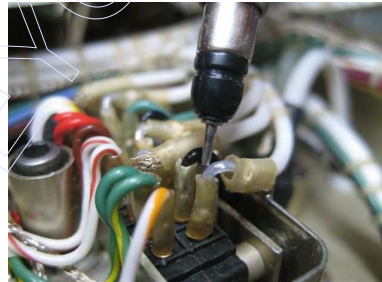


Nécessité de clés Allen longues à embout sphérique

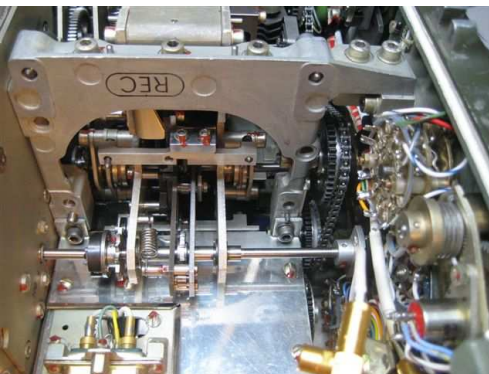


### Face Avant

Vue interne, câblage des prises accessoires



Les mesures à la sonde d'oscilloscope.



### Mécanique

Vues des parties de la mécanique de commande du bloc récepteur REC et des commandes situées sur la face avant

