

UN RÉCEPTEUR DE CONCEPTION
MÉCANIQUE ET ÉLECTRONIQUE ORIGINALE



Le mythique Collins R-388A ou 51J-4

par Jean-Marie Mathieu

La firme Collins Radio Company, qui a été créée en 1933 par Arthur Collins¹, construisit du matériel radio pour des clients spécifiques tels l'expédition antarctique de l'amiral Richard Byrd, les radioamateurs, la radiodiffusion, etc. Intéressée, l'US Navy commanda l'étude de récepteurs exigeants en fiabilité, stabilité et précision de fréquence. Les séries 51J-1 et 51J-2 sont lancées en 1949. L'utilisation du quartz assure des qualités sans compromis. Puis de 1952 à 1955 vient la série réputée R-388 (ou 51J-3). Un progrès important en sélectivité est apporté avec la série R-388A (51J-4) en 1957.

Suite à des difficultés financières, Collins est acheté par Rockwell International en 1973, spécialiste actuel en télécommunication. Cependant, en 2001, la division avionique de Rockwell a été rebaptisée Rockwell Collins Inc, en guise d'hommage à Arthur Collins.

The mythical Collins R-388A or 51J-4

The Collins Radio Company, created in 1933 by Arthur Collins¹, built radio equipment for specific customers such as the Antarctic expedition of Admiral Richard Byrd, radio amateurs, broadcasters etc. Interested, the US Navy commissioned the study of receivers of high reliability, stability and frequency accuracy. The 51J-1 and 51J-2 series were launched in 1949. The use of quartz assured uncompromising characteristics. Then from 1952 to 1955 came the renowned R-388 (or 51J-3) series. A further significant advance in selectivity came with the R-388A (51J-4) series in 1957.

Following financial difficulties, Collins was bought in 1973 by Rockwell International, a telecomms specialist of the time. However, in 2001, the avionics division of Rockwell was renamed Rockwell Collins Inc, in tribute to A. Collins.



Figure 1. — Le récepteur 51J-4.

1. — Arthur Collins (1909-1987) fut radioamateur avec l'indicatif W9CXX, puis W0CXX.



Figure 2. — Le récepteur R-388 version marine.

Une série coûteuse de cinq 51J-4 fut refabriquée dans les années quatre-vingt-dix pour équiper cinq vedettes « renifleuses » de la marine américaine (le choc électromagnétique nucléaire est estimé trop violent pour les équipements à semi-conducteurs). Le R388A est la version marine. Voir les figures 1 et 2.

L'originalité du 51J-4 réside dans le nombre de gammes de 1 MHz (trente qui sont repérées de G1 à G30) pour couvrir la bande des OM et des OC de 0,5 à 30,5 MHz. Nouveauté aussi : la linéarité de l'affichage en fréquence, la reproductibilité irréprochable de cet affichage au kHz près et sa stabilité atteinte en une minute. L'explication : les changements de fréquence des trente gammes sont assurés par des oscillateurs à quartz, les condensateurs ajustables sont en céramique, les selfs à noyau plongeur à perméabilité spécifique (Al) indépendante de la température. Cette conception aboutit à l'absence totale de condensateurs variables, remplacés par des bobines à noyau de poudre de fer dont le déplacement dans le mandrin est actionné par une came.

Notons que, quelle que soit la gamme, un écart de un kilohertz s'étale sur 2,5 mm, avec un tour de cadran pour 100 kHz et dix tours pour 1 MHz.

Ce superhétérodyne possède trois filtres à résonance mécanique

sur la FI 500 kHz, avec un total de 19 tubes miniatures (7 et 9 broches), dont la liste figure sur le tableau 2 ci-contre.

Caractéristiques techniques

- Bande de fréquences : 540 kHz à 30,5 MHz.
- Modes de réception : AM, BLU, MCW (télégraphie à déplacement de fréquence).
- Lecture : affichage linéaire direct en MHz et kHz.
- Stabilité en fréquence : meilleure que 300 Hz.
- Température de fonctionnement : - 20°C à + 60°C.
- Sensibilité :
 - gamme 1 : < 15 µV pour 10 dB S/B ;
 - bandes gammes 2 à 30 : < 5 µV pour 10 dB S/B. (voir la figure 11)

- 6AK5 : amplificateur HF
- 6BE6 : 1^{er} mélangeur
- 6BE6 : mélangeur intermédiaire
- 6BA6 : oscillateur de calibration
- 6AK5 : oscillateur à quartz
- 6BE6 : 2^e mélangeur
- 6BA6 : 1^{er} ampli FI
- 6BA6 : 2^e ampli FI
- 6BA6 : 3^e ampli FI
- 6BA6 : 4^e ampli FI
- 12AX7 : détecteur AM et CAG
- 12AU7 : ampli CAG et sortie FI.
- 12AX7 : limiteur de bruit, amplificateur de tension audio
- 6AQ5 : amplificateur de puissance audio.
- 6BA6 : BFO
- 5V4 : valve de redressement
- 0A2 : régulateur de tension
- 6BA6 : oscillateur à fréquence variable
- 6BA6 : amplificateur buffer.

Tableau 2. — Fonctions des 19 tubes du récepteur R-388A.

- Sélectivité : voir la figure 12.
- Réponse aux signaux indésirables : < 40 dB
- Efficacité du contrôle automatique de gain : moins de 8 dB d'accroissement du niveau audio pour un signal HF d'entrée variant de 5 à 500 mV.
- S-mètre : appareil gradué en 20, 40, 60 dB au-dessus du seuil de CAG et en - 10 à + 6 dB pour le niveau audio de 6 mW de référence.
- Limiteur de bruit : situé en amont du premier étage audio.

No. 1 :	0,55 à 1,5 MHz	No. 11 :	10,5 à 11,5 MHz	No. 21 :	20,5 à 21,5 MHz
No. 2 :	1,5 à 2,5 MHz	No. 12 :	11,5 à 12,5 MHz	No. 22 :	21,5 à 22,5 MHz
No. 3 :	2,5 à 3,5 MHz	No. 13 :	12,5 à 13,5 MHz	No. 23 :	22,5 à 23,5 MHz
No. 4 :	3,5 à 4,5 MHz	No. 14 :	13,5 à 14,5 MHz	No. 24 :	23,5 à 24,5 MHz
No. 5 :	4,5 à 5,5 MHz	No. 15 :	14,5 à 15,5 MHz	No. 25 :	24,5 à 25,5 MHz
No. 6 :	5,5 à 6,5 MHz	No. 16 :	15,5 à 16,5 MHz	No. 26 :	25,5 à 26,5 MHz
No. 7 :	6,5 à 7,5 MHz	No. 17 :	16,5 à 17,5 MHz	No. 27 :	26,5 à 27,5 MHz
No. 8 :	7,5 à 8,5 MHz	No. 18 :	17,5 à 18,5 MHz	No. 28 :	27,5 à 28,5 MHz
No. 9 :	8,5 à 9,5 MHz	No. 19 :	18,5 à 19,5 MHz	No. 29 :	28,5 à 29,5 MHz
No. 10 :	9,5 à 10,5 MHz	No. 20 :	19,5 à 20,5 MHz	No. 30 :	29,5 à 30,5 MHz

Tableau 1. — Bande de réception 540 kHz à 30,5 MHz en 30 gammes de 1 MHz.

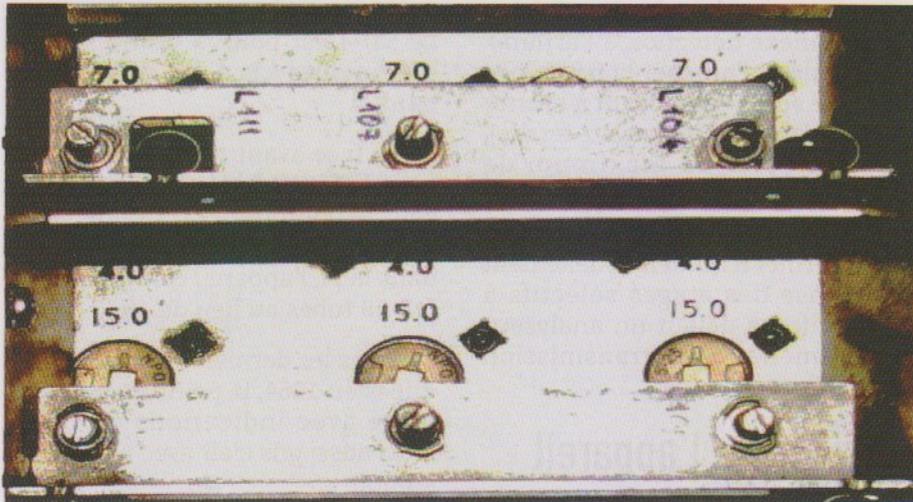


Figure 4. — Noyaux et bobines marqués de la fréquence à laquelle ils doivent être optimisés.

je fus aidé par les notices très détaillées.

Les bobines refaites, les condensateurs fixes associés furent mesurés et recalés.

À noter le souci constant de Collins pour faciliter le dépannage et la maintenance, car tous les éléments sont localisés sur des photos de qualité et repérés sur le châssis.

Une belle leçon pour notre époque du « tout jetable indépannable ».

Une fois les étages réparés, il ne me restait plus que l'alignement en fréquence à effectuer. Rappelons qu'il y a 16 noyaux plongeurs à régler, 33 condensateurs ajustables

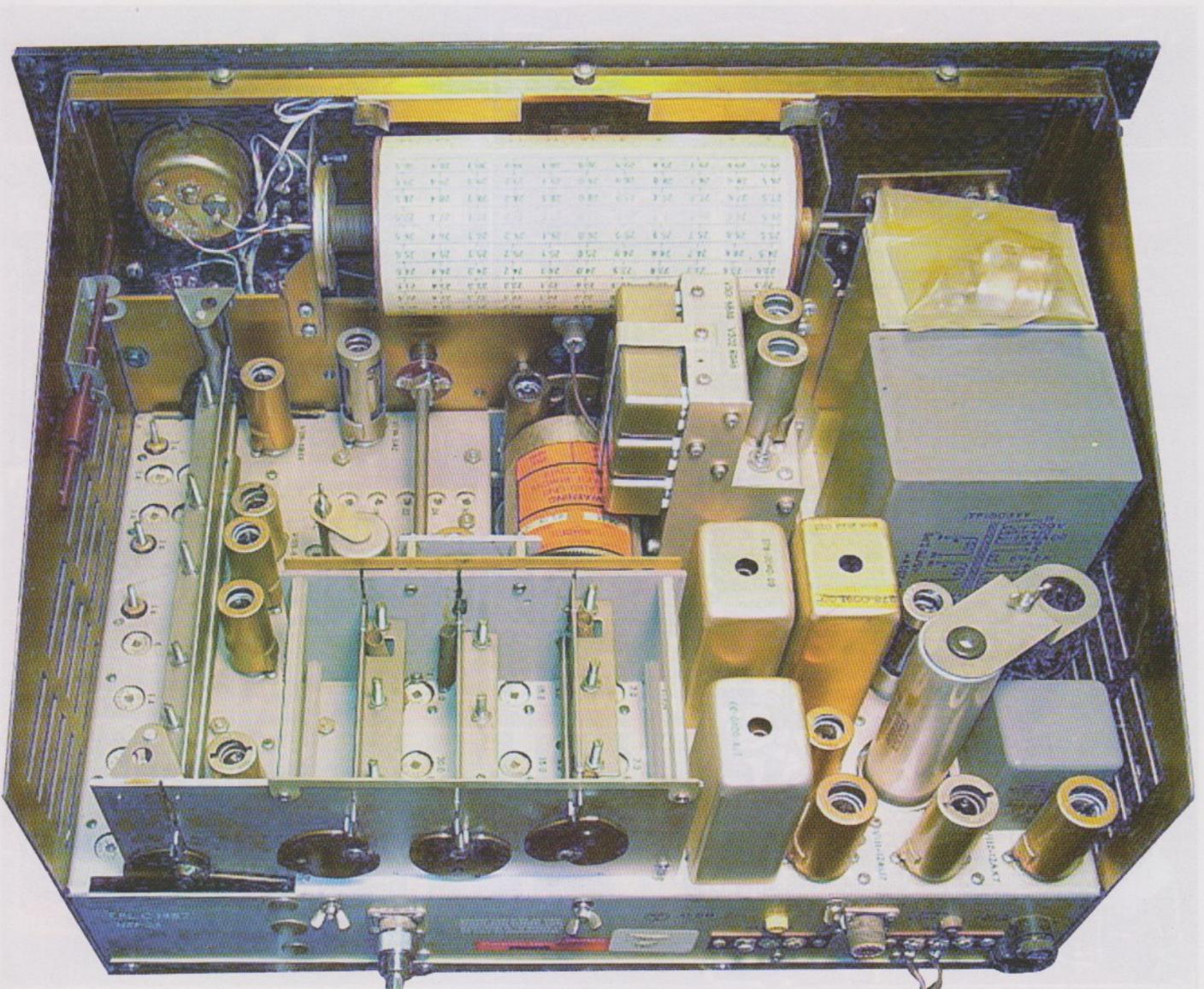


Figure 5. — Châssis vu de dessus.

céramique et les primaires et secondaires de 5 transformateurs. Là encore Collins a fait fort, car tous ces éléments à ajuster sont accessibles par le dessus du châssis et marqués avec la valeur de fréquence à laquelle ils doivent être optimisés.

La figure 4 montre une partie des noyaux et condensateurs marqués à la fréquence à laquelle ils doivent être optimisés (étage HF pour les gammes 4 MHz à 7 MHz).

Après dépannage, un premier niveau d'alignement se fait sans générateur ni oscilloscope, ni antenne, en activant le calibre (100 kHz et harmoniques) et ceci

grâce à un simple voltmètre DC (en sortie annexe détection à l'arrière). Il suffit alors d'afficher la fréquence marquée sur le composant à ajuster (capa céramique ou noyau ferrite), puis à ajuster au maximum de niveau en sortie détection.

En dernière étape, un wobuloscope permet d'affiner visuellement la réponse des étages sélectifs à 500 kHz (ou à défaut un analyseur de paramètres S en transmission HP8753B).

Versions de l'appareil

Le 51J-4 de 1955 à 1964 : les versions civiles, commerciales ou militaires sont toutes identiques au

R-388, à quelques exceptions près. Le 51J-4 est pourvu de trois filtres mécaniques à la place de la FI standard.

La face avant comporte le sélecteur de filtres 1 kHz, 3 kHz et 6 kHz, sous le bouton du BFO. Cette configuration requiert un tube de plus dans la FI, l'appareil comporte de ce fait 19 tubes au lieu de 18.

Dans les dernières versions fabriquées en 1964, la peinture peut être noire avec indications en blanc, mais aussi gris clair avec indications en noir.

La forme des boutons peut également varier (figures 5 et 6)

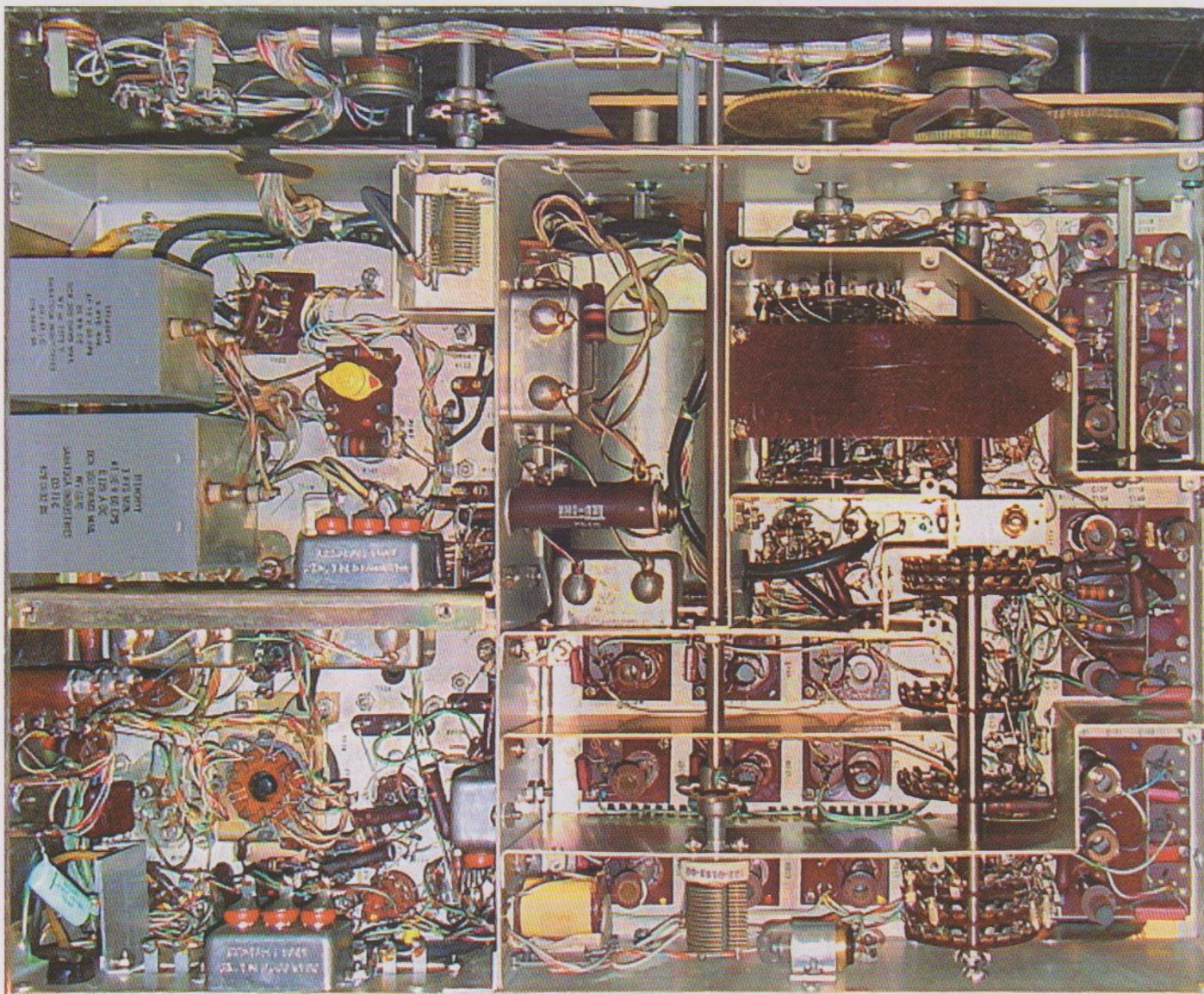


Figure 6. — Châssis vu de dessous.

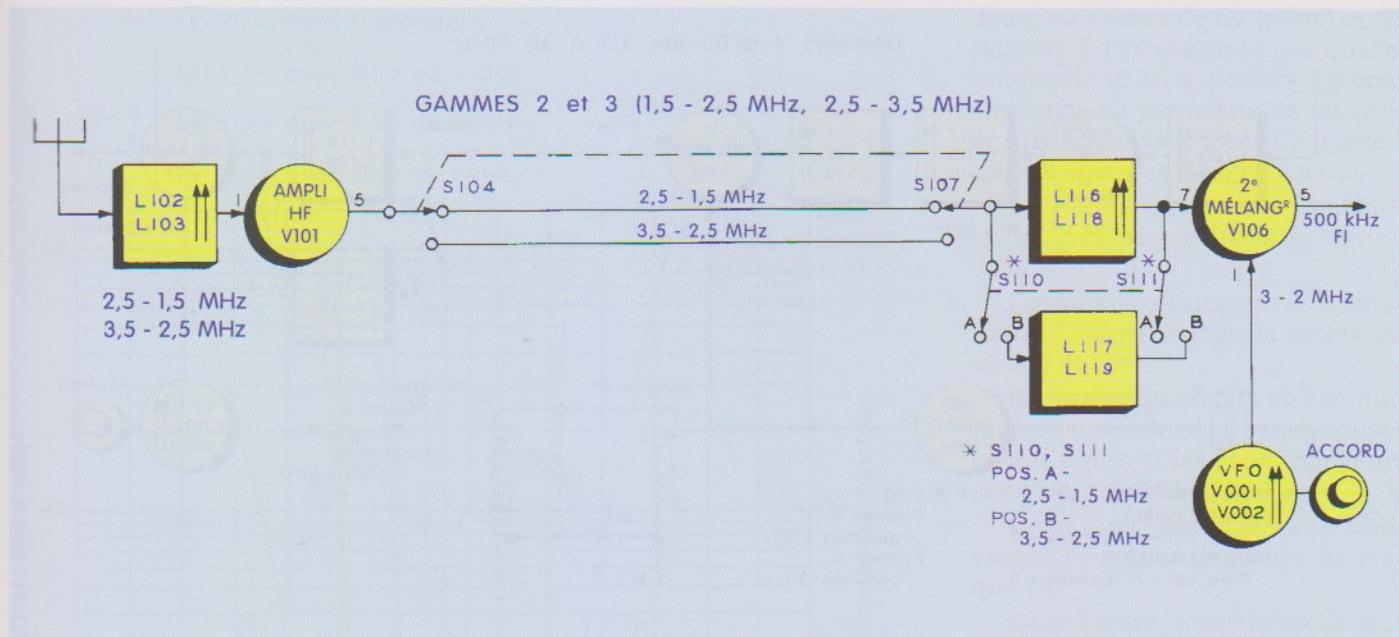


Figure 7. — Diagramme fonctionnel du 51J-4.

Analysons l'architecture du 51J-4

Selon les gammes (numérotées de G1 à G30) il y a un, deux ou trois changements de fréquence.

Le changement de gamme s'effectue par déplacement du noyau dans le bobinage.

À la base c'est un récepteur « bigamme », couvrant par un changement de fréquence les gammes G2 (1,5 à 2,5 MHz supradyne) et G3 (2,5 à 3,5 MHz infradyne). Un étage HF actif (6AK5) sélectionne simplement le signal antenne dans la gamme choisie (voir la figure 7). Voir sur la figure 8 le principe de base du 51J-4.

L'âme du récepteur est le VFO qui permet la réception de toutes les gammes grâce à une couverture unique de 2 à 3 MHz associée à un vernier dix tours. Le cadran central permet donc d'étaler linéairement 100 kHz sur 250 mm. Cet oscillateur local VFO a été particulièrement optimisé en stabilité, linéarité et vieillissement (serti à vie sous atmosphère inerte, on ne doit jamais l'ouvrir !)

Pour les gammes G4 à G30, un premier changeur précède celui décrit en figure 7, on a alors deux changements de fréquence. Ce premier changeur ramène ces gammes par groupe de

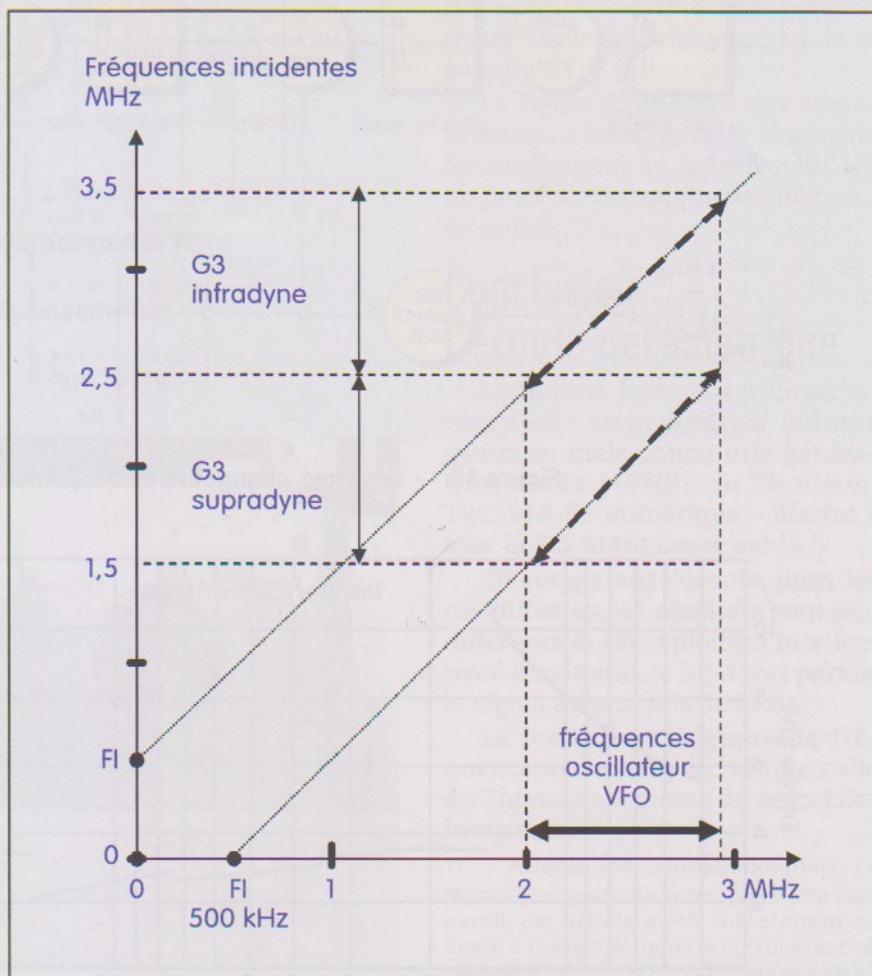


Figure 8. — Principe de base du 51J-4.

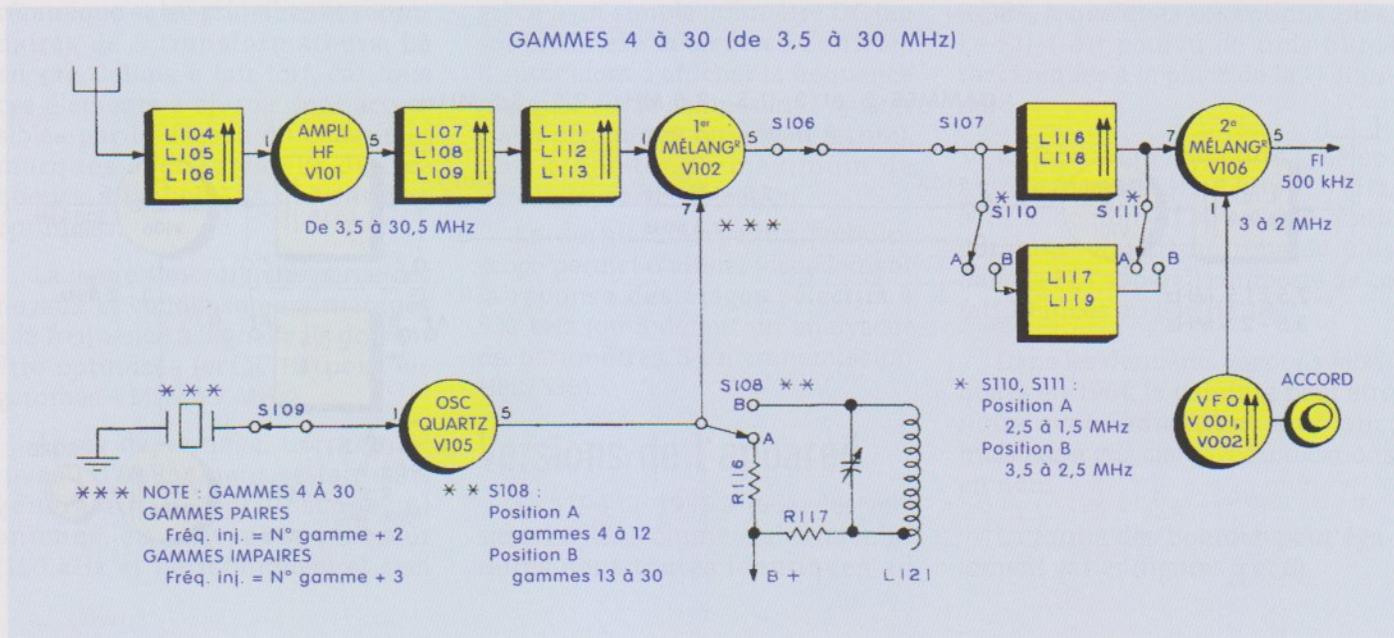


Figure 9. — Les changeurs de fréquence des gammes G4 à G30.

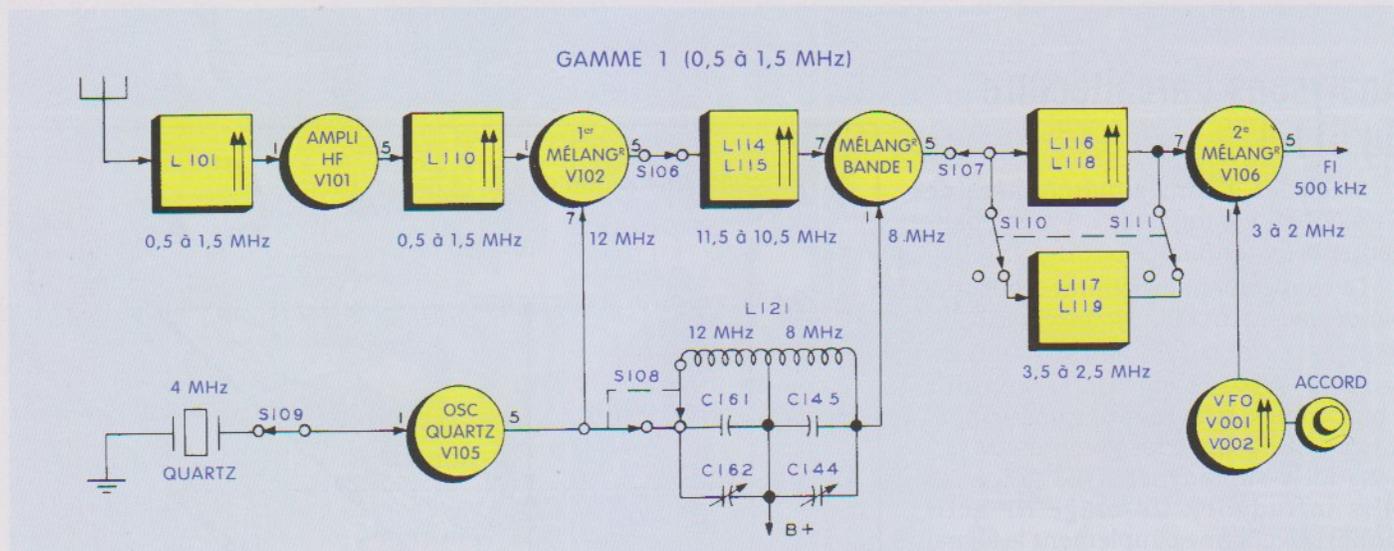


Figure 10. — Les trois changeurs de fréquence de la gamme G1.

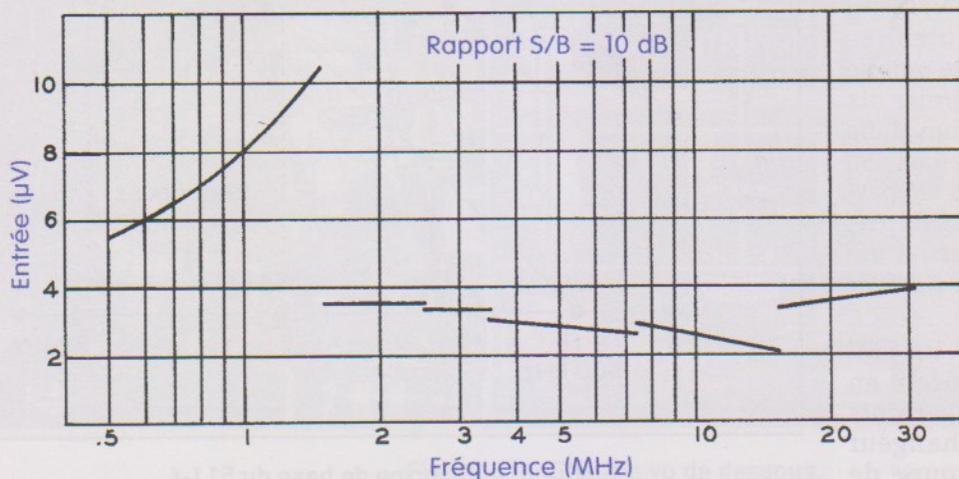


Figure 11. — Courbes de sensibilité.

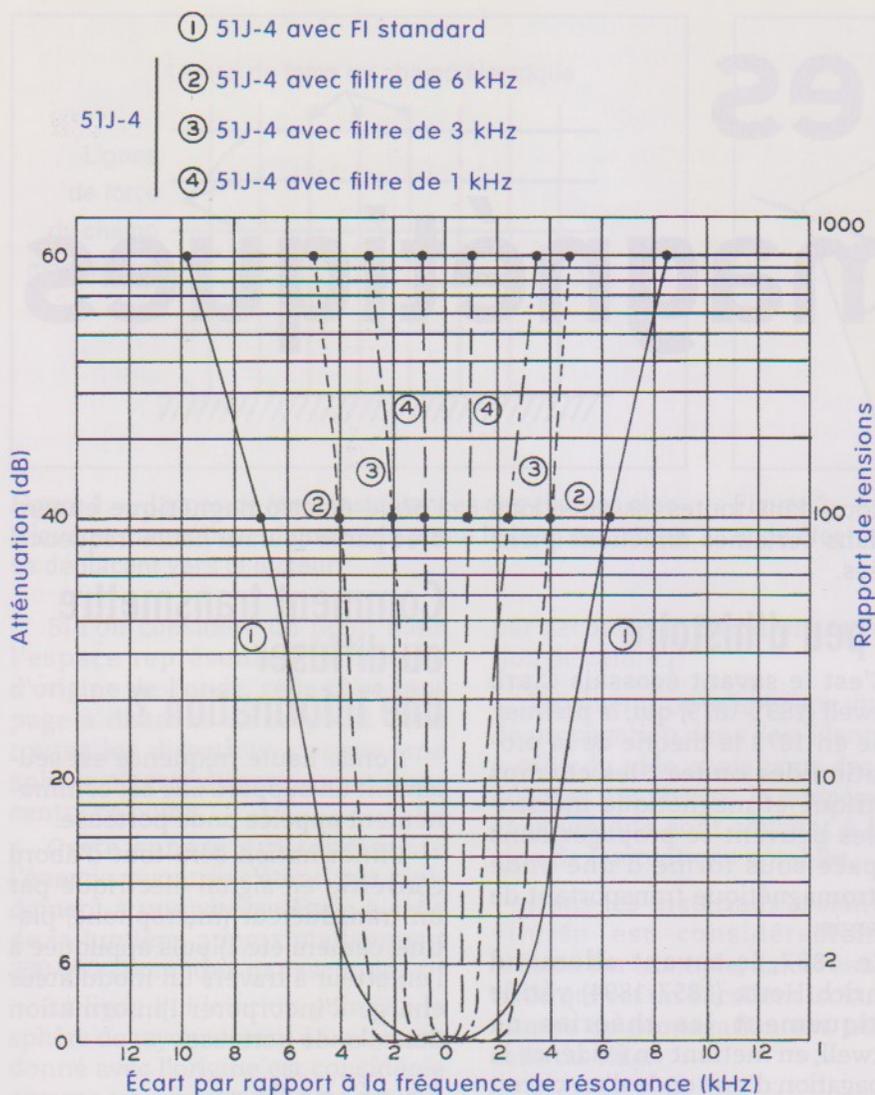


Figure 12. — Courbes de sélectivité.

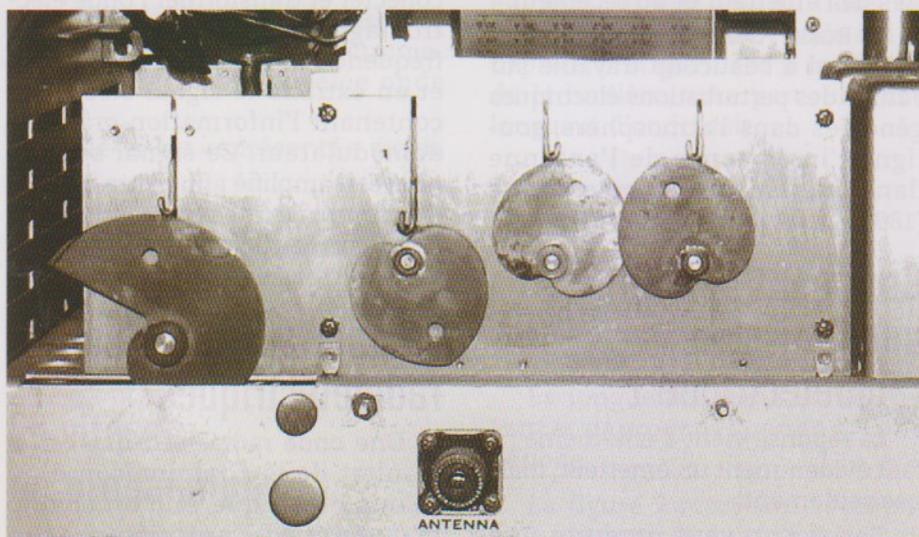


Figure 13. — Les cames actionnant les noyaux du présélecteur HF.

deux, au niveau de G2 (paire) et G3 (impaire). Par exemple, un quartz unique de 10 MHz, pour ce premier changeur, va permettre de recevoir en supradyné la gamme G7 (grâce à G3) et la gamme G8 (grâce à G2).

Ce même quartz sur l'harmonique 2 va permettre la réception de G17 et G18.

Ce même quartz sur l'harmonique 3 va permettre la réception de G27 et G28.

Bien entendu au prix de commutateurs nombreux et synchronisés (voir la figure 9 : les deux changeurs des gammes G4 à G30).

Seule, la gamme G1 (0,5 à 1,5 MHz) exige trois changements de fréquence.

Dans l'ordre : avec un oscillateur à 12 MHz (sortie 10,5 à 11,5 MHz), puis un oscillateur à 8 MHz (sortie 2,5 à 3,5 MHz donc G3), et enfin grâce au VFO, la sortie FI unique à 500 kHz.

Les fréquences 12 et 8 MHz sont issues d'un quartz 4 MHz, voir en figure 10 les trois changeurs de la gamme G1.

La figure 13 montre des cames actionnant les noyaux de poudre de fer coulissants du présélecteur HF, un procédé mécanique peu fréquent en radio.

Conclusion : l'écoute décamétrique

La marine française utilisait un récepteur couvrant les mêmes gammes, mais conçu une génération après (1980) : le Thomson TRC394A (le numérique « discret » avec la PLL étant passé par là !)

En comparant l'écoute, dans les cas difficiles, les résultats sont peu différents et en exploitant la sélectivité maximum, le 51J-4 sort parfois le signal avec moins de bruit.

La lecture analogique de fréquence est aussi précise que celle du Thomson, à moins de deux kilohertz près.

Adaptation : Daniel Maignan.

Nota. — En raison de la complexité de l'appareil, cet article a été volontairement limité à l'essentiel, mais la documentation complète avec tous les schémas et l'explication détaillée du fonctionnement (en anglais US) est disponible sur internet.