

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences [1948-1980]
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	10 (1957)
<b>Heft:</b>	6: Colloque Ampère
 <b>Artikel:</b>	Atténuateur-découleur variable à résonance ferromagnétique pour la bande X
<b>Autor:</b>	Benoit, J. / Lagarrigue, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-738771">https://doi.org/10.5169/seals-738771</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Atténuateur-découpleur variable à résonance ferromagnétique pour la bande X**

par J. BENOIT et J. LAGARRIGUE

Laboratoire de haute fréquence, Grenoble

---

## **I. INTRODUCTION**

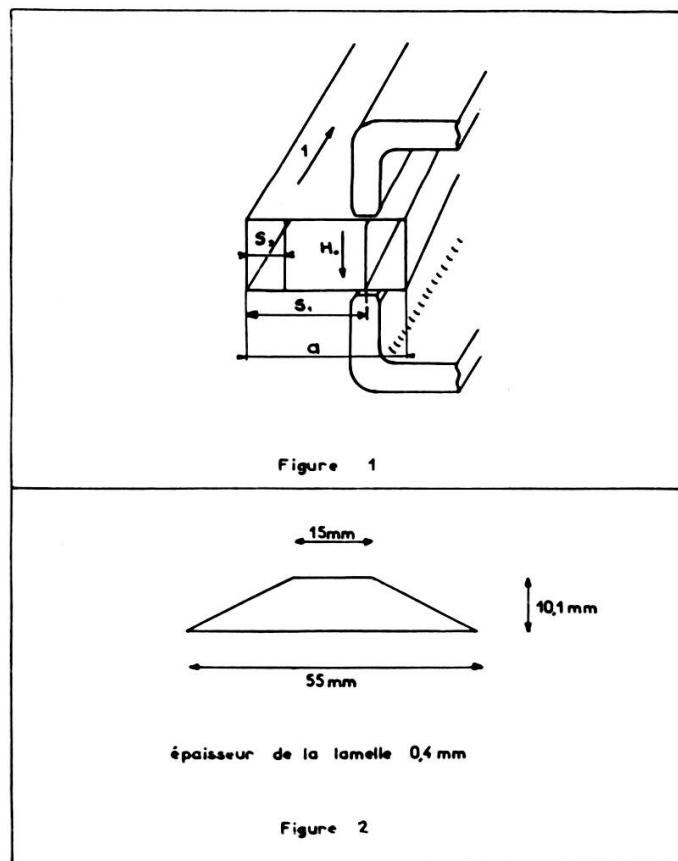
Les atténuateurs à lame résistive mobile utilisés couramment dans la bande X, ont l'inconvénient, lorsque le niveau d'atténuation est faible, de ne ménager aucun découplage entre le générateur et la charge. Si l'on veut alors que les variations de la charge soient sans action sur le générateur, il faut associer à l'atténuateur un découpleur sans pertes. On augmente par suite l'encombrement et le prix de revient de l'installation.

Il nous a donc paru utile de réaliser un appareil présentant à la fois les qualités d'un découpleur et d'un atténuateur variable à faibles pertes d'insertion.

## **2. PRINCIPE DE L'ATTÉNUATEUR-DÉCOUPLEUR**

Il est bien connu [1] qu'un découpleur peut être réalisé avec une lamelle mince de ferrite placée longitudinalement dans un guide rectangulaire (mode  $TE_{10}$ ) et soumise à un champ magnétique statique  $H_0$  perpendiculaire au champ magnétique UHF. Elle est en effet le siège d'une résonance ferromagnétique maxima lorsqu'elle se trouve placée à une distance  $S_1$  (figure 1) telle que le champ UHF soit polarisé circulairement avec un sens de rotation que nous appellerons positif, qui concorde avec celui de la précession des spins imposé par le sens du champ statique  $H_0$  (c'est-à-dire tournant dans le sens du courant magnétisant capable de créer le champ  $H_0$ ). L'absorption consécutive d'énergie UHF a donc lieu en  $S_1$  uniquement pour un sens de propagation de l'onde  $TE_{10}$ ; si celle-ci vient dans le sens inverse, la polarisation circulaire en  $S_1$  est inversée et il n'y a donc plus de résonance en  $S_1$ ; il faudrait alors placer au contraire la lame en  $S_2$  pour retrouver une absorption par résonance.

Ceci étant rappelé, considérons l'onde progressive  $TE_{10}$  venant dans le sens  $\overrightarrow{1}$  supposé tel qu'il y ait résonance dans la position  $S_1$  et déplaçons l'ensemble ferrite et aimant jusqu'à  $S_2$ . La lamelle se trouve successivement soumise à un champ magnétique UHF à polarisation circulaire positive, puis elliptique positive, puis rectiligne, puis à nouveau elliptique mais négative, enfin circulaire négative.



Dans chaque position le champ magnétique UHF peut être considéré comme la résultante de deux composantes.

L'atténuation produite par résonance ferromagnétique variera en fonction de  $S$  comme l'amplitude de la composante circulaire positive, c'est-à-dire d'un maximum pour  $S = S_1$  à, en principe, zéro pour  $S = S_2$ .

Si maintenant on suppose qu'au delà de l'atténuateur se trouve un obstacle ayant un coefficient de réflexion quelconque, l'onde réfléchie venant dans le sens  $\overrightarrow{2}$  inverse de  $\overrightarrow{1}$  sera au contraire peu atténuée pour  $S = S_1$  et très atténuée pour  $S = S_2$ . Quand  $S$  varie, la somme des atténuations subies dans le sens  $\overrightarrow{1}$  et le sens  $\overrightarrow{2}$  reste à peu près constante, si bien que

l'onde qui revient au générateur est dans tous les cas à un niveau très faible par rapport à celui de l'onde directe issue du générateur.

L'appareil constituera donc simultanément un atténuateur variable et un découpleur efficace.

### 3. INFLUENCE DE LA FRÉQUENCE

Les positions  $S_1$  et  $S_2$  pour lesquelles l'atténuation directe est maximum et minimum sont données par:

$$\operatorname{tg} \frac{\pi S_1}{a} = \frac{-1}{\sqrt{\frac{1}{4} a^2 \epsilon \mu f^2 - 1}} \quad \text{et} \quad \operatorname{tg} \frac{\pi S_2}{a} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} a^2 \epsilon \mu f^2 - 1}}$$

Elles sont symétriques et se rapprochent légèrement du centre de la section droite du guide quand la fréquence diminue. Il s'ensuit que les courbes d'étalonnage donnant l'atténuation directe aux différentes fréquences seront disposées dans l'ordre des fréquences croissantes au voisinage de l'atténuation minimum et dans l'ordre inverse au voisinage de l'atténuation maxima.

$S_1$  est voisin de  $\frac{3a}{4}$  et  $S_2$  de  $\frac{a}{4}$ .

Enfin, l'intensité du champ statique nécessaire pour avoir la résonance ferromagnétique dépend aussi de la fréquence.

### 4. RÉALISATION D'UNE LARGE BANDE DE FRÉQUENCES.

Etant donné que pour  $S \approx \frac{a}{4}$  l'atténuation directe est très faible, pour toute fréquence, on s'est attaché à élargir la bande de fréquences dans la position d'atténuation maxima:  $S \approx 3a/4$ .

Nous disposons de lamelles standards pour découpleurs en ferrox cube IV D de forme trapézoïdale (fig. 2). Pour une telle lamelle l'atténuation en fonction de la fréquence pour  $S_1 = 16,7$  mm et  $H_0 = 2.100$  œrsteds ( $H_0$  champ mesuré dans l'entrefer de l'aimant en l'absence de ferrite) est représentée par la figure 3. On voit que la résonance a lieu un peu au delà de 9.800 MHz.

Si l'on utilise une lamelle moins haute, la fréquence de résonance observée avec le même aimant se trouve diminuée, le champ interne se trouvant modifié par l'augmentation du champ démagnétisant [2].

On a donc distribué le long de l'entrefer d'un aimant au ticonal de 120 mm de long une lamelle composite de hauteur variable obtenue en

meulant trois lamelles standards de façon que les diverses portions de ferrite résonnent à différentes fréquences.

On a ainsi réussi à obtenir:

- a) que l'atténuation soit à peu près constante entre 8.500 et 9.800 MHz pour  $S = 16,7$  mm;
- b) que cette atténuation soit notable: 25 décibels.

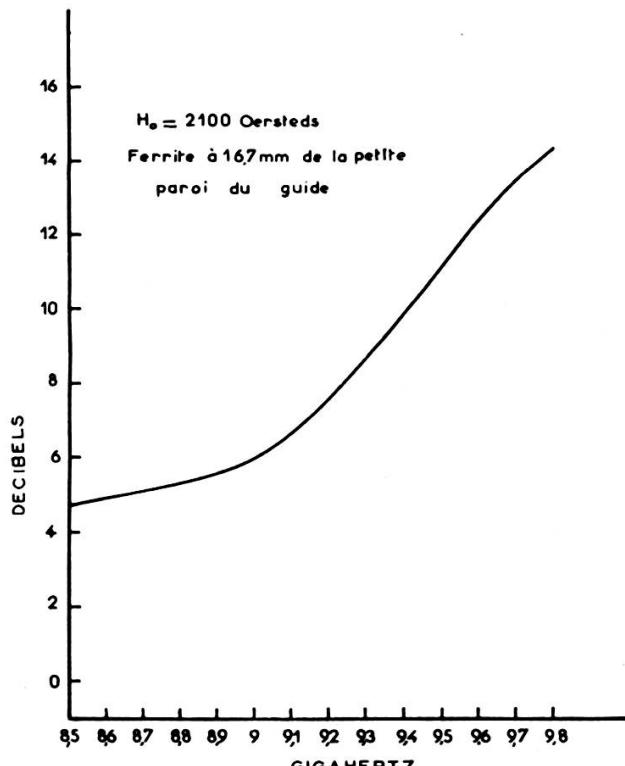


Figure : 3

### 5. LINÉARISATION DE LA COURBE D'ÉTALONNAGE.

Les courbes d'atténuation directe ainsi obtenues ont la forme indiquée sur la figure 4 (origine des abscisses prise au minimum). Afin de rendre la variation de l'atténuation plus progressive, on a adjoint au système à ferrite une lamelle résistive décalée géométriquement, de façon qu'elle soit en contact avec le petit côté du guide quand la position du ferrite est  $S = S_2$ . Ainsi l'atténuation minima n'est pas augmentée. Par contre, quand  $S$  varie de  $S_2$  à  $S_1$ , la lame dissipative introduit une atténuation d'abord croissante, qui passe par un maximum pour  $S = S_2 + \frac{a}{2}$ , puis décroît.

Une lame introduisant un appont de 8 db pour  $S = S_2 + \frac{a}{2}$  suffit à obtenir une courbe à creux peu prononcé.

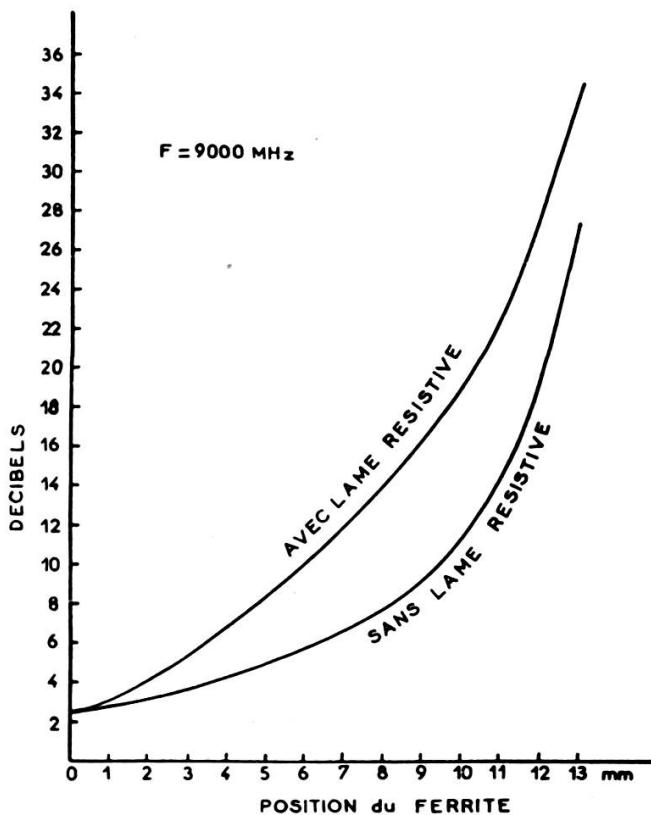


Figure : 4

## 6. ATTÉNUATION INVERSE.

On pourrait croire que la courbe d'atténuation inverse a exactement la même allure à une symétrie près. En fait, la lamelle de ferrite est collée sur une plaquette de polystyrène. Or on sait [3] que la présence du diélectrique déformant le champ UHF dans le guide a pour effet d'accroître notablement l'atténuation maximum dans le ferrite pour un des sens de propagation de l'onde  $TE_{10}$ . Ceci se produit d'ailleurs au prix d'une déformation compliquée de la courbe de variation d'atténuation en fonction de  $S$  et d'une grande dispersion avec la fréquence.

Afin de bénéficier de cet effet sans en subir les inconvénients, on a collé le ferrite sur la plaquette de polystyrène du côté tel que l'effet du diélectrique sur l'atténuation directe soit quasi nul, alors qu'il exalte l'atténuation inverse.

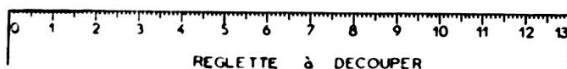
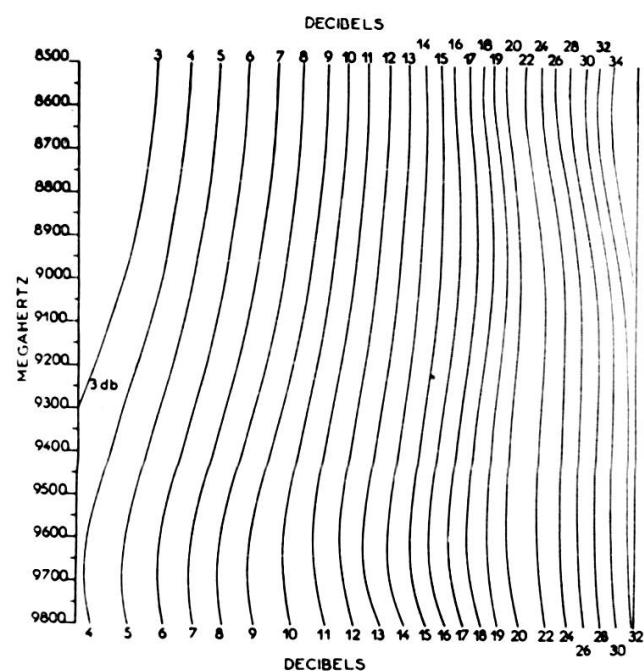


Figure 5

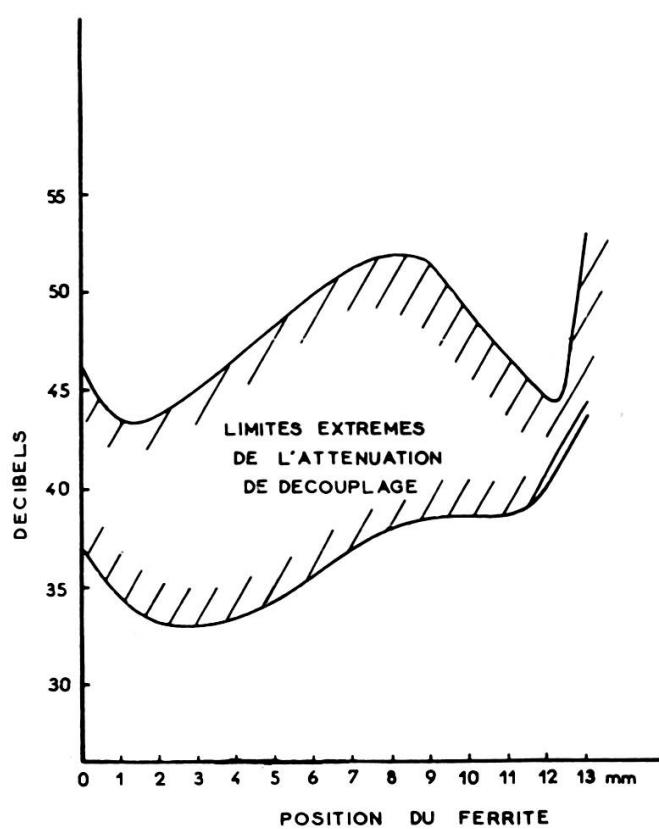


Figure 6

### 7. PERFORMANCES DE L'APPAREIL.

Les courbes d'atténuation directe sont représentées sur la figure 5. On voit que pour la gamme 8.500 à 9.800 MHz l'atténuation minimum est inférieure à 4 db et l'atténuation maximum de l'ordre de 32 db.

D'autre part, la figure 6 montre que la somme des atténuations directes et inverses est supérieure à 33 db, à toutes fréquences et en n'importe quelle position de réglage.

Le taux d'onde stationnaire introduit par l'appareil est inférieur à 1,35 dans toute la gamme 8500-9800 MHz (inférieur à 1,15 entre 9000 MHz et 9800 MHz).

### 8. CONCLUSION.

L'appareil décrit assure simultanément les fonctions d'un atténuateur variable classique d'environ 30 db de gamme et d'un découleur fixe à résonance ferromagnétique assurant un découplage supérieur à 33 db.

La dispersion de sa courbe d'étalonnage avec la fréquence est faible (de 8500 à 9800 MHz). Il introduit un TOS peu élevé. Enfin la course mécanique utilisée dans son emploi est à peu près le double de celle usuelle dans les atténuateurs classiques, ce qui permet de simplifier la dispositif de lecture des déplacements de l'ensemble mobile.

Nous remercions E. Naschke qui a collaboré au début de l'étude de cet appareil.

### BIBLIOGRAPHIE

1. SAKIOTIS, N. G., CHAIT H. N., *P.I.R.E.*, 1953, **41**, 87.  
TURNER, H., *P.I.R.E.*, 1953, **41**, 937.  
KASTLER, A., *C. R. Acad. Sc. Paris*, 1954, **238**, 1007.
  2. KITTEL, C., *Phys. Rev.*, 1947, **71**, 270.
  3. GODFREY, R. M., HUMPHREYS B. L., ALLIN P. E. V., MOTT G., *P.I.E.E.*, Convention on ferrites, 1957, vol. 104, Part B.
-