

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 14 (1961)  
**Heft:** 10: Colloque Ampère

**Artikel:** Modulation et passage rapides en résonance magnétique électronique  
**Autor:** Theobald, J.-G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-739607>

### **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:** 12.07.2025

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

# **Modulation et passage rapides en résonance magnétique électronique**

par J.-G. THEOBALD

Faculté des Sciences de Besançon

---

## *Summary.*

In the report of the preceding meeting, we described a device to observe electron spin resonance signals modulated at variable high frequency. We now use a intermediate frequency phase detector working by means of a frequency transfer of the signal to the intermediate frequency. We obtain this way a sensitivity of  $3.10^{11}\Delta H$  centers of free spins. We used the modulation device to observe rapid passage at room temperature, which enables us to measure directly transverse relaxation times.

Nous nous sommes proposé d'étudier deux applications de la modulation haute fréquence en résonance magnétique électronique:

1. augmentation de la sensibilité d'un spectromètre,
2. expérience de passage rapide à la température ordinaire.

## *Augmentation de la sensibilité d'un spectromètre.*

Dans le compte-rendu du précédent colloque [1] nous avons expliqué le principe de l'expérience et nous avons montré l'intérêt qu'il y avait à moduler le champ magnétique en haute fréquence. Dans le même article, nous avons décrit le dispositif de modulation. Nous nous proposons de décrire un montage permettant de détecter en phase des signaux modulés à des fréquences variant de 0,15 à 0,35 MHz et de 0,55 à plus de 1 MHz. Après détection hyperfréquence, le signal de résonance magnétique est envoyé dans un récepteur hétérodyne qui mélange le signal haute fréquence à un oscillateur local pour donner un signal de moyenne fréquence  $F_M$  fixe (455 kHz). La détection en phase de ce signal nécessite une référence en moyenne fréquence, liée au balayage en champ magnétique et qu'on

obtient en mélangeant une partie de la tension de balayage, qui est la référence vraie, à l'oscillateur local. On réalise ainsi le même transfert de fréquence sur le signal et sur la référence à l'aide du même oscillateur local qui s'élimine dans la détection synchrone. Un seul détecteur de phase à 455 kHz suffit donc pour observer des signaux dont les fréquences vont de 0,15 à 0,35 MHz et de 0,55 à plus de 1 MHz.

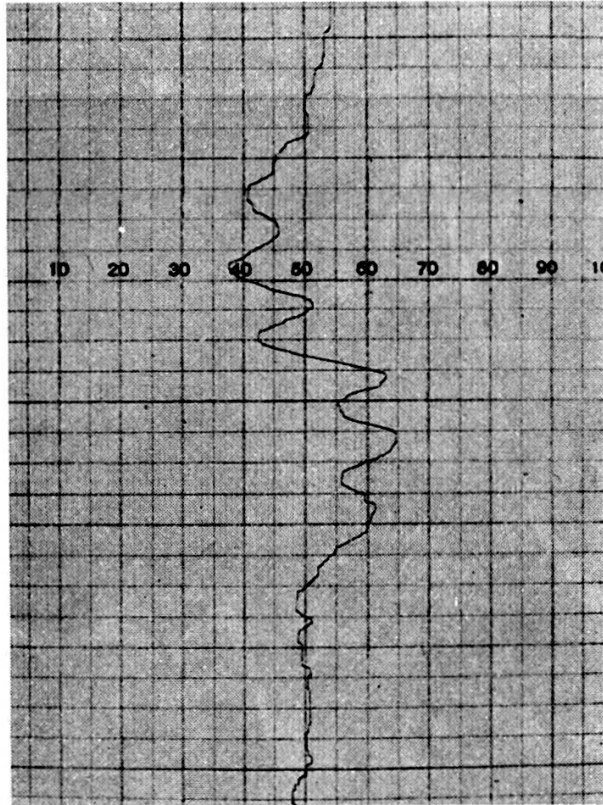


Fig. 1.

Le signal est observé en double balayage: on superpose au balayage haute fréquence (petit devant la largeur de raie) un balayage lent. Après le détecteur de phase, le signal enregistré reproduit la dérivée de la courbe de résonance magnétique. Le nombre de centres minimum détectables est de  $3 \cdot 10^{11} \Delta H$  où  $\Delta H$  est la largeur de raie, soit environ  $10^{12}$  centres de DPPH. Par ailleurs nous avons réussi à construire des cavités admettant des échantillons de grand volume (environ  $0,1 \text{ cm}^3$ ), ce qui permet de détecter des *concentrations* très basses de l'ordre de  $3 \cdot 10^{12} \Delta H$  centres par gramme. La figure 1 reproduit le signal enregistré avec  $80 \text{ mm}^3$  de solution

benzénique de DPPH (concentration  $5 \cdot 10^{-7} \text{M}$ ). Le balayage haute fréquence a une largeur de 3 gauss à 0,9 MHz, la constante de temps du détecteur de phase est de une seconde.

*Expérience de passage rapide.*

La première expérience de passage rapide à la température ordinaire a été obtenue par BENE et ses collaborateurs en 1955 sur des solutions ammo-

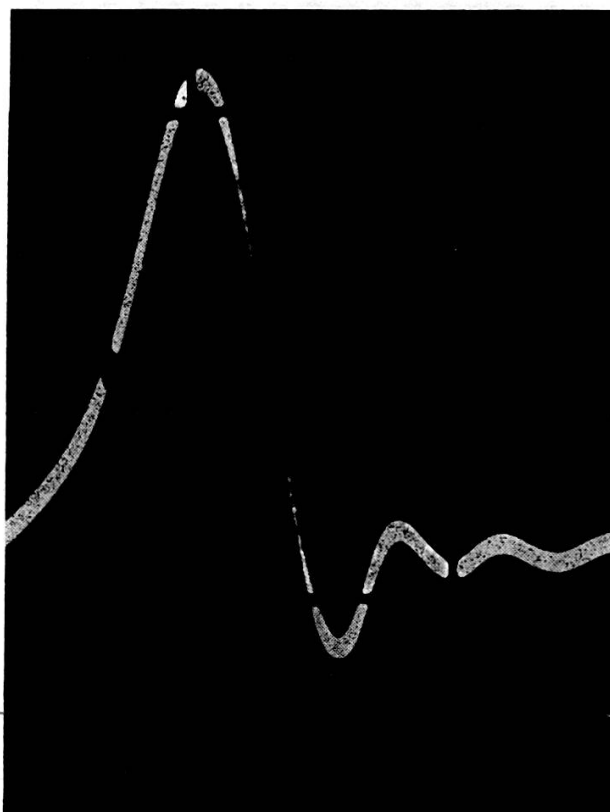


Fig. 2.

niacales de sodium présentant une raie de résonance électronique exceptionnellement fine (environ 25 milligauss) [2]. Le passage rapide était obtenu à des vitesses de passage de 15.000 gauss par seconde. Utilisant la technique de la bobine placée à l'intérieur de la cavité nous avons pu observer le phénomène sur un anthracite des Alpes dont la raie de résonance a 1,4 gauss de large et pour lequel les temps de relaxation longitudinale  $T_1$  et transversale  $T_2$  sont pratiquement égaux et de l'ordre de  $10^{-7} \text{s}$ . Les

fréquences de balayage sont de l'ordre de 1 MHz, le phénomène se produisant à une fréquence double de celle du balayage. Le passage rapide est obtenu pour des vitesses de passage de 60 millions de gauss par seconde. La faiblesse des signaux de résonance conduit à l'emploi d'un préamplificateur de gain 1000 et de bande passante suffisante (25 MHz). La figure 2 reproduit le signal obtenu en balayant à une fréquence de l'ordre de 0,75 MHz. Le balayage horizontal est linéaire en temps. Le taux de décroissance des oscillations permet de mesurer  $T_2$ , on trouve  $T_2 = (0,82 \pm 12) 10^{-7}$  s. Le fait que la décroissance des oscillations amorties soit exponentielle en temps, et le fait que la valeur de  $T_2$  déduite de cette exponentielle quelle que soit la vitesse de passage coïncide avec la valeur de  $T_2$  déduite de la largeur de raie permet d'affirmer que la raie de l'anthracite considéré est homogène. Ce résultat est d'ailleurs en accord avec le fait que  $T_1 = T_2$  et que la raie est rétrécie par effet d'échange.

1. THEOBALD, J.-G., J. UEBERSFELD, *C. R. du 9<sup>me</sup> Coll. Amp.*, p. 347.
  2. BEELER, R., D. ROUX, G. BENE, R. EXTERMANN, *C. R. Ac. Sc.*, t. 241, pp. 472-474.
-