Cellule de mesure des permittivités complexes en fonction de la température, en bande UHF

Cl. Demau, G. Vicq

► To cite this version:

Cl. Demau, G. Vicq. Cellule de mesure des permittivités complexes en fonction de la température, en bande UHF. *Revue de Physique Appliquée*, 1973, 8 (4), pp.383-385. 10.1051/rphysap:0197300804038300 . jpa-00243698

HAL Id: jpa-00243698

<https://hal.science/jpa-00243698>

Submitted on 1 Jan 1973

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Classification
Physics Abstracts
8.710

CELLULE DE MESURE DES PERMITTIVITÉS COMPLEXES EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE, EN BANDE UHF

Cl. DEMAU et G. VICQ

Laboratoire d'Optique Ultrahertzienne (*)
Université de Bordeaux I, 33 Talence, France

(Reçu le 16 avril 1973, révisé le 29 mai 1973)

Résumé. — L'appareil proposé est destiné à l'étude d'effets Debye de liquides en fonction de la température.

Abstract. — This device is used for the study of the variation of the Debye effect in liquids with temperature.

Introduction. — La cellule décrite est prévue pour fonctionner à 1 200 MHz, mais sa conception technique simple la rend utilisable à d'autres fréquences.

Elle met en application la méthode de la ligne court-circuitée de A. Von Hippel [1], en ligne coaxiale, pour échantillons liquides. Pour délimiter avec précision le volume d'échantillon analysé, il est nécessaire d'utiliser un dioptré plan de séparation liquide-air ; nous avons adopté un hublot du type épais, remplissant la fonction de lame demi-onde.

Le corps de cellule a été réalisé en invar supérieur et le hublot en silice fondue, ces deux matériaux présentant les propriétés mécaniques requises aux variations thermiques. Les cuves-échantillons sont en laiton doré.

1. Fonctionnement. — La méthode de mesure des permittivités complexes $\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$ dite du « court-circuit » [1] pour échantillons diélectriques solides, en guide d'ondes ou en ligne coaxiale, repose sur une mesure d'impédance réfléctive d'une lame de diélectrique court-circuitée (Fig. 1) à l'aide d'un mesureur d'ondes stationnaires.

La fréquence de mesure étant fixée et stabilisée à la valeur désirée, on relève le taux d'ondes stationnaires θ (TOS) et le déphasage Δx de l'onde initiale, provoqués par la mise en place de l'échantillon. On doit tenir compte du TOS à vide de l'ensemble cellule + ligne et faire une correction du TOS mesuré.

L'exploitation des résultats expérimentaux relève de l'utilisation d'abaques à lecture directe

$$(\theta, \Delta x) \Rightarrow \varepsilon', \varepsilon''$$

FIG. 1. — Principe de la méthode de la ligne court-circuitée en ligne coaxiale :

- a) Court-circuit.
- b) Echantillon liquide.
- c) Hublot demi-onde.
- d) MOS.

ou de tables de valeurs numériques obtenus à l'aide de calculatrice — ou de l'utilisation directe de l'ordinateur.

Pour les échantillons liquides, il est indispensable de délimiter et de connaître parfaitement la longueur (e_1) de l'échantillon (Fig. 1). Plusieurs solutions ont été depuis longtemps apportées à ce problème [2], [3] ; nous avons adopté celle de la fenêtre épaisse, demi-onde, ainsi que dans nos travaux antérieurs.

Le hublot demi-onde a été réalisé en silice fondue (type PURSIL 453 de quartz et silice) car la constante diélectrique ε' de ce matériau est parfaitement connue, son absorption ε'' négligeable et sa stabilité en température remarquable.

(*) Equipe de recherche associée au CNRS, n° 17.

2. Description de la cellule. — Pour couvrir une large gamme de permittivités complexes avec la même précision moyenne (1 à 3 %), nous avons réalisé plusieurs épaisseurs de « cuve-échantillon », chacune d'entre elles couvrant une gamme de valeurs se recoupant avec la précédente, toutes adaptables au même corps de cellule.

La « cellule de mesure » (Fig. 2) comprend donc deux parties :

2.1 LE CORPS DE CELLULE. — C'est un élément de ligne coaxiale 50 Ω comportant d'un côté une bride de raccordement à l'appareil de mesure et de l'autre côté une face plane pouvant recevoir les cuves-échantillons. Il comprend intérieurement une lame de silice collée ; le rôle de la lame de silice est multiple ; elle assure l'étanchéité, elle supporte et centre l'âme de la

ligne coaxiale, elle délimite la surface du liquide et elle est demi-onde à la fréquence d'étude. Deux conduits percés dans la masse sont destinés au remplissage de la cuve-échantillon et au départ des inclusions d'air ou de gaz éventuelles. Extérieurement, il est entouré par un « arrêt thermique » à circulation d'eau, évitant toute transmission de la chaleur ou du froid aux autres parties du montage UHF. L'ensemble est réalisé en invar supérieur.

2.2 LA CUVE-ÉCHANTILLON. — C'est également un élément de ligne coaxiale 50 Ω à fond étanche (court-circuit) rapporté ; elle comporte deux joints toriques d'étanchéité et deux fins canaux d'arrivée du liquide dans la ligne. Elle est couplée au corps de cellule par trois vis et centrée sur le corps de cellule par l'âme de la ligne coaxiale. Réalisée en laiton, assurant une très bonne conductibilité thermique, elle est évidée de tous côtés afin de suivre au mieux les variations de températures imposées.

3. Dispositifs de thermostatisation et de contrôle de la température. — Pour la régulation entre + 20 °C et + 200 °C, on emploie un bain thermostaté, à circulation d'huile haute température, régulé à l'aide d'une source froide auxiliaire jusque vers 50 °C ; entre + 20 °C et - 80 °C, on utilise une circulation de méthanol en provenance d'un cryostat.

FIG. 2. — Vue en coupe de la cellule :

- a) Bride de jonction.
- b) Arrêt thermique.
- c) Conduit de remplissage.
- d) Corps de cellule.
- e) Lame demi-onde.
- f) Canal d'arrivée des liquides.
- g) Joint torique.
- h) Cuve-échantillon.
- k) Court-circuit.

FIG. 3. — Vue d'ensemble de la cellule et de son dispositif de thermostatisation :

- 1) Circulation eau froide.
- 2) Calorimètre à niveau constant.
- 3) Échantillon à analyser.
- 4) et 5) Circulation huile ou méthanol.

Pour le contrôle de la température des échantillons, après des paliers de 10 min, on relève la température au bain et on la corrige à l'aide de courbes d'étalon-

nage « d'écarts » de température (entre la température prise à la sortie du calorimètre et celle de l'échantillon) ; on a mesuré ces faibles écarts thermiques à l'aide d'un thermocouple fer-constantan, préalablement étalonné sur l'intervalle (-80°C , $+200^{\circ}\text{C}$) toujours pour des paliers moyens de 10 min.

Une circulation lente d'eau à 24°C dans l'écran thermique permet de maintenir constante la température de l'appareillage et d'éviter ainsi toute dilatation de la ligne coaxiale.

On contrôle ainsi la température de l'échantillon liquide au $\frac{1}{2}$ degré près sur tout l'intervalle de mesure.

Bibliographie

- [1] ROBERTS, S. et VON HIPPEL, A. R., *Appl. Phys. Lett.* **17** (1946) 610.
 - [2] FATTUZZO, E. et MASON, P. R., *J. Appl. Phys.* **36** (1965) 427.
 - [3] CROUCH, G. E., *J. Chem. Phys.* **16** (1948) 364.
-