



**HAL**  
open science

## Technique de mesure des résistances électriques élevées au moyen d'une chambre d'ionisation

Daniel Blanc, Eric Fort, Robert Lacoste, Jean Lagasse

► **To cite this version:**

Daniel Blanc, Eric Fort, Robert Lacoste, Jean Lagasse. Technique de mesure des résistances électriques élevées au moyen d'une chambre d'ionisation. *J. Phys. Phys. Appl.*, 1961, 22 (S2), pp.35-38. 10.1051/jphysap:0196100220203500 . jpa-00212810

**HAL Id: jpa-00212810**

**<https://hal.science/jpa-00212810>**

Submitted on 4 Feb 2008

**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.

TECHNIQUE DE MESURE DES RÉSISTANCES ÉLECTRIQUES ÉLEVÉES  
AU MOYEN D'UNE CHAMBRE D'IONISATION

Par DANIEL BLANC et ERIC FORT,

Centre de Physique Nucléaire, Faculté des Sciences de Toulouse.

ROBERT LACOSTE et JEAN LAGASSE,

Laboratoire de Génie Électrique, E. N. S. E. E. H. T., Toulouse.

**Résumé.** — Une chambre d'ionisation, utilisée comme source de courant, permet la mesure précise de résistances électriques élevées [1], [2]. On précise ici la mise en œuvre de cette technique.

La méthode la plus simple consiste à maintenir constante la tension appliquée à l'ensemble du circuit ; les résistances ne sont mesurables que si elles sont faibles par rapport à la résistance interne de la chambre : pour une résistance interne de  $10^{16}$  ohms, la limite est voisine de  $4 \cdot 10^{14}$  ohms.

Il est plus intéressant de maintenir constante, par compensation, la tension entre les électrodes de la chambre : on n'a plus à craindre une diminution importante de l'intensité du courant d'ionisation et la seule limite pratique réside dans la valeur maximale de la tension que peut supporter la résistance à mesurer, valeur imposée par l'intensité du courant débité par la source. Cette méthode a été appliquée à l'étude de divers isolants en feuilles minces, notamment des micas.

**Abstract.** — An ionization chamber acting like a current source allows accurate measurements of high electric resistances [1], [2]. The working up of this technic is explained here.

In the simplest method, the voltage applied to the whole circuit is maintained constant. The measures are limited to resistances, the values of which are small as compared to the internal resistance of the chamber : with an internal resistance of  $10^{16}$  ohms, the limit is near  $4 \cdot 10^{14}$  ohms.

To keep up constant the voltage between the electrodes of the chamber, by a method of compensation, is more interesting ; an important reduction of the current crossing the chamber is not to be feared ; the only practical limit lies in the maximum voltage that the resistance under measure can support, this maximum voltage being imposed by the current supplied by the source. The method has been used to study various thin dielectrics sheets, more particularly micas.

Dans nos publications précédentes [1], [2], nous avons exposé le principe de la mesure de résistances électriques élevées au moyen d'une source de courant ; nous avons montré qu'une chambre d'ionisation répond à la définition d'une telle source et que, connaissant la valeur constante de l'intensité du courant débité, la détermination d'une résistance se ramène à la mesure de la chute de tension entre ses bornes.

Nous donnons dans ce qui suit quelques précisions sur la mise en œuvre de cette technique.

Nous indiquerons d'abord les notations, en utilisant la figure 1, qui donne l'allure de la caractéristique électrique  $i = f(V)$  d'une chambre d'ionisation sous irradiation constante :  $V_0$  est la tension appliquée à l'ensemble du circuit,  $V$  la différence de potentiel entre les électrodes de la chambre ;  $V_s$  et  $i_s$  représentent, respectivement, l'abscisse et l'ordonnée du point A, définissant le début de la partie linéaire de la caractéristique.

La courbe  $i = f(V)$  représente la caractéristique statique de la source : c'est celle que l'on obtient en toute rigueur lorsque la résistance du circuit extérieur est nulle, ou, pratiquement, tant que sa valeur  $R$  demeure faible devant la résistance interne  $\rho$  de la chambre [1], [2]. Nous avons expé-

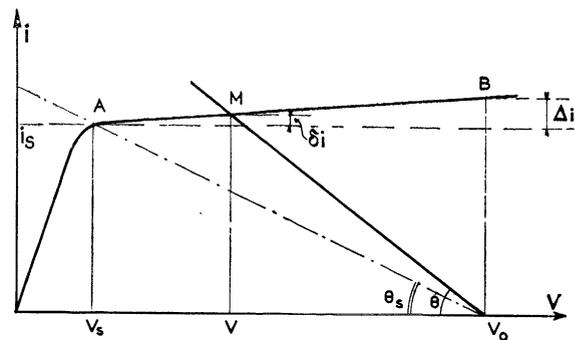


Fig. 1. — Représentation graphique du fonctionnement de la chambre d'ionisation dans le cas où  $V_0$  est constante.

menté deux méthodes de mesure, que nous allons maintenant exposer.

**Première méthode :  $V_0 = \text{constante}$ .** — Les figures 2a ou 2b représentent le schéma du montage électrique, selon que la détermination de la différence de potentiel aux bornes de l'échantillon s'effectue directement sur un voltmètre ou par l'intermédiaire d'une tension en opposition.

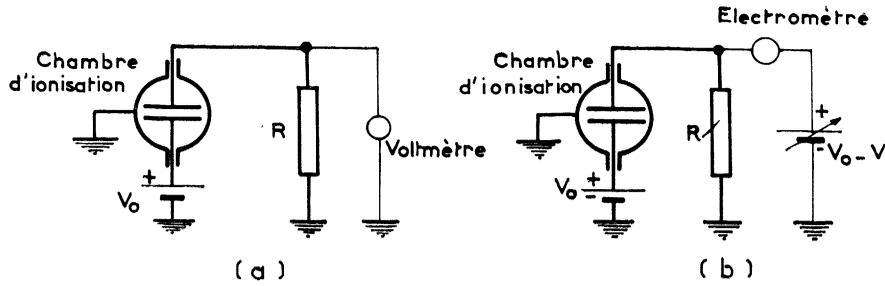


FIG. 2. — Montages de mesure ( $V_0 = \text{constante}$ ).

Pour déterminer les limites théoriques du procédé, il faut se reporter à la figure 1 : la droite de charge, d'équation

$$i = - (1/R) (V - V_0),$$

et de pente

$$\text{tg } \theta = - 1/R,$$

coupe la caractéristique au point M, représentatif du fonctionnement du circuit.

Pour que l'on puisse considérer le courant  $i$  comme constant, il faut que M se trouve entre les extrémités A et B du palier. On ne peut donc mesurer valablement que les résistances dont les valeurs sont comprises entre zéro et  $\left| \frac{1}{\text{tg } \theta_s} \right| = R_s$ , qui correspond au point A :

$$R_s = \frac{V_0 - V_s}{i_s} \ll \rho = \frac{V_0 - V_s}{\Delta i}.$$

Parmi les chambres d'ionisation que nous utilisons se trouve une chambre cylindrique remplie d'air sous la pression de 2 cm de mercure [3]. Voici quels sont les paramètres principaux de cette chambre :

$$\begin{cases} V_0 = V_s = 700 \text{ volts} \\ i_s = 2.10^{-12} \text{ A} \\ \Delta i = 10^{-13} \text{ A.} \end{cases}$$

On en déduit :

$$\begin{cases} \rho = 10^{16} \text{ ohms} \\ R_s = 3,5.10^{14} \text{ ohms.} \end{cases}$$

Un inconvénient de cette méthode réside dans le fait que, le palier de la caractéristique statique de la source n'étant pas parfaitement horizontal, on ne connaît le courant  $i$  qu'avec une certaine approximation.

Si l'on prend  $i_s$  comme valeur de ce courant, on voit sur la figure 1 que l'erreur  $\eta$  sur la mesure d'une résistance  $R$  est :

$$\eta = \delta i / i_s;$$

sa valeur maximale  $\eta_m = \Delta i / i_s$  est de l'ordre de 5 %, dans le cas de la chambre précédente.

La précision s'améliore donc lorsque  $\rho$  augmente et que l'on mesure des valeurs  $R$  tendant vers la limite supérieure  $R_s$ .

Notons enfin que, si l'on peut reculer cette limite en utilisant une tension  $V_0$  plus élevée, l'augmentation corrélatrice de  $\delta i$  diminue proportionnellement la précision, pour une résistance donnée.

**Seconde méthode :  $V = \text{constante}$ .** — On maintient constante la tension  $V$  aux bornes de la chambre, en compensant la différence de potentiel  $V_R$  qui apparaît aux bornes de la résistance à mesurer. Le schéma du montage est donné sur la figure 3.

Pour différentes valeurs de  $R$ , la droite de charge tourne autour du point C d'abscisse  $V_c$  (fig. 4), ce qui entraîne une variation de  $V_0$ .

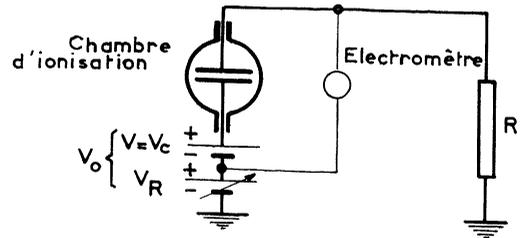


FIG. 3. — Montage de mesure ( $V = \text{constante}$ ).

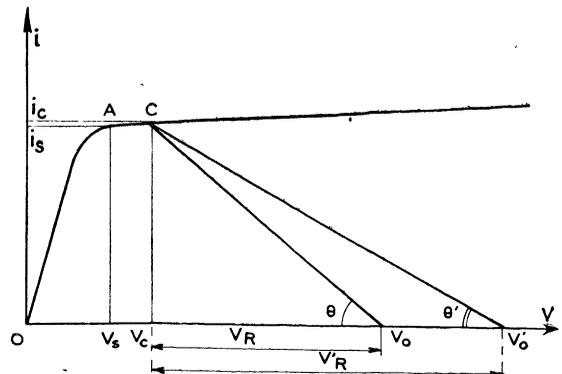


FIG. 4. — Représentation graphique du fonctionnement de la chambre d'ionisation, dans le cas où  $V = V_c = \text{constante}$ .

Ce dispositif présente sur le précédent un certain nombre d'avantages : quelle que soit la valeur de  $R$ , le courant conserve une valeur  $i_c$  rigoureusement constante. L'étalonnage de la chambre ne porte plus que sur la mesure préalable de cette grandeur dont la valeur peut être parfaitement connue grâce à un système intégrateur : on effectue la charge partielle d'un condensateur à très faibles pertes, que l'on décharge dans un circuit de comptage, et ceci un nombre de fois d'autant plus grand que l'on recherche une précision plus élevée.

Un autre intérêt de cette seconde méthode est le suivant : la tension de compensation  $V_r$  donne directement la valeur de la différence de potentiel aux bornes de  $R$  et il n'est plus nécessaire, comme dans le cas de la figure 2a, de disposer d'un appareil de mesure de résistance interne très élevée : il suffit que l'électromètre, utilisé comme appareil de zéro, possède une seule sortie à très haut isolement.

Ajoutons que l'on peut envisager de mesurer n'importe quelle résistance, sans que l'on ait à craindre une diminution du courant débité par la chambre, c'est-à-dire sans que l'on ait à connaître, d'avance, l'ordre de grandeur de l'élément à étudier. La seule limite pratique réside dans la valeur maximale de la tension que peut supporter la résistance à mesurer, valeur qui est imposée par l'intensité du courant débité par la source.

Enfin, la méthode proposée, qui pourrait être mise en œuvre avec une source de courant imparfaite, prend toute sa valeur lorsque l'on utilise une source de forte résistance interne : le courant  $i_c$  demeure alors très stable sans que l'on ait à utiliser des sources de tension elles-mêmes hautement stabilisées.

Une dernière remarque concerne le choix du point de fonctionnement C : pour limiter l'amplitude des tensions appliquées,  $V_c$  doit être aussi voisin que possible de  $V_s$  ; cependant, pour s'assurer que la chambre d'ionisation travaille dans la partie presque horizontale de sa caractéristique et pour éviter tout risque de perturbation sur l'intensité dû à des fluctuations de l'alimentation, il y a lieu de maintenir un léger écart entre ces deux valeurs. Dans le cas de notre dispositif, où  $V_s$  est voisin de 100 volts, nous avons pris  $V_c = 130$  volts.

**Conclusion.** — Le système de mesure, que représentent les figures 5 et 6, nous a permis, dès à présent, par application de la seconde méthode que nous venons de décrire, d'étudier différents isolants en feuilles minces, notamment des micas, dont les échantillons présentaient des résistances atteignant  $3 \cdot 10^{14}$  ohms. Le courant d'ionisation ( $2 \cdot 10^{-12}$  A) est encore trop important pour que l'on puisse espérer atteindre pratiquement des valeurs supérieures à  $10^{16}$  ohms, car la différence de potentiel aux bornes de l'éprouvette dépasserait

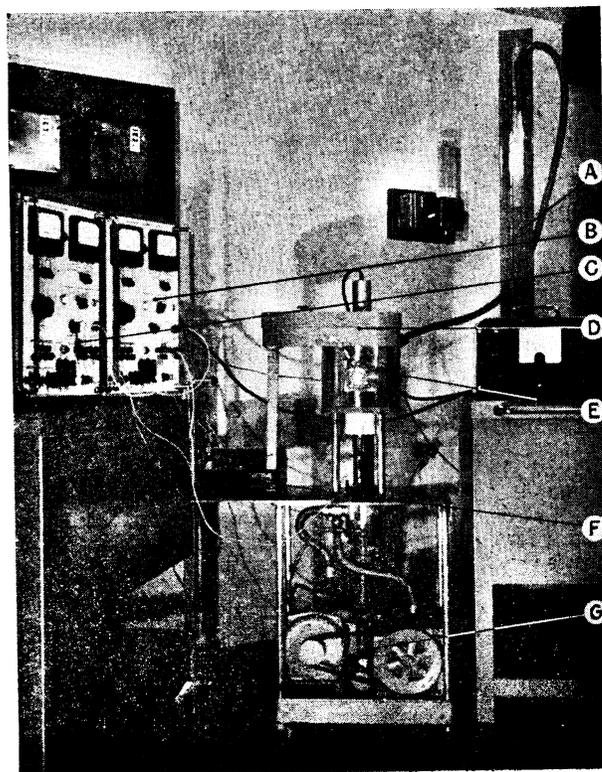


FIG. 5. — Ensemble du système de mesure des résistances électriques élevées.

A : Mesure de la pression. — B : Alimentation, tension  $V_c$ . — C : Alimentation  $V_r$ . — D : Boîtier de mesure. — E : Chambre d'ionisation. — F : Électromètre. — G : Groupe de vide.

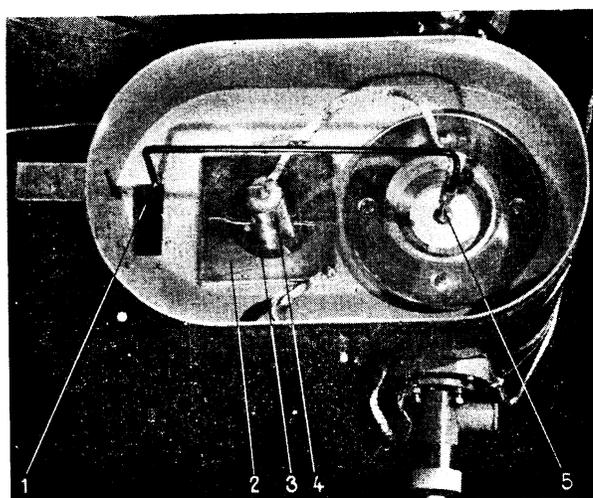


FIG. 6. — Intérieur du boîtier de mesure. 1 : Vers l'électromètre. — 2 : Échantillon. — 3 : Électrodes métallisées. — 4 : Contre électrode. — 5 : Sortie de la chambre d'ionisation.

alors 20 000 volts ; néanmoins, nous pensons pouvoir obtenir des intensités sensiblement plus faibles en construisant de nouvelles chambres d'ionisation, seules sources de courant dont l'emploi puisse être envisagé dans la gamme de résistances que nous nous proposons de mesurer.

Manuscrit reçu le 21 juillet 1960.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] BLANC (D.), FORT (E.), LACOSTE (R.) et LAGASSE (J.), *C. R. Acad. Sc.*, 1959, **248**, 2984.  
[2] BLANC (D.), FORT (E.), LACOSTE (R.) et LAGASSE (J.), *J. Physique Rad.*, 1960, **21**, 52-A.  
[3] FORT (E.), L'utilisation d'une chambre d'ionisation comme source de courant. Thèse de Doctorat de spécialité (Physique Nucléaire), Toulouse, 1960, n° 56.
- 
-