

## "Effet Hall des poudres - Etude des noirs de carbone"

S. FLANDROIS A. PACAULT A. MARCHAND

On sait désormais mesurer l'effet Hall de substances pulvérulentes sans aucun traitement préalable ni addition de corps étrangers <sup>(1)</sup>. La technique mise au point consiste essentiellement à maintenir la poudre sous pression et à mesurer ainsi un coefficient de Hall apparent

$A_a = V_H b / I B$  où  $V_H$  est la différence de Hall,  $b$  la largeur de la cavité dans le sens de l'induction magnétique,  $I$  l'intensité du courant qui traverse l'échantillon, et  $B$  la valeur de l'induction magnétique.

Pour relier ce coefficient de Hall apparent  $A_a$  mesuré sur la poudre au coefficient de Hall réel  $A_r$  de la substance, la formule suivante a été proposée :  $A_r = A_a d_a / d_r$  (1) où  $d_r$  est la densité réelle de la poudre, et  $d_a$  sa densité apparente lors de la mesure de  $A_a$ .

Cette formule a été convenablement vérifiée dans le cas de coques de brai (échantillons G.F.E.C.) et il est possible de l'établir théoriquement mais en supposant d'une part que les mobilités des différents types de porteurs sont affectés de la même manière par la variation de la masse volumique, et d'autre part que la densité de courant garde une valeur constante en tout point de l'échantillon.

Nous avons effectué des mesures du coefficient de Hall de plus de soixante échantillons différents de noir d'acétylène et de quelques autres noirs de carbone (Vulcan XC 72, Carbolac 1 et Spheron 6). Dans tous les cas, la valeur de  $A_r$  tirée de la formule (1) augmente de 10 à 20 % (la précision des mesures  $A_r$  est de l'ordre de 5 %) lorsque la pression appliquée passe de 200 à 700 kg.cm<sup>-2</sup> environ.  $A_r$  devant, par définition, être indépendant de la pression, on en conclut que la formule (1) ne peut s'appliquer aux noirs de carbone.

Or les noirs de carbone ont en commun la forme sphérique de leurs particules, alors que les particules de coke de brai peuvent être grossièrement assimilées à des petits parallélépipèdes. Par ailleurs, dans le domaine de pressions utilisé, il ne doit y avoir aucune déformation des particules de noir. En effet, la densité apparente maximale obtenue, dans le cas des noirs d'acétylène par exemple, ne dépasse jamais la valeur de 1,1 g.cm<sup>-3</sup> alors que la densité d'un empilement compact serait de 1,33 g.cm<sup>-3</sup>

Aucune expression théorique du coefficient de Hall d'une sphère n'étant connue, nous l'avons déterminé expérimentalement, en effectuant des mesures sur des sphères de 2 à 3 cm de diamètre, prélevées dans un bloc de coke de pétrole aggloméré. Au terme des mesures, chaque sphère était découpée en petits parallélépipèdes, afin de connaître exactement le coefficient de Hall du matériau. La moyenne de nombreuses mesures ainsi effectuées donne pour expression du coefficient de Hall d'une sphère :

$$(2) A = 0,92 \frac{\pi}{4} \frac{V_H D}{I B} \quad \text{où } D \text{ est le diamètre de la sphère.}$$

(le coefficient empirique 0,92, résultat d'une moyenne, n'est pas déterminé à mieux que 5 %).

Considérons maintenant une cavité parallélépipédique contenant un grand nombre de petites sphères de même diamètre. Lorsqu'un empilement cubique de ces sphères est réalisé, il est aisé de montrer moyennant certaines hypothèses raisonnables que la tension de Hall mesurée est égale à celle que l'on mesurerait sur une seule sphère, de diamètre égal à la largeur de la cavité dans le sens du champ magnétique.

Si l'on admet qu'un tel empilement cubique est effectivement réalisé dans le cas des noirs de carbone, lorsque la densité apparente correspondante est atteinte, on peut alors obtenir  $A_r$  directement à partir de la formule (2). La valeur de  $V_H$  est évidemment celle pour laquelle  $d_a$  correspond à un empilement cubique (environ  $0,94 \text{ g. cm}^{-3}$  pour les noirs d'acétylène).

On constate alors que les valeurs de  $A_r$  ainsi déterminées sur les noirs de carbone sont identiques, à la précision des mesures, aux valeurs que fournit la relation :

$$A_r = A_a \frac{d_a^{1/2}}{d_r} \quad (3)$$

Par ailleurs cette dernière formule donne des valeurs de  $A_r$  indépendantes de la pression appliquée pour tous nos échantillons de noir, et doit par conséquent être valable quelle que soit la densité apparente.

En conclusion, lors de la mesure de l'effet Hall des poudres, il est nécessaire de tenir compte de la forme des particules élémentaires des échantillons. Pour des échantillons à grains plats, grossièrement parallélépipédiques, la formule (1) conviendra. Par contre, dans le cas de particules sphériques (noirs de carbone), on devra utiliser la formule (3). Une étude théorique, qui fera l'objet d'une publication ultérieure, complétera les résultats expérimentaux ici exposés.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) - J. CHERVILLE, P. BOTHOREL et A. PACAULT - Proc. of the fifth on Carbon, Buffalo, 1962, p. 29