

MAGNÉTO-DYNAMIQUE DES GAZ. — *Caractéristiques électriques d'un générateur linéaire de Faraday utilisant un mélange binaire de gaz rares, avec ionisation hors d'équilibre.* Note (*) de MM. **JEAN-PIERRE PETIT**, **JACQUES VALENSI**, **DANIEL DUFRESNE** et **JEAN-PAUL CARESSA**, présentée par M. Henri Villat.

Une recherche expérimentale a été effectuée en vue de déterminer les caractéristiques électriques d'une tuyère de Faraday, placée dans le prolongement du tube d'essais d'un tube à choc. La tuyère, faite d'un matériau non conducteur de l'électricité, est prismatique de section carrée de 45 mm de côté. Elle porte, intérieurement, sur deux des parois latérales opposées et en contact direct avec le courant gazeux, sept paires d'électrodes. Un champ magnétique uniforme d'intensité maximale égale à 1,33 Ts est appliqué normalement aux autres parois latérales.

Tuyère et tube d'essais sont remplis initialement d'un mélange d'hélium et d'argon, dans les proportions respectives de 70 et 30 % en volume. L'argon joue, dans ce mélange binaire, le rôle de semence. C'est ainsi que, par la propagation d'une onde de choc normale d'intensité convenable, se trouve induit un courant gazeux à grande vitesse, et d'ionisation convenable à l'équilibre.

Les conditions d'essais étaient les suivantes :

— la pression en fin de combustion, dans la chambre de combustion était maintenue constante, la pression initiale dans le tube d'essais et la tuyère était réglée de façon que la température d'équilibre de la colonne gazeuse ionisée induite par le choc soit, à la traversée de la tuyère, comprise entre 7 500 et 3 900°K, tandis que, corrélativement, la pression était comprise entre 0,2 et 0,82 bar;

— les électrodes de chaque paire étaient reliées entre elles par un conducteur de résistance électrique 20 m Ω . Les courants traversant les différents conducteurs étaient enregistrés simultanément sur oscillographe cathodique, lors de chaque rafale. Une caméra électronique ultra-rapide était utilisée pour obtenir des photographies instantanées de la colonne de plasma dans son passage à travers la tuyère.

On déduit des courants mesurés, une valeur approximative de la conductivité, très notablement supérieure à celle que l'on peut calculer en fonction de la température du gaz correspondant au nombre de Mach du choc incident. Ce résultat doit être interprété comme un effet d'ionisation hors d'équilibre produit par le champ électrique induit. Il est important d'ailleurs, de remarquer que cet effet ne s'accompagne d'aucune manifestation apparente d'instabilité, puisque les oscillogrammes se présentent sous forme de créneaux réguliers, tandis que les images du plasma sont exemptes de stries.

L'absence d'instabilités semble être due à la présence de l'état métastable de l'hélium avec un potentiel d'excitation légèrement supérieur au potentiel d'excitation de l'argon, lui-même très voisin de son potentiel d'ionisation. L'hélium jouerait ainsi le rôle de réservoir d'énergie pour l'argon, autorisant un processus d'ionisation de l'argon beaucoup plus rapide que le processus thermique classique.

De cette façon, aussitôt que la tête de la colonne de gaz ionisé atteindrait la première paire d'électrodes, l'argon pourrait se trouver fortement ionisé.

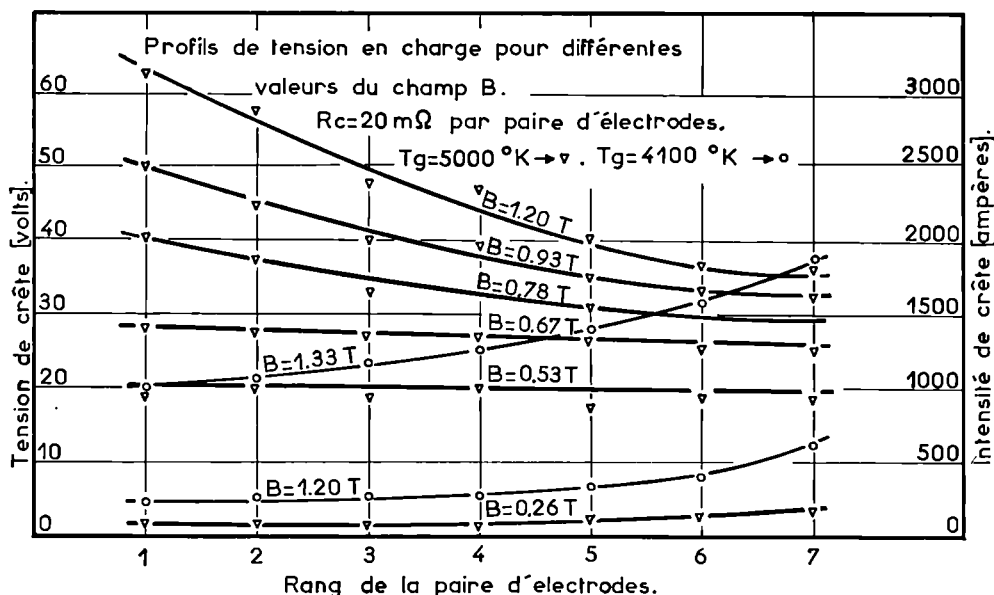


Fig. 1.

Il s'ensuit que le facteur de Hall, qui est élevé avant la pénétration de la colonne dans la zone d'interaction, décroîtrait brutalement en raison des collisions coulombiennes, pour devenir inférieur à la valeur critique correspondant à la valeur observée de la différence $(T_e - T_g)$.

On peut faire les remarques suivantes :

— considérant le courant aux différentes paires d'électrodes numérotées de 1 à 7, de l'amont vers l'aval;

— pour $T_g = 5000^\circ\text{K}$ et $B > 0,7 \text{ T}$, le courant est fonction décroissante du rang de l'électrode (*fig. 1*).

Ce résultat peut être expliqué par le ralentissement du plasma qu'accompagne l'extraction de courant, lorsque le coefficient d'interaction est grand;

— pour $T_g = 4100^\circ\text{K}$ et $B < 1,33 \text{ T}$, le courant est une fonction croissante du rang de l'électrode, ce qui peut résulter d'un accroissement continu du degré d'ionisation, de l'amont vers l'aval de la tuyère (*fig. 1*).

Enfin, à B constant, le courant est évidemment fonction de T_g et de la pression. C'est ainsi que pour $B = 1,2$ T, on observe une forte décroissance du courant lorsque T_g devient inférieur à $5\,000^\circ\text{K}$, mais cette décroissance doit être attribuée non seulement à la baisse de la température, mais aussi à l'augmentation corrélative de la pression.

D'ailleurs, il est important de noter que, toutes choses égales, le courant est une fonction rapidement croissante de B (fig. 2). De nouveaux essais sont prévus avec un champ magnétique de 2 Ts, qui devrait

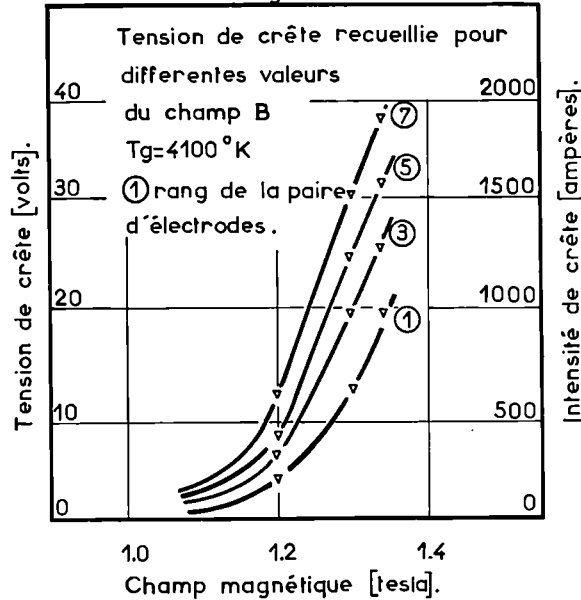


Fig. 2.

permettre d'obtenir encore un effet important d'ionisation hors d'équilibre pour $T_g = 3\,000^\circ\text{K}$.

La comparaison des résultats des présents essais avec ceux obtenus par de précédents auteurs ⁽¹⁾, dans des conditions analogues, montrent que la densité de courant et, par conséquent, le facteur de charge, jouent un rôle prépondérant dans l'augmentation relative de la température d'équilibre. Cette observation est confirmée par l'étude théorique de l'un de nous, dont les résultats seront exposés dans une prochaine Note.

(*) Séance du 20 janvier 1969.

(1) B. ZAUDERER et E. TATE, *Electrical characteristics of a linear nonequilibrium MHD generator* (A. I. A. A. Journal, 6, septembre 1968, p. 1683-1694).