

une source d'énergie

Le matériel électromécanique pour la production d'électricité fonctionne en application d'un principe énoncé par Faraday il y a plus de 100 ans; tout conducteur qui se déplace à travers un champ magnétique est parcouru par un courant induit.

Dans un générateur magnétohydrodynamique, le conducteur solide du matériel usuel est remplacé par un écoulement de fluide à haute température (gaz sous forme de plasma ou métal liquide).

Des électrodes disposées sur le parcours de ce flux permettent d'en «extraire» le courant induit.

La magnétohydrodynamique (MHD), qui n'était au début qu'une curiosité de laboratoire, est peut-être maintenant sur le point de devenir une source nouvelle d'énergie électrique. Le présent article est consacré à la cinquième Conférence internationale sur la production MHD d'électricité, organisée conjointement par l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire (ENEA) et l'AIEA, en collaboration avec le Ministère de l'éducation et de la science de la République fédérale d'Allemagne et l'Institut Max-Planck de physique des plasmas, à Garching, qui s'est tenue à Munich du 18 au 23 avril. On y trouvera un exposé succinct des communications faites à cette Conférence et des conclusions auxquelles elle est parvenue.

Progrès et perspectives

On peut dès maintenant considérer que les convertisseurs MHD à cycle ouvert sont parvenus au stade du prototype, et que les installations à cycle fermé utilisant un gaz sous forme de plasma ou un métal liquide ont également fait des progrès très importants; les uns et les autres offrent un intérêt particulier du point de vue de la construction de réacteurs nucléaires perfectionnés qui pourront être employés pour porter le fluide de conversion à la température voulue. Ce sont là les conclusions générales de la Conférence de Munich à laquelle ont assisté plus de 250 participants de 25 pays et de trois organisations internationales. Cette Conférence fut un événement particulièrement remarquable en ce sens qu'elle a réuni autour d'une même table des experts chargés de tous les grands programmes d'étude de la MHD qui sont réalisés dans les diverses parties du monde, notamment en Union soviétique, aux Etats-Unis, dans la République fédérale d'Allemagne et au Japon.

Depuis le quatrième Colloque international sur la production MHD d'électricité, organisé en 1968 à Varsovie, on n'a cessé d'approfondir la connaissance des phénomènes qui accompagnent l'extraction d'énergie électrique d'un écoulement de fluide conducteur à haute vitesse, qui est l'élément essentiel des méthodes MHD. Plusieurs expériences de grande envergure ont attesté qu'il était possible de produire de l'énergie électrique par ces méthodes (à cycle ouvert, à plasma et cycle fermé, à métal liquide et cycle fermé).

Des convertisseurs MHD à cycle ouvert pouvant atteindre un rendement de 48 à 53% sont actuellement mis au point dans plusieurs pays, notamment en Union soviétique qui exécute un programme très important dans ce domaine. Au cours de ces cinq dernières années, à Moscou, une installation expérimentale de 2 kW, connue sous la désignation de U-02, a fonctionné de façon satisfaisante durant de longues périodes, et a fourni des données qui ont permis de construire la première centrale de taille industrielle U-25. Cette installation fournit 25 MW d'électricité par conversion MHD et en outre 50 MW en utilisant la chaleur résiduelle du fluide de conversion dans un circuit à vapeur de type classique. Cette centrale qui vient seulement d'être achevée est la première de ce genre qui soit opérationnelle.

Dans le cadre de son programme, l'Union soviétique envisage maintenant de soumettre les installations U-25 et U-02, ainsi qu'une autre récemment construite à Kiev, à des essais d'exploitation pour démontrer la possibilité de faire fonctionner un générateur MHD sans interruption pendant des périodes allant jusqu'à 5 000 heures. On étudie aussi les plans pour une centrale MHD à vapeur de 1 500 MW(e) d'un rendement global de 50%, en appliquant la technologie qui a fait maintenant ses preuves dans l'installation U-25.

A la Conférence de Munich, le coût d'investissement de cette grande centrale a été évaluée à 140 roubles par kilowatt produit; le prix de revient de l'électricité aux bornes de la centrale sera probablement de quelque 15% inférieur à celui du courant fourni par tout autre type d'installation en Union soviétique. Dans ce pays, on poursuit également l'étude de centrales MHD capables de fonctionner à la charge maximale pendant environ 500 heures par an; on estime que celles-ci devraient pouvoir soutenir en URSS la concurrence des installations fondées sur d'autres procédés.

Parmi les grands programmes MHD qui ont retenu l'attention de la Conférence de Munich figurait aussi celui des Etats-Unis où les très nombreux travaux effectués dans le passé sur des installations à cycle ouvert de grande puissance connaissent maintenant un regain d'intérêt, principalement en ce qui concerne les machines utilisant du charbon. Un nouveau programme d'études à longue échéance est en voie d'élaboration.

On a signalé d'importants travaux en Allemagne. L'Institut für Plasma-physik de Garching (Munich) et le groupe industriel M.A.N. Werk ont récemment construit une installation pulsée de un mégawatt en vue d'étudier une centrale à charge maximale de 10 MW; cette installation a fonctionné pour la première fois pendant la Conférence. A Juliers et Essen, des équipes d'ingénieurs travaillent à une installation de 30 MW (Vegas II) qui utilisera du gaz de cokerie comme source de chaleur.

Au Japon, l'étude et la construction d'une centrale MHD pilote ont atteint un stade avancé; la mise en service est prévue pour 1972. De Pologne, où un important programme d'études MHD est en cours depuis plusieurs années, on signale des essais réussis de divers composants pendant des périodes prolongées de fonctionnement continu.

On a fait état à la Conférence d'études économiques sur grandes centrales MHD à cycle ouvert capables d'assurer continuellement la charge de base. Ces études montrent que des centrales utilisant le procédé MHD avec des génératrices classiques pourraient être économiquement intéressantes, surtout si l'on tient compte de la nécessité de réduire au

minimum la pollution de l'atmosphère par les oxydes de soufre. Cependant, il va de soi que la rentabilité des convertisseurs MHD à cycle ouvert, qu'ils fonctionnent à la charge de base ou à la charge maximale, différera inévitablement d'un pays à l'autre en raison des variations considérables dans le rapport entre le coût des combustibles fossiles et celui des combustibles «nucléaires».

Convertisseurs MHD à plasma et cycle fermé

Au cours des trois dernières années, l'étude des générateurs MHD à cycle ouvert a fait d'importants progrès. Les résultats obtenus en Allemagne et en Italie ont montré que les performances prévues pouvaient être réalisées dans la pratique au cours d'expériences à petite échelle. Certes, il faut encore résoudre plusieurs problèmes physiques et techniques, mais il est dès maintenant possible d'évaluer avec une précision suffisante les caractéristiques et les performances des générateurs MHD de plusieurs mégawatts. Les prévisions établies ont été confirmées par des études faites dans divers pays: Etats-Unis, Union soviétique, Pays-Bas, Suède et Suisse. La grande densité de puissance propre aux générateurs nucléaires MHD et leur rendement élevé devraient permettre de produire de l'électricité à meilleur compte et de réduire la pollution de tous genres qu'entraîne la production d'énergie. Il reste toutefois à voir s'il est possible de construire des réacteurs à haute température en vue d'être utilisés dans ces travaux.

Convertisseurs à cycle fermé et métal liquide

On a annoncé à la Conférence de Munich que l'Union soviétique avait mis en service un générateur utilisant du potassium à 900° C; celui-ci produit un kilowatt d'électricité à l'aide d'un cycle du type à injecteur, ayant un rendement de 3%. Un nouveau générateur de type analogue, d'une puissance de 1 kW, fonctionne également aux Etats-Unis; il utilise un mélange d'alliage sodium-potassium et d'azote, ainsi qu'un cycle à séparateur.

Ces exemples montrent que la MHD à métal liquide est un concept qui a déjà fait ses preuves. En outre, il subsiste encore de nombreuses possibilités de perfectionnement pour les installations fondées sur ce principe, du type à double phase ou à émulsion, bien que certains experts soient d'avis qu'il faut auparavant résoudre un grand nombre de problèmes techniques. Les générateurs MHD à métal liquide semblent particulièrement intéressants du fait qu'ils exigent des températures qui peuvent être obtenues dans des réacteurs à haute température.

La conférence de Munich est parvenue à la conclusion générale que les trois types de générateurs MHD sont susceptibles de perfectionnements qui permettraient de produire de l'énergie électrique avec un très fort rendement. Dans un marché de l'électricité qui s'étend rapidement, les possibilités de réduire la consommation du combustible, la pollution de l'atmosphère et les déperditions de chaleur, constituent autant de facteurs importants favorables à l'emploi de ces générateurs. Maintenant qu'elle a donné des résultats techniques satisfaisants, la MHD doit prouver qu'elle peut aussi s'imposer du point de vue économique.

Cet article s'inspire d'un résumé technique établi par le Secrétariat scientifique de la conférence et publié par l'ENEA.