

Un bateau à propulsion MHD

Lors de l'édition 2004, une équipe d'élève du Lycée Rabelais de Saint-Brieuc s'est frottée au problème de la propulsion Magnétohydrodynamique (MHD). Ce mode de propulsion à été popularisé par le film « A La Poursuite d'Octobre Rouge » tiré d'un roman de Tom Clancy.

Le spécialiste français de la Magnétohydrodynamique est sans nul doute le physicien Jean-Pierre Petit. Il a imaginé la forme la plus aboutie des propulseurs MHD : « l'accélérateur pariétal ». Jean-Pierre Petit a publié au début des années 1970 des résultats expérimentaux qui ont stupéfié les chercheurs russes et américains qui travaillaient pourtant avec beaucoup plus de moyens.

La Magnétohydrodynamique est une science qui a été fondée par Michaël Faraday. En plongeant deux électrodes en cuivre de chaque coté d'un pont enjambant un estuaire d'eau saumâtre convenablement orienté par rapport au champ magnétique terrestre, le grand savant a obtenu un faible courant électrique. Un fluide conducteur en mouvement dans un champ

FABRICE DAVID

Dans des précédents numéros de *Fusion*, nous vous avons parlé des *Olympiades de La Physique* qui réunissent des équipes de lycéens encadrées par leurs professeurs de sciences dans le cadre de travaux éducatifs originaux. Le niveau de cette compétition s'élève chaque année...

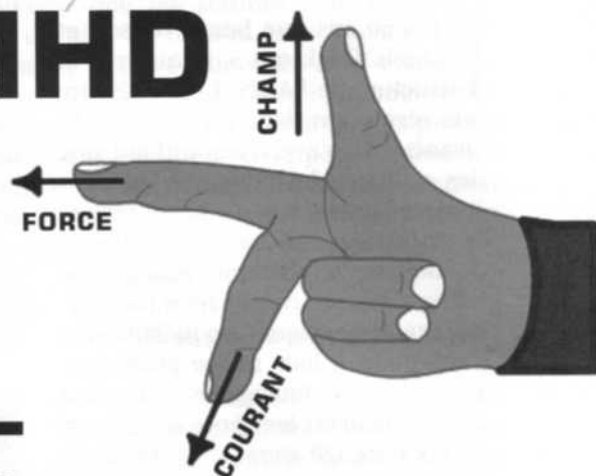


Figure 1.

La règle des trois doigts.

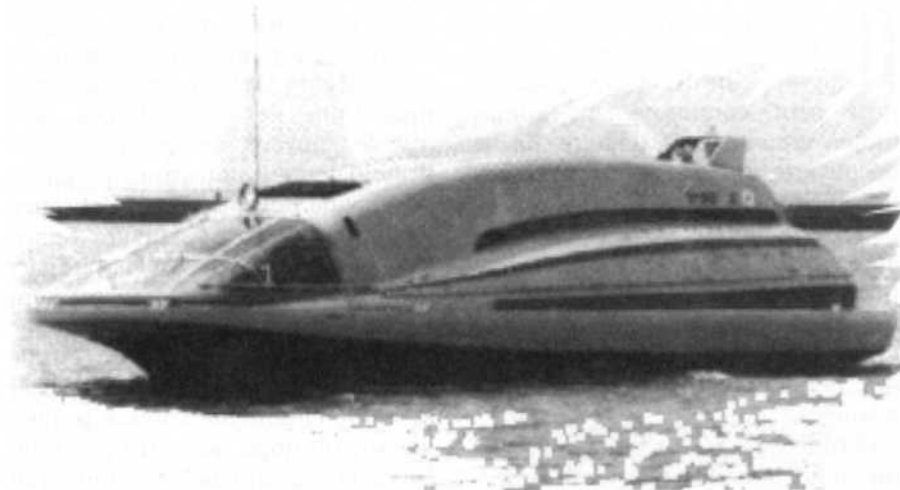
magnétique génère un champ électrique perpendiculaire au champ magnétique et à la direction du déplacement.

Inversement, une différence de potentiel appliquée à un tel fluide placé dans un champ magnétique met le fluide en mouvement. Pour se souvenir de l'orientation, utilisons la « règle des trois doigts ». (Figure 1)

Dans le cas particulier où le fluide est le flot d'électrons d'un courant électrique, on parle d'effet Hall. Dans les autres cas, on parle de MHD. Le fluide actif peut être un liquide ionique, un métal liquide, une solution saline, des noyaux diafluides dans un solide ou bien un gaz plus ou moins ionisé (plasma).

Dans le réacteur surrégénérateur Superphénix, des pompes MHD sans pièces mobiles font circuler le sodium liquide dans les circuits auxiliaires. Dans le futur réacteur thermonucléaire ITER, l'alliage à base de lithium 6 servant à régénérer le tritium sera probablement mis en mouvement par des pompes MHD. Le fluide « FLIBE » (fluorure de Lithium-Béryllium) des réacteurs à sels fondus peut aussi être mobilisé par MHD, sous réserve de certaines précautions.

Dans les futurs vaisseaux de l'espace à fusion nucléaire, des pompes MHD légères serviront à faire circuler le lithium liquide réfrigérant, et les phénomènes MHD seront aussi mis en jeu pour confiner et comprimer



Le Yamato. |

les plasmas propulsifs. Dans les avions hypersoniques expérimentaux, comme le X43, la vitesse est telle que l'air s'ionise autour des bords d'attaque. Il est tentant d'utiliser ce phénomène pour ralentir l'air à l'entrée du réacteur dans un « frein stomatal » MHD agissant comme générateur de courant et le ré-accélérer ensuite après la combustion, grâce à un moteur MHD. Pas de lourdes batteries électriques à embarquer puisque l'énergie de l'accélérateur MHD provient du frein stomatal. Telle est du moins l'opinion de Jean-Pierre Petit. L'avantage d'un tel dispositif est que la combustion dans le réacteur s'effectue à vitesse subsonique, gage d'un rendement acceptable.

Les lycéens de Saint Briec ne font pas encore voler d'aérodynes MHD. Ils préfèrent suivre tout d'abord la voie ouverte par les ingénieurs navals japonais qui ont fait naviguer un bâtiment à propulsion MHD, le Yamato.

Ce bateau jaugeant 138 tonnes se déplace à vitesse appréciable grâce à ses aimants supraconducteurs. L'avantage de la MHD, et notamment de l'accélérateur pariétal, c'est que ce mode de propulsion supprime les vagues d'étrave et de poupe, et permet donc une vitesse élevée. Le Yamato n'utilise pas la propulsion pariétale, mais un canal propulsif interne, ce que les ingénieurs russes appellent une « chenille ». C'est la disposition utilisée par les lycéens de Saint Briec. (Figure 2)

Le bateau est constitué d'un flotteur en polystyrène, les électrodes sont découpées dans des plaques d'acier inoxydable et le champ magnétique est produit par des aimants permanents, récupérés sur un moteur linéaire de bras de lecture de disque dur. (Figure 3)

Pour pouvoir présenter leur bateau devant le jury parisien, les lycéens ont réalisé un bassin transportable à l'aide d'un gros tube PVC pour travaux publics découpé dans le sens de la longueur. La solution saline est stockée dans des bidons de 20 litres.

Dès la connexion des accumulateurs, le courant s'élance dans l'eau salée, les ions sodium hydratés et les

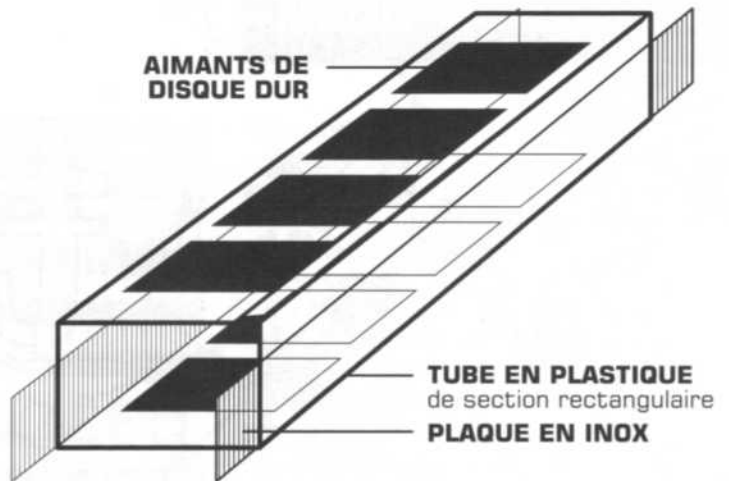


Figure 2.
Schéma du tube MHD.

ions chlorures hydratés sont accélérés perpendiculairement au champ magnétique et leur quantité de mouvement est transmise aux molécules d'eau par collision. L'eau est éjectée du tube rectangulaire en plastique et la réaction en sens inverse fait avancer le bateau.

La maquette des jeunes disciples de Jean-Pierre Petit a fait forte impression sur le jury. Qui sait si un navire MHD construit par leur lycée ne naviguera pas un jour en baie de Saint Briec ? *

BIBLIOGRAPHIE

« Le Mur Du Silence », Jean-Pierre Petit, éditions Belin, ou téléchargeable gratuitement sur son site : <http://www.jp-petit.com/>

Site de Jean-Louis Naudin : <http://jnaudin.free.fr/>

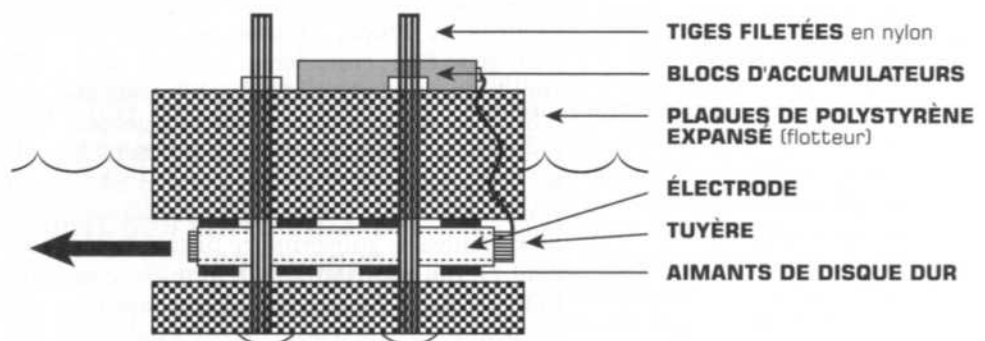


Figure 3.
Schéma du bateau MHD.

Installons notre atelier...

Dans le prochain numéro, nous vous proposerons de construire un dispositif MHD de démonstration, utilisant cette fois-ci du plasma.

En réponse à vos courriers nous demandant quelle machine-outil acheter en priorité pour un club scientifique de collégiens ou de lycéens, l'auteur vous conseille, pour commencer, l'acquisition d'une perceuse sur colonne. Le socle en fonte sera boulonné sur un établi

au fond de la salle de travaux pratiques. On peut utiliser des établis en tôle en kit proposés pour une somme modique, à la condition de doubler leur plateau en contreplaqué (beaucoup trop mince) par trois ou quatre épaisseurs de panneaux de contreplaqué ou d'aggloméré de récupération. Fixé au mur par des équerres métalliques, voilà un établi sur lequel seront usinées les futures inventions des jeunes élèves.

Un étau fixé de l'autre côté du plateau complètera l'équipement de base.

Dans la catégorie des outils à main, nous vous conseillons l'achat d'une « pince grignoteuse » l'outil méconnu des chaudronniers qui permet de découper proprement et précisément des tôles ou des plaques de matière plastique. (Achetez une grignoteuse avec une ou deux lames de rechange)