

NAVIGATION. — *Étude sur les bateaux sous-marins*. Note  
de M. A. LEDIEU. (Extrait par l'auteur.)

« I. Toutes les tentatives de bateaux sous-marins faites jusqu'à ces dernières années ont échoué plus ou moins misérablement. Dans les différentes combinaisons proposées, les échecs tenaient moins à des erreurs de principe qu'à l'insuccès de détails importants, que les immenses progrès de la mécanique navale permettent actuellement de réaliser sans mécompte.

» Le *Plongeur* de l'amiral Bourgois, essayé en 1863 et décrit par l'amiral Paris dans l'*Art naval*, présentait une solution du problème à grande échelle, rationnelle et en apparence complète. Le savant marin avait longuement étudié les conditions multiples de la navigabilité sous l'eau, à savoir : stabilité d'assiette latitudinale et longitudinale, stabilité de route aussi bien au-dessous de la mer qu'à la surface, stabilité d'immersion à diverses profondeurs, vitesse et rayon d'action appropriés au but militaire poursuivi, aération du navire immergé.

» Le *Plongeur* était en tôle et avait la forme d'un cigare aplati, de façon à restreindre sa résistance à la marche et à le prémunir contre l'écrasement par la pression de l'eau dans les immersions profondes. Il jaugeait 450 tonnes et avait 40<sup>m</sup> de long sur 6<sup>m</sup> de large et 3<sup>m</sup> de haut. Il était propulsé par une hélice que commandait une machine mue avec de l'air comprimé à 12<sup>atm</sup> dans une série de réservoirs cylindriques d'un volume total de 150<sup>mc</sup>, et qui subvenaient incidemment à l'aération du bateau.

» Les moyens de descente et de remontée comprenaient des réservoirs à eau d'une capacité de 50<sup>mc</sup>, pouvant se remplir ou se vider plus ou moins complètement à l'aide d'un petit cheval. De son côté, la stabilité d'immersion devait s'obtenir au moyen des appareils suivants : 1<sup>o</sup> un cylindre vertical à piston, communiquant par le haut avec la mer et par le bas avec les réservoirs à air, et constituant un *régulateur de profondeur*; 2<sup>o</sup> un gouvernail horizontal double placé à l'arrière du bâtiment; 3<sup>o</sup> des hélices de suspension.

» Aux essais, la stabilité générale ainsi que les évolutions à fleur d'eau ne laissèrent rien à désirer; le navire atteignit une moyenne de 4 nœuds, avec un rayon d'action d'environ 8 milles, et la force de la machine varia de 70 à 10 chevaux *indiqués*. Mais l'équilibre entre deux eaux ne put jamais être obtenu ni en repos, ni en marche : le bateau ne faisait que monter ou

descendre, sans qu'il fût possible de l'arrêter, pendant plus de quelques secondes, à une profondeur déterminée. Les divers appareils de stabilité d'immersion étant mus à bras manquaient de puissance, et en outre fonctionnaient trop par *à coups*.

» L'amiral Bourgois avait bénéficié sur ses devanciers des progrès réalisés dans l'emploi de l'hélice et dans la fabrication des machines. Malheureusement on ne savait pas à l'époque confectionner des réservoirs en acier suffisamment légers et des pompes à compression assez puissantes pour emmagasiner couramment de l'air à 100<sup>atm</sup>, et découpler ainsi l'énergie motrice propre à déterminer la marche du bâtiment et son rayon d'action et à desservir les appareils de stabilité d'immersion.

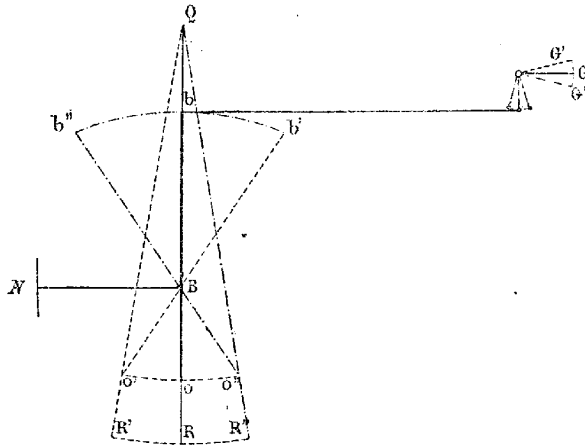
» On ignorait en outre le principe si fécond de l'*asservissement* des moteurs, que M. Joseph Farcot a le premier posé et mis en pratique dans toute son ampleur en 1868.

» II. Sans l'emploi de *servo-moteurs*, il n'y a pas de stabilité d'immersion possible; c'est là un point dont l'importance a longtemps échappé aux inventeurs de bateaux sous-marins. En d'autres termes, il faut que les divers organes qui concourent à la stabilité d'immersion soient asservis de façon à suivre docilement les mouvements de la main qui les commande.

» Quant à ces organes eux-mêmes, ils doivent d'abord, pour les cas de repos ou de petite vitesse, comprendre des *pistons régulateurs*, jouant dans des cylindres destinés à contenir de l'eau et à s'en vider, et placés partie vers l'avant du navire, partie vers l'arrière. A ce procédé fondamental, il importe d'adjoindre à la poupe du bateau un gouvernail horizontal double destiné, dès que la vitesse s'accroît, à diriger verticalement le navire, de même que le gouvernail vertical le guide horizontalement; et, bien entendu, la mise en mouvement doit s'obtenir par une machine avec servo-moteur.

» Ce dernier mécanisme peut être avec avantage conduit automatiquement par un piston hydrostatique à diaphragme, en contact par une de ses faces avec l'eau ambiante, et contretenue sur sa seconde face par des ressorts antagonistes plus ou moins bandés, suivant la profondeur à atteindre. Ce piston ne saurait, comme la main de l'homme, modérer ou accélérer son effet sur le servo-moteur du gouvernail horizontal à mesure que le bateau se rapproche ou s'éloigne du plan d'immersion convenu; et, abandonné à lui-même, il lancerait sans cesse le navire au-dessus ou au-dessous de ce plan par bonds plus ou moins désordonnés. Mais il y a moyen de l'accoupler à un lourd pendule, servant de modérateur ou d'accélérateur de son action.

» Pour cet accouplement, la tige du piston A s'articule en B, avec une tringle  $ob$ , dont le haut  $b$  est relié au servo-moteur du gouvernail G, et



dont le bas est articulé en  $o$  avec la tige  $QR$  du pendule (tige vue sur la figure en arrière de la tringle). En balançant le pendule de  $QR$  en  $QR'$  et  $QR''$  sans bouger le piston, la tringle oscille autour du point B, de  $ob$  en  $ob'$  et  $ob''$ . Au contraire, en mouvant le piston sans toucher au pendule, la tringle oscille autour du point  $o$ , qui vient successivement en  $o'$  et  $o''$ .

» D'après cela, les effets simultanés du piston et du pendule seront de même sens ou de sens contraire à bord du bateau sous-marin, suivant qu'il s'éloignera ou se rapprochera de son plan d'immersion, aussi bien proue en bas que proue en haut ; et son centre de gravité décrira ainsi des lacets verticaux très aplatis et presque insensibles à très grande vitesse, en réalisant un équilibre dynamique d'immersion très stable.

» L'idée du piston hydrostatique a été mise en avant par M. Courbebaisse, un des ingénieurs attachés aux essais du *Plongeur* de l'amiral Bourgois. Mais l'invention du pendule régulateur est due à M. Whitehead de Fiume (Autriche) ; il l'a appliquée dès 1872 avec un éclatant succès à ses célèbres torpilles automobiles, et a été suivi en cela par M. Schwarzkopf en Allemagne, et par les usines établies un peu partout aujourd'hui pour confectionner ces engins. Toutefois, qu'on ne l'oublie pas, la combinaison si remarquablement ingénieuse de M. Whitehead serait demeurée stérile sans l'invention du servo-moteur par M. Farcot.

» Nous n'insisterons pas sur les hélices de suspension, comme procédé pour obtenir la stabilité d'immersion; car il n'y a moyen de les loger à l'abri des heurts qu'au prix de leur efficacité.

» III. La force motrice appliquée aux navires sous-marins doit varier avec leur destination. L'usage de l'air comprimé semble naturel pour les bateaux de petites dimensions destinés à n'agir qu'à proximité d'un bâtiment ou d'un magasin de ravitaillement. Cependant, pour ces bateaux, l'emploi de l'eau surchauffée vers  $195^{\circ}$  ( $14^{\text{atm}}$ ) a été proposé de préférence, quoiqu'il présente un désavantage marqué comme poids et encombrement par *cheval-heure* (l'énergie totale embarquée étant mesurée suivant l'habitude actuelle avec cette unité ambiguë, qui n'est autre que 270 tonneaux-mètres). Ce choix tient à la difficulté de fonctionner avec de l'air comprimé à de très hautes tensions sans congeler les presse-étoupe et les matières lubrifiantes. Mais l'agent moteur qui tend à dominer pour les petits navires plongeurs, et qui vient de faire brillamment ses preuves dans les essais du *Gymnote* à Toulon, c'est l'électricité fournie par des piles ou des accumulateurs actionnant des dynamos. Avec cette combinaison le poids relatif à l'approvisionnement de l'énergie ne change pas pendant la marche; il est en outre bien inférieur par cheval-heure *électrique* au poids de l'eau surchauffée afférent au cheval-heure *indiqué*. Dans le cas d'accumulateurs des derniers types il vaut  $37^{\text{kg}}$ , et ne diffère guère du poids correspondant de l'air comprimé à  $100^{\text{atm}}$ , dont il n'est même que la moitié environ avec les piles légères chlorochromiques de M. Renard; sans compter que les dynamos sont beaucoup moins lourdes que les autres machines motrices, au moins pour les petites puissances.

» IV. En ce qui concerne les bateaux sous-marins destinés à une certaine autonomie et à des parcours de quelque étendue, des dimensions comparativement élevées s'imposent pour la coque, en même temps que l'approvisionnement total d'énergie devient relativement considérable. Le poids de cet approvisionnement par cheval-heure avec les agents précédents cesse d'être pratique; il faut alors emprunter la force motrice principale directement à un combustible minéral alimentant une machine à vapeur très légère, avec une consommation par cheval-heure ne dépassant pas aujourd'hui  $1^{\text{kg}}$ . Cette combinaison est d'autant plus rationnelle qu'en somme la navigation sous la mer n'est nécessaire qu'aux approches de l'ennemi, et que le reste du temps le navire peut naviguer à fleur d'eau.

» La chaudière est en ce cas à très haute pression; elle peut brûler du charbon de terre comme d'habitude, et ne fonctionner que pendant les

émersions, remplissant subsidiairement des réservoirs d'eau surchauffée. Au moment des descentes, on clôt le foyer et la cheminée, et l'on marche avec les réservoirs.

» Mais il est bien plus avantageux d'installer hardiment la chaudière de façon qu'elle continue à marcher sous l'eau en chambre close entretenue avec une provision d'air comprimé, qu'il est facile de renouveler pendant les émersions. La tension à l'intérieur de la chambre doit être constamment maintenue supérieure à la pression d'immersion, de façon que la cheminée, débouchant en dehors de cette chambre et terminée par une disposition spéciale, puisse toujours déverser à la mer les gaz de la combustion. Toutefois, en raison des tensions élevées corrélatives des grandes profondeurs, les hommes sont obligés ici de se tenir à l'extérieur de la chaufferie. De là la nécessité d'avoir recours pour le combustible au pétrole pulvérisé dans un courant d'air par des jets de vapeur lancés à travers de petites buses, le tout très facilement dirigeable à distance. Le pétrole ainsi brûlé est adopté depuis plusieurs années sur les locomotives du Caucase et les vapeurs de la mer Caspienne, qui se trouvent à proximité de sources de ce combustible liquide; on est d'ailleurs parvenu à supprimer les dangers et les inconvénients du système. »

### MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur divers modes du traitement de la rage.*  
Note de M. **Odo BUJWID**, de Varsovie.

« C'est le 29 juin 1886, après mon retour du laboratoire de M. Pasteur, que j'ai commencé le traitement antirabique à Varsovie.

» Depuis cette date jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 1887, j'ai traité 104 personnes mordues par des chiens enragés ou suspects de rage. J'admettais au traitement toutes les personnes qui se présentaient, même celles dont les morsures paraissaient peu graves. Je ne refusais que les personnes mordues par les chiens reconnus sains (4).

» Le traitement que j'avais appliqué pendant cette demi-année était le traitement simple de M. Pasteur, si bien connu que je n'ai pas besoin d'en donner les détails. Ce traitement commence par l'inoculation de la moelle de quatorze jours et finit par celle de la moelle de cinq jours. Il ne comporte qu'une inoculation par jour.