

rons un point N décrivant une courbe φ dans une face de θ , et désignons par F_1 le faisceau plan de Σ_2 qui a N pour pôle. Le point M correspondant à la droite (Σ_1, F_1) trace sur S_3 une courbe ψ , qui a la courbe φ pour transformée plane; les deux points M et N sont homologues, et l'on voit que l'on passe de l'un à l'autre par une construction linéaire simple.

» Plus généralement, si la courbe φ est quelconque dans l'espace, les droites de Σ_2 qui passent par N forment un cône F_2 ; les deux points M et M' correspondants aux droites (Σ_1, F_2) tracent sur S_3 une courbe ψ ; on voit alors que, à toute courbe φ , que l'on sait décrire par points dans le plan ou dans l'espace, correspond une courbe ψ que l'on sait aussi tracer par points sur une surface du troisième ordre.

» Si φ est une courbe unicursale située dans l'une des faces de θ , ψ est aussi unicursale; en particulier, si φ est une droite tracée dans la face d , ou encore une conique circonscrite au triangle PQR , ψ est une courbe gauche unicursale du sixième ordre admettant pour point double, dans le premier cas, le point E , dans le second le point D .

» Si le faisceau F_1 de Σ_2 appartient à Σ_1 , on obtient à l'aide de N , non plus un point M de S_3 , mais, suivant la face de θ où se trouve N , une droite ou une cubique de S_3 ; d'ailleurs, on sait déterminer les faisceaux du premier ordre commun à Σ_2 et à Σ_1 , c'est ce qui permet de résoudre simplement les deux problèmes suivants : *Déterminer les deux droites de la surface S_3 qui s'appuient sur deux droites données A, B, C . — Tracer sur cette surface les deux cubiques gauches qui passent par deux points donnés et admettent pour cordes les droites A, B, C .* »

NAVIGATION. — *Sur les navires sous-marins.* Note de M. ZÉDÉ.

« La question des navires sous-marins est aujourd'hui partout à l'étude, et l'Académie apprendra certainement avec intérêt que mon regretté maître et ami, M. Dupuy de Lôme, en avait trouvé une solution simple et pratique.

» Il me répétait souvent que la question des aérostats et celle des bateaux sous-marins étaient intimement liées, et que, le jour où la première serait résolue, la seconde serait bien près de l'être. En effet, le point capital lui paraissait, dans les deux cas, d'imaginer un moteur puissant et léger, ne changeant pas de poids pendant son fonctionnement.

» Aussi, dès qu'il apprit la réussite du ballon de Meudon, grâce à son

moteur électrique, il me dit : « Nous allons reprendre maintenant l'étude » du bateau sous-marin, et nous mettrons d'accord les torpilleurs et les » cuirassés en les annulant tous deux. » Dans la situation géographique et internationale de notre pays, il voyait en effet un grand intérêt pour la France à la solution du problème de la navigation sous-marine.

» Malheureusement, la cruelle maladie qui nous l'enleva ne lui permit pas de donner suite à son projet. J'ai alors considéré comme un devoir de réunir les idées si souvent émises par lui, et de leur donner un corps en étudiant complètement le navire sous-marin, tel qu'il le concevait.

» L'état actuel de la science ne permet pas encore, il est vrai, d'atteindre le but qu'entrevoit M. Dupuy de Lôme, mais on peut cependant déjà produire des navires sous-marins pouvant rendre de sérieux services de guerre, et aussi des services d'un tout autre ordre : pour certaines explorations scientifiques, certains travaux, et même pour des navigations spéciales, dans le cas, par exemple, où l'on voudrait s'affranchir des mouvements de la surface de la mer.

» La forme naturelle de ces bâtiments est celle d'un fuseau, et l'on pourrait dès à présent leur donner de grandes dimensions, mais, dans une question aussi nouvelle, où tant de détails auront besoin d'être consacrés par l'expérience, il semblait au contraire prudent de commencer par concevoir le plus petit navire possible pouvant rendre des services militaires utiles ; j'ai donc adopté le diamètre de 1^m, 80 qui permet tout juste à un homme de se tenir debout.

» En donnant au bateau une longueur de 20^m, qui est très modérée, on arrive à un déplacement d'eau d'environ 30 tonnes, et l'on peut soutenir une vitesse de 11 nœuds pendant trois heures au moyen d'un moteur dynamo-électrique du système du capitaine Krebs, moteur qui est actionné par des accumulateurs spéciaux. Comme les temps de fonctionnement varient sensiblement en raison inverse des cubes des vitesses, on voit qu'en réduisant celle-ci, on accroîtra très vite l'espace franchissable. Il suffirait d'ailleurs d'accepter des dimensions plus grandes, pour augmenter la vitesse ou le rayon d'action, dans la mesure qu'on jugerait utile.

» Tout ce qui concerne l'habitabilité et la navigation a été prévu dans la mesure du possible ; des réservoirs d'air comprimé permettent de renouveler l'atmosphère ambiante et de régler la pression intérieure ; des réservoirs d'eau, vidés ou remplis par une pompe mue par une petite machine électrique, permettent de régler à chaque instant la flottabilité et l'assiette ; deux gouvernails, l'un vertical, l'autre horizontal, actionnés également par

des machines électriques, donnent la faculté de suivre la route voulue en direction comme en profondeur; des lampes à incandescence éclairent l'intérieur; enfin un appareil optique spécial permet de voir dans l'air, lorsqu'on est près de la surface, et dans l'eau lorsque l'on plonge.

» La réussite d'un pareil bateau paraît donc assurée, et son prix n'aurait rien d'excessif.

» J'ajouterai, en terminant, que j'ai cru devoir, avant de faire la présente Communication à l'Académie, m'assurer de l'assentiment du Ministre de la Marine, qui a l'esprit si ouvert à toutes les idées nouvelles. Il n'a vu aucun inconvénient à divulguer, dans la mesure que comportait cette Note, la conception de M. Dupuy de Lôme, et j'ai été heureux de pouvoir établir, à l'honneur de sa mémoire, que notre plus illustre ingénieur naval avait posé les vrais principes de la navigation sous-marine, comme il avait posé ceux de la navigation aérienne. »

NAVIGATION. — *Remarque, à propos de la Communication précédente de M. Zédé, sur les projets de M. Dupuy de Lôme pour un bateau sous-marin; par M. l'amiral PÂRIS.*

« Il ne peut être question de navire sous-marin, sans qu'il y ait lieu de rappeler qu'en 1858 M. l'amiral Bourgois, alors capitaine de vaisseau, proposa les plans d'un bateau de cette sorte, pour l'exécution duquel on l'associa avec M. Brun, ingénieur de la Marine, comme, en 1847, il l'avait été avec M. Moll pour les premiers essais rationnels et complets de l'hélice, alors tout à fait inappréciée.

» Dans la conception de son bateau sous-marin, l'amiral Bourgois dut naturellement employer les seules ressources possédées à son époque, puisqu'on ne pouvait se servir de la machine à vapeur sous l'eau; il adopta donc l'air comprimé, usité depuis, avec succès, pour les torpilles automobiles, et il l'utilisa, non seulement comme moteur, mais comme moyen de faire vivre les hommes sans ressources additionnelles et même comme moyen de salut, si, entraîné vers le fond, il devenait urgent de remonter vers la surface; ce qui était obtenu en expulsant l'eau contenue dans des réservoirs où elle servait de lest pour faire couler. Les cylindres contenant l'air comprimé se trouvaient placés dans les extrémités étroites du bateau et sur les côtés de la chambre, où se trouvait la machine travaillant dans le principe à 12^{atm}. Les cylindres obliques agissaient deux à deux et elle fut

exécutée à Rochefort par M. Brun. Une des difficultés était de se tenir à un niveau constant une fois immergé : on y pourvut par deux gouvernails horizontaux placés derrière et à côté du gouvernail vertical, qui donnait la direction guidée par une boussole, comme la profondeur où l'on se trouvait l'était par l'échelle d'un baromètre. On éprouva combien il est difficile de suppléer par l'attention à suivre des instruments, à l'admirable sensibilité nerveuse des animaux, qui font agir ou arrêter les nombreux mécanismes de leur organisation sans y penser. L'entente de MM. Bourgois et Brun produisit beaucoup de perfectionnements de détails, et tout fut assez bien disposé pour marcher plusieurs fois entre deux eaux, et y maintenir assez bien le niveau. Ces messieurs firent de nombreux essais, et M. Doré, lieutenant de vaisseau, qui commandait l'équipage, navigua plusieurs fois en rade de Rochefort. Si, à cette époque, la torpille avait attiré l'attention, comme elle l'a fait depuis, le *Plongeur* aurait eu de nombreuses imitations et serait devenu un objet de matériel de guerre comme, depuis, les bateaux Thornicroft. Mais le peu d'importance attaché alors au nouvel engin de destruction fit oublier le premier bateau capable de le porter sous l'eau. Il n'en est pas moins constant qu'en 1858 il a navigué sous l'eau et résolu le problème d'une manière pratique. On peut du reste en voir la preuve au Musée de Marine, où son modèle montre à jour toutes les dispositions de l'intérieur et du mécanisme. Pour compléter, il y a lieu de dire que le *Plongeur* avait 42^m,50 de longueur, 6^m de largeur et 3^m de profondeur. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un compteur de vapeur et fluides à hautes pressions.* Note de M. HENRI PARENTY, présentée par M. Maurice Lévy.

« 1^{kg} d'eau à 0°, pour se transformer en vapeur saturée à des tensions comprises entre 0^{atm} et 10^{atm}, exige une quantité totale de chaleur sensiblement indépendante de ces tensions et égale à 650^{cal} environ. On doit conclure de là que 1^{kg} de vapeur vaut 650^{cal}. Il n'a, du reste, aucune autre valeur industrielle. Cette équivalence rationnelle entre un poids de vapeur et une quantité de chaleur permet de ramener, sans restrictions, l'étude de la production de la vapeur d'eau à une opération de pesage. Pour une production continue, les pesées doivent être continues et se totaliser dans un résultat d'ensemble. On est donc tout naturellement conduit à utiliser les lois de l'écoulement des fluides pesants à travers les orifices. Mais, en pra-