

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur l'empennage des carènes des ballons dirigeables.*

Note de M. CH. RENARD, présentée par M. Maurice Levy.

« Nous avons fait connaître (*Comptes rendus*, 6 juin 1904) l'existence d'une vitesse critique ψ que les ballons dirigeables actuels ne peuvent dépasser. Elle correspond au cas où le couple perturbateur C' proportionnel à V^2 agissant sur la carène devient égal au couple *redresseur statique* C qui est indépendant de la vitesse.

» Mais, bien avant d'atteindre cette vitesse critique, le ballon est dans un état d'équilibre précaire. Ce gros pendule à grand moment d'inertie, à faible couple de rappel et à faible amortissement, tend à prendre des mouvements de tangage dont l'amplitude peut s'exagérer, et ces mouvements de tangage se compliquent de variations sinusoïdales d'altitude dues à la composante transversale de la résultante de translation des forces provenant de la résistance de l'air.

» Sans insister pour le moment sur ces phénomènes complexes, il résulte de nos recherches que si l'on ne modifie pas radicalement les conditions de *stabilité de route* des carènes des ballons dirigeables, les nouvelles expériences que l'on pourra tenter n'aboutiront qu'à des déceptions.

» Les vitesses pratiques resteront limitées à 8^m ou 9^m par seconde en dépit des progrès des moteurs, tandis qu'il faudrait 14^m ou 15^m pour que le problème puisse être considéré comme résolu.

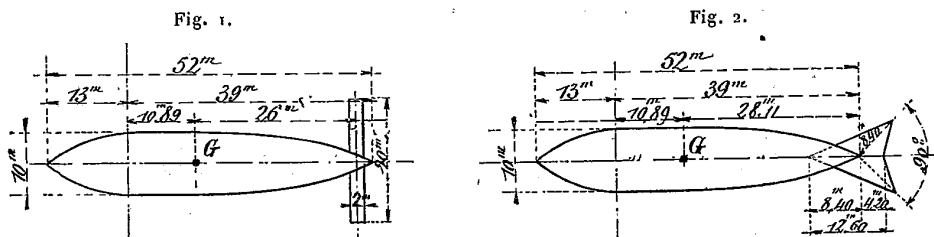
» Il faut donc ou renoncer aux ballons dirigeables ou construire des carènes stables.

» Le type d'une carène stable est *la flèche empennée*. Les surfaces d'empennage (plans passant par l'axe longitudinal) placées très en arrière du centre de gravité donnent à la flèche la propriété de marcher constamment suivant la tangente à sa trajectoire.

» Ici le couple perturbateur est remplacé par un couple redresseur proportionnel à sinus α et à V^2 . Ce couple est proportionnel, en outre, au moment superficiel *des pennes* par rapport au centre de gravité. C'est à ce moment superficiel que nous proposons de donner le nom d'*empennage*. Il s'exprime en mètres cubes.

» Le *couple redresseur* dû à un plan horizontal dont l'empennage est E peut se calculer *a priori*.

» Soient N la composante normale de la résistance de l'air sur la penne, C'' le couple redresseur, et L la distance du point d'application de N au centre de gravité du ballon. On a évidemment $C'' = NL$.



Deux dispositifs d'empennage strict.
Ballon type *France* raccourci (vues en plan).

N. B. — Les essais dans le tunnel ont été faits sur un modèle au $\frac{1}{100}$.

» D'autre part, en admettant la formule de Duchemin pour les petits angles et en introduisant nos notations habituelles, on a facilement

$$N = 1,6\alpha\varphi_1 \sin\alpha SV^2, \quad \text{d'où} \quad C'' = 1,6\alpha\varphi_1 \sin\alpha V^2 SL,$$

mais $SL = E$ par définition, donc enfin

$$C'' = 1,6\alpha\varphi_1 EV^2 \sin\alpha = A'' \sin\alpha V^2.$$

» D'autre part le couple perturbateur *naturel* de la carène peut s'écrire :

$$C' = A' \sin\alpha V^2.$$

» Le couple perturbateur *actuel* devient donc :

$$C_1 = C' - C'' = (A' - A'') \sin\alpha V^2.$$

» Si $A'' < A'$ (empennage insuffisant), le couple perturbateur sera diminué et la vitesse critique augmentera dans le rapport $\sqrt{\frac{A'}{A' - A''}}$.

» Si $A'' = A'$ (empennage strict), il n'y a plus de couple perturbateur, la vitesse critique devient *infinie* et le ballon est aussi stable en marche qu'au repos.

» Enfin si $A'' > A'$ (empennage surabondant) le ballon aura vraiment les propriétés d'une flèche empennée et son coefficient de stabilité longitudinale augmentera avec la vitesse.

» Quelle doit être la valeur E_s de l'empennage strict ?

» Elle est donnée par la relation

$$1,6\alpha\varphi_1 \sin\alpha V^2 E_s = C' = K' a \sin\alpha d^3 V^2 \quad \text{d'où} \quad E_s = \frac{K'}{1,6\varphi_1} d^3.$$

L'empennage strict est proportionnel au cube du diamètre dans les ballons semblables, ce qui veut dire que la similitude s'étend aussi à l'empennage.

» En faisant $K' = 0,145$ et $\varphi_1 = 0,085$ on trouve $Es = 1,066 d^3$. Pour un ballon de 10^m de diamètre on aurait donc $Es = 1066$.

» L'empennage strict serait obtenu au moyen d'une penne de 38^m^2 de surface placée à la pointe arrière du ballon, c'est-à-dire à 28^m environ en arrière du centre de gravité.

» L'expérience vérifie d'une façon remarquable le résultat de ce calcul. La figure 1 montre un dispositif expérimenté dans le tunnel et qui s'est bien comporté comme un empennage strict.

» Pour un ballon de 10^m de diamètre on a $S = 40^m^2$, $C = 26$ et $E = 1040$, chiffre très voisin de 1066 trouvé plus haut.

» Le dispositif de la figure 2 est aussi celui d'un empennage strict. Ici $E = 1760$, la surface est moins efficace parce qu'elle est en partie masquée par les formes d'arrière de la carène.

» Les mêmes surfaces placées à l'arrière de la nacelle donnent de très mauvais résultats.

» On voit que les surfaces d'empennage strict sont considérables et qu'on peut prévoir de ce côté de grandes difficultés pratiques de construction.

» Nous indiquerons prochainement comment on peut espérer en triompher, d'une part en modifiant le mode d'application de la force propulsive et d'autre part en faisant concourir la carène elle-même à l'empennage. Nous tenons à dire dès maintenant que si le problème de la stabilité longitudinale des ballons dirigeables est difficile, il est certainement susceptible d'une solution rationnelle et pratique. »

OPTIQUE. — *Sur les pouvoirs réfringents des corps dissous. Lois approchées.*

Note de M. C. CHÉNEVEAU, présentée par M. Potier.

« J'ai indiqué précédemment ⁽¹⁾, d'après les expériences de M. Dijken et les miennes, la loi de proportionnalité de la quantité Δ ⁽²⁾ qui caractérise l'indice d'un sel dans ses dissolutions aqueuses à la concentration C.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1483.

⁽²⁾ Δ est la différence de l'indice n de la dissolution et de l'indice n_0 de l'eau calculé en tenant compte de son état de dilution.