

AÉRONAUTIQUE. — *Ballons dirigeables. Stabilité longitudinale.*
 Note de M. CH. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy (1).

« L'empennage strict ramène le ballon au cas où il n'existerait plus de couple perturbateur et où la vitesse critique *serait infinie*. C'est encore insuffisant pour les *grandes vitesses* où les forces perturbatrices dues à la résistance de l'air à chaque instant variables l'emportent tellement sur les forces régulatrices dues à la pesanteur, que celles-ci deviennent pour ainsi dire négligeables et de nul effet.

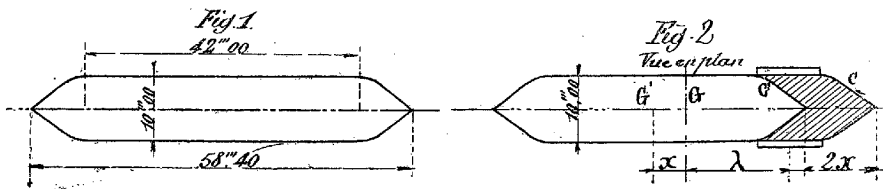
» Une carène à grande vitesse doit avoir une stabilité aérodynamique propre et posséder les propriétés d'une véritable flèche empennée sous peine de tangage, et nous estimons qu'il faut pour cela lui donner un empennage au moins double de l'empennage strict. On aurait donc $E = 2d$, soit 2000 pour un ballon de 10 de diamètre (100^m à 20^m de distance). Il est facile de réaliser cet empennage :

» 1° En déplaçant vers l'avant le centre de poussée de l'hydrogène par l'emploi d'un *ballonnet de poupe*;

» 2° En construisant des pennes souples obtenues en recourant au système des *ballonnets cloisonnés*.

» Nous allons appliquer ces principes au ballonnet cylindro-conique de la figure 1, qui nous a donné les meilleurs résultats *dans le tunnel*.

» *Ballonnet de poupe*. — Considérons notre ballon cylindro-conique (fig. 2) que nous supposons empenné pour le moment par deux ailerons



latéraux rigides de surface S situés à une distance λ en arrière du centre de gravité G . Déplaçons le profil caudal C de $2x$ vers l'avant pour l'amener

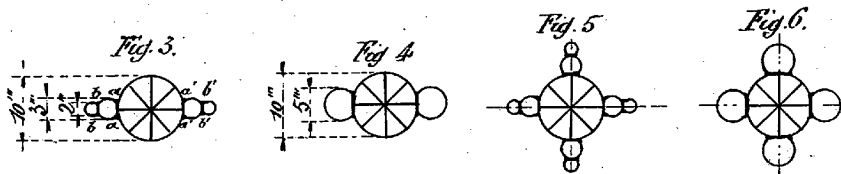
(1) Voir *Comptes rendus* des 6 et 20 juin 1904.

en C' , et remplissons d'air l'intervalle CC' . Il est évident que le centre de poussée G sera déplacé de x vers l'avant et reporté en G' .

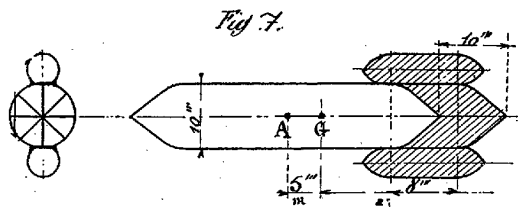
» Dès lors, l'empennage sera considérablement augmenté : 1° d'une part, la carène fournit, d'après nos expériences, un empennage propre proportionnel à x , soit σx ; d'autre part, l'empennage des ailerons devient $S(\lambda + x)$ au lieu de $S\lambda$, il a donc augmenté de Sx , de sorte que l'opération aura accru l'empennage de $(S + \sigma)x$. L'expérience prouve que cette augmentation est très rapide.

» *Construction des pennes souples* (1). — On peut, en employant des cloisons perméables, donner aux formes de l'arrière des ballons des profils quelconques.

» La figure 3 montre le profil de deux pennes souples gonflées d'air équivalant à des pennes rigides de même largeur. Le système comporte des cloisons rayonnantes reliant les profils C et C' et 4 cloisons, aa , bb , $a'a'$, $b'b'$ pour les pennes. Toutes ces cloisons



sont perméables et tout l'ensemble du système (queue du ballon) est gonflé d'air. En ne conservant que la cloison aa , on obtient le profil plus simple de la figure 4, mais un peu moins efficace. Les figures 5 et 6 représentent des empennages en croix dans ces deux systèmes, qui donnent à la fois la stabilité longitudinale et la stabilité de route. La figure 7 donne les profils en long et en travers d'un ballon qui a donné d'ex-



cellents résultats et dont la construction en grand serait très facile. Le ballonnet de

(1) L'emploi des pennes ou gouvernails souples a reçu depuis plusieurs années une importante application dans le gouvernail vertical du *Drachen-Ballon* allemand.

poupe a 10^m de longueur, les ailerons ont 5^m de diamètre et 8^m de longueur cylindrique. L'ensemble du ballonnet de poupe et des ailerons ne forme qu'une seule poche à air. Le déplacement du centre de gravité vers l'avant est de 5^m.

» Ce ballon est une flèche parfaite. Son couple redresseur C_r est donné par la formule

$$C_r = \left(0,041 + 0,364 \frac{x}{d} \right) a \sin \alpha d^3 V^2,$$

qui pour $d = 10$ et $x = 5$ devient

$$C_r = 223 a \sin \alpha V^2.$$

» Le couple de rappel statique est d'autre part (*Comptes rendus*, 6 juin 1904)

$$C = 17300 a \sin \alpha.$$

» Le couple aérodynamique C_r lui devient supérieur à partir de $V = 8^m,80$ et pour $V = 15^m$ il est sensiblement triple du couple statique. Enfin l'empennage de ce système est exprimé par le nombre 2670 (c'est plus de 2 fois et demi l'*empennage strict*). Ce sont d'excellentes conditions. Le tangage est supprimé. La traction excentrée de l'hélice est impuissante à provoquer de grandes inclinaisons : pour $V = \infty$ l'inclinaison n'est que de 11 *grades*. On peut facilement la ramener à zéro, soit par le déplacement d'un poids le long de la nacelle, soit par l'emploi de deux hélices avant et arrière symétriquement inclinées et dont la résultante des efforts passe par le centre des résistances, soit par la combinaison indiquée par M. Hervé d'une hélice *avant* inclinée avec une queue également inclinée, soit enfin par l'emploi de deux gouvernails horizontaux *avant* et *arrière* inclinés symétriquement. Tous ces procédés réussiront parfaitement en raison de la grande stabilité de la carène-flèche. En résumé, il est possible, en se conformant aux principes précédents, de construire des carènes parfaitement stables, quelle que soit la vitesse propre du ballon. En restant dans les formes et dispositifs actuels, on n'aboutira qu'à des expériences décevantes.

» L'intéressante communication de M. Hervé (4 juillet 1904) sur le même sujet apporte une contribution nouvelle et bien personnelle à cette intéressante question. Nous sommes heureux de nous être rencontré avec lui dans cette commune préoccupation de l'importance prépondérante des questions de *stabilité* en matière de navigation aérienne. »