

APPLICATION DU PULSO-REACTEUR AU PLANEUR

par R. CARTIER

I. GÉNÉRALITÉS

L'étude de la littérature technique et des brevets révèle que le fonctionnement du pulso-réacteur a intéressé depuis longtemps de nombreux inventeurs.

C'est ainsi que le problème du fonctionnement sans clapets avait pratiquement été pensé dans son ensemble par des français comme Esnault-Pelterie, Lorin et surtout Marconet dès 1905.

En Allemagne, Schmidt mit au point le pulso-réacteur à clapet mécanique qui équipa le V 1. Mais, d'après ce que nous croyons savoir, les essais d'installation sur avion qui auraient été tentés en Allemagne auraient été infructueux du fait des vibrations de la cellule.

Les techniciens de la S. N. E. C. M. A. orientèrent leurs recherches vers un clapet aérodynamique qui évite les nombreux défauts du clapet mécanique. Après avoir essayé un détecteur tourbillon qui permit de vérifier qu'il était possible d'obtenir une combustion pulsatoire caractérisée, une seconde sorte de détecteur à écoulement rectiligne cette fois fut dessinée avec des coupelles de métal convenablement disposées, un peu à la manière d'un frein de bouche, et permettant d'obtenir un effet de détection en régime permanent pratiquement aussi satisfaisant que les détecteurs à tourbillons. C'est effectivement ce qui se produisit. Les progrès furent alors constants, et, comme d'est souvent le cas dans ces études, de plus en plus rapides.

Enfin, un nouveau type de détecteur tirant plus encore que le détecteur à coupelles, avec ses propriétés, des échanges d'énergie en régime dynamique, permet de faire franchir à la machine, au début de 1950, une nouvelle étape d'amélioration pour les consommations spécifiques.

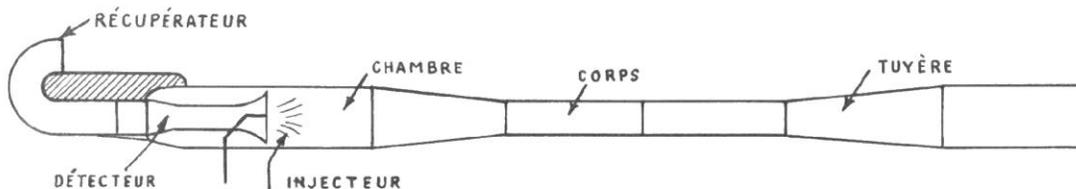
II. LE PULSO 3340 "ESCOPETTE":

Les caractéristiques du pulso 3340 "Escopette" sont les suivantes:

Longueur totale	2.350 m
Diamètre maximum	0.155 m/m
Poussée	10 kg
Consommation spécifique	1.8 kg/kg/h (0.5 gr/kg/sec)
Poids (avec robinet injecteur, ressort de suspension et attache AR)	4.5 kg
Fréquence	90 Hz

L'Escopette n'a pas de clapets d'admission et les mouvements des gaz sont réglés uniquement par les dissymétries des conduits.

Le "détecteur" affecte la forme générale d'un venturi; il joue un rôle équivalent à celui d'une lampe détectrice de T. S. F. laissant passer de préférence un des sens du courant.



On peut noter les avantages suivants de ce détecteur aérodynamique par rapport aux clapets mécaniques:

- 1o) Le détecteur n'a pas une fréquence préférentielle bien précise et s'adapte à celle du reste de l'appareil;
- 2o) L'endurance est très grande;
- 3o) L'injection se fait facilement dans le détecteur et l'on peut obtenir un bon mélange même avec une injection continue à basse pression;
- 4o) Le prix de revient est très bas.

En contre-partie, ce détecteur n'est évidemment pas étanche et à chaque cycle, il se produit un refoulement non négligeable vers l'avant. On ramène ce refoulement vers l'arrière au moyen d'un tube coudé appelé "récupérateur".

La chambre, le corps et la tuyère sont en acier inoxydable soudé électriquement et raidi par des moletages circulaires.

La bougie d'allumage montée sur la chambre de combustion ne sert qu'au démarrage; en fonctionnement normal, les réallumages des charges successives sont automatiques.

L'Escopette a été étudiée particulièrement en vue de son utilisation aux basses vitesses où son rendement est très bon. La consommation de 1.8 kg/kgp/h est moins de deux fois celle d'un bon turbo-réacteur. La simplicité de construction lui procure des avantages de légèreté, et de prix de revient.

La température du milieu du corps atteint 600 à 800°, tout au moins au point fixe, et c'est dans l'amélioration de sa tenue que doit être recherché une augmentation de la durée de fonctionnement des pulsos.

III. INSTALLATION SUR PLANEURS:

En 1950, les techniciens de la S.N.E.C.M.A. ayant obtenu un fonctionnement satisfaisant au banc de "l'Escopette" envisagèrent alors à juste titre, son montage sur un planeur, dont le poids et la finesse permettaient l'utilisation de faibles poussées. Ils se mirent en relation avec la Société d'Études Victor Minié Aviation, spécialisée dans l'étude des planeurs.

Une étude rapide de la question montra que les performances obtenues étaient aussi intéressantes sur un planeur d'entraînement léger comme l'Emouchet que sur un planeur de performance plus fin mais plus lourd comme l'Air 100, par exemple. Pour des raisons de rapidité de fabrication et de prix de revient, ce fut l'Emouchet qui fut choisi, d'autant plus que les Établissements Minié avaient en cours de fabrication une série de cet appareil et qu'il apparaissait beaucoup plus économique de transformer une fabrication en cours que de modifier un planeur existant.

Les difficultés qui se posaient relativement au planeur étaient les suivantes:

- 1o) Dégager suffisamment les empennages du jet des pulso-réacteurs aussi bien pour des questions de vibration que de sécurité contre l'incendie;
- 2o) Isoler autant que possible thermiquement la voilure de l'influence du rayonnement des pulso-réacteurs, surtout au point fixe;
- 3o) Amortir les chocs assez brutaux dus aux ratés possible des réacteurs, surtout au démarrage.

En dehors de ces problèmes qui furent assez faciles à résoudre, il restait entièrement la question des vibrations. Une étude par le calcul, ou des essais de vibrations au sol, auraient été trop longs et trop onéreux. Il fut décidé de courir le risque, réduit d'ailleurs étant donné ce que l'on connaissait du fonctionnement des pulsos. Les résultats en vol furent absolument concluants.

3.1 - L'EMOUCHET À 4 PULSOS: Les considérations précédentes ont amené à choisir la solution adoptée pour le montage de 4 pulsos sur le planeur Emouchet, un groupe de 2 réacteurs installés sous chacune des ailes. L'expérience prouva d'ailleurs que les précautions prises étaient largement suffisantes et qu'il aurait été possible de rapprocher les réacteurs plus près de la voilure.

Le planeur vola d'abord, les pulsos ne fonctionnant pas. Pour la première fois, le

planeur évolua en remorqué avec un pulso de chaque côté allumé. C'était d'ailleurs la solution la plus défavorable en ce qui concernait les vibrations, car le couplage des 2 pulsos du même côté est tel qu'ils se mettent automatiquement en opposition de phase. Aucune vibration ne fut ressentie aux différentes vitesses auxquelles évolua le planeur.

3.11 - BÂTI-MOTEUR: Le bâti-moteur supporte 2 pulsos réacteurs. Il est composé de deux tubes. Le tube torpédo avant transmettant la poussée est fixé élastiquement en 2 points sur le longeron de voilure. Deux supports disposés symétriquement à la base du tube torpédo reçoivent les paliers qui entourent les détecteurs des pulsos-réacteurs. Des ressorts disposés sur les détecteurs permettent d'amortir les chocs, dus aux ratés, surtout au démarrage. Les robinets d'essence sont fixés sur les supports. Les câbles de commande des robinets d'essence et les tubes d'alimentation d'essence passent dans le tube torpédo.

Le tube torpédo arrière est fixé sur le faux-longeron support d'aileron par des silentblocks. À la base du tube torpédo un tourillon suspendu élastiquement glisse dans les boutonnières des brides entourant les pulsos. Cette suspension souple permet la dilatation par l'arrière des pulsos réacteurs.

3.12 - CIRCUIT D'ESSENCE: Une bouteille d'air, fixée par des colliers à démontage rapide derrière le cadre du dossier pilote, est liée au réservoir d'essence par l'intermédiaire d'un détendeur.

Le réservoir d'essence en acier inoxydable soudé comporte un filtre à essence et un pointeau obturateur en fin de débit.

Le régulateur d'essence est constitué par un détendeur placé sur le côté gauche derrière le pilote.

3.13 - COMMANDES MOTEURS: Comprennent des commandes de mise en marche ou arrêt et des commandes régulation.

Les commandes de mise en marche sont les 4 manettes permettant l'ouverture ou la fermeture individuelle des robinets situés près des pulsos. Une manette permet une fermeture générale des 4 robinets.

La commande régulation d'azote ou d'air, située du côté droit du fuselage permet de faire varier la pression de 0 à 3 Hpz. Un verrouillage limite la course; au-delà du verrouillage, on agit sur le vide, vite.

La commande de régulation d'essence située à gauche effectue une variation de 40 à 100 pz de la pression d'essence.

3.14 - INSTRUMENTS DE CONTRÔLE MOTEUR: Les pressions essence et air sont transmises par l'intermédiaire de relais à deux manes situés sur la planche de bord.

3.15 - LES ESSAIS EN VOL: La mise en route des pulsos se fait par injection d'air et mise en contact de la bougie.

Les qualités de vol de l'Emouchet ne sont pratiquement pas modifiées par l'adjonction des pulsos. Nessler après une montée à 500 m pulso allumé a effectué en particulier un vol en planeur de 2 heures par ascendances thermiques.

Les performances obtenues sont de:

Vitesse de montée 0.80 m/s à 75 km/h
Vitesse maximum 105 km/h

L'appareil équipé d'un chariot largable décolle en 200 m avec un léger vent de face

Les performances sont secondaires, ce planeur est avant tout un banc d'essais volant pour le pulso.

3.2 - L'EMOUCHET À 6 PULSOS: Les premiers essais de l'Emouchet à 4 pulsos furent rapidement assez encourageants pour envisager d'équiper un nouveau planeur de 2 groupes de 3 pulsos. Un planeur équipé d'une roue fut choisi de façon qu'il

puisse décoller tout au moins sur piste. Un chariot largable à roues de diamètre plus grand devait permettre les décollages sur l'herbe.

Le revêtement intrados de l'aile dans la région des pulsos a été protégé thermiquement par une couche d'aluminium "Alfol", collée sur le contraplaqué.

3.21 - LE BÂTI-MOTEUR: De même principe que l'Emouchet 4 pulsos pour le mât avant mais allégé et simplifié.

La fixation arrière est constituée par deux tubes en V attachée en 2 points au faux-longeron d'aile par des articulations avec interposition de caoutchouc.

3.22 - CIRCULATION D'ESSENCE: De même principe que celle du 4 pulsos avec toutefois un certain nombre de modifications et améliorations:

Le détendeur d'air n'est plus réglable en vol;

Les robinets coupe-feu situés à la partie inférieure des deux mâts commandent l'essence de chaque groupe de 3 pulsos; ils sont manoeuvrés par le pilote;

Des robinets automatiques à dépression sont destinés à couper l'essence en cas d'extinction des pulsos sans que le pilote ait à intervenir.

Pour la mise en route, on envoie sur la membrane du robinet la pression prise à la sortie du détendeur d'air par l'intermédiaire d'un robinet de démarrage qui actionne également l'allumage.

3.23 - CIRCUIT ÉLECTRIQUE: Le dispositif

d'allumage comporte:

Une pile;

Un vibreur de départ;

Des bobines fixées au-dessus des mâts avant les bougies;

Le contact (robinet de démarrage, voir ci-dessus).

3.24 - LES ESSAIS EN VOL: La mise en route s'effectue après ouverture des robinets coupe-feu, ensuite, en tournant le robinet de démarrage pendant que l'on injecte de l'air dans les pulsos.

Les performances obtenues sont les suivantes:

Distance de décollage sur piste en dur sans vent.....

..... 160 à 200 m

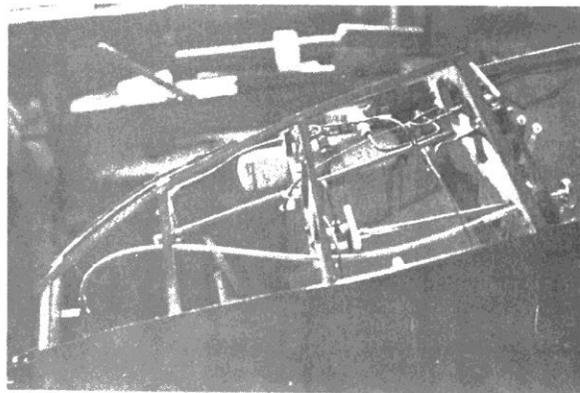
Vitesse ascensionnelle.....

.... 1,6 m/sec au sol à 80 km/h

..... 1,2 m/sec à 1000 m

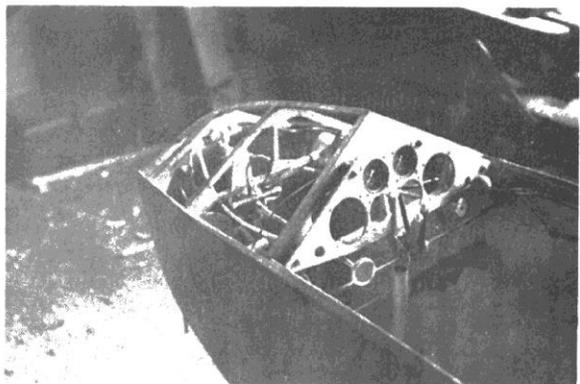
Vitesse au sol.....

..... 130 km/h



Emouchet 6 pulsos.

Sur le coté droit du fuselage bouteille d'air comprimé



Emouchet 6 pulsos.

A gauche: bouton de manoeuvre de robinet de démarrage.

Du centre: les manettes de commande des 2 robinets de chacun des 3 pulsos.

Altitude maximum atteinte sans ascendance.....1500 m
 Temps de montée à 500 m.....5'
 Temps de montée à 1000 m.....11 à 13'
 Le réallumage est très facile à condition que la vitesse soit de 75 à 80 km/h.
 L'appareil a effectué plus de 60 heures de vol, les pulsos en fonctionnement.

IV. CONCLUSION:

Ces essais ont montré que les pulsos sont utilisables pratiquement et de façon plus économique que tout autre type de moteur à condition de ne pas leur demander des fonctionnements de trop longue durée. C'est le cas du motoplaneur pour lequel le pulso réacteur doit trouver un champ d'application. En effet, le prix de fabrication est d'un ordre de grandeur nettement inférieur à celui des autres types de moteur. Le prix d'entretien doit pratiquement être peu élevé. Quant à l'endurance du pulso-réacteur, les derniers essais ont permis, partant des quelques heures qu'elle atteignait au début, de la porter à 110 heures au banc, durée qu'elle pourra sans doute dépasser en vol.

Ce mode de propulsion est encore dans l'enfance et il est certain que des progrès seront encore obtenus, en ce qui concerne la consommation, par exemple.

La S. N. E. C. M. A. étudie un nouveau pulso qui, pour un diamètre sensiblement équivalent à l'escopette, permettra d'obtenir une poussée de 20 kg. Un montage de 4 pulsos de ce type va être entrepris incessamment sur un planeur Emouchet.

Cette application du pulso-réacteur au planeur nous a montré une fois de plus la valeur de celui-ci comme banc d'essais économique pour de nombreuses questions concernant l'aviation en général.