

AVANT-PROJET D'UN AVION DE COURSE

(Extrait d'un travail publié par la revue canadienne « The Engineering Journal », n° 9, de septembre 1949)

Ce qui suit est le résumé d'un travail effectué par un élève-ingénieur américain pour l'établissement d'un projet d'avion de course.

Ce résumé, outre qu'il donne un aperçu du règlement établi pour ces avions, a l'avantage de montrer à ceux que les projets intéressent le moyen de conduire une petite étude.

Nous pensons que cette traduction a sa place toute indiquée dans les Cahiers du R.S.A., puisqu'elle représente un peu l'aviation d'amateur dans un pays plus aisé que le nôtre.

HISTORIQUE

Depuis l'institution en 1926, aux U.S.A., des « National Air Races », la valeur des courses aériennes pour l'industrie aéronautique a fait l'objet de controverses nombreuses.

De nombreux accidents sont la conséquence de la recherche d'un maximum de vitesse de l'avion de course et des efforts dangereux imposés à chacun des appareils pour gagner quelques kilomètres.

En pratique, on a construit des appareils légers à l'extrême, sans tenir suffisamment compte de la résistance de structure.

On a aussi monté des moteurs de puissance trop forte, et dans certains cas on a utilisé un moteur de stock, mais on le « gonflait » pour lui faire donner 50 % de plus que sa puissance nominale.

Les compétitions d'après-guerre ont montré une prédominance générale d'avions de chasse provenant des surplus : l'avion artisanal pouvait rarement espérer surpasser un avion qui, pour sa conception et sa réalisation, avait profité au cours des années de guerre de facilités presque illimitées pour la recherche.

En 1947, il se produisit un changement radical, dû à l'action de pilotes professionnels spécialisés des courses aériennes. L'Association des pilotes de course de Los Angeles préconisa un nouveau type d'avion léger et mit sur pied un projet de règlement basé

sur l'expérience des courses auxquelles les membres de l'Association avaient participé.

La « Goodyear Company » a parainé le programme présenté et organisé la compétition, en la dotant d'une coupe et de prix en espèces (25.000 dollars).

L'avant-projet présenté par M. T. George est celui d'un avion de course conforme au règlement élaboré par le Comité du « Goodyear Trophy ».

REGLEMENT DU « GOODYEAR TROPHY »

Dans cette étude, il faut non seule-

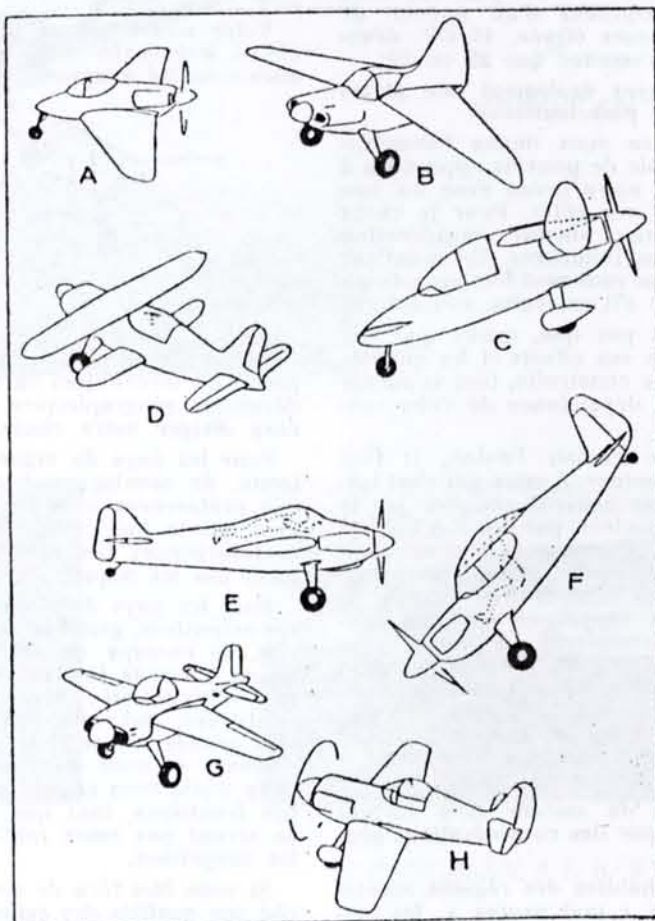
ment suivre les spécifications du règlement, mais encore prendre en considération certains points importants :

1° L'avion doit voler aussi vite que possible et le projet doit être établi avec un minimum de compromis sur la vitesse;

2° Les conditions imposées pour le poids du moteur et les charges font que les appareils concurrents atteindront des vitesses similaires. C'est par les détails qu'on obtiendra un léger avantage;

3° Il ne sera construit qu'un seul appareil;

4° Tout ce qui, dans la construction de l'avion, sans aller à l'encontre



de la vitesse, lui apportera un surcroît de sécurité, sera apprécié par le pilote et par le Comité de la course;

5° Un projet s'inspirant d'idées non éprouvées entraînera des dépenses supplémentaires de temps et d'argent. Dans les circonstances où il sera construit, l'appareil doit, après quelques vols d'essai, avoir fait ses preuves.

IDÉES INITIALES

La figure 1 montre quelques-unes des possibilités initiales.

Les types « Aile volante » (croquis A et B) et « Canard » (croquis C) offrent quelques avantages pour un avion de course, mais ont été écartés pour la raison qu'ils sont loin d'être au point et qu'il est difficile d'avoir des données précises et d'obtenir les informations nécessaires dans les ouvrages traitant de construction d'avions ou d'aérodynamique.

Un arrangement biplan (croquis D) avec la faible traînée d'un monoplane est possible, mais présente les inconvénients de la traînée d'interaction et ceux d'une structure complexe.

Le pilote en position couchée (croquis E) permettrait de réduire un peu le maître-couple du fuselage, mais il faudrait étudier un nouveau système de commandes, et le pilote devrait apprendre à piloter couché sur le ventre.

Les types conventionnels « monoplane » (aile haute F, aile médiane G et aile basse H) ne diffèrent que par la position de l'aile et satisfont tous trois aux conditions de visibilité du pilote (30° au-dessus de l'aile); ils pourraient être utilisés pour un bon avion de course. C'est la disposition H qui a été retenue, en raison de la simplicité de construction de la liaison aile-fuselage.

PREMIER PROJET

Un avion ne peut être dessiné en suivant le canevas de la rédaction écrite du projet, car chacun des éléments à calculer dépend des autres éléments de l'appareil, et l'étude n'est qu'une série de compromis.

Le plan deux vues (fig. 2) fournit une base de travail pour étudier la position et les dimensions des différents éléments et permet, avec les documents dont l'auteur donne les références, le calcul des poids et d'établir l'épure de centrage (fig. 3 et tableau I).

Calcul justificatif des poids

Généralités :	kgs
Poids à vide	272
Charge utile :	
pilote et parachute.....	84
essence	40
huile	4
Poids total.....	400

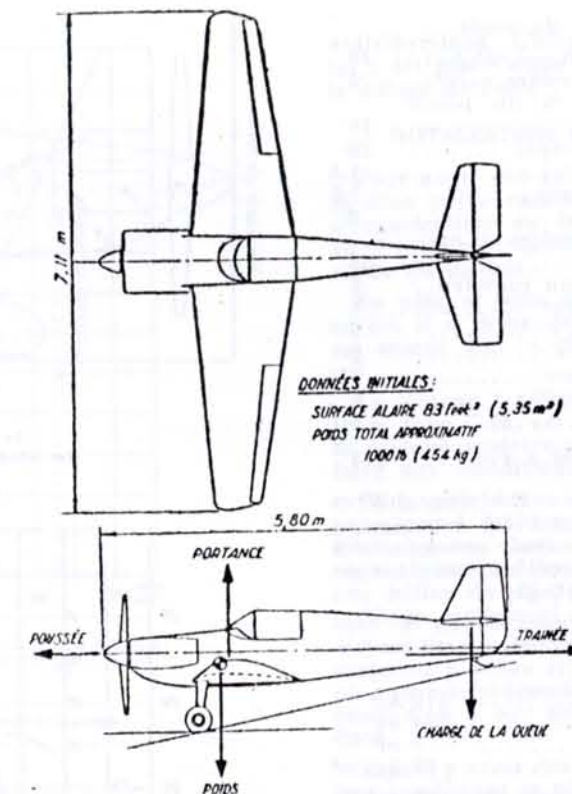


Fig. 2. — Ensemble deux vues du projet préliminaire de l'avion de course

TABLEAU I
Poids et caractéristiques de centrage des éléments repérés sur la figure 3

Numéro repéré	Désignation	Poids kilogs	Horizontalement		Verticalement	
			BRAS DE LEVIER mètres	MOMENT m. kg.	BRAS DE LEVIER mètres	MOMENT m. kg.
1	Hélice et casserole.....	9,03	0,33	2,98	1,06	9,57
2	Moteur et capot.....	86,07	0,66	56,82	1,02	87,8
3	Cloison pare-feu et bâti..	3,4	0,965	3,28	0,98	3,33
4	Essence et réservoir.....	47,6	1,24	59	1,22	58,07
5	Huile	3,6	0,813	2,92	0,77	2,77
6	Fuselage	49,03	2,59	126,98	1,13	55,4
7	Aile complète	69	2,03	140,7	0,82	56,8
8	Empennage	10,9	4,52	49,2	1,40	14,5
9	Atterrisseur principal et carénage	20,7	1,44	29,8	0,39	8,07
10	Béquille de queue.....	1,36	4,60	6,25	0,84	1,16
11	Commandes	5,9	2,16	12,7	0,90	5,31
12	Instruments de bord.....	4,85	1,51	7,32	1,22	5,91
13	Commandes du moteur...	0,90	1,36	1,22	1,18	1,06
14	Accessoires	4,54	2,40	10,90	0,89	4,02
15	Pilote et parachute.....	84	2,20	184,8	0,99	83,10
	TOTAUX.....	400,88		694,87		396,5

Devis détaillé du poids :

Fuselage (12 % du poids total).....	48
Aile (10 kgs par mètre carré).....	70
Empennages (2,5 % du poids total).....	10
Atterrisseur principal.....	20
Béquille.....	1,5
Carénages des roues.....	1,5
Gouvernes.....	6
Moteur et accessoires (Continental 85 CV).....	84
Capot, bâti, cloison pare-feu.....	6
Commandes moteur.....	1
Hélice bois.....	7
Casseroles d'hélice.....	2
Réservoir d'essence.....	7
Instruments de bord.....	5
Accessoires.....	5

Poids total à vide..... 274

Modifications. — Certains chiffres de poids à vide ont été majorés, en particulier pour tenir compte des efforts dus aux accélérations dans un avion de course (6 g).

Les caractéristiques finales de l'appareil sont approximativement les suivantes :

- poids total 410 kg
- poids à vide 274 kg
- surface alaire 7 m²
- charge alaire 58 kg/m²

L'épure de centrage est représentée ci-dessous et correspond aux données du tableau I. Elle serait normalement à refaire suivant les poids exacts.

CALCULS DÉTAILLÉS

AILE.

Vu les limites de puissance imposées par le règlement, l'aile est très déportante dans ce type d'avion. La charge alaire de 58 kg/m² et le poids de 410 kg ont imposé une surface portante de 7 m². Le problème est donc de calculer une aile dans les conditions suivantes :

1° En vol en palier à grande vitesse, l'aile doit avoir une traînée très faible;

2° L'aile ne doit pas avoir un décrochage prématuré en bout d'aile, au détriment de l'efficacité des ailerons, aux faibles vitesses;

3° La profondeur du profil doit être assez importante pour permettre la rigidité et la résistance nécessaires sans dépasser le poids de 70 kg prévu pour la structure d'aile.

Le profil a été choisi parmi 200 profils, dont 50 seulement répondaient aux exigences d'un avion de course. Pour faciliter le choix final, on avait dressé un tableau avec les colonnes suivantes :

- a - Désignation du profil.
- b - Epaisseur.
- c - Cz max.
- d - Angle pour lequel l'aile a la portance minimum suffisante pour

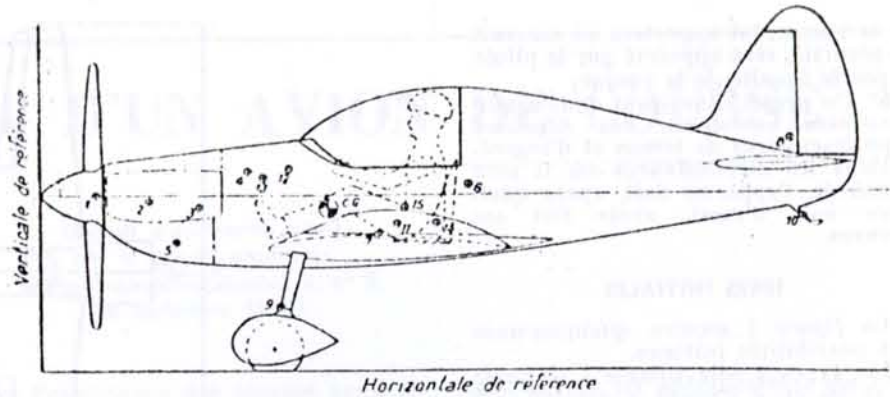


Fig. 3. — Centrage de l'avion
Le centre de gravité est à 17 % de la corde moyenne
Les calculs de poids et de centrage sont indiqués sur le tableau I

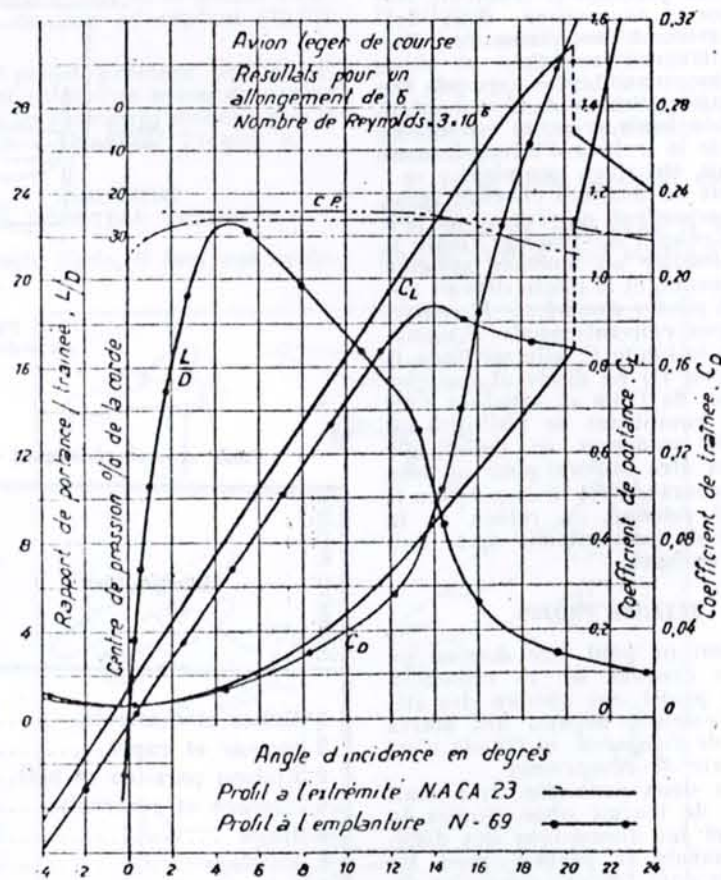


Fig. 4. — Caractéristiques des profils

- CP Centre de pression;
- L (Lift) portance;
- D (Drag) traînée;
- C_L Coefficient de portance;
- C_D Coefficient de traînée.

- tenir l'avion à sa vitesse maximum.
- e - Cx correspondant à cet angle.
- f - Angle de décrochage.
- g - Note sur la qualité du décrochage.

Pour simplifier la fabrication, le profil d'extrémité a été calé au même angle que le profil d'emplanture.

EMPENNAGES ET COMMANDES.

Le dessin des empennages a été fait

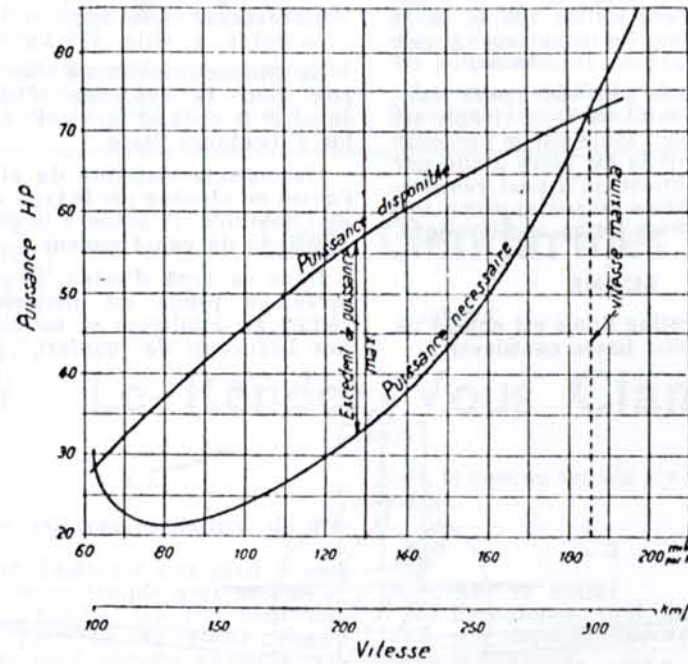


Fig. 5. — Courbe Puissance du moteur — Vitesse de l'avion

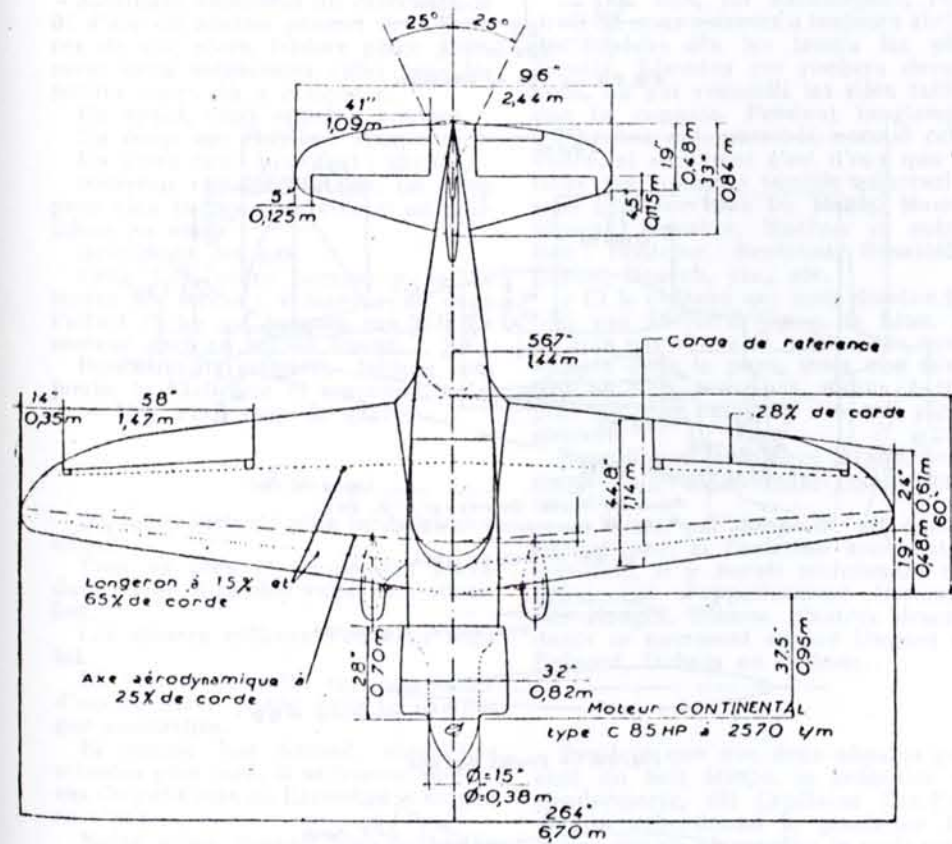


Fig. 6 a. — Vue en plan de l'appareil

par comparaison avec des avions existants. Une légère compensation aérodynamique a été placée sur les gou-

vernails de profondeur et de direction, afin de réduire les efforts aux grandes vitesses et de loger des contrepoids

antivibrations. L'empennage horizontal a été placé assez haut pour éviter le sillage de l'aile.

INSTALLATION DU MOTEUR

Pour avoir des avions petits, légers et d'un poids raisonnable, le Comité d'organisation de la course a sagement limité les dimensions et la puissance du moteur.

De plus, et pour des raisons de sécurité, il a demandé que les moteurs ne soient pas « gonflés » (souped up).

Le moteur 4 cylindres « Continental », type C-85, est actuellement, sur le marché américain, le seul à satisfaire aux conditions requises.

Ce moteur donne son maximum de puissance à 2.570 tours, ce qui est d'ailleurs un inconvénient, car un régime plus lent permettrait d'utiliser une hélice de plus grand diamètre à meilleur rendement.

Dans le dessin du contour de la casseroles d'hélice et du capot-moteur, on a pris la précaution d'employer un canal d'air à peu près de forme standard.

Il peut y avoir des capots d'un meilleur rendement et plus efficaces, mais leur mise au point entraînerait de nombreux essais en soufflerie et des essais de refroidissement.

Le capot choisi permettra de refroidir le moteur aux grandes vitesses et sans traînée excessive.

Le choix de l'hélice dépend des facteurs suivants :

- vitesse maximum de l'avion : 289 km/heure;
- puissance maximum du moteur : 86 CV;
- régime maximum de rotation du moteur : 2.570 t./mn.;
- hélice en bois à pas fixe.

Le calcul donne une hélice de faible diamètre : 1,65 m.

DETAILS DE CONSTRUCTION

Dans un avant-projet, les dessins à fournir ne comportent pas normalement l'étude complète de la structure envisagée.

Toutefois, à mesure que le projet avance, il devient de plus en plus important de penser à la construction à réaliser, et, si l'étude n'en est pas faite par un technicien spécialiste, l'appareil sera handicapé dans ses performances, soit par un excédent de poids, soit par un manque de résistance des pièces inférieure à celle normalement prévue pour la construction aéronautique.

Le fuselage est construit en tubes soudés en acier au chrome molybdène, avec un carénage en métal léger et nervures bois.

L'aile et les plans fixes de la queue sont en bois avec longerons en spruce.

Le revêtement en contreplaqué léger assure la répartition des efforts et permet d'avoir une surface extérieure aérodynamiquement lisse.

Pour les gouvernes, on a copié le mode de construction de l'avion « de Havilland TK-1 », avec cadre en balsa largement dimensionné et renforcé aux charnières par du spruce.

L'entoilage et l'enduisage sont ceux habituels en aéronautique.

Tous les détails de construction indiqués ci-dessus (à l'exception de celui des gouvernes) sont d'une pratique éprouvée et facilement réalisables dans un petit atelier sans recourir à l'outillage d'une usine.

Une attention toute spéciale doit être apportée dans l'exécution du fini de l'appareil : les surfaces ne doivent présenter ni bosses, ni ouvertures, ni rides ou rugosité.

Enfin, avant le vol de la course, il sera bon de nettoyer et de polir l'avion à la cire dure : on cite le cas d'appareils qui ont eu un gain de vitesse de 7 km/heure grâce à un meilleur fini.

PERFORMANCES ET STABILITE

L'avion a maintenant pris corps sur le papier.

Ses performances seront-elles celles d'un avion de course qui peut gagner ?

La seule réponse à cette question serait de construire et d'essayer l'appareil; toutefois, une sérieuse et honnête estimation, faite d'après le dossier, doit être très proche de la réalité (fig. 4).

Une comparaison des chiffres de traînée, calculés par l'auteur à l'aide des documents dont il disposait, avec ceux admis pour des appareils existants, autorise une telle estimation.

Les courbes de la figure 5, tracées avec les résultats du calcul, permettent d'évaluer les performances suivantes :

Vitesse maximum de l'avion :
300 km/heure.

Vitesse ascensionnelle :
Le calcul donne 4,40 m/sec.

Vitesse d'atterrissage :
Par calcul : 100 km/h.

Longueur de roulement au décollage sur piste : 220 mètres.

Rayon de virage :

Dans le « Goodyear Trophy », les concurrents doivent tourner autour de quatre pylônes situés aux quatre coins d'un rectangle ayant les dimensions suivantes : 2 km x 1,6 km.

Le pilote, grâce à sa technique des virages, est pour une large part responsable de la vitesse moyenne sur le parcours total de la course.

Le rayon minimum dans les meilleures conditions est de 105 m. et le pilote doit aborder le virage à une distance du pylône inférieure.

La méthode la plus sûre, pour trouver le rayon minimum de virage, est de faire quelques tours sur le parcours prescrit : le pilote est alors guidé par le temps minimum qu'il peut réaliser, sans que lui-même ou son appareil soit soumis à de trop fortes accélérations.

RESUME

La configuration finale est celle d'un monoplan à aile basse cantilever :

- envergure 6,70 m.;
- longueur 4,90 m.;
- poids à vide 400 kg.

La silhouette nette est due à la façon dont la casserole d'hélice, le capot et le cockpit forment un ensemble à contours lisses.

L'excellente visibilité du pilote sur l'avant est obtenue par le type « bulle » de l'habitude, et grâce à la bonne inclinaison du capot moteur.

Dans ce type d'avion, l'espace réservé au pilote est nécessairement réduit au minimum et ne lui donne pas beaucoup de confort, mais la

réduction de la traînée, consécutive au petit fuselage, est une compensation appréciable.

L'importante question de la sécurité dans une course aérienne a été considérée tout au long du projet, et

toutes les précautions voulues ont été prises pour éviter toute instabilité aérodynamique, ainsi que le flottement des gouvernes.

Les roues de l'atterrisseur sont suffisamment en avant du centre de gra-

vitité pour réduire les chances de capotage, et, au cas où l'avion capoterait, une cloison protège la tête du pilote.

Les clichés sont des reproductions des clichés S.D.I.T.

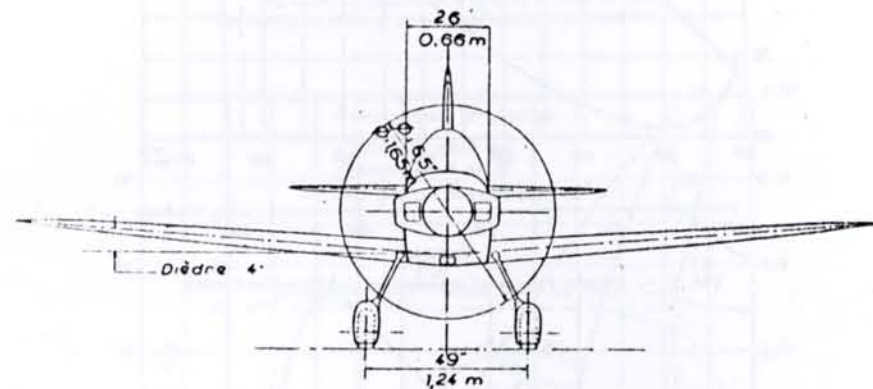


Fig. 6 b. — Vue en élévation

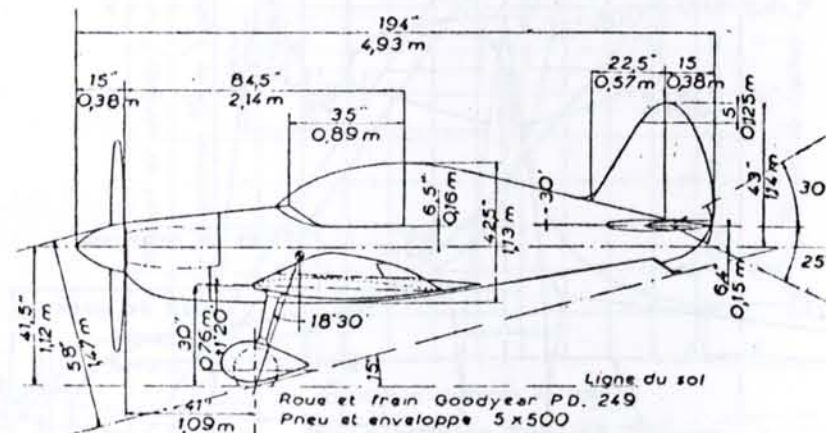


Fig. 6 c. — Vue de profil

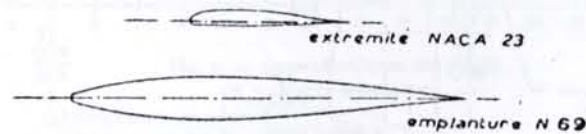


Fig. 6 d. — Profils de l'aile

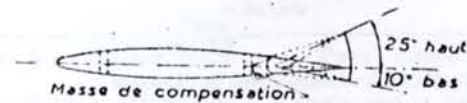


Fig. 6 e. — Mouvement vertical de l'alleron