

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Cet article est extrait du livre « Résistance des matériaux appliquée à l'Aviation », de Paul Vallat qui a bien voulu nous autoriser par l'intermédiaire de notre ami Lecarme à puiser dans son ouvrage tout ce qui serait de nature à intéresser les constructeurs amateurs.

Paul Vallat, ingénieur I.C.A.M. est chef de département au bureau d'étude de Sud-Aviation à Toulouse et son livre est un cours de perfectionnement qu'il a professé à l'usage des dessinateurs de sa société; son intérêt principal réside dans le fait que sa compréhension ne nécessite pas une haute culture mathématique, de nombreux abaques et exemples d'applications constituent d'excellents guides pour le raisonnement et l'ordonnement des calculs.

Pour conclure nous remercierons M. Vallat et nous recommanderons vivement son livre aux amateurs qui veulent construire un prototype.

Y. M.

Résistance des matériaux appliquée à l'Aviation, de Paul Vallat, Librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris. — 1, quai W.-Churchill, Liège (Belgique).

★

CALCUL EN FLEXION, A LA RUPTURE, DES LONGERONS EN BOIS

1. — PRINCIPE DE CALCUL. — On applique aux sections évidées la répartition de Prager comme pour les sections pleines et on néglige la participation des âmes à la flexion. Cette hypothèse est justifiée non seulement par la faible section des âmes vis-à-vis de celle des semelles mais aussi par suite de leur participation réduite aux contraintes normales provenant de ce que les modules d'élasticité E des contreplaqués sont faibles vis-à-vis de ceux des bois en plateaux.

On pose encore les deux équations d'équilibre : projection :

$$\sum n_c \Delta s = C = \sum n_t \Delta s = T \text{ (valeurs absolues)}$$

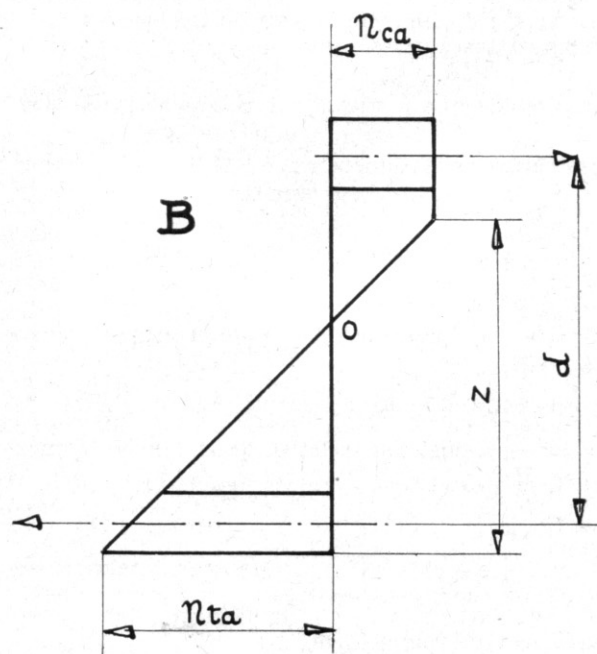
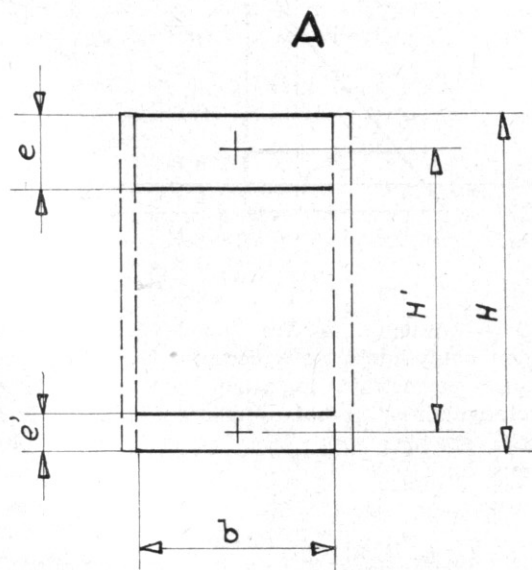
moment : $Td = M_a$.

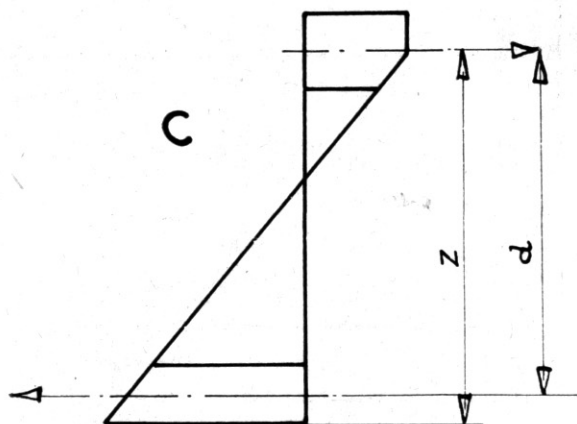
Deux cas peuvent se présenter, selon les épaisseurs relatives des semelles vis-à-vis de la hauteur Z du point de brisure :

a) la semelle comprimée travaille entièrement au taux n_{ca} (fig. 1 B);

b) une partie seulement de la semelle comprimée travaille à ce taux (fig. 1 C).

La forme des équations varie selon le cas considéré.





$$\frac{H}{\text{Hauteur vide}} = \text{coefficient d'évidement}$$

$$\eta = \frac{H}{Z} = \text{Hauteur relative du point de brisure de la courbe des tensions}$$

$$\Phi = \frac{M_a}{bH^2 \eta_{ca}} = \text{paramètre des charges admissibles.}$$

Dans ce dernier paramètre, M_a désigne le moment fléchissant admissible à la rupture :

$$M_a = \Phi \cdot 6 H^2 \eta_{ca}$$

2 — ABAQUES. — Les calculs étant assez longs, sinon compliqués, nous donnons deux abaques pratiques permettant le calcul rapide des longerons rectangulaires en bois (référence STAé 659 B.C.1).

Ces abaques sont établis pour le cas le plus fréquent où :

$$\alpha \cdot \frac{n_{ta}}{n_{ca}} = 2 \text{ (Spruce par exemple)}$$

2. — Notations. — Ces abaques utilisent les notations suivantes : Dimensions :

e : épaisseur de la semelle comprimée ; b : largeur des semelles ; H : hauteur extérieure du longeron ; e' : épaisseur de la semelle tendue.

Contraintes admissibles :

$$\text{compression : } n_{ca} \quad \text{traction : } n_{ta} = 2 n_{ca}$$

Paramètres sans dimension :

$$\mu = \frac{e}{e'} = \frac{\text{épaisseur semelle comprimée}}{\text{épaisseur semelle tendue}}$$

$$\delta = \frac{e'}{H} = \text{épaisseur relative de la semelle tendue}$$

$$\gamma = \frac{e}{H} = \text{épaisseur relative de la semelle comprimée}$$

$$\Delta = \frac{e + e'}{H} = \delta + \gamma = \frac{\text{Hauteur totale}}{\text{Hauteur remplie}} = \text{coefficient de remplissage.}$$

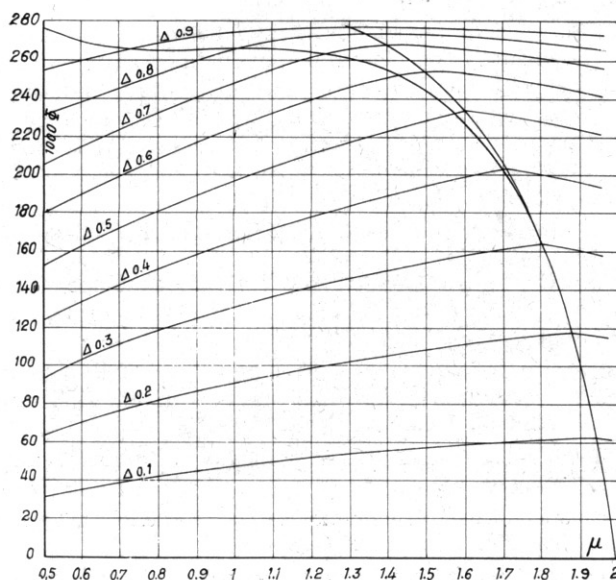
$$\sigma = \frac{H - ee'}{H} = 1 - \gamma - \delta = 1 - \Delta =$$

22. Abaque No 1 : Vérification des Sections

On connaît alors toutes les dimensions de la section et l'on veut vérifier si cette section tient sans rupture M qui lui est appliqué.

Il convient de remarquer que l'abaque ne permet pas de connaître la contrainte réelle.

On porte en abscisses le paramètre μ et l'on élève en ce point une verticale jusqu'au point de rencontre avec la courbe de remplissage Δ qui correspond au cas étudié.



En cheminant horizontalement à partir de ce point, on lit sur l'échelle des ordonnées la valeur du paramètre de charge admissible (l'abaque est graduée en 1000 Φ pour faciliter les notations).

On en déduit la valeur M à l'aide de l'expression ci-dessus et l'on doit avoir :

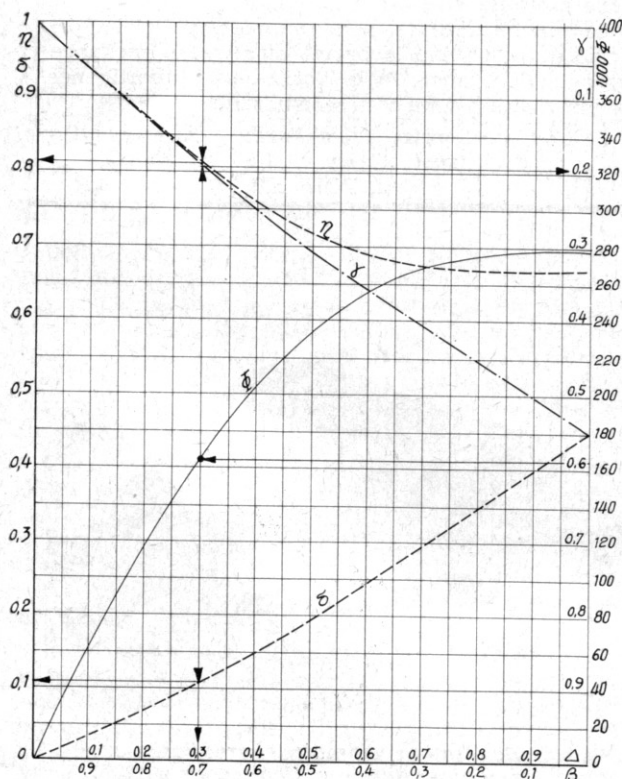
$$M_a \geq M$$

Remarque. — La courbe sinueuse joignant les points de brisure des courbes Δ figure le passage de la répartition fig. 1 B à la répartition fig. 1 C. Le domaine compris en dessous de cette courbe correspond à la répartition 1 B, c'est-à-dire à $\eta < 1 - \gamma$.

23. Abaque No 42 : détermination du longeron optimum

Etant données les dimensions extérieures H et b et le moment fléchissant appliqué M (au coefficient de rupture) cet abaque permet d'obtenir les épaisseurs e et e' à donner aux semelles pour que l'on ait à la fois $M_a = M$ et un poids minimum de construction. Ce poids minimum correspond au minimum de Δ compatible avec la condition de résistance. L'abaque s'établit en exprimant les différents paramètres en fonction de Δ et en dérivant par rapport à cette variable.

On connaît donc le coefficient $\Phi = \frac{M}{b H^2 \eta_{ca}}$



On porte cette valeur en ordonnée à droite de l'abaque et l'on trace à partir de ce point une horizontale jusqu'au point de rencontre avec la courbe Φ . Une verticale passant par ce point définit sur leurs différentes courbes les valeurs de tous les autres paramètres et en particulier de

δ (échelle de gauche) permettant d'obtenir $e' = \delta H =$ épaisseur semelle tendue.

γ (échelle de droite) permettant d'obtenir $e = \gamma H =$ épaisseur semelle comprimée.

Remarque. - La courbe Δ optima (valeurs minima de Δ) est tracée sur l'abaque n° 1 où elle se situe au-dessus de la courbe des brisures. On voit ainsi que la répartition optimum correspond toujours au cas de la fig. 1 C.

3. Opérations pratiques de dimensionnement d'un longeron en bois.

Dans le cas d'un longeron d'aile, par exemple, on connaît en chaque section le moment fléchissant M maximum maximorum qui a généralement lieu dans le sens porteur (vol normal) et le moment M' et de signe contraire (vol sur le dos).

On commence par définir le longeron optimum à l'aide de l'abaque n° 2. On vérifie ensuite si ce longeron est satisfaisant en flexion suivant le moment M' à l'aide de l'abaque n° 1 (la semelle tendue devenant comprimée et vice versa). Dans le cas contraire, on renforce le longeron en procédant par approximation à l'aide de l'abaque n° 1. On sait alors que le longeron optimum n'est pas compatible avec le système de charges appliquées.

4. Application numérique.

4.1. Données.

Soit à dimensionner les semelles d'un longeron de planeur à sa section d'encastrement sur fuselage, étant données les caractéristiques et les charges appliquées suivantes :

$$H = 240 \text{ mm. } b = 115 \text{ mm.}$$

$M = 3000 \text{ mkg}$ (col normal : semelle inférieure tendue).

$M' = 2000 \text{ kg}$ (col sur le dos : semelle supérieure tendue).

$$\text{Semelle en spruce : } n_{ca} = 3,5 \text{ kg/mm}^2; \\ n_{ta} = 7 \text{ kg/mm}^2$$

4.2 - Longeron optimum en vol normal.

$$\Phi = \frac{3800 \cdot 10^3}{115 \cdot 240^2 \cdot 3,5} = 0,164$$

$$1000 \Phi = 164$$

d'où d'après l'abaque n° 2 (construction indiquée) :

$$\Delta = 0,3 \quad \delta = 0,1075 \quad \gamma = 0,1925$$

On obtient donc les épaisseurs optima suivantes :

Semelle inférieure (tendue) :

$$e' = H = 0,1075.240 = 25,8 \text{ mm.}$$

Semelle supérieure (comprimée) :

$$e = \gamma H = 0,1925.240 = 46,2 \text{ mm.}$$

Le coefficient de remplissage Δ a pour valeur :

$$\Delta = 0,3 \text{ (abaque)}$$

$$\text{Vérification : } \Delta = \frac{25,8 + 46,2}{240} = \frac{240}{72} = 0,3$$

4.3 - Vérification en vol sur le dos.

On a alors en tenant compte de l'inversion du sens des efforts :

$$\mu = \frac{25,8}{46,2} = 0,558 \text{ avec } \Delta = 0,3$$

d'où en utilisant l'abaque n° 1 (construction indiquée) :

$$1000 \Phi = 100, \text{ soit } \Phi = 0,3$$

d'où un moment admissible à rupture (signe négatif)

$$M_a = -0,1.115.240^2.3,5 = 232.10^4 \text{ mm/kg}$$

$$M_a = -2320 \text{ m/kg.}$$

On a donc en valeur absolue, $M_a > M$ (avec $M = 2000 \text{ m/kg.}$)

Le longeron convient en vol sur le dos où il présente une marge de sécurité à la rupture de :

$$100 \frac{2.320-2000}{2000} = 16 \%$$

Remarque. - L'abaque n° 2 permet de lire :

$$\eta = 0,812, \text{ d'où } 1 - \eta = 0,188 < \gamma \text{ avec } \gamma = 0,1925$$

Le point de brisure de la courbe de répartition se trouve donc, en vol normal, à l'intérieur de la semelle comprimée (semelle supérieure) à une distance de :

$$0,188.240 = 45 \text{ mm du haut du longeron.}$$

P. VALLAT (Résistance des Matériaux).



INSTRUCTION

concernant l'entraînement en vol pour le renouvellement de titres privés périmés.

La question m'a été posée de savoir dans quelles conditions le pilote titulaire du brevet élémentaire ou du brevet de pilote privé d'avion dont la licence n'a pu être renouvelée *faute de justification d'un test satisfaisant* pouvait entreprendre un entraînement en vol complémentaire alors qu'il n'est en possession d'aucun titre valable.

Cette situation contraire aux dispositions réglementaires et notamment aux articles 2 et 12 de l'arrêté du 7 avril 1952 m'a amené à prescrire les dispositions suivantes :

Pour le renouvellement de la licence de pilote privé d'avion :

Le pilote peut entreprendre cet entraînement en vue d'un nouveau contrôle en vol, en faisant renouveler sa licence élémentaire de pilote privé.

Toutefois dans le cas où cet entraînement doit être fait sous le contrôle d'un instructeur, une restriction doit être apportée à l'exercice des privilèges de la licence élémentaire.

Pour ce faire, la date de l'examen médical étant portée en page 6 de la licence il sera mentionné en page 7 dans la colonne de gauche « licence valable jusqu'au » : restriction voir page 10.

En page 10 réservée aux « observations » il sera apposé la mention suivante :

« Privilèges limités à l'entraînement sous le contrôle d'un instructeur en vue du renouvellement de la licence de pilote privé d'avion. »

Pour le renouvellement de la licence élémentaire de pilote privé d'avion :

Le pilote devra solliciter la délivrance d'une nouvelle carte de stagiaire.

La même mesure sera adoptée pour le pilote privé qui a obtenu le brevet au titre de l'échange et dont la délivrance de la licence est subordonnée à la justification d'un test satisfaisant.

*Le Chef de Service de la Formation Aéronautique,
du Travail Aérien et des Transports,
J. POIRIER.*



*Réalisation d'amateur américain :
le Kleider-Reiser « Challenger » 1927*