

Tracé manuel de gabarits de cadres de fuselages et de nervures d'ailes

Claude Lacombe 28/08/2009

Lors de la construction de planeurs, grandeurs ou modèles réduits, se pose le problème du dessin des cadres à l'échelle de la construction. Du temps où les planeurs étaient en bois et toile, tous les tracés des gabarits étaient faits bien sûr à la main, à l'échelle de la construction, sur du contreplaqué mince. Puis les cadres, ou les nervures, étaient construits directement sur ces gabarits.

Cette méthode imposait que les formes puissent être dessinées à l'aide des outils de base du dessinateur, à savoir

- La règle,
- Le compas.

Et éventuellement, mais beaucoup plus rarement :

- Le rapporteur,
- Le pistolet de dessinateur.

En pratique ceci limitait les courbes choisies à des courbes géométriques simples :

- Lignes droites bien sûr,
- Arcs de cercles,
- Arcs d'ellipses (mais rarement semble-t-il).

A] TRACÉ DE GABARITS DE NERVURES

Les gabarits de nervures sont simplement tracés point par point à partir des coordonnées du profil. Un pistolet de dessinateur permet de « lisser » le tracé entre les points de coordonnées. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet bien connu.

B] TRACÉ DE GABARITS DE CADRES



Dans le cas de cadres de forme polygonale, le dessin ne pose aucun problème particulier. Si les angles ont des valeurs « simples » (30, 45, 60 ou 90 degrés) leur tracé se fait à la règle et au compas.

Dans le cas d'autres valeurs, on utilisera un grand rapporteur, qui donnera un tracé d'autant plus précis que l'échelle est plus grande.

Dans le cas de forme ovoïdes, chaque designer définit la forme des couples du fuselage, en fonction, en premier lieu, de considérations aérodynamiques, puis de considérations esthétiques personnelles. Enfin il fallait assurer une simplicité de tracé des gabarits aussi grande que possible.

*Cadre d'AVIA 32E
[photo N. Mosson]*

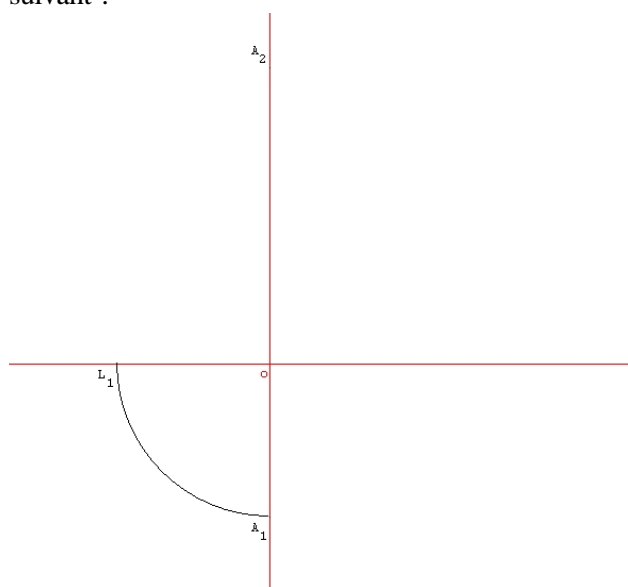
Deux exemples de tracés sont ici donnés : le Pajno V 1/2 Rondine, d'abord, pour lequel le tracé ne nécessite aucun calcul, puis le Bréguet 901, à peine plus complexe. Mais dans les deux cas, le tracé d'un demi-cadre est basé sur la construction **de trois arcs de cercles**.

B-1] V 1/2 Rondine

Le planeur italien V 1/2 Rondine, de 15 mètres d'envergure, a été dessiné en 2000 par Vittorio Pajno.



Le concepteur a défini les formes des cadres par 3 arcs de cercle, le tracé se faisant selon le protocole suivant :



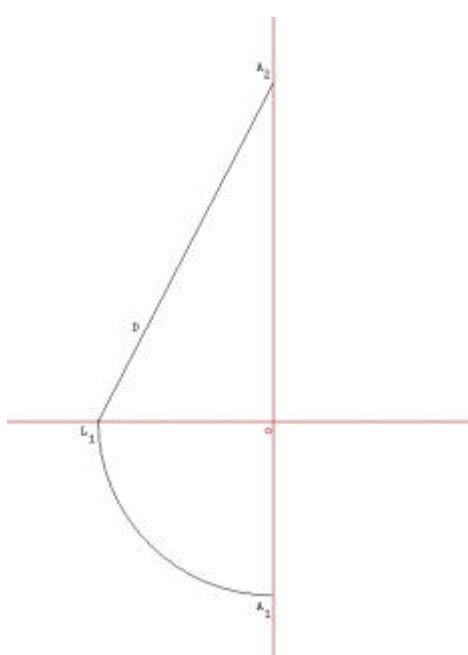
1) Tracer l'axe de symétrie vertical du cadre oy .

2) Tracer le segment hauteur H du couple, sur l'axe (segment $A1A2$).

3) A partir de $A1$, reporter une longueur égale à la demi-largeur L du couple. Cela définit le point O .

4) Tracer le quart de cercle de centre O et de rayon L (soit $A1O$) qui forme la partie inférieure du cadre.

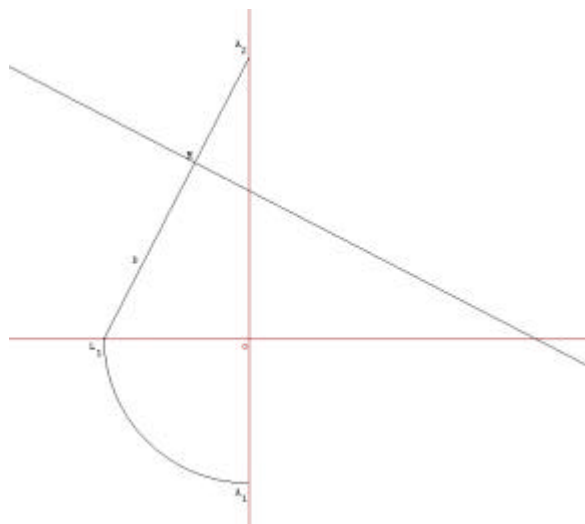
Figure 1



5) Tracer le segment $L1A2$.

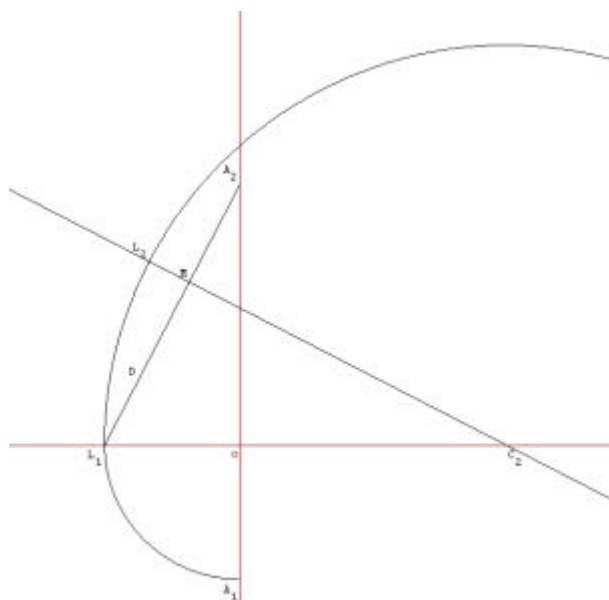
6) Sur le segment précédent, reporter le point D à une distance de $L1$ égale à $(H - 2*L)$.

Figure 2



7) Tracer le point M, milieu du segment DA2, puis la perpendiculaire à L1A2 passant par M.

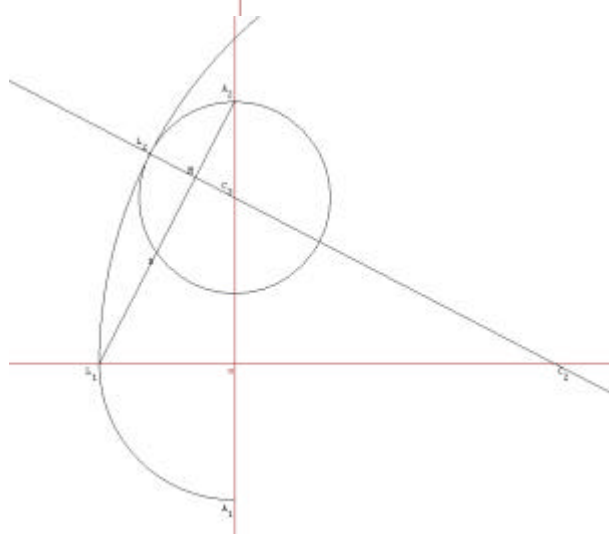
Figure 3



8) La perpendiculaire précédente définit C2, intersection avec L1o. C2 est le centre du deuxième arc de cercle du cadre de L1 à L2, L2 étant le point aligné avec M et C2.

Remarque : L1, o et C2 étant alignés, les deux arcs de cercle sont tangents en L1.

Figure 4



9) C3 est l'intersection de la perpendiculaire MC2 et de l'axe oy du couple. C'est le centre du troisième (et dernier) arc de cercle de rayon C3L2 qui passe par A2.

Remarque : L2, C3 et C2 étant alignés, les deux arcs de cercle sont tangents en L2.

Les géomètres montreront sans difficulté que le troisième arc de cercle passe bien par A2.

Figure 5

10) L'autre demi-couple est obtenu par symétrie par rapport à l'axe vertical.

On peut noter, que, bien que disposant certainement de moyens de calcul et de dessin puissants (logiciels de DAO), Vittorio Pajno (en l'an 2000) n'a pas hésité à choisir une forme de couples de fuselage très simple.

[via Modellismo]

Remarque : cette méthode de tracé donne un fuselage plus large dans sa partie inférieure. Si on veut que le fuselage soit plus fin dans sa partie basse, il suffit de partir de A2 pour faire la construction géométrique.

B-2] Bréguet 901-S

Planeur français, dessiné par Jean Cayla en 1954.



On trouve dans les planches de dessin du concepteur [via GPPA] toutes les définitions et valeurs pour le tracé des couples. Bien que la méthode de calcul soit un peu plus compliquée que dans le cas du Rondine, le dessin ne fait intervenir là également, que 3 arcs de cercles.

Une figure de la liasse définit les paramètres de tracé :

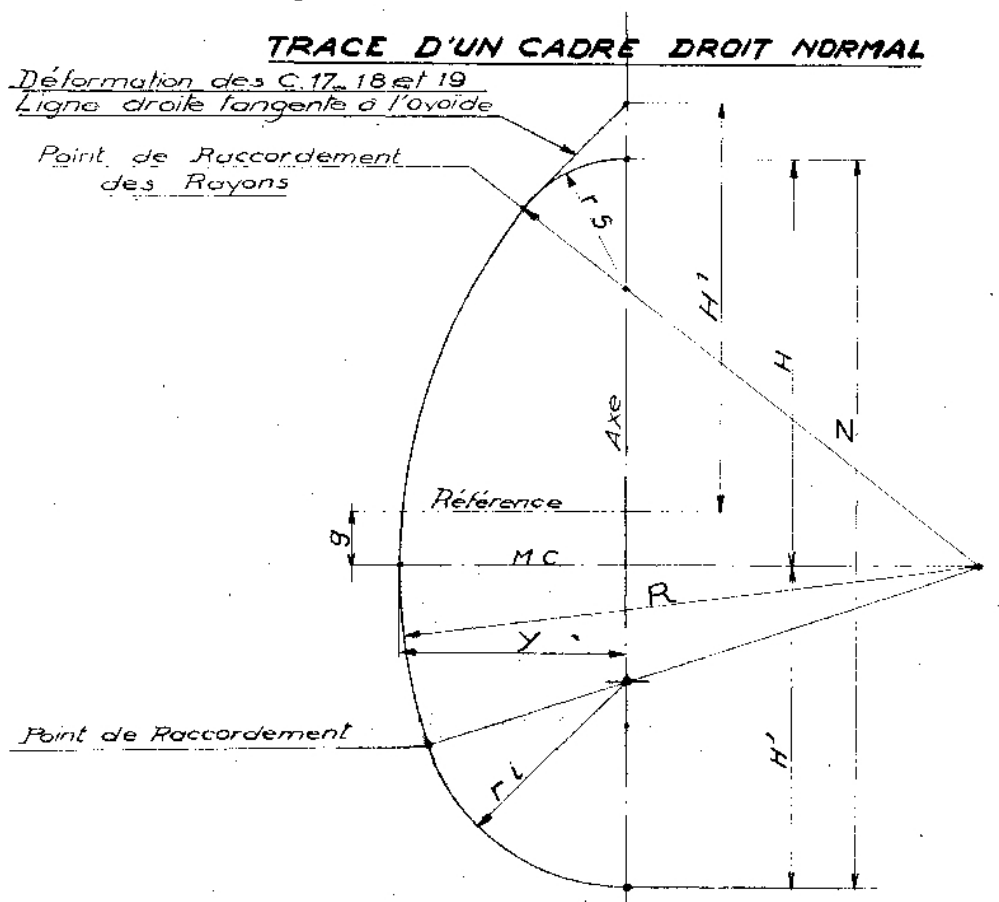


Figure 6

Les données de base du tracé sont :

Y	Demi-largeur du couple
Z	Hauteur du couple
MC	Ligne horizontale de plus grande largeur du cadre
g	Hauteur de la ligne MC par rapport à la ligne horizontale de référence du fuselage
H	Hauteur au dessus de la ligne MC
H'	Hauteur au dessous de la ligne MC

Les autres paramètres de tracé sont calculés par les formules ci-contre. Assorti des formules.

ri : rayon de l'arc de cercle « inférieur »

R : rayon de l'arc de cercle « intermédiaire »

rs : rayon de l'arc de cercle « supérieur »

$$rs = 0,6.Y$$

$$R = 0,8.Y + \frac{(H - rs)^2}{0,8.Y}$$

$$ri = H' - \frac{(R - Y)^2 - (R - H')^2}{2.(R - H')}$$

Un extrait du tableau des valeurs est donnée ci-dessous.

NOTA: LES COTES DU TRACÉ DES CADRES SONT DONNÉES SOUS LE REVÊTEMENT.

Cadre N°	X	g	Y	Z	H	H'	R	rs	ri	K
1	225	132	172	436	226	210	247,2	103,2	152,6	-2,6
2	495	108,5	228	634	340	294	408,8	136,8	209	-8,1
3	765	90	258	768	418	350	542	154,8	236	-13,6
4	1035	76,5	277	865	476	389	654,7	166,2	253,4	+47,3
5	1305	67,5	289	932	517	415	741,8	173,4	264,7	+108,2
5A)									+169,1

Figure 7

Son interprétation est alors aisée. Par exemple pour le couple n° 2

$$Y = 228 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad rs = 0,6.Y = 0,6 \times 228 = 136,8 \text{ mm}$$

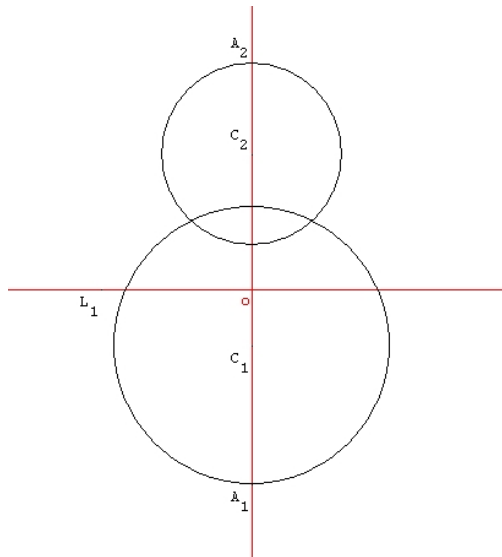
$$Z = 634 \text{ mm}$$

$$H = 340 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad R = 0,8.Y + \frac{(H - rs)^2}{0,8.Y} = 408,8 \text{ mm}$$

$$H' = 294 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad ri = H' - \frac{(R - Y)^2 - (R - H')^2}{2.(R - H')} = 209 \text{ mm}$$

Muni de ces données, on peut alors faire le tracé selon le protocole suivant :

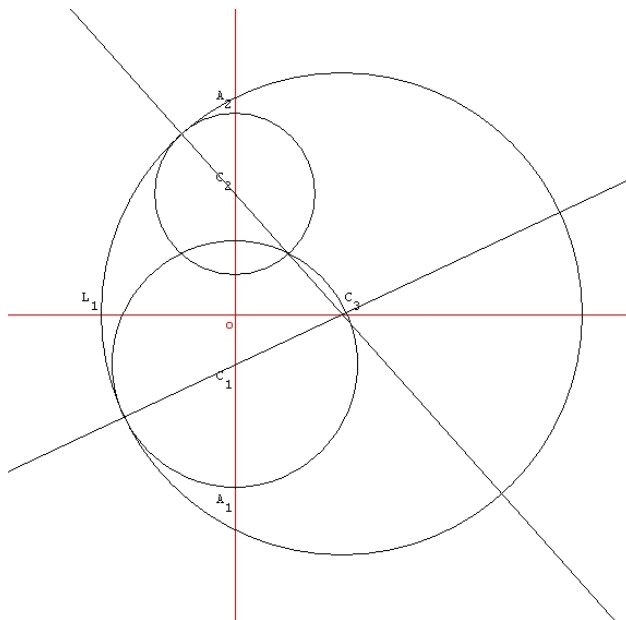
- 1) Tracer l'axe de symétrie vertical oy du cadre, puis tracer une horizontale ox (ligne MC de la figure 6).
- 2) Sur l'axe vertical, reporter le point A1 à la cote -H' et le point A2 à la cote H. A1A2 est la hauteur du couple.
Cote de A1 = - 294 mm
Cote de A2 = 340 mm
Sur l'axe horizontal placer L1 à l'abscisse - Y (c'est la plus grande largeur du couple).
Abscisse de L1 = - 228 mm



- 3) Toujours sur l'axe vertical, placer C1 à la distance r_i au dessus de A1, puis C2 à la distance r_s au dessous de A2.
 Cote de C1 = $-294 + 209 = -85$ mm
 Cote de C2 = $340 - 136,8 = 203,2$ mm

- 4) Tracer les cercles de centre C1, rayon r_i (portion « inférieure » du couple) et C2, rayon r_s (portion « supérieure » du couple).

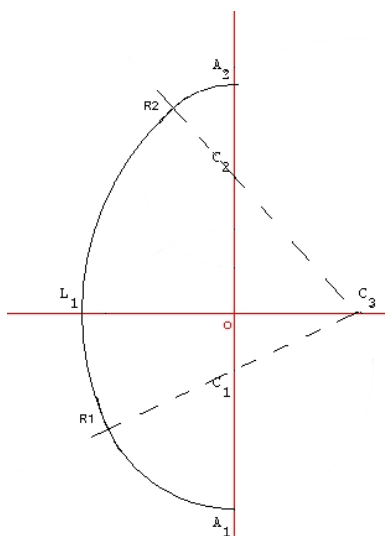
Figure 8



- 5) Sur l'axe horizontal ox , positionner le point C3 à l'abscisse $(R - Y)$.
 Abscisse de C3 = $180,8$ mm
 C3 est le centre de l'arc de cercle « intermédiaire ».

- 6) Pour avoir les points de raccordement des arcs de cercle, tracer les droites C1C3 et C2C3. L'intersection de C1C3 avec le cercle (C1, r_i) donne le premier point de raccordement R1. L'intersection de C2C3 avec le cercle (C2, r_s) donne le deuxième point de raccordement R2.

Figure 9



- 7) Tracer l'arc de cercle de centre C3 et de rayon $R = 408,8$ mm (d'extrémités R1 et R2) pour achever le tracé du demi-couple.

Figure 10

3] RÉFÉRENCES

[1] V 1/2 Rondine

Rodolfo Isotta

[Ventus Année 1, numéro 1, supplément au n°65 de Modellismo]

[Modellismo]

[2] Liasse de plans Bréguet 901-S

[GPPA]

[3] Cadre d'AVIA 32 E

Photo Norbert Mosson, via Rétroplane

[Mosson]