

Construction du Gaz'aile II (1)

L'objectif de ces articles est de présenter les techniques mises en oeuvre pour la construction du Gaz'aile II. L'aile ULM et l'aile avion sont de construction très similaires.

Local

Vu ses petites dimensions, il est possible de construire cette machine dans un local type garage de voiture (5,5 m x 3 m) : le fuselage fait 4,25 m, les longerons d'ailes font 3,60 m ou 4 m pour l'ULM. Montez le fuselage au plafond pour construire les ailes.

L'isolation : la température ne pose pas trop de problèmes car il est toujours possible de faire une tente chauffante avec un film vinyle et un petit radiateur soufflant pour finir la polymérisation après le travail, pendant la nuit par exemple.

Outillage

Si vous faites débiter votre bois par un menuisier local ou un ami de votre entourage qui possède un petit combiné vous n'aurez pas besoin de gros outillage à bois. Les classiques outils électriques à main sont suffisants : scie circulaire, scie sauteuse, rabot, lapidaire, ponceuse orbitale.

Pour le bois, faites un lapidaire monté sur un moteur 3000 tr/min (moteur de machine à laver en essorage). Fixez-y un disque de CP de 15 mm et d'un diamètre de 20 cm. Usinez-le sur place à la râpe pour qu'il tourne rond. Collez dessus un papier de qualité à grain de 40 à 60. Devant, mettez une tablette sur charnière pour pouvoir l'incliner (l'inclinaison n'est pas indispensable). Cette machine à poste fixe vous rendra de très grand service, c'est presque indispensable !

Pour le métal, ça se complique car peu de gens possèdent un tour et des moyens de soudure. Ce n'est pas indispensable, mais il faudra

sous-traiter le travail. Renseignez-vous auprès d'autres constructeurs de votre région.

N'hésitez pas à couper l'alu avec une scie circulaire à bois. Réserver la lame à cet usage. Prenez une lame à petites dentures assez serrées ou une lame carbure à petites dentures.

Les disques abrasifs qui vont sur les meuleuses d'angle sont aussi très biens. Il existe des modèles de 1 mm d'épaisseur diamètre 125, (à chercher du côté des professionnels) mais il est préférable d'en installer un sur un touret à meuler à poste fixe et de le mettre à la place de la meule. Vous serez beaucoup plus précis en manipulant la pièce que la meuleuse (diamètre 250 mini épaisseur 2 à 3 mm).

Mettez une petite tablette devant, d'un seul côté du disque, c'est très pratique. De l'autre bout de l'arbre, montez une brosse à lamelles abrasives. Il en existe de gros diamètre (120mm), elle vous permettra de finir les bords des coupes très proprement et très rapidement.

Bois

Le contre-plaqué (CP) Okoumé est acheté en plaque de 1,2 / 1,6 / 2,0 / 2,5 : une plaque de 2,5 - trois de 2 - deux de 1.6 - quatre de 1.2 pour l'avion et cinq de 1.2 pour l'ULM.

Le gros CP de 16 et 18 de la cloison pare feu et des coins des cadres C1 / C2 / C3 / C4 / C5, peut être acheté localement. Prenez la qualité « marine » si possible pour le grand nombre de plis, ou qualité « extérieur » ou « ordinaire » en dernier recourt. Objectif : chercher le maximum de plis.

Pour les lattes en pin d'Oregon, un madrier de 4.5 m 200/80 mm suffit (250 €). Raboter les lattes n'est pas indispensable car la coupe d'une lame de scie carbure en bon



état laisse souvent un état de surface bien adapté au collage.

Le Red Cedar qui est utilisé en bord d'attaque, car plus léger, est aussi acheté dans mon cas chez le marchand de bois local (des lattes de lambris). D'autres bois légers peuvent être utilisés (ex. Samba).

Attention : le CP de 18 peut souvent faire 17,5 ou 18,5 et les baguettes devront s'adapter. Par conséquent, cherchez le CP avant de faire les baguettes, ou poncez vos pièces en CP.

Colle

La PPU est maintenant couramment utilisée, mais dans notre machine tout le collage est fait à la résine époxy.

Cette résine époxy est aussi utilisée pour la stratification des pièces composite et le marouflage. Dans son usage « colle » on lui ajoute des fibres de coton « treecell » (flox en anglais) qui la rendent plus épaisse et permet de garder une épaisseur de colle dans le joint de collage lors du pressage. La quantité de fibre à ajouter dépend du travail à faire (voir à l'usage). En l'épaississant, elle permet de rattraper les défauts d'ajustage, ou de faire des congés.

La résine utilisée est la « Sicomin SR1500 ». Bien adaptée au bois,



le temps de travail est de trois heures avec un durcisseur normal 2505. Elle permet de ne pas avoir à trop se soucier de la température. Le travail peut être fait à 10°, et elle polymérise par la suite à 20° sans traitement thermique. Cependant, un petit radiateur soufflant dans un montage en tente fait avec une bâche en vinyle, permet de monter de 10° à 20° la température pendant la nuit et d'avoir la pièce prête le lendemain pour continuer le travail. L'hygrométrie n'est pas un problème : vous ne pourrez pas avoir des conditions pires qu'en Bretagne !

Encollez au pinceau les 2 pièces à joindre.

Cette époxy est utilisée aussi comme mastic en lui ajoutant des micros billes « Glascel 10 » (micro ballon en anglais), qui en font un mastic très léger. Ce mastic sert à rattraper les défauts locaux de forme, comme sur le dos du fuselage pour les raccords de forme entre les panneaux de CP.

Le dosage de la résine doit être précis et la balance doit être précise à 0,2 g (elle doit réagir à la goutte). Les doses souvent utilisées sont de 50 g de colle et 16,5 g de durcisseur. La précision doit être meilleure que le gramme car 1 g sur 16 g = 7,5 % faites votre mélange à mieux que 3 ou 4 %.

Pour ne pas avoir à laver les pincesaux, qui malgré tout deviendront légèrement durs, conservez-les dans un bocal fermé en verre, contenant de l'acétone.

La résine époxy sert aussi de vernis pour toute la structure intérieure. Pour cela, diluez-la à l'acétone dans un rapport 4 au moins.

Attention : Dans ces conditions elle perd toutes ses caractéristiques de collage et polymérise un peu plus difficilement. Ne pas faire de collage sur des zones vernies, et roncez éventuellement.

A la fin d'un travail s'il vous reste de la colle, utilisez-la pour vernir des zones finies. Le « Treecell » qu'elle contient est éliminé en filtrant le mélange à travers un bas de femme. L'autre solution pour ne pas perdre la colle est de la mettre au congélateur ou au freezer dans un « Tupperware ». Elle sera utilisable le lendemain et même le sur lendemain, le froid ralenti la polymérisation.

Pensez à mettre des gants (attention aux allergies) et à vous laver les mains à l'eau et au savon d'atelier, pas à l'acétone, sauf nécessité extrême quand c'est presque polymérisé (déconseillé car l'acétone fait pénétrer la résine dans la peau).

Précaution diverse : Ne pas faire le marouflage au soleil ou un jour trop chaud.

Pour la lame de train, utilisez un durcisseur plus lent, de la même marque que précédemment. Il y a, en effet, risque d'emballement thermique dû à la chaleur dégagée par la quantité de matière.

Quand vous fermez, par exemple, les cadres par le dernier CP, sur le CP que vous allez mettre en place il est très difficile de vernir seulement les zones qui doivent l'être et de ne pas en mettre sur les zones à coller, passez donc partout de la résine avant d'y avoir mélangé le

« Treecell » la racler au maximum avec une spatule, ou une lame de cutter, ça tiendra lieux de vernis, puis encoller normalement les zones de collage, même principe sur le revêtement de fermeture de l'aile. Ne « blessez » pas le CP qui peut casser comme du verre.

Chantier de l'aile

Faire un chantier en CP de 18 à 20 mm ou en aggloméré, vissé sur 2 tasseaux de 50x50, et quelques traverses. D'un côté, vissez une planche sur champ, elle servira à tenir le bord d'attaque. Découpez au fil chaud dans des plaques de Styrofoam de 40 des formes extérieures aux nervures coté extradados, et disposez-les avec un espacement de 80 mm sur le chantier et collez-les.

Mettez des cales de bois dans la zone d'appui du longeron, pour ne pas qu'il « s'enfonce » dans le styro, avec les serre-joints lors du collage. Solution différente, l'espace entre les lattes sera rempli de mousse.

Un CP de 1,2 servant plus tard au revêtement d'intradados sera disposé sur la mousse, il sert de « revêtement » au moule : scotchez-le au scotch d'emballage sur la planche de bord d'attaque afin de protéger la zone des bavures de colle lors du montage de l'ensemble, ou mettez un film vinyl.



Découpe des nervures

Les nervures sont en Klégécell qui est une mousse de PVC à cellules fermées. Il existe d'autres marques sur le marché, telles qu'Airex, Conticell, Herex... Chez Sicomin, achetez-la en deux densités différentes: du 100 kg/m³ et du 75 pour les nervures du bout (si possible). Le gain en poids est minime, c'est du 6 mm d'épaisseur. Découpez-les au cutter avec un gabarit de 5 mm plus grand, percez trois trous de 5 pour les installer sur un gabarit de détournage, puis vieillissez-les d'abord au four 24 heures à 70°.



Détournez-les par 5 ou 6, avec un outil tournant garni d'abrasif - Voir le document de Michel Colombar, technologie de construction des avions MC15 et MC100, téléchargeable sur le site du RSA, rubrique documentations, à lire, impérativement, c'est un excellent cours de technologie.

Mettez-les dans un autre gabarit pour la découpe des coins (passage des baguettes du longeronnet AR et sur l'ULM du longeronnet AV aussi, faire attention la section des baguettes varie dans les bouts, donc la taille des encoches, les numéroter.

Certaines nervures en face des attaches de volet et d'ailerons sont doublées en CP de 1,6, la demie



nervure coté longeronnet à un CP de chaque coté du klégécell, la partie avant d'un seul coté.

La dernière nervure coté saumon est recouverte d'un CP de 1,2 pour finir l'aile en bout, celles d'emplanture sont doubles en épaisseur, deux Klégécell collées et bordées d'une latte de pin d'épaisseur 5 mm sur toute la périphérie, le tout étant coffré par un CP de 2 mm de chaque coté.

Pour coffrer les nervures, remplissez les cellules du Klégécell avec de la résine et du micro pour gagner un peu de poids de colle, encollez le CP normalement et empilez le tout avec des poids dessus (attention ça glisse, pensez à épinglez) faites le collage avant détournage.

Longeronnet arrière

Le longeronnet AR est le même sur l'ULM et l'avion aux dimensions près. Il est constitué d'un CP de 1,6 mm sur toute la longueur puis de CP de 1,2 mm dégressif en trois fois, cette bande de CP est bordée de 2 baguettes de Pin de 18/18 qui s'amincissent en épaisseur seulement à partir de 1,5 m de l'emplanture et finissent à 18/8 mm d'épais en bout. Recoller des CP de 1,2mm en dégradé au droit des attaches ferrure pour quelles soient toutes au même niveau.

Coté nervure, collez des baguettes de hêtre de chaque coté de l'emplacement de la nervure, mettez en place la ferrure d'emplanture et sa contre plaque par rivetage et collage.

Le longeronnet avant

Celui de l'avion :

Il est en red cedar de forme trapézoïdale sa partie plate à l'avant permet de le fixer facilement sur le chantier, le bout manquant sera recollé aile finie et l'ensemble sera raboté puis poncé avec une cale en forme creuse afin de garantir le



mieux possible le respect du profil, la forme et l'état de surface du bord d'attaque est capital sur un profil laminaire.

Une ferrure sera fixée par rivetage en bout sur une zone réduite en épaisseur puis ramenée à son épaisseur initiale par collage d'une pièce chapeautant la ferrure.

Celui de l'ULM :

Le bord d'attaque de l'ULM est beaucoup plus rond. Une pièce de bois qui le composerait serait trop grosse, il est donc fait d'un longeronnet en CP et baguette, comme le longeronnet AR, et d'une forme en mousse, le tout straté.

Longeron

C'est un longeron bois, carbone, mousse (baguettes de pin, de hêtre et de carbone).

Les baguettes de carbone sont à fabriquer en pré-imprégné dans un autoclave, par un professionnel travaillant pour l'aéronautique, vous les utiliserer comme une baguette de bois dans votre empilage pour le longeron.

Commencez à coller les baguettes carbone entre les baguettes de pin pour la partie supérieure et pin et hêtre pour celle inférieure avec la colle époxy classique.

Sur un chantier de 4 m ou 3,6 selon la machine, recouvert de vinyle et bordé de deux tasseaux espacés de la largeur du longeron plus 3 mm, serrez les baguettes et le carbone le long de ces tasseaux par de nombreux serre-joints.





Une fois sec, ajustez les cales de hêtre et la mousse entre ces semelles, avant de coller l'ensemble.

Il faut vriller l'aile de 1°, en vrillant le chantier. Mettez une cale sous un coin : pour 50 cm de large c'est une cale de 8,9 mm, pour 25 cm, 4,45 mm etc., il va

falloir maintenant lui donner un nom : longeron gauche ou longeron droit, pour le droit la cale est à mettre en bout (saumon) du côté de la semelle intrados, longeron sur le chantier côté bord d'attaque dessus.

Pour l'autre, elle est à mettre, toujours à l'extrémité (saumon), côté semelle d'intrados, mais à l'autre bout du chantier cette fois-ci, le côté saumon est passé côté emplanture.



Maintenant, vous pouvez coller l'ensemble. Libérez l'un des deux tasseaux vissés pour que les serre-joints compriment l'ensemble.

Après démoulage, dégauchissez un côté puis rabotez l'autre à la cote du longeron en hauteur. Ajustez à 20 mm l'épaisseur du longeron à la ponceuse à bande.

Attention : ne pas le passer à la raboteuse car la lame ne va pas du tout aimer le carbone.

Prenez des cotes pour mémoriser la position de vos cales de hêtre par rapport aux bord et au bout. Ça servira pour le perçage ultérieur des trous d'axes.

Mettez le revêtement bi biais carbone. Les deux côtés peuvent être fait en même temps. Pour cela, il faut résiner le longeron, mettre le tissu, l'imprégner, mettre le second tissu sur seulement une demie envergure côté emplanture et un tissu de 109 g par dessus le tout.

Ne repliez pas les bords : laissez-les dépasser et mettez un tissu d'arrachage.

Retournez le longeron sur le chantier qui a été protégé par un vinyle, puis répétez l'opération de l'autre côté. Faites ensuite le vide si vous en avez la possibilité, mais ce n'est pas indispensable : le gain en poids est négligeable 10% sur la résine mise. Evidemment c'est mieux compacté, mais la sollicitation est

relativement faible sur les cotés, d'autant que l'on a doublé la zone la plus travaillante (par rapport au MCR). Si vous avez les moyens et la connaissance faites-le, sinon ça ne changera pas grand chose.

à suivre.

Serge PENNEC
pennec.serge@neuf.fr

