

Le contreplaqué

1 Généralités

Le contreplaqué, comme chacun sait, se présente sous forme de panneaux plats (pour ce qui nous concerne) constitués d'un empilement de feuilles de bois minces collées entre-elles, à fibres contiguës croisées à 90°, d'épaisseurs en général assez faibles.

Compte tenu de ses caractéristiques, en particulier de sa stabilité dimensionnelle, de sa résistance mécanique, de sa facilité d'usinage, il est utilisé dans de nombreux domaines :

Bâtiment, coffrages, emballage, véhicules, mobilier, décoration, construction navale, mais aussi en construction aéronautique.

2 Essences utilisées

Les essences utilisées dépendent surtout de la destination de ces panneaux. Les ctp destinés au coffrage par exemple n'utiliseront pas les mêmes essences que les ctp destinés à l'ébénisterie. De très nombreuses essences sont utilisées telles que chêne, hêtre, pin maritime, pin d'Oregon, peuplier, acajou, charme, cerisier, poirier, sipo, et j'en passe. Mais ceux qui nous intéressent plus particulièrement sont les ctp d'okoumé et de bouleau.

3 Dimensions des panneaux

bouleau e = 1.0 à 6.0 mm :
format 1.55 x 1.55 m ou 1.50 x 1.50 m

okoumé e = 1.2 mm à 6.0 mm :
format 1.25 x 1.25 m ou 1.22 x 1.22 m

okoumé e = 1.6 et 2.0 mm :
formats 1.25 x 2.50 m (mais en qualité GL2)

4 Epaisseur et nombre de plis

bouleau épaisseurs en mm :

| | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| 4.0 | 5.0 | 6.0 | | | | | |
| nombre de plis : | | | | | | | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | 9 |
| 11 | ? | ? | | | | | |

okoumé épaisseurs en mm :

| | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.2 | 4.0 | 5.0 | 6.0 |
| nombre de plis : | | | | | | | |
| 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Les tolérances sont de + 0.12 et - 0.12 mm sur l'épaisseur de 1.2 mm selon certaines sources et de + 0.20 et - 0.10 mm selon d'autres sources. Mais, d'après constatations person-

nelles c'est plutôt du coté du plus, en général.

La Luciole n'utilise que du 1.2, 1.6, et 2.0 mm dans chacune des essences citées ci-dessus. Cependant, certaines pièces (cales, goussets) peuvent être en 8mm, 10 mm d'épaisseur voire même un peu plus. Ces épaisseurs sont simplement réalisées en empilant et collant plusieurs des épaisseurs ci-dessus jusqu'à atteindre l'épaisseur voulue.

5 Qualités

Trois qualités sont généralement proposées : le premier choix GL1 avec Visa Véritas, le GL1 sans Visa Véritas et le second choix GL2 qui peut comporter des défauts.

Le fabricant français de contreplaqué « La Boisserolle » propose sur son site, en ctp aviation :

- Bouleau : Qualité Aviation

- Okoumé : Qualité Aviation selon Norme NFL 18130

- Okoumé : Même fabrication que ci-dessus mais non sélectionné.

Les ctp bouleau de la Luciole de même que tout les ctp okoumé de 1.2 mm (roulés) nécessitent la qualité Aviation particulièrement en ce qui concerne les âmes.

Pour le fuselage, en okoumé de 1.6 mm, il est peut-être possible d'utiliser les panneaux format 1.25 m x 2.50 m qui nécessiteraient ainsi moins d'entures. Mais une fois les éventuels défauts éliminés, deux plaques pourraient être insuffisantes. C'est un risque...

6 Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques des ctp d'okoumé, de bouleau et de peuplier figurent en bas de la **planche 2** du manuel « bois en plateaux ». (Cahier du RSA N°275 page 35).

Juste une remarque concernant le choix de l'essence du bois : okoumé ou bouleau ?

En considérant les densités et les modules élastiques (rigidité) de cisaillement de chacun d'eux et sachant que le moment d'inertie d'une plaque de ctp est proportionnel au cube de son épaisseur on s'aperçoit que, à égalité de poids au m², le flux critique de plissement de l'okoumé est deux fois plus

élevé que celui du bouleau. D'où l'utilisation de l'okoumé dans les panneaux où le plissement apparaît bien avant la rupture en cisaillement. Dans le cas contraire (panneaux de petites dimensions par exemple) le bouleau serait le meilleur choix.

A noter que le ctp de bouleau est moins cher que le ctp d'okoumé. Mais il est aussi nettement plus lourd. Il ne faut pas perdre de vue que plus un avion est léger moins il consomme.

7 Poids

La densité théorique du ctp bouleau est de 0.75. Sur tous les échantillons mesurés j'ai bien retrouvé cette moyenne, avec un peu de dispersion en plus et en moins.

La densité théorique du ctp d'okoumé est de 0.50. Mais sur les échantillons mesurés j'ai trouvé une moyenne un peu plus élevée de l'ordre de +10%.

Les poids théoriques par m² sont les suivants :

Epaisseur bouleau en mm :

| | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| 4.0 | 5.0 | 6.0 | | | |
| Poids bouleau en kg/m ² : | | | | | |
| 0.75 | 0.90 | 1.13 | 1.50 | 1.88 | 2.25 |
| 3.00 | 3.75 | 4.5 | | | |

Epaisseur okoumé en mm :

| | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|
| 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.2 |
| 4.0 | 5.0 | 6.0 | | |
| Poids okoumé en kg/m ² : | | | | |
| 0.60 | 0.80 | 1.00 | 1.25 | 1.60 |
| 2.00 | 2.50 | 3.00 | | |

A noter que le ctp de bouleau est moins cher que le ctp d'okoumé. Mais il est aussi nettement plus lourd. Il ne faut pas perdre de vue que plus un avion est léger moins il consomme.

8 Fabrication

La fabrication commence par l'arrivage de grumes d'okoumé (provenant principalement du Gabon) et de grumes de bouleau (provenant principalement de Finlande).

Ces grumes sont écorcées, tronçonnées à longueur adéquate, puis étuvées à la vapeur ou immergées dans l'eau chaude de façon à ramollir le bois et rendre son usinage plus facile.

Ces grumes sont ensuite déroulées

Par Michel Colomban

sur une machine semblable à un énorme tour dont l'outil fait toute la longueur de la grume. Les « copeaux » qui en sortent forment d'immenses rubans dont l'épaisseur est égale à celle du pli qui va constituer le ctp.

Lorsque la grume est installée centrée sur la machine les feuilles obtenues sont en totalité sur dosse et la surface déroulée ne présente pratiquement pas de dessin. C'est le cas le plus fréquent de nos ctp structuraux.

Lorsque la grume est installée excentrée les feuilles présentent des dessins francs et répétitifs. Les ctp obtenus de cette façon sont plutôt destinés aux travaux décoratifs.

Ces rubans sont ensuite séchés puis coupés au massicot, à la longueur désirée afin d'être empilés fils contigus croisés. Un film de colle formophénolique thermodurcissable (Tégo film) est interposé entre chaque couche. Les feuilles ainsi constituées sont mises sous presse et chauffées. Les ctp ainsi obtenus résistent à l'eau.

Les feuilles peuvent aussi être obtenues par tranchage à plat. Dans ce cas les dessins sont encore plus marqués. Mais les feuilles obtenues sont de largeurs limitées et doivent être préalablement assemblées entre-elles par collage sur les chants.

Le nombre de plis est pratiquement toujours impair.

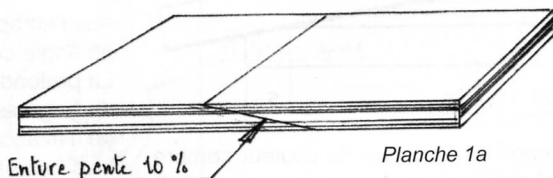
9 Entures

Il s'agit là d'un problème important, autant par son aspect résistance structurale que par le délicat de son exécution.

Comme chacun peut le constater les dimensions des panneaux d'ailes ou de fuselage, par exemple, sont plus importantes que les dimensions commerciales des panneaux. D'où la nécessité de raccorder des panneaux entre-eux au moyen de ce que l'on appelle une « enture ».

9.1 Largeur de l'enture

L'enture est un chanfrein très plat réalisé en bordure d'un panneau (**planche 1a**). Cette coupe en biseau permet de se raccorder, par collage, à un autre panneau préparé de la même façon. Selon les règles en usage la pente de cette coupe doit être, au minimum, de



1/10. Autrement dit la largeur de l'enture doit être, au minimum, de 10 fois l'épaisseur du panneau (soit un angle de 5.7°) Pour quoi 10 fois alors que pour le bois de fil on compte 20 fois ? Simplement parce que les panneaux, dans la grande majorité des cas, ne travaillent pas en traction mais en cisaillement. Et que, dans le meilleur des cas, la résistance en cisaillement n'atteint pas la moitié de la résistance en traction du même bois.

La largeur de l'enture doit être, au minimum, de 10 fois l'épaisseur du panneau pour le contreplaqué et 20 fois pour le bois de fil

Mais on peut voir ce problème d'une autre façon. Le tableau de la **planche 2** du fascicule « bois en plateaux » donne une contrainte de rupture en cisaillement de 4.5 kg/mm² pour le bouleau à 45° et 2.3 kg/mm² pour l'okoumé à 45°.

En considérant la résistance (max de calcul) de la colle à 0.3 kg/mm² (colage passablement dégradé) cela conduirait à une largeur d'enture de 15 fois l'épaisseur pour le bouleau à 45° et 8 fois pour l'okoumé. Et ceci dans le cas où la rupture en cisaillement interviendrait avant le plissement du panneau. Ce qui est rarement le cas.

Si maintenant on considère les contraintes de rupture dans le sens 0-90° soit 2.2 et 1.2 kg/mm² pour les mêmes bois, cela conduit à des largeurs d'entures de 7.3 fois l'épaisseur du panneau pour le bouleau et 4 fois pour l'okoumé.

Dans le cas de la Luciole il n'y a que des entures à 0-90° du fil du bois pour les panneaux externes d'ailes et de fuselage et les colles utilisées résistent à beaucoup plus de 0.3 kg/mm² en cisaillement. Il n'y a donc aucun souci avec des largeurs d'entures de 10 fois l'épaisseur.

L'âme de l'empennage horizontal, en bouleau, comporte dans sa partie centrale une enture à 45° du fil. Mais la contrainte de cisaillement extrême à cet endroit en ne dépasse pas 0.6 kg/mm². Une enture de 10 fois l'épaisseur conduit à un taux de cisaillement de la



colle de 0.06 kg/mm². De plus l'âme est doublée à cet endroit. Donc 10 fois l'épaisseur présente une grande marge de sécurité.

L'âme du longeron d'aile comporte aussi une enture à 45° du fil pour raccorder la partie bouleau à la partie okoumé. A l'endroit de l'enture la contrainte de cisaillement extrême ne dépasse pas 1.1 kg/mm². Une enture de 10 fois l'épaisseur conduit à un taux de cisaillement de la colle de 0.11 kg/mm². Donc pas de soucis non plus ici.

En résumé toutes les entures, pour cet avion, auront une largeur de 10 fois l'épaisseur.

9.2 Réalisation pratique de l'enture

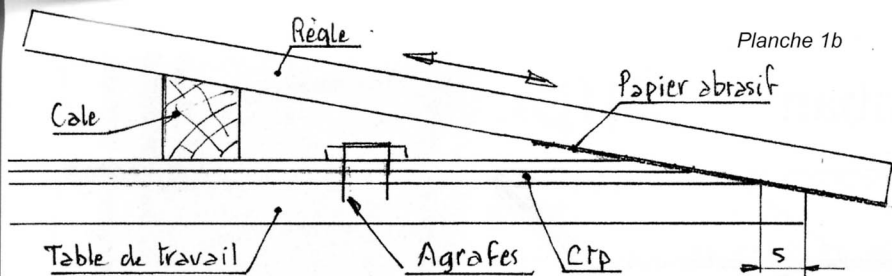
La principale difficulté dans la réalisation de l'enture est la rectitude du bord et le non bombé de sa surface. Une enture correcte doit être rectiligne et plane faute de quoi il ne peut pas y avoir de collage sur toute la surface. Dans ce cas la résistance maximale n'est pas obtenue.

Une enture correcte doit être rectiligne et plane faute de quoi il ne peut pas y avoir de collage sur toute la surface. Dans ce cas la résistance maximale n'est pas obtenue.

9.2.1 A la main

Les entures des deux panneaux à raccorder sont réalisées en même temps. On est sûr, ainsi, d'obtenir la même pente sur chaque pièce. Les panneaux sont posés l'un sur l'autre à 4 ou 5 mm de l'extrémité d'une table de travail plane et rigide (**planche 1b**).

La table de travail est préalablement poncée et époussetée car une aspérité sous le panneau se traduirait par une ondulation du bord de l'enture égale à 10 fois la hauteur de l'aspérité. Les panneaux y sont maintenus soit à l'aide de presses soit à l'aide d'agrafes.



Dans ce dernier cas il est conseillé d'utiliser une « bande à clous » (planche 3c) afin de ne pas abîmer la surface du ctp lui-même.

Attention ! Lorsque les deux panneaux sont empilés l'un sur l'autre, l'un est posé parement vers le haut et l'autre parement vers le bas afin de les retrouver parement du même coté lors du collage.

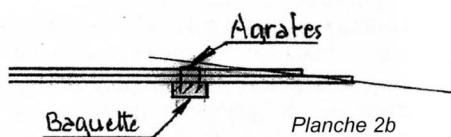
L'enture peut être dégrossie à l'aide d'un rabot très bien affûté. Mais pour terminer il est préférable d'utiliser, par exemple, une règle plate à l'extrémité

de craie ou au feutre de couleur sombre. Ainsi, la disparition progressive de la bande de couleur lors du ponçage sert de repère pour terminer l'enture avec une meilleure précision. Il est aussi possible de passer un coup de craie sur le dessus du ctp lui-même afin de mieux distinguer le départ de l'enture.

9.2.2 A la machine

C'est à Claude Chevassut que l'on doit le montage publié dans les « Cahiers du RSA » n°74 de novembre 1972. Il s'agit d'un montage qui permet d'exécuter l'enture à l'aide d'une ponceuse à

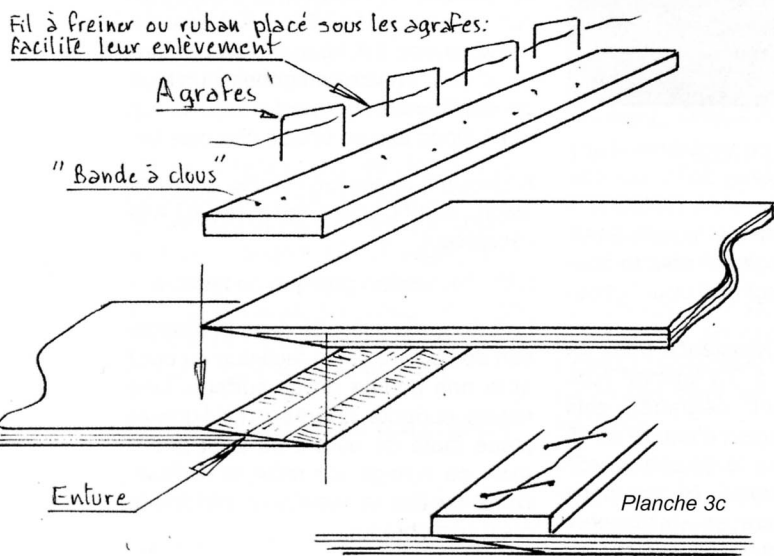
disque (planche 1c et 2a). La table de travail, rigide et plane, et comportant une rainure de 20 x 10 environ est installée sous la ponceuse. L'inclinaison de la table est réglable afin d'obtenir la pente désirée. La hauteur de la ponceuse est réglable aussi. L'idéal serait de pouvoir réaliser un réglage micrométrique.



En aucun cas n'utiliser le plateau habituel de la ponceuse plus ou moins élastique. Pour un résultat correct il est impératif d'utiliser un plateau rigide et plan et une perceuse (ou autre machine) en bon état et sans jeu. L'abrasif (rondelle de ponceuse ou rondelle découpée dans une feuille de papier abrasif) est fixé sous le disque à l'aide d'adhésif double face.

Plutôt que de pousser le ctp dans le sens « 2c » il semble préférable de le pousser en sens inverse à condition de soulever légèrement (1mm) le bord avant du plateau. L'attaque finale du bord aigu de l'enture se fait toujours sous le même angle de 45° environ mais cette position permet une entrée plus facile sous le plateau en même temps qu'un appui plus ferme du ctp sur la table (planche 2d). L'inclinaison du plateau (moins d'un demi degré) va creuser très légèrement la surface de l'enture. Mais c'est tellement infime et dans le bon sens que ce serait plutôt un avantage.

Une variante de ce procédé consiste à utiliser un tambour abrasif dont l'axe est parallèle à la surface de l'enture (planche 3a). Vu de dessus l'axe du tambour est incliné par rapport au bord de l'enture de telle sorte que le bord aigu ne risque d'être découpé (planche 3b). Ce procédé donne aussi de bon résultats à condition d'utiliser un tambour dur et une machine rigide et sans jeu. L'abrasif, sur le tambour, est collé soit au double face soit à la colle époxy.

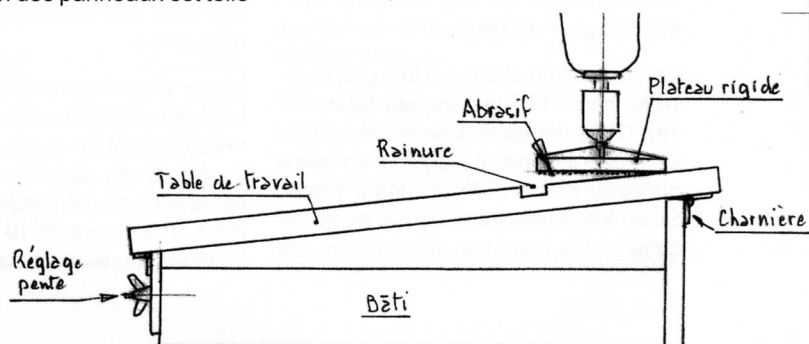
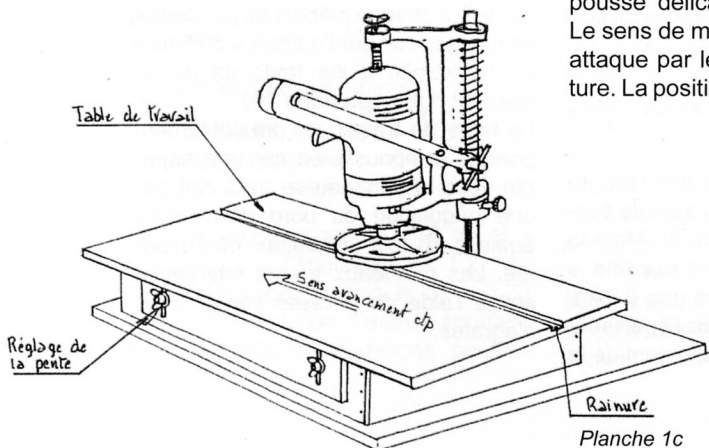


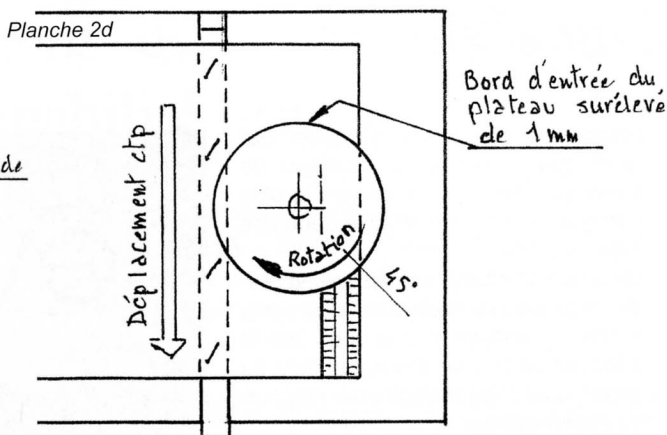
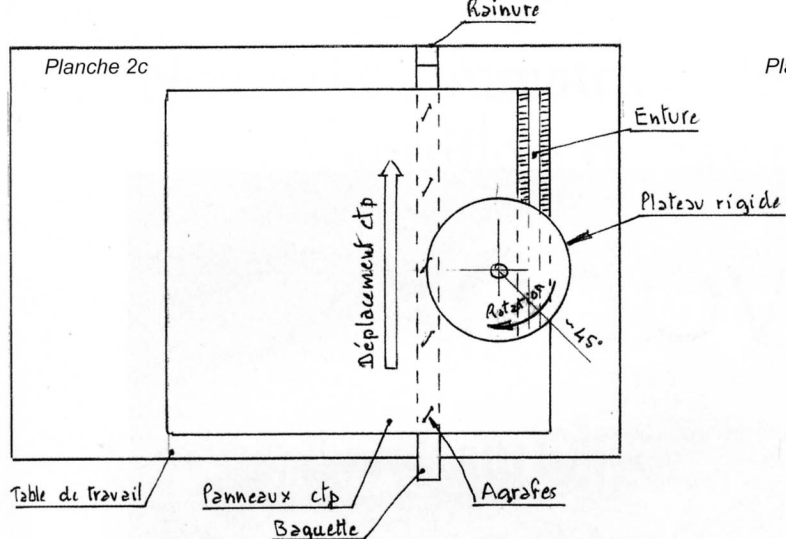
de laquelle aura été collée une bande de papier abrasif (n°80 à 120) de 50 mm de largeur, à l'aide de « double face ». Le bout de la règle recouvert d'abrasif appui sur l'enture. L'autre bout appuie sur une cale d'épaisseur telle que la pente de 10% soit obtenue.

L'extrémité de la table de travail dépassant de 4 à 5 mm est colorée à la

Les deux panneaux à enturer sont posés l'un sur l'autre avec un décalage en bout de 10 fois leur épaisseur. Une baguette destinée à coulisser dans la rainure de la table est fixée sous les deux panneaux (planche 2b) parallèlement au bord à enturer, à l'aide de quelques agrafes ou pointes fines.

Cet ensemble est alors posé sur la table, baguette dans la rainure, et poussé délicatement sous le disque. Le sens de marche est tel que l'abrasif attaque par le coté le plus fin de l'enture. La position des panneaux est telle





Remarque :

Afin d'obtenir une bonne rectitude du bord des pièces après leur collage (cas des âmes par exemple) il faut que la baguette soit agrafée de façon parfaitement perpendiculaire au bord du ctp. Faute de quoi l'écart angulaire se trouverait multiplié par deux au moment de l'assemblage.

9.3 Collage de l'enture

Par comparaison avec la réalisation proprement dite de l'enture le collage est une opération facile.

Quelques essais préalables sont à faire sur des chutes pour apprécier la quantité adéquate à étendre.

Les panneaux sont remis à leurs places préalablement repérés et fixés sur le plan de travail pour éviter tout glissement intempestif lors du serrage du joint.

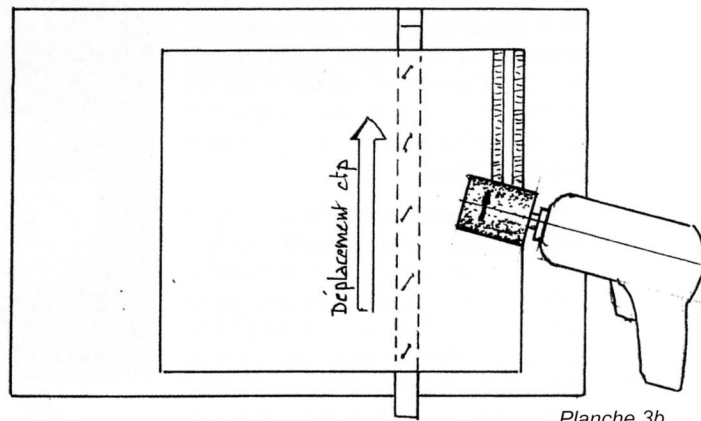
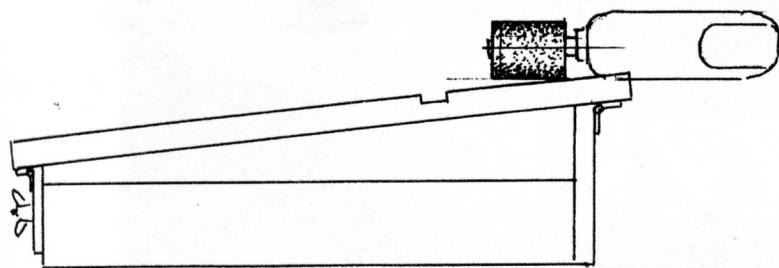
Le serrage peut s'effectuer par tout moyen (poids, presses etc...) Mais la méthode la plus pratique et la plus courante est l'utilisation de la « bande

10 Découpage

Le mode de découpage est fonction de l'épaisseur, de la dimension de la pièce et du bois utilisé.

Les petites épaisseurs se coupent facilement au cutter surtout s'il s'agit d'un bois tendre comme l'okoumé. Le 1.2 mm et le 1.6 mm en okoumé de même que le 1.2 mm en bouleau se coupent bien de cette façon.

Une règle (métallique de préférence) est appliquée sur le ctp, au raz du



Les deux panneaux de ctp sont posés sur un plan de travail poncé et propre afin d'éliminer les moindres aspérités. Un papier cuisson (très large car la colle, sous l'effet de la pression, peut migrer assez loin...) aura été interposée entre le plan de travail et les panneaux de ctp afin d'éviter tout collage intempestif, ce qui ruinerait irrémédiablement le travail réalisé.

Les deux panneaux sont disposés en position de collage et leurs positions respectives repérées avec précision avant que la colle ne rende cette opération plus délicate.

Les deux entures sont encollées intégralement mais en laissant juste ce qu'il faut de colle.

Pas assez de colle = collage incertain.
Trop de colle = bavures étendues sous le panneau.

à clous » (**planche 3c**).

Il s'agit d'une bande de ctp de largeur et épaisseur adéquates disposée sur le joint de colle et au travers de laquelle on enfonce des petites pointes destinées à assurer le serrage. D'où le nom, ancien, de bande à clous. Actuellement on utilise des agrafes ce qui est beaucoup plus pratique et rapide. Il faut, cependant, faire attention à utiliser des agrafes de longueur et grosseur appropriées. Des agrafes fines seront préférées. Elles abîment moins le bois. Quant à la longueur elle doit assurer une pression suffisante mais ne pas être trop dures à enlever ensuite.

Ne pas oublier de placer le papier anti-colle sous la bande à clous.

trait. Il est prudent de fixer solidement la règle à chaque bout car une règle qui glisse c'est un coup de cutter qui part dans la pièce. Ce qui exclut cette pièce de la construction. Le cutter est passé le long de la règle, à plusieurs reprises, jusqu'à ce que la chute se détache.

Les petites pièces épaisses genre goussets se coupent bien à la scie à ruban à denture fine.

Une précaution consiste à poser la pièce sur autre pièce, en aggloméré par exemple. Un trait de scie est engagé dans cet aggloméré et la pièce à scier est posée par-dessus. La face inférieure du trait de scie est ainsi beaucoup plus propre.

Lorsque le découpage au cutter devient quasi impossible (bouleau de 2 mm par exemple) le moyen le plus pratique semble être la scie sauteuse à denture fine.

Ce mode de sciage est assez peu précis et provoque facilement des petits éclats en surface. Il y a donc intérêt à laisser un peu de marge au delà du trait (1 ou 2 mm) et de finir au rabot ou au papier abrasif.

Lorsqu'il s'agit de courbes assez longues le papier abrasif est collé sur une latte de flexibilité compatible avec la courbure. Cette « cale à poncer courbe » permet d'éliminer toutes les petites bosses et d'obtenir une courbe tendue.

11 Stockage

Même s'il s'agit de ctp on a quand même à faire à du bois, matière vivante. S'il est stocké sans précaution particulière il y a de fortes chances pour qu'il se gondole ou se tuile un peu surtout s'il est exposé à des humidités non homogènes (appuyé contre un mur par exemple) La meilleure façon de le stocker est de le maintenir serré entre deux panneaux de particules ou de ctp suffisamment épais. A plat ou verticalement, peu importe. Mais il va de soit que la position verticale prend moins de place.

L'endroit le plus convenable semble être l'atelier, normalement ventilé, sans source d'humidité particulière. Eviter de l'entreposer dans une pièce plus sèche que celle où il sera collé sur la structure (risque de cloques ultérieures) Si cela était le cas, il faudrait le replacer, quelques jours avant, dans la même ambiance que celle de la construction ou mieux dans une ambiance un peu plus humide.

Michel Colombar

évabox
créateur d'évasion

100% Loisirs Aériens

Coffrets cadeaux à offrir

| | | | | |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| évabox 100% Loisirs Aériens 54,90€ | évabox 100% Loisirs Aériens 99,90€ | évabox 100% Loisirs Aériens 159,90€ | évabox 100% Loisirs Aériens 224,90€ | évabox 100% Loisirs Aériens 259,90€ |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|

+ de 400 activités au choix

Tél. +(33)4 77 72 32 25
www.evabox.fr

Stewart Systems

Une gamme complète et unique au monde pour l'entoilage et la finition d'avions et ULM

Bourgogne Entoilage Service S.A.S.

CNRA-CNRAC-CDNR-CDN annexe 2 EASA-ULM-LSA-ELA-PTF-EAA...
Certification FAA STC SA01734SE (287 avions)

Economique, Ecologique, Léger, Base aqueuse - Ininflammable. Sans solvants toxiques.

France, USA - Canada, Nouvelle Zélande, Australie, Autriche, Belgique, Rép. Tchèque, Finlande, Islande, Irlande, Italie, Liechtenstein, Pologne, Rép. Slovaque, Espagne, Suisse, Pays Bas, Royaume Uni, Mexique, Afrique du Sud...*(liste non terminée).

NOUVEAU Atelier entoilage, soudure ULM - CNRA, Stages agréés (FPC-CIF)
Vente produits entoilage, SAV proche LFGK (Yonne).

Tissus d'entoilage certifiés pour avion et ULM

21c, rue de l'Eglise 89116 La Celle St Cyr - France Tél. port.: 06 16 02 84 80 - Atelier 03 86 73 34 50
Web : www.stewart-systems.eu - E-mail : stewart.systems.europe@gmail.com