

LES BOIS AERONAUTIQUES

d'après «Le Ménéstrel» de Jean-Claude Afflard

Après neuf épisodes consacrés la technologie de construction de Michel Colombar, composés d'extraits des manuels de construction des MC-15 Cricri et MC-100 Banbi, Experimental aborde la construction bois en reprenant des articles du Ménéstrel, le bulletin de Jean-Claude Afflard destiné aux constructeurs des avions d'Henri Nicollier.

Pour la construction d'un Ménéstrel, comme de tout avion ou ULM d'amateur, il convient d'utiliser du bois autorisé en construction aéronautique à l'exclusion de tout autre.

Votre sécurité est en jeu, ne lésinez pas sur la qualité des matériaux. Une fois l'avion fini, vous n'oserez pas voler avec si vous avez un doute. Ce serait dommage! D'autant que le service technique risquerait de vous interdire de voler si les bois utilisés ne sont pas inclus dans la liste des bois agréés. Un compte rendu d'essais de votre bois vous sera demandé si votre avion est destiné à la voltige. Il vous faudra également, dans ce cas, faire contrôler votre longeron avant la fermeture de l'aile.

Les bois utilisables

Ce sont des résineux, et beaucoup proviennent du Canada : épicéa, spruce (dit de Sitka), sapin blanc du nord, hemlock, pin d'Oregon (appelé également Douglas), pin sylvestre, mélèze. Outre ces bois destinés à la fabrication de la structure sous forme de baguettes de différentes sections, d'autres bois seront utilisés, comme le frêne, pour les cales traversées par un ou plusieurs boulons, et le balsa pour les remplissages et les carénages ne nécessitant pas de résistance particulière. Ce dernier, difficile à trouver, peut être avantageusement remplacé par des blocs de mousse à structure fine.

Le tableau de la page suivante fait apparaître que l'épicéa, le spruce et le sapin présentent exactement les mêmes caracté-

ristiques de poids et de résistance. En France, il serait donc tentant d'utiliser de l'épicéa ou du sapin européen, car le spruce importé du Canada est vendu à un prix exorbitant. Hélas, dans la pratique il est très difficile de trouver des lots de ces deux bois qui correspondent aux critères indispensables, du fait que ces arbres ont de nombreuses branches, même en partie basse, et en conséquence de nombreux nœuds. Il est donc très difficile de débiter des baguettes de grande longueur sans défaut. Dommage... Le spruce, quant à lui, est pratiquement exempt de nœuds, couramment sur des longueurs de 6 à 8 mètres. Il n'est pas besoin de chercher beaucoup pour trouver une poutre qui corresponde aux qualités requises.

Des sept bois cités, il faut considérer que seul le spruce, le pin d'Oregon et l'épicéa sont couramment utilisés. Le spruce étant le bois idéal (meilleur rapport poids/résistance), devant l'épicéa et le Douglas (beaucoup plus solide, mais aussi plus lourd). Sur le plan du coût d'achat, c'est l'épicéa le moins cher devant le Douglas suivi du spruce. Avec l'expérience de la construction et de l'utilisation des Ménéstrel, nous nous apercevons que nous aurions pu utiliser sans problème du pin d'Oregon, car la charge alaire (39 kg/m² à la masse maxi de 320 kg) de ces appareils est très basse. Quelques kilos de plus ne nuiraient pas du tout aux qualités de vol, et le prix de revient se trouverait allégé. De plus, on trouve assez facilement du pin d'Oregon (Douglas) de bonne qualité.

L'épicéa de Sitka (picéa sitchensis)

Autres dénominations : Sitka spruce, aéroplane spruce, silver spruce, spruce rose, spruce d'aviation. Provenance : côte ouest de l'Amérique du nord, de l'Alaska jusqu'en Californie, plus précisément dans les états de la Colombie Britannique (principalement sur les îles de Vancouver et de l'archipel de la Reine Charlotte), de l'Oregon, et de Washington. Arbre de grande longévité (couramment de 500 à 800 ans) à croissance rapide (45 à 50 m de hauteur). A 60 ans, le plus beau des épicéas atteint 30 m de haut et un diamètre à la base de 60 à 90 cm. Certains arbres peuvent fournir des poutres hors cœur de 10 à 15 m de long de fil droit, et sans nœud. De teinte crème, rosé avec des reflets argentés, le Sitka est nettement plus coloré que les autres épicéas. Les bois provenant de Vancouver, Seattle ou Portland sont à accroissement très fin (0,5 à 3 mm de largeur) et régulier (les épicéas européens sont à accroissements larges, de 5 à 10 mm, de couleur plus claire et présentent de nombreux nœuds). Seul défaut du Spruce, des poches de résine assez fréquentes. Sa densité varie entre 0,35 à 0,45 à 12% d'humidité. A poids égal, c'est le plus résistant des bois dans le sens axial. Sa résistance est 20 à 25 % supérieure aux meilleurs pins sylvestres de haute montagne de densité de 30 % supérieure. Les nœuds sont petits, noirs et très durs. Son collage est facile, mais le clouage risqué (fentes). Son choix est codifié par des normes canadiennes précises.

CATEGORIES	ESSENCES	Masse volumique à 15 % d'humidité kg. masse/dm ³	Masse minimale des éprouvettes de 2x2x30 cm à 15% d'humidité kg.	Cote dynamique $\frac{k}{D^2}$	Résistance unitaire minimale en compression axiale à 15 % d'humidité daN/cm ²				
					2e choix noir	1er choix brun	Surchoix 1 violet	Surchoix 2 bleu	Surchoix 3 vert
Résineux	Epicéa	0,389	0,047	0,90	310	345	386	431	483
	Spruce de Sitka	0,389	0,047	0,90	310	345	386	431	483
	Sapin Blanc	0,389	0,047	0,90	310	345	386	431	483
	Western Hemlock	0,475	0,057	0,90	345	385	430	480	540
	Douglas (pin d'Oregon)	0,450	0,054	0,80	360	400	448	500	560
	Pin Sylvestre	0,450	0,054	0,80	365	400	448	500	560
	Mélèze	0,482	0,058	0,80	365	405	454	506	567
Feuillus tendres	Balsa	0,113	0,014	1,80	76	85	95	106	119
	Fromager	0,180	0,022	1,35	126	140	157	175	196
	Tilleul	0,300	0,036	1,08	207	230	258	288	322
	Tremble	0,306	0,037	1,08	216	240	269	300	336
	Okoumé	0,338	0,041	0,90	238	265	297	331	371
	Peuplier	0,393	0,047	0,90	274	305	342	381	427
	Grisard	0,405	0,049	1,08	284	315	353	394	441
	Aune	0,434	0,052	0,80	302	335	375	419	469
	Acajou d'Afrique	0,434	0,052	0,90	302	335	375	419	469
	Dibetou	0,434	0,052	0,90	302	335	375	419	469
	Tulipier	0,450	0,054	0,90	315	350	392	438	490
Feuillus durs	Noyer	0,531	0,064	0,80	346	385	432	481	539
	Bouleau (Europe et Canada)	0,524	0,063	0,90	364	405	454	506	567
	Orme	0,558	0,067	0,90	364	405	454	506	567
	Hêtre	0,578	0,069	0,80	378	420	471	525	588
	Platane	0,585	0,070	0,90	382	425	476	531	595
	Frêne	0,617	0,074	0,80	400	445	499	556	623
	Limbo	0,578	0,069	0,70	405	450	504	563	630
Feuillus très durs	Robinier	0,662	0,079	1,00	463	515	577	644	721
	Hickory	0,698	0,084	1,08	486	540	605	675	756
	Azobé	0,900	0,108	0,80	720	800	896	1000	1400

D'après Norme 9395/B

Spruce de Sitka Douglas
Léger 389 à 400 475
Moyen 400 à 410 577
Lourd 420 à 450 616
Comparaison en kg/m² pour une humidité 15% (poids constaté sur des bois en ma possession)

Le pin d'Oregon ou sapin Douglas

Autres dénominations : Douglas fir, British Columbia pine, Oregon pine, douglastanne (Allemagne). Le pin Douglas n'étant ni un pin ni un sapin, les noms pin d'Oregon et sapin Douglas lui sont en toute rigueur impropres. Le territoire du Douglas s'étend sur toute la zone occidentale du continent nord américain, depuis l'Alaska jusqu'en Californie, à travers la Colombie Britannique, l'état de Washington et l'Oregon, et vers l'intérieur jusqu'en Arizona et au Colorado.

Il existe deux catégories de Douglas : le Douglas vert et le Douglas bleu, de taille plus modeste. Pouvant atteindre 60 à 80 mètres de haut, le pin d'Oregon est l'un des plus grands conifères. Son fût très droit, de deux mètres de diamètre à la base, reste libre de branche sur une quarantaine de mètres. Seul le Séquoia le dépasse en taille.

Son écorce mince et lisse, gris-brun pour les arbres jeunes, devient épaisse et brun rougeâtre en vieillissant. Les bois de provenance américaine sont bien conformés, droit et de grande dimension, très souvent nets de nœud. Les bois, de couleur jaune-rose à jaune-brunâtre, dénomés yellow fir aux USA, sont à accroissement très fin, assez homogènes, légers et tendres. Les bois brun rougeâtre, plus denses et plus fermes dénomés

red fir sont à croissance plus rapide. Les poches de résine sont fréquentes et parfois assez importantes.

Le Douglas de provenance européenne est de couleur rose saumon à brun rougeâtre. L'aubier (partie jeune du tronc sous l'écorce) est blanchâtre et large, les cernes sont irréguliers et nettement plus larges que ceux les arbres américains. Les qualités mécaniques sont correctes, sans toutefois arriver à celles des bois de provenance américaine. Les nœuds nombreux et de forts diamètres les rendent inutilisables en aéronautique.

La masse volumétrique moyenne du pin d'Oregon est de 550 kg/m³, et il présente 5 à 7 cernes au pouce. L'arbre européen fait de 450 à 600 kg/m³, et présente des cernes de 3 à 12 mm. Le pin d'Oregon présente une bonne

tenue aux agents chimiques et à l'humidité, mais sa réaction acide peut entraîner en milieu humide la corrosion des métaux en contact. Sa résistance mécanique est fonction des caractères de sa structure (fil régulier et rectiligne, nombre de cernes). Ne pas l'utiliser en aéronautique en dessous de 8 cernes au pouce (25,4 mm). Sa résistance axiale est moyenne à forte. Les bois de provenance côtière, de couleur jaune, sont les plus résistants et les plus réguliers. En compression axiale, les résistances en traction et flexion dans le sens du fil sont élevées, bien que le rapport à la densité soit moins favorable que pour l'épicéa. Au travail, se méfier des échardes.

Disponible en grandes dimensions sans nœud, le pin d'Oregon est la principale essence utilisée aux USA et au Canada en construction navale, en grosse charpente, ainsi que pour les traverses de voies ferrées et pour la fabrication des contreplaqués. C'est le bois aéronautique le plus utilisé en l'absence de spruce, avant l'épicéa et le western hemlock. En bref, c'est un bois assez courant, bien adapté à la construction aéronautique, très solide, mais lourd. Les Cap-10

sont construits suivant les séries en Douglas, en western hemlock ou en épicéa.

Le western hemlock

Également dénommé simplement hemlock, ou encore west coast hemlock, pacific hemlock et californian hemlock spruce. On le rencontre sur toute la côte pacifique de l'Amérique du Nord depuis l'Alaska jusqu'à la Californie, en passant par le nord de l'état de Washington et en Idaho sur le versant occidental des Rocheuses. Il ne faut pas le confondre avec le mountain hemlock de moindre qualité, qui pousse dans les mêmes régions. Le western hemlock est également cultivé en Europe (nord de la France, Belgique, Angleterre), où sa croissance est rapide, mais les bois européens sont impropres à la construction aéronautique.

Le western hemlock peut atteindre 60 m de haut et un diamètre de 2 m au pied. Sa cime, plus ou moins conique, présente une pointe extrême qui penche toujours de façon caractéristique, contrairement à celle des sapins ou des pins d'Oregon. Son écorce brun roux écaillée pour les jeunes arbres, devient noire et gercée sur les arbres âgés.

L'hemlock est commercialisé sous forme de grumes de 0,50 à 0,80 m de grande longueur exemptes de nœud. Les arbres européens fournissent du bois assez noueux de plus faibles dimensions. Sa couleur blanc grisâtre a tendance à jaunir à la lumière. Les cernes sont serrés à très serrés. L'hemlock est en principe exempt de poches de résine. Son fil est très droit, avec de rares petits nœuds, sauf pour les bois européens où ils sont petits mais nombreux. Sa masse volumétrique va de 350 à 500 kg/m³, celle-ci restant toujours inférieure à celle du sapin. Les résistances mécaniques axiales (compression, traction, flexion) sont élevées à très élevées comparée à sa densité moyenne, et restent inférieures à celles de l'épicéa. On importe en Europe les choix n° 2 ou 3 «clear & better» qui ne comportent que des pièces nettes de tout défaut.

Le western hemlock sert entre autre à la fabrication d'échelles, usage pour lequel il offre toutefois des résistances un peu inférieures aux épicéas et spruces de premier choix.

Toute confusion doit être évitée entre le western hemlock et l'eastern hemlock impropre à la construction aéronautique. Ce dernier également dénommé white hemlock, hemlock spruce, pruche de l'est est, quant à lui, originaire de la partie orientale du Canada et des Etats-Unis, plus précisément du sud Québec, de l'Ontario, de la Nouvelle Ecosse, du Minnesota, de la région des Grands Lacs, de la Georgie, et de l'Alabama. C'est un arbre de plus petite taille que le western hemlock. L'aspect de son bois ressemble à celui du western, mais sa structure est généralement plus hétérogène et plus grossière, avec davantage d'irrégularités de fil et une tendance au décollement des cernes. L'eastern est peu importé en France. Il est plus léger que le western, ses qualités mécaniques sont nettement moins bonnes, et il comporte plus de nœuds. C'est un bois qui a tendance à se déformer au séchage (vrillage, cintrage et gauchissement). On doit rester vigilant pour ne pas le confondre avec le western hemlock, et ne pas s'en laisser compter par le vendeur...

L'approvisionnement

Les constructeurs amateurs ont le choix entre l'achat d'une poutre brute, du bois tout débité, et du bois partiellement débité. Dans le premier cas c'est lui et lui seul qui aura à choisir son bois, mais c'est la formule la plus économique. Dans le second cas, comme dans le troisième, il lui sera indispensable de s'adresser à des professionnels qualifiés, car c'est eux qui feront le choix. Quand le bois sera livré et payé, il sera trop tard pour réclamer!

La formule du bois tout débité est bien sûr la plus tentante. Si le débit est bien fait, c'est un gain de temps appréciable mais aussi une dépense à ne pas négliger. C'est un assez gros travail. Il faut un



► Les douze exemplaires des «Ménestrel», dont ces articles sont extraits, sont disponibles chez Mercy Magazine, 3 rue de la Liberté, 54490 Piennes, Tél. : 038221 7722.

équipement spécial (de bonnes machines à bois, pas de la came-lote!) et beaucoup de place. Pour débiter des longueurs de 5 ou 6 m il faut disposer d'un local de 11 à 13 m au minimum.

Les professionnels, pour qui le débit est chose courante, exécutent ce travail pour un prix souvent raisonnable (par professionnel, comprenez bien sûr professionnel... de l'aviation!) Enfin, la formule bois partiellement débité permet, à partir de planches de différentes épaisseurs, de débiter soi-même des baguettes en fonction des besoins, sans avoir à les préparer, les stocker, et les chercher ensuite, à condition bien sûr de posséder des machines à bois de qualité correcte (scie circulaire ou à ruban et dégauchisseuse-raboteuse).

Le choix du bois

Vous avez opté pour l'achat d'une poutre brute, ou vous n'avez pas trouvé d'autres solutions. Il va donc vous falloir choisir cette poutre. Vous savez qu'avec à peu près l'équivalent d'une poutre de 25 cm x 15 cm sur 5 m de long, si vous vous débrouillez bien, vous avez assez de bois pour un biplace léger du type du Ménéstrel.

Assurez-vous tout d'abord que le bois est bien sec, sans quoi les baguettes vont rétrécir en sections et se déformer (vrillage, ondulations et peut-être fentes...) après le débit. Un bois à 15% d'humidité est considéré sec. Pour nous autres amateurs, il est sec quand il a été stocké à l'extérieur et à l'abri, épingle pendant au moins une année. La poutre ne doit pas présenter de traces extérieures d'humidité. Autrement dit, la teinte naturelle du bois doit être uniforme sur les quatre faces. Astuce : une poutre bien sèche brute du sciage d'origine est fendue dans les bouts sur de faibles longueurs. Il ne doit y avoir aucune trace de champignons (noir ou blanc).

Les poutres vrillées (grosses difficultés au débit) doivent être éliminées. Les quatre faces doivent être absolument rectilignes (viser à l'œil). La poutre ne doit présenter aucun nœud sur les quatre faces,

surtout au milieu. De très petits nœuds peuvent être admis (ceux de moins de 4 mm ne nuisent pas à la solidité). Mon opinion : mieux vaut pas de nœuds du tout. Pour le même prix, autant avoir quelque chose de bien!

La poutre ne doit pas présenter de poche de résine apparente, même petite. Malheureusement, lors du débit, il peut en apparaître à l'intérieur même de la poutre. L'on n'y peut rien, c'est indécélable de l'extérieur, sauf quelquefois en observant attentivement le fil du bois. Vue par le bout, la poutre doit avoir des couches annuelles aussi droites que possible et parallèle à une des faces (fig. I). Par le principe même du débit, il n'est pas possible de trouver des couches annuelles absolument rectilignes, il faut simplement choisir les plus droites (fig. II). Vient ensuite le choix le plus important, celui de la rectitude du fil (fig. III). Le fil du bois doit être parallèle aux faces. Pour vérifier, pointez une couche annuelle (fils) et suivez-la d'un bout à l'autre de la poutre.

L'idéal serait de retrouver la même couche au même emplacement aux deux bouts ainsi que tout le long de la poutre. C'est en fait assez exceptionnel. D'après le Centre technique du bois, un écartement de 7% ne doit pas être dépassé, soit un angle de 7 cm au mètre (fig. IV). Pour ma part, je pense que cela fait beaucoup... Si les fils tendent à s'écarter (fig. V), c'est qu'il y a probablement dessous une poche de résine. Méfiance donc, car on ne connaît pas sa taille. Eliminer bien sûr les fils torsés (fig. VI).

Il convient enfin de vérifier le nombre de couches annuelles, car chaque année l'arbre « fait » une « couche ». Plus un bois pousse lentement, plus sa résistance mécanique sera grande. Or la croissance d'un bois de pousse est ralentie par dans un climat froid, voire très froid. Raison pour laquelle seul les résineux, qui par définition poussent en montagne, en pays nordiques, et au Canada, sont utilisables. La couche est donc d'autant plus fine que la température est basse. Aussi faut-il sélectionner des bois monta-

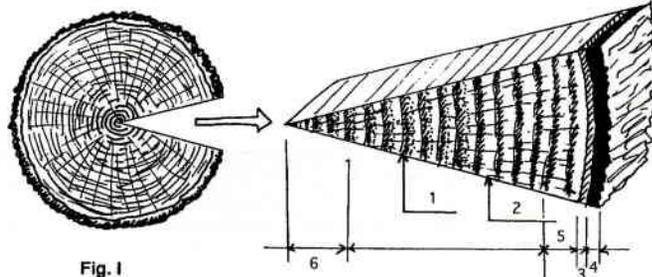


Fig. I

- 1 - Bois d'été (foncé)
- 2 - Bois d'hiver et de printemps (clair)
- 3 - Tissus en formation
- 4 - Ecorce
- 5 - Aubier - à ne pas utiliser
- 6 - Moëlle - à ne pas utiliser

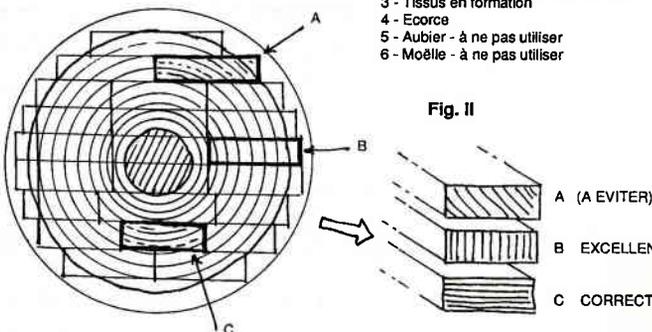
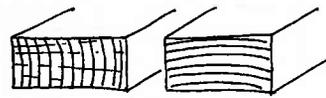
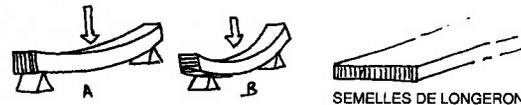


Fig. II

LE DEBIT " SUR PLOT " (LE PLUS COURANT) FAIT APPARAÎTRE DES SENS DE FILS TRÈS DIFFÉRENTS SELON L'EMPLACEMENT DU MADRIER - CHOISIR DE PRÉFÉRENCE LES FILS "B" ou "C" - ÉVITER LE FIL "A".



LE FIL PRÉSENTE TOUJOURS UNE LÉGÈRE COURBE



SEMELLES DE LONGERON

gneux et de régions froides, pour la France ceux venant du Jura. Les bois canadiens sont bien sûr parfaits. Le nombre minimal de couches annuelles par cm est variable selon les espèces.

Nombre minimal de couches annuelles par pouce (25,4 mm), selon Sport Aviation :

- Spruce de Sitka : 6 couches
- Pin rouge : 6 couches
- Hemlock : 6 couches
- Pin d'Oregon : 8 couches

Il n'est pas rare pour le spruce d'avoir 10 à 15 couches, voir 20 couches au pouce. Imaginez l'âge d'un arbre dont le tronc fait deux mètres de diamètre. Pauvre vieux... Belle fin tout de même que de transporter dans les airs le sympathique garçon qui l'aura choisi. Si vous avez la chance d'avoir le choix entre plusieurs poutres, pas d'hésitation : prenez la plus lourde, c'est la meilleure! Vous avez compris que ce bois de premier choix est forcément rare,



Fig. III : Fil rectiligne - Parfait

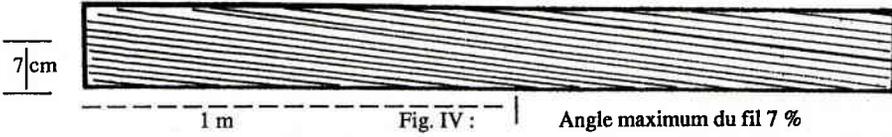


Fig. IV : Angle maximum du fil 7%



Noeud : Ø maxi 4 m/m



Fig. V : Dessous : poche de résine



Fig. VI : Fil torse



Teinte différente (à éliminer)

donc cher. Les poutres de premier choix représentent moins de 10% du total d'un stock.

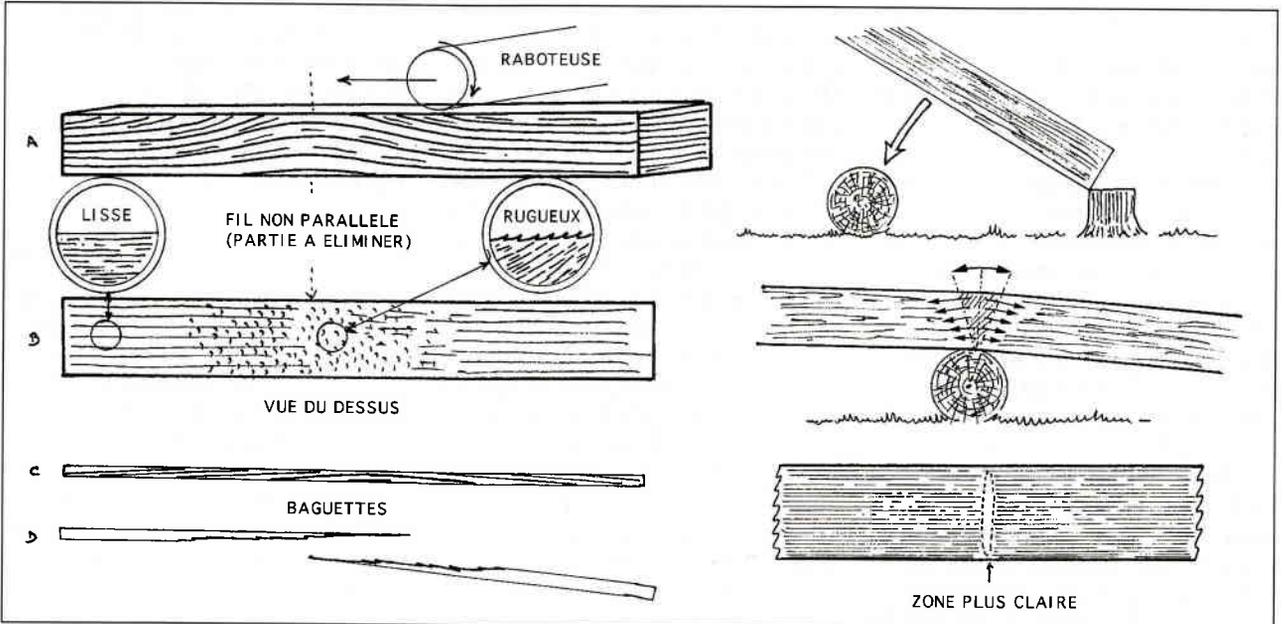
Mélanger les essences dans une construction est autorisé, mais les qualités doivent rester du premier choix. Il est possible, par exemple, de faire les longerons de fuselage en Douglas et les croisillons en spruce. De toute façon, il faut garder le bois de meilleur aspect et qualité pour le longeron d'aile qui ne souffre d'aucun défaut... et pour cause! Comme c'est la pièce qui demande, et de loin, la plus grosse quantité de bois, c'est le débit que l'on fera en premier. Vous comprendrez aisément que lorsque vous confiez le choix et le débit (total ou partiel) de votre bois à un professionnel de l'aviation, vous évitez bien des hésitations, tâtonnements et surprises. Et bien entendu, cela se paie.

Le débit

Avant de commencer, lisez attentivement le plan de débit de votre avion et faites attention au sens des couches annuelles pour les semelles de longeron et les lisses du fuselage (fig. II).

Seule une machine de « pro » peut dégauchir la poutre sur les quatre faces d'une façon impeccable. Vérifier ensuite avec une équerre les quatre angles puis à la scie à ruban, découper une tran-

A droite, un défaut heureusement rare, le « pli cassé » résultant d'un tronc tombant sur un autre à près de 90°. Les fibres subissent une elongation à l'extérieur et un pli à l'intérieur. Au débit, une marque blanche apparaît en travers des planches, marque qui ressemble un peu à celle résultant d'un pli sur un morceau de plastique. Cette amorce de rupture représente un danger certain



che qui fera quelques mm de plus que la cote définitive. Cette planche est à son tour rabotée sur la face brute de sciage, puis débitée en baguettes, avec toujours quelques mm de plus, les baguettes obtenues devant être également rabotées, mais cette fois toutes ensemble, c'est plus facile.

L'exemple donné par les dessins est valable pour des baguettes de section 5 x 10, 10 x 10 et 10 x 15 cm, mais il est facile de le transposer à toutes les dimensions.

Vous comprenez maintenant qu'il est plus économique pour le débit de ne faire faire que des planches parfaitement dégauchées et rabotées sur les quatre faces, dont les épaisseurs vont de 10 mm à 25 mm dans le cas du Ménestrel, pour en tirer la totalité des dimensions indispensables vous-mêmes avec votre scie circulaire ou à ruban et votre raboteuse.

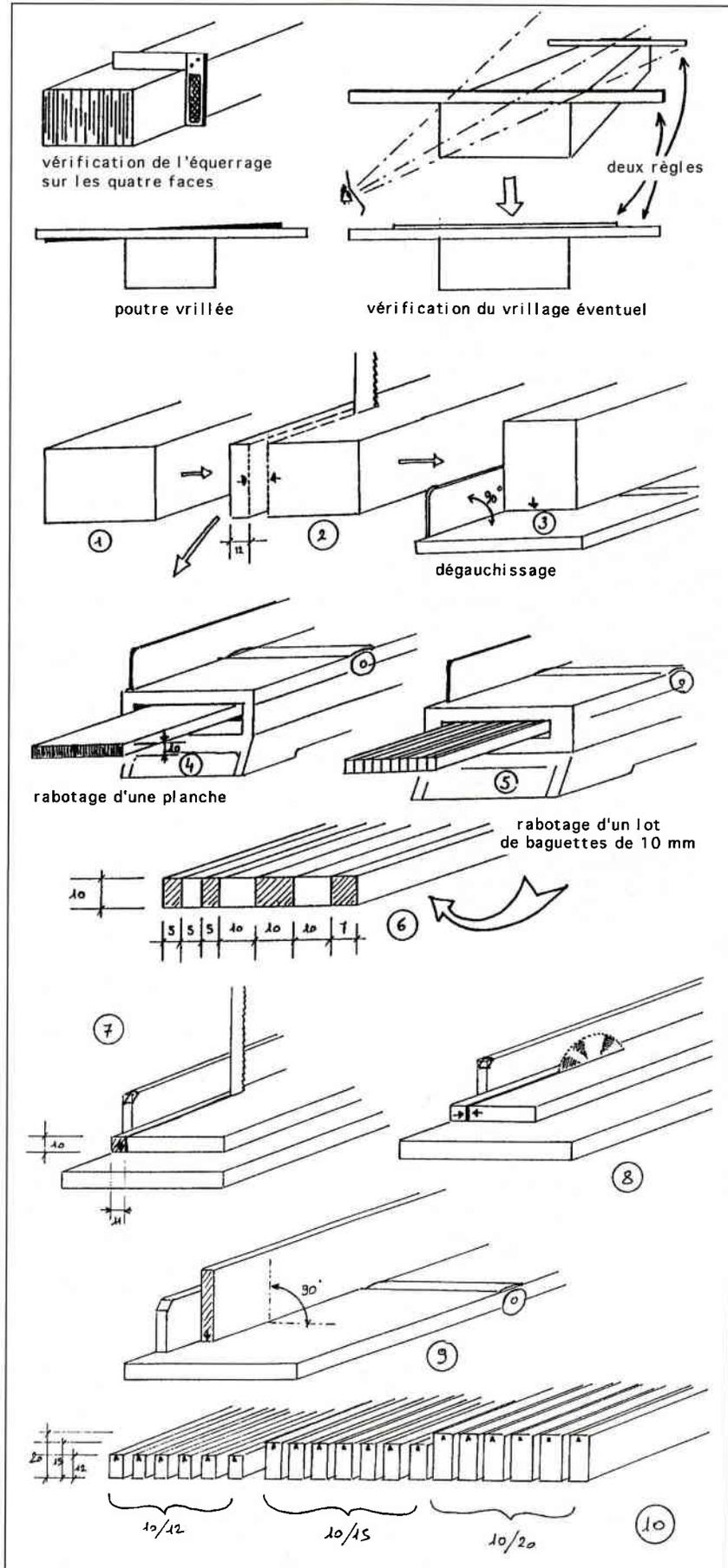
Pour les cotes intermédiaires, 2 x 8 par exemple, ramenez une épaisseur de 10 à 8 à la raboteuse, et débitez les lamelles de 2. Ne pas raboter car l'épaisseur est trop faible. D'ailleurs, si vous utilisez une scie circulaire au carbure de tungstène, la coupe étant impeccable, il est inutile de raboter (gain de temps), ce qui compense le trait de sciage assez large. Cette façon de procéder présente de nombreux avantages. Outre l'économie au débit par le professionnel, vous ne stockez que des planches qui auront moins tendance à se déformer que des baguettes.

Vous débitez vos baguettes au fur et à mesure des besoins, donc pas ou peu de gaspillage, les cotes sont toujours exactes en fonction de vos besoins immédiats, pas besoin de chercher dans le stock de bois la baguette indispensable.

Le stockage du bois

Il est indispensable de le conserver dans un endroit parfaitement sec et non chauffé (le sous-sol fait très bien l'affaire), le tout parfaitement à plat. Le « truc » : poser le tout à plat sur une échelle, il n'y a pas mieux !

Si vous avez opté pour la formule tout débité, serrez les

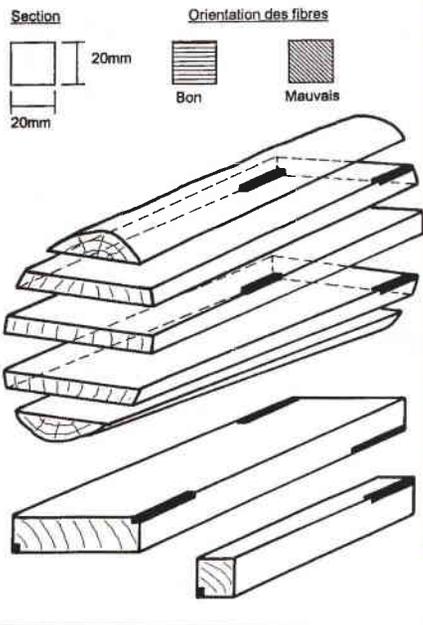


Essais de réception

Le choix visuel permet évidemment d'éliminer les bois présentant des défauts d'aspect, qui représentent près de 80 % d'un stock moyen. Des 20% restant, la grosse majorité sera de bonne qualité, mais il faut bien l'avouer, le seul examen visuel ne peut suffire à garantir des qualités mécaniques correctes (notamment résistance en compression et au cisaillement). Pour être certain de ces qualités, et pour les chiffrer, rien ne remplace l'essai en laboratoire.

Le Centre technique du bois (10 avenue de St. Mandé, 75012 Paris, Tél. 01 40 19 49 19) et la société Dyn'Aéro sont habilités à effectuer les essais adéquats et à établir un compte rendu d'essais de qualité. Rappelons-nous que ce document détaillé est obligatoire si votre avion est destiné à la voltige. Les échantillons destinés aux éprouvettes d'essais doivent être prélevés parallèlement aux faces du madrier dans les parties les plus défavorables (zones ou les accroissements sont les plus grands pour les résineux). Extrait pour information de la documentation de Dyn'Aéro : « Les essais de réception de bois en plateau sont obligatoires pour l'ensemble des madriers entrant dans la construction d'un longeron de voilure, en particulier pour les avions de voltige. Ceux-ci sont fortement conseillés pour tous les autres éléments structuraux de l'avion (longeron d'empennage, de fuselage, etc.). Attention, contrairement à des idées répandues, les critères visuels ne permettent en aucun cas de valider la qualité d'un bois. Dans de nombreux cas, des madriers visuellement bons ont dû être refusés. Aucune règle visuelle n'est statistiquement fiable ».

Zones de prélèvement des éprouvettes d'essai (documentation Dyn'Aéro)



baguettes entre elles, par sections identiques, avec de l'adhésif pour éviter qu'elles se déforment. N'oubliez pas que la construction va prendre quelques années, et qu'au fil du temps, une baguette non posée à plat se tortillera obligatoirement, sans aucun espoir d'être ramenée à sa rectitude initiale.

Les contreplaqués

Il en existe essentiellement deux types en diverses épaisseurs, le contreplaqué d'okoumé et contreplaqué de bouleau. Ce dernier est moins cher, mais il est nettement plus lourd. On trouve également, plus rarement, du contreplaqué d'acajou. Le contreplaqué est composé de fines couches de bois déroulées, un peu comme avec un taille-crayon. Le nombre de couches, appelées « plis » est impair (3,5 ou 7 selon l'épaisseur). Les plis sont collés entre eux par un fil de colle posé à froid (Técofilm). Le tout est pressé et chauffé pour déclencher le collage.

Épaisseurs courantes du contreplaqué d'okoumé : 1,2 mm, 1,6 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3,2 mm en 3 et 5 plis, 4,5 mm et 6 mm en 5 plis.

Épaisseurs courantes du contreplaqué de bouleau : 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3 mm, 4 mm (ces trois dernières en 3 et 5 plis), 5 mm et 6 mm en 5 et 7 plis.

Les dimensions usuelles des panneaux sont de 1,25 m par 1,25 m. Attention, les tarifs sont souvent indiqués au m² hors taxe, et non pas au panneau. Dans chaque catégorie et dans toutes les épaisseurs, on trouve du contreplaqué avec ou sans visa Veritas et, lorsqu'il est sans visa, en déclassé suite au tri Veritas. Comme il n'est pas exigé de lots réceptionnés Veritas en CNRA, nous choisissons du contreplaqué premier choix sans visa (un peu moins cher). Il est à noter que parmi les contreplaqués déclassés (donc beaucoup moins cher encore), on trouve des panneaux avec de légers défauts sur les bords, dont parfaits pour en tirer des goussets. Il faut de préférence

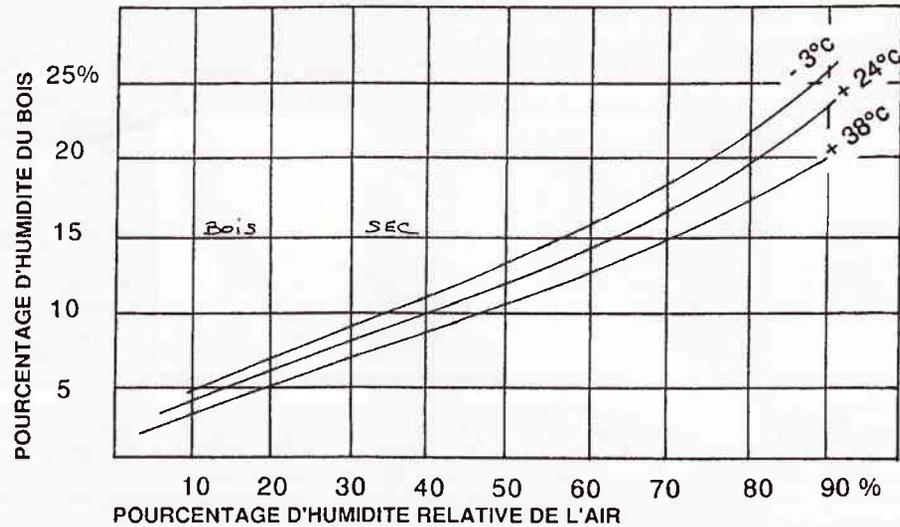
choisir du contreplaqué d'okoumé premier choix sans visa, car il a moins tendance à se gondoler que le bouleau. Il est beaucoup plus léger et plus facile à coller. La texture du bouleau étant très serrée, la colle y pénètre moins bien. Les contreplaqués ne nécessitent aucune préparation particulière avant collage. S'assurer toutefois qu'il ne porte pas de traces de gras ou d'humidité.

Le sens des fibres du panneau est le même des deux côtés. Il existe des panneaux avec fil à 45°, très pratiques pour faire les coffrages du longeron, mais ils sont plus difficiles à trouver. Lorsque vous découpez un gousset dans votre panneau, faites très attention au sens des fibres qui est indiqué sur le plan par une flèche. La résistance du contreplaqué n'est pas du tout la même suivant un sens ou l'autre. En effet, il résulte du nombre de plis impair un sens préférentiel pour la résistance et pour le cintrage (par exemple, le coffrage des bords d'attaque impose un fil horizontal). Les contreplaqués se coupent presque exclusivement avec un couteau à lame interchangeable, de type Stanley, en se guidant avec une règlette pour les petites dimensions, et avec une grande règle à papier peint pour les grandes longueurs. Se faire aider dans ce dernier cas, et attention aux doigts en cas de dérapage. Ne cherchez pas à couper en un seul passage. Pour du contreplaqué de 1,6 mm par exemple, 3 passages au moins sont nécessaires, et un passage supplémentaire par épaisseur supérieure, soit 4 pour du 2 mm, 5 pour du 3 mm, etc. L'utilisation du Stanley permet des coupes impeccables ne nécessitant pas d'autres finitions.

Le stockage des contreplaqués

Première précaution, ne pas poser les panneaux directement sur le sol, mais les placer sur plusieurs épaisseurs d'emballages de carton. Il est possible de stocker à plat, mais il faut alors charger les panneaux en plaçant trois ou quatre planches dessus avec

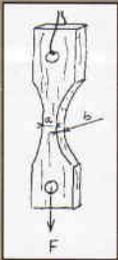
des parpaings. Ce procédé présentant l'inconvénient de prendre de la place, on préférera le stockage debout le long d'un mur (attention à l'humidité). Il conviendra dans ce cas de placer devant et derrière le stock de panneaux deux autres panneaux de contre-plaqué ou de latté plus économique, et de serrer le tout par quelques serre-joints, pour empêcher les déformations des panneaux qui ne demandent qu'à se gondoler. Si le local qui sert d'entrepôt vous semble humide (procurez-vous un hygromètre, vous en aurez encore besoin plus tard pour les enduits et peinture), n'y mettez surtout pas votre contre-plaqué, car il s'y déformerait, même fortement serré. ●



La résistance du bois est liée à son humidité interne. Plus celle-ci est importante, plus la résistance diminue. Un bois est considéré comme sec lorsqu'il présente de 15 à 17% d'humidité relative interne. La résistance à la rupture diminue de 4% par pourcentage d'humidité au-dessus de la normale, ceci jusqu'à 25% d'humidité

EXPERIMENTAL

Amateurs de bois sur le Web



Parmi les nombreux sites consacrés à la construction amateur, celui de Laurent Cadoux entièrement dédié aux rongeurs de Michel Barry présente de larges extraits du manuel de construction de la Souricette. Le choix et l'utilisation des bois sont particulièrement approfondis. Une procédure de tests illustrée par Michel Barry est également reproduite à l'intention des constructeurs amateurs désirant tester leur lot de bois, indépendamment de l'avion qu'ils envisagent de construire. L'adresse du site : <http://perso.wana.doo.fr/laurent.cadoux/Souris/Souris.htm>

de 55 kg. Le reste, ne le jetez pas, gardez-le pour allumer le feu. »

Stefan B., intervenant régulier du même forum, conseille quant à lui de ne pas utiliser de bois dont on ne dispose pas de rapport d'expertise. « Quand j'ai acheté mon spruce, mon fournisseur m'a montré deux baguettes, l'une classée surchoix 1 et l'autre rebut. Je n'ai décelé aucune différence extérieure (lui non plus, d'ailleurs). L'absence de nœuds, le fil droit, etc. ne représentent pas une garantie suffisante vis-à-vis des caractéristiques mécaniques du bois. La méthode citée par Claude est très bonne si l'on peut tester des baguettes provenant des extrémités opposées du madrier. » ●

Le « composite naturel » alimente évidemment de nombreux débats du site cnra@talklist (voir notre rubrique Web pour participer). Claude Plathey y cite une méthode de mesure de rupture en flexion d'une baguette récemment décrite dans Sport Aviation.

« Si vous êtes comme moi moyennement doué, cela vous prendra une demi-heure : Fixer verticalement sur l'établi, à l'aide de bouts de cornière, deux baguettes de 30 x 30 espacées de 2 cm, d'environ 30 cm, réunies par un boulon de 8 mm. Répétez ce montage 60 cm plus loin. Entre les deux montages, installer une balance de salle de bains. Poser dessus un petit cric hydraulique. Vous possédez à présent le même appareil, ou presque, que l'armée américaine (Mil Spec 6073) du temps des bombardiers en bois. Il ne reste qu'à coincer une baguette de 19 x 19 du bois à tester entre les deux boulons et le cric, et à pomper.

1 – Pomper jusqu'à 45 kg. Attendre un peu : la valeur doit rester stable, sinon le bois flanche, même s'il ne casse pas. A rejeter.

2 – Redescendre la pression et examiner la baguette : elle doit être droite.

3 – Remettre la baguette et pomper maintenant jusqu'à ce qu'elle fende ou casse.

Pour une baguette de 600 x 19 x 19 mm, le spruce casse vers 60 kg et le douglas (« pin d'Oregon ») vers 75 kg. Un peu plus si les cernes (en bout) sont verticaux que s'ils sont horizontaux. Un bois n'est digne de vous faire voler que s'il fend ou casse à plus

