

CONTREPLAQUÉ ET COLLE

Inspection du bois stratifié et étude des colles.



Installation d'une nervure de compression nouvellement construite sur la section centrale de l'aile.

La restauration d'avions anciens ou classiques implique beaucoup de travail du bois parce que ce matériau compose une grande partie de leur construction. Les deux types ont généralement des ailes en bois, et beaucoup, particulièrement les avions anciens, ont des composants de fuselage en bois tels que des lisses.

CONTREPLAQUÉ AVIATION

Comparé au bois massif, le contreplaqué a une résistance plus égale dans le sens de la longueur et de la largeur parce que l'orientation alternée du fil des différentes couches distribue uniformément les contraintes appliquées. Le contreplaqué est aussi plus résistant aux fissures et au fendillement, et il ne se rétracte pas et ne gonfle pas, autant que le bois massif, avec le changement de teneur en humidité.

Le contreplaqué qui se détériore est un problème de restauration plus courant que les défauts dans les longerons en bois massif, et le délaminage du contreplaqué causé par des problèmes d'humidité est, peut-être, le problème le plus courant. Les pièces en contreplaqué sont souvent utilisées comme âmes de longerons, et les défauts de la plaque peuvent affecter les pièces auxquelles elle est connectée.

L'exposition prolongée à une chaleur élevée et/ou à l'humidité est la cause la plus courante des problèmes de contreplaqué, et ce dommage s'étend à la colle qui lie les plis du bois et à la liaison qui joint différentes pièces, et la défaillance de cette liaison appelle une réparation ou un remplacement.

Retirer une plaque en contreplaqué d'un longeron est un défi qui appelle une extrême prudence pour éviter d'endommager le longeron lui-même. Avant que vous puissiez faire levier pour dégager la plaque, avec une pince ou un outil similaire vous devez retirer soigneusement les petits clous que le fabricant a utilisés pour maintenir cette plaque de longeron en place pendant que la colle séchait.

Les goussets de nervure d'aile sont un autre emploi courant du contreplaqué, et eux aussi sont cloués ou agrafés en place. Comme pour l'âme du longeron, vous devez retirer les clous ou les agrafes avant de pouvoir retirer les goussets et réparer la nervure d'aile. Il en est de même pour les nervures qui ont des renforts en contreplaqué pour une résistance supplémentaire.

Sur beaucoup d'ailes d'avions anciens et classiques, le bord d'attaque est souvent en contreplaqué moulé ou façonné autour des nez des nervures d'aile. Typiquement, ces bords d'attaque sont constitués d'une moitié supérieure et d'une moitié inférieure réunies par une forme en bois qui court sur toute la longueur de l'aile.

Trouver des dommages ou une détérioration sur un bord d'attaque en contreplaqué n'est pas inhabituel, et vous pouvez devoir retirer des sections du bord d'attaque pour inspecter le longeron ou retirer la quincaillerie de fixation de l'aile. Naturellement, vous devez remplacer ce que vous retirez, et la *circulaire consultative 43-13-1B de la FAA, Méthodes, techniques et pratiques acceptables, inspection et réparation des aéronefs*, donne des exemples de tous les types de réparations du bois. (Si vous n'avez pas un exemplaire de l'AC 43-13-1B, achetez-en un. Que vous construisiez ou restauriez un avion, il donne toutes les procédures recommandées d'inspection et de réparation pour tous les types de construction d'aéronefs.)

Lors du remplacement ou de la réparation du contreplaqué sur un avion de production, vous devez utiliser du bois fabriqué selon certaines spécifications. Le contreplaqué de votre marchand de bois local ne satisfait pas à cette exigence, alors ne l'utilisez pas.

Le contreplaqué de négoce a souvent des défauts, tels que des trous de nœuds, dans ses différents plis, et ces vides provoquent un point faible dans le panneau. Si l'humidité pénètre dans un vide, elle peut conduire à la pourriture ou au délaminage. En outre, la colle utilisée pour fabriquer le contreplaqué de négoce peut ne pas avoir une résistance adéquate et n'est probablement pas imperméable.

Il y a des années, l'armée a rédigé la spécification pour la fabrication du contreplaqué utilisé dans ses aéronefs, et sa désignation actuelle est *MilSpec 6070B*. Elle décrit en détail les types de bois, l'épaisseur des plis, les défauts de plis inacceptables, les colles, les tolérances sur l'épaisseur totale et les exigences d'essai que les fabricants doivent utiliser.



Un morceau de contreplaqué avec l'impression des spécifications militaires montre que le vernis n'est pas présent là où les bords du morceau seront collés.

Le contreplaqué d'aviation est exempt de tout vide, et les plis doivent être exempts de la plupart des défauts du bois. La colle doit satisfaire à certaines spécifications, et la plupart des fabricants utilisent une colle phénol-phénolique imperméable et ignifuge en combinaison avec une presse à chaud.

Les fournisseurs de matériel d'aviation vendent plusieurs types de contreplaqué, et les trois types courants sont le contreplaqué fractionnaire, le contreplaqué métrique et le contreplaqué de qualité marine ().* Les deux premiers types sont identifiés par leur unité de mesure, les pouces (et leurs fractions) et le système métrique. Le dernier devrait être explicite.

Des trois, le contreplaqué fractionnaire est le seul grade fabriqué conformément à la *MilSpec 6070B*, et vous devez l'utiliser lors de la réparation ou de la restauration d'un avion de production afin que votre avion reste conforme à la réglementation. Les constructeurs amateurs peuvent utiliser du contreplaqué métrique et du contreplaqué de qualité marine.

Le contreplaqué d'aviation est disponible avec des « faces » en bouleau ou en acajou, le placage extérieur. Les plis intérieurs, le « noyau » et les « plis croisés », sont souvent en peuplier, mais le bouleau, le tilleul ou l'érable sont d'autres matériaux acceptables pour le noyau, et le fil de chaque pli doit être à 90 degrés par rapport au pli adjacent. La plus grande partie du contreplaqué d'aviation est un panneau à cinq plis, un noyau central avec un pli croisé et un matériau de face de chaque côté.

Le contreplaqué de bouleau est plus résistant, et plus lourd, que le contreplaqué d'acajou. Certains restaurateurs préfèrent l'acajou parce qu'il pèse de 10 à 15 pour cent de moins que le bouleau et parce qu'ils

préfèrent son apparence. Les deux types sont disponibles en panneaux de 4' par 8', avec des faces orientées à 90 ou à 45 degrés. Le contreplaqué à 45 degrés, plus coûteux, est principalement utilisé là où une rigidité en torsion est requise.

Encore une fois, l'AC 43-13 traite en détail des réparations du contreplaqué, depuis la réparation des nervures jusqu'au rapiéçage et au cintrage des revêtements en contreplaqué, et sa lecture est recommandée avant de commencer toute réparation du bois.

COLLE À BOIS

Alors que le bois est aussi simple que son fil, il existe autant d'opinions sur la colle à bois qu'il existe de personnes qui utilisent cette substance collante. Lors de la restauration d'un avion de production, vous devez utiliser l'AC 43-13-1B comme guide pour choisir la colle correcte, et la mise à jour récente de cette publication comporte des changements précis concernant la colle à bois.

Il existe cinq catégories de base de colles :

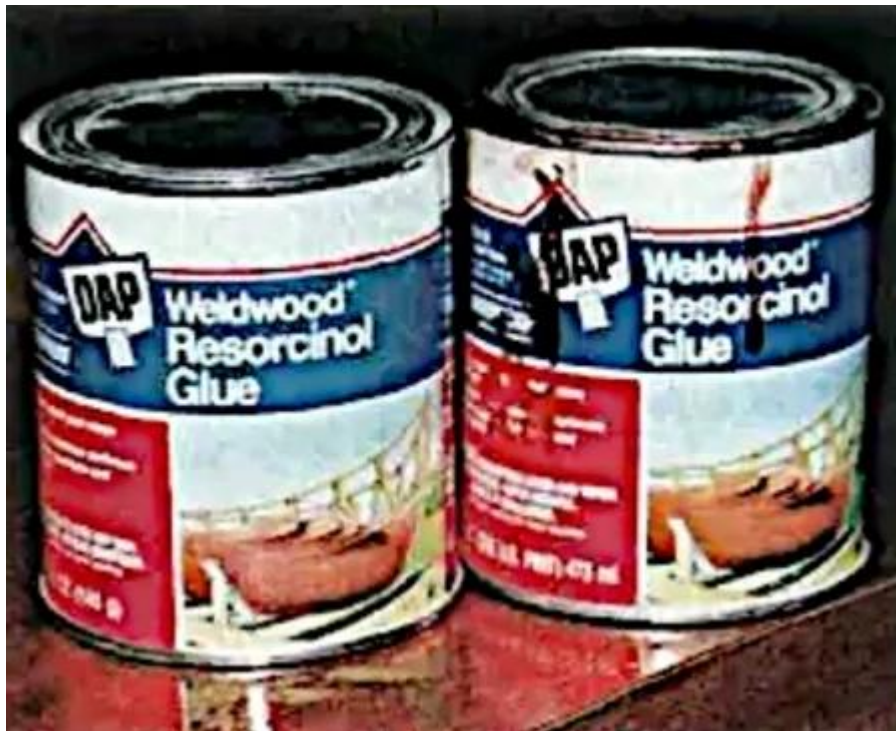
1. la caséine,
2. la résine plastique,
3. le résorcinol,
4. l'époxy
5. et le polyuréthane.

La colle à résine plastique a été largement utilisée dans la construction et la réparation d'aéronefs pendant des années parce qu'elle est facile à mélanger et à utiliser. Mais, selon l'AC 43-13-1B, la FAA considère maintenant la colle à résine plastique comme obsolète et inacceptable parce qu'il s'est produit des cas où elle s'est dégradée rapidement dans des conditions chaudes et humides. Il a également été constaté qu'elle se dégrade lorsqu'elle est exposée à des cycles répétés de gonflement et de retrait.

Avant la publication de la révision de l'AC 43-13, la FAA ne reconnaissait pas la colle époxy. Maintenant, l'AC 43-13-1B traite de l'utilisation de la colle époxy sur les aéronefs certifiés, en indiquant que la colle doit satisfaire aux exigences du manuel de maintenance de l'aéronef, d'une *Aerospace Material Specification*, d'un *Technical Standard Order* (TSO) ou d'une *Military Specification* (MilSpec).

À ma connaissance, personne n'a testé les colles époxy pour vérifier leur conformité à l'une de ces normes. La préoccupation concernant la colle époxy est une défaillance à haute température mais je ne connais aucun cas ni aucun problème lié à cette préoccupation.

Les constructeurs amateurs utilisent souvent les colles époxy *T-88* et *FPL-16A* dans la construction en bois, et, comme toutes les colles époxy, elles exigent des rapports de mélange exacts. Un constructeur d'aéronefs utilise une colle époxy, avec l'approbation de la FAA sur son certificat de type supplémentaire, et n'a constaté aucun cas de défaillance de la colle.



La colle résorcinol est un mélange à deux composants que l'industrie de l'aviation a utilisé pendant des décennies.

La colle au résorcinol est un produit classique de l'aviation, et les constructeurs et les restaurateurs l'ont utilisée avec succès pendant des décennies. Le mélange à deux composants, une résine et un durcisseur, est épais et violet foncé, et sa couleur permet de reconnaître facilement son utilisation.

Facilement disponible auprès des fournisseurs de matériel d'aviation, vous pouvez utiliser la colle au résorcinol sur les aéronefs de production. Elle n'a pas de bonnes propriétés de remplissage, de sorte que les assemblages doivent s'ajuster parfaitement, et un mélange correct, l'application de la pression de serrage recommandée et le durcissement à la température correcte, 70°F ou plus, sont essentiels pour obtenir une résistance d'assemblage correcte.

Colle à la caséine. Les constructeurs d'aéronefs ont utilisé la colle à la caséine depuis le début des années 1900 jusqu'à environ 1940. Difficile à mélanger et lente à sécher, elle n'est pas imperméable et ne peut pas résister à des températures plus élevées. En d'autres termes : n'utilisez pas de colle à la caséine sur votre aéronef. L'AC 43-13 indique : « Les adhésifs à la caséine doivent être considérés comme obsolètes pour toutes les réparations. »

Les colles polyuréthane sont disponibles, et beaucoup de constructeurs amateurs les utilisent avec succès, mais l'AC 43-13-1B ne les traite pas, vous ne pouvez donc pas les utiliser pour réparer ou restaurer des aéronefs de production.

CLOUS

Pour obtenir un bon assemblage, le bois doit être serré ensemble avec une certaine force pendant que la colle sèche. La force de serrage requise dépend du bois, et l'AC 43-13-1B fournit les informations nécessaires. La taille des clous que vous utilisez dépend de la taille des éléments, et l'AC 43-13-1B vous donne tous les détails.

Clouer les pièces de bois ensemble est une manière d'appliquer cette force de serrage, et vous pouvez retirer les clous après que la colle a complètement durci, si vous le souhaitez. Les clous d'aéronef résistent à la corrosion et sont revêtus de laiton ou de ciment.

Veillez à acheter ce type précis de clou auprès d'un fournisseur de matériel d'aviation afin d'assurer la

résistance à la corrosion.

FINITION DU BOIS

La couche de finition d'une structure en bois, habituellement un vernis, est sa dernière ligne de défense contre l'humidité dommageable et les produits chimiques utilisés dans le procédé d'entoilage, et elle constitue la dernière étape de la réparation du bois.

Les vernis époxy et polyuréthane sont les meilleurs, et le vernis polyuréthane doit être un mélange à deux composants.

N'utilisez pas un vernis polyuréthane qui peut être utilisé directement de la boîte sans durcisseur parce qu'il n'aura pas la résistance correcte aux produits chimiques.

D'autres vernis sont disponibles, mais ils ne protègent généralement pas le bois contre les produits chimiques.

Si vous appliquez du vernis sur une ancienne surface, retirez autant que possible de l'ancien vernis par ponçage. Vous n'avez pas besoin de retirer tout l'ancien vernis, sauf si vous utilisez un vernis polyuréthane, qui agit comme un décapant sur l'ancien vernis. Habituellement, vous pouvez retirer les morceaux qui s'écaillent, nettoyer soigneusement la surface et appliquer une couche de vernis époxy.

Lors du vernissage d'un bois neuf, assurez-vous que les surfaces sont exemptes de graisse, d'huile et de tout contaminant. Retirez tout excès de colle, remplissez tous les trous avec un bouche-pores pour bois tel que *SuperFil*, et nettoyez tous les espaces fermés de la sciure, des copeaux de bois et des autres débris. Si vous avez utilisé un marqueur autre qu'un crayon sur le bois, retirez les marques.

L'inspection et la réparation des structures en bois exigent un certain degré de connaissances ainsi que les techniques de réparation appropriées. Si vous devez effectuer une réparation importante sur un longeron d'aile ou un autre composant critique, je recommanderais que vous contactiez un expert en construction en bois pour effectuer la réparation, avec votre assistance.

La plupart des réparations nécessaires pendant une restauration seront assez directes et simples à réaliser. Si vous avez du bois qui paraît douteux et que vous n'êtes pas certain de son état, trouvez un mécanicien compétent pour l'inspecter. Utilisez le bulletin gouvernemental *ANC-19*, disponible auprès de *EAA Aviation Information Services*, et l'*AC 43-13-1B* comme guide pour l'inspection et la réparation des structures en bois.

(*) En France, le contreplaqué est classé selon plusieurs critères indépendants :

- l'essence des plis,
- la qualité des faces,
- la destination d'usage,
- la résistance à l'humidité,
- la classe d'emploi
- et parfois la norme de fabrication.

Il n'existe pas un système unique équivalent au « MilSpec » américain.

Critère de classification	Catégories / appellations courantes en France	Signification
Essence du bois utilisé	Contreplaqué peuplier	Léger, facile à usiner, utilisé en agencement, ameublement, certains usages techniques
	Contreplaqué okoumé	Léger, bonne résistance à l'humidité, très utilisé en nautisme et usages extérieurs
	Contreplaqué bouleau	Très résistant mécaniquement, homogène, utilisé pour les usages structurels
	Contreplaqué hêtre	Très résistant, lourd, utilisé pour les applications industrielles
Composition des plis	Contreplaqué tout bois	Tous les plis sont en bois naturel
	Contreplaqué multiplis	Plusieurs plis minces croisés, généralement plus homogène
	Contreplaqué latté	Âme constituée de lamelles de bois, plus rare aujourd'hui
Qualité des faces (classement esthétique)	A / B / BB / CP / C (selon normes et fabricants)	Classement des faces extérieures selon les défauts admissibles
	Face A	Face pratiquement sans défaut visible
	Face B	Petits défauts réparés admis
	Face BB	Défauts plus importants admis, rebouchés
	Face CP	Qualité de coffrage ou usage technique
	Face C	Défauts importants admis
Collage et résistance à l'humidité	CTB intérieur	Collage destiné aux usages intérieurs
	CTB extérieur	Collage résistant à l'humidité temporaire
	CTBX	Ancienne appellation très utilisée pour un contreplaqué extérieur résistant à l'eau
	CTBH	Ancienne appellation pour panneaux résistants à l'humidité (surtout associée aux panneaux de particules)
Classe d'emploi (norme EN 335)	Classe 1	Bois utilisé en intérieur, protégé de l'humidité
	Classe 2	Bois sous abri avec risques occasionnels d'humidité
	Classe 3	Bois exposé aux intempéries sans contact avec le sol
	Classe 4	Bois en contact avec l'eau ou le sol
Normes de produit	NF EN 636	Norme principale pour les contreplaqués à usage général en Europe
	NF EN 314	Classification de la qualité du collage des contreplaqués
	NF EN 315	Tolérances dimensionnelles
Résistance mécanique	Contreplaqué structurel	Destiné aux applications porteuses, conforme aux exigences mécaniques
	Contreplaqué non structurel	Usage décoratif, aménagement, habillage
Usage spécifique	Contreplaqué marine	Généralement okoumé, collage extérieur, qualité de fabrication élevée, destiné au nautisme
	Contreplaqué aviation	Catégorie spécifique répondant à des normes aéronautiques (pas une catégorie française courante)
	Contreplaqué coffrage	Résistant aux cycles de bétonnage, souvent filmé

Correspondance approximative avec le vocabulaire de l'article américain

Terme américain	Équivalent français le plus proche
Fractional aircraft plywood	Contreplaqué aéronautique en épaisseur impériale (conforme à une spécification aéronautique américaine)
Metric plywood	Contreplaqué aéronautique en épaisseur métrique
Marine grade plywood	Contreplaqué marine (souvent okoumé CTBX ou équivalent)
Aircraft plywood	Contreplaqué aviation / contreplaqué aéronautique
MilSpec plywood	Contreplaqué conforme à une spécification militaire américaine

Le contreplaqué aviation (ou contreplaqué aéronautique) est une catégorie définie par des exigences techniques de fabrication, destinées à garantir une résistance mécanique et une fiabilité adaptées aux structures d'aéronefs.

Il est caractérisé principalement par les critères suivants :

Critère	Exigence du contreplaqué aviation
Qualité du bois	Placages sélectionnés, sans défauts susceptibles d'affaiblir la structure (nœuds, fentes, défauts de fil, poches de résine, etc.)
Absence de vides	Les plis internes doivent être exempts de vides ou de défauts de collage pouvant créer des zones faibles
Orientation des plis	Les plis successifs sont croisés, généralement à 90°, afin d'obtenir une résistance équilibrée dans les deux directions
Nombre de plis	Généralement un nombre impair de plis, avec un pli central et des plis symétriques de chaque côté
Qualité du collage	Colle structurale résistante au vieillissement, à l'humidité et aux variations de température
Stabilité dimensionnelle	Faible variation dimensionnelle avec les changements d'humidité
Tolérance d'épaisseur	Épaisseur très contrôlée, car les pièces d'aéronefs sont conçues avec des tolérances précises
Résistance mécanique	Résistance en traction, compression, cisaillement et flexion contrôlée
Traçabilité	Fabrication selon une spécification ou une norme permettant d'identifier la conformité du matériau