

# Techniques et outils pour la construction d'un RV

Article rédigé et mis à jour par Michèle Delsol – 03/01/08 – dans le contexte de la construction de son RV8 - Les informations ci-dessous ne sont pas un guide d'instructions quant à la construction d'un avion. Il appartient à chacun de juger par soi-même quant aux techniques à mettre en oeuvre. Ni Michèle Delsol, ni le VCF, n'assument une responsabilité quelconque sur la mise en oeuvre des techniques décrites ci-dessous.

## 1 Généralités

### *L'avion en aluminium*

Il existe cinq matériaux fondamentalement différents pour construire un avion : les tubes acier, le bois, le composite, l'alu et la toile. Ne connaissant que très superficiellement les techniques tubes acier, bois et toile et composite, je me cantonnerai à présenter la construction d'avions en alu.

### *Les techniques du métal*

La construction d'un RV exige de se familiariser rapidement avec plusieurs techniques :

- **matériaux** - Pas tous les alu sont égaux - les connaître évitera des déboires plus tard.
- **perçage** - simple mais des bons forets et une bonne technique se traduiront par des résultats autrement meilleurs que le perçage banal.
- **embrèvement** - Il s'agit de préparer la petite cuvette où se logera le rivet à tête plate (dite tête fraisée).
- **meulage** - on ne meule pas de l'alu avec les meules traditionnelles Casto. Il faut des meules ScotchBrite.
- **rivetage** - que ce soit du pop ordinaire ou Cherry ou du rivet frappé, il faut les connaître.
- **limes** - un des outils indispensables, limes, râpes, queues de rat...
- **pliage** - il est possible de plier les tôles mais il y a des limites.
- **surface de travail** - il faut dans certains cas préparer un marbre.
- **anti corrosion** - une des faiblesses de l'alu, sa mauvaise résistance dans des environnements un peu salins et humides. Il faut prévoir comment le protéger.
- **peinture** - plusieurs solutions, depuis les bi-composants epoxy spéciaux aviation jusqu'aux peintures automobiles
- **électricité** - quelques règles simples et abaques suffisent. Bien comprendre ce que vous désirez faire.
- **fibre de verre/epoxy** - carrénages, saumons, capots moteur... il y a quant même du travail composite, fibre de verre, carbone, kevlar... tout un univers à découvrir mais nos besoins sont limités.

## 2 Les matériaux

La cellule de l'avion est faite avec de la tôle et cornière en aluminium, un pare-feu en inox, un train d'atterrissage et autres pièces critiques en acier soudé, et quelques pièces en laiton, plastique ou autre. Mais l'aluminium reste le matériau le plus utilisé.

## ***Aluminium 2024-Tx***

Il s'agit du AU4G – Aluminium avec 4% cuivre ayant subi un traitement thermique (le X dans le Tx) Peut être plié 90° une fois mais pas deux car il durcit à l'érouissage. Par exemple, si vous embrevez dans un sens puis re-embrevez dans l'autre sens, il y aura des micro fissures sur tout le pourtour de la pliure. Cet aluminium résiste mal à la corrosion donc prévoir un traitement adéquate (Alodine plus primer ou chromate de zinc).

Besoin assurer une protection – je préconise du chromate de zinc ou autre primer – faut par contre bien dégraisser, autrement assujetti à de la corrosion filiforme.

## ***Tôles 2024 – Alclad***

En anglais, Aluminum Cladding signifie revêtu d'aluminium. Le 2024 est recouvert d'une couche d'aluminium pur qui a d'excellentes propriétés anti-corrosion mais de piètres propriétés mécaniques. Un peu de Scotchbrite et il disparaît pour laisser le 2024 apparaître. Les tôles et pièces recouvertes d'un plastique bleu sont en Alclad. Les autres (nervures d'ailes, cornières, tubes, etc. ne le sont pas) Traitement Alodine pas nécessaire sur l'Alclad mais je considère très bénéfique sur les 2024 non Alclad.

Par contre, l'alodine est extrêmement cancérigène. Il ne faut absolument pas s'en débarrasser dans les égouts.

## ***Cornières 6111***

Cet alliage est particulièrement adapté à la fabrication de cornières par extrusion pour en faire des pièces dont les propriétés mécaniques sont excellentes.

## ***Rivets 2117***

Les vieux de la vieille savent que les rivets doivent être recuits avant de les frapper. Ils utilisent une technique qui consiste à chauffer les rivets au chalumeau en présence de savon de Marseille. Quand le savon devient marron, les rivets sont à la bonne température. Ils sont alors refroidis et peuvent être frappés dans l'heure ou deux qui suit. Si le rivet est frappé sans avoir été recuit, il risque d'être micro fissuré.

Pour palier à cette contrainte, Alcoa a conçu un alliage spécial pour rivets, le 2117, qui permet de les frapper sans devoir les recuire. Ces rivets sont reconnaissables par l'identification sur la tête. Dans le cas du 2117, il se distingue par un petit trou peu profond alors que les rivets en d'autres matériaux auront une petite croix, quelques petits trous, des petites bosses ou autre.

## ***Pièces aciers***

L'acier n'a pas de résistance à la corrosion, il faut donc y appliquer un traitement pour le protéger, soit par l'application d'un primer qui pourrait être le même que pour l'alu, soit par peinture appliquée à chaud (powder coating).

## ***Boulonnerie***

La boulonnerie aviation est une boulonnerie spéciale qui se caractérise par des propriétés mécaniques adaptés et contrôlés, par des dimensions normalisées et par un revêtement en cadmium pour les protégés. Lorsqu'il subissent des efforts trop important, ils ont la particularité de se déformer plutôt que de casser, ce qui intéresse au plus haut lieu le pilote d'un avion. Il est préférable d'avoir un boulon qui tient toujours, même déformé, qu'un boulon qui a cassé et ne tient plus rien.

Grosso modo, 99% d'un RV contient deux types de boulonneries :

- La série AN, standard qui signifie Army-Navy. Aircraft Spruce propose la quasi totalité de la gamme. Cette boulonnerie se caractérise par un numéro qui spécifie son diamètre en 1/16". Donc un AN3 est une visse ou un boulon de 3/16 alors qu'un AN4 sera un 4/16 (1/4").
- La série # - du #4 au #10. Il n'existe aucun rapport entre le N° et le diamètre. Un #4 aura environ 1,5mm de diamètre.

Ceci-dit, il existe de la visserie de tout type et matériaux pour répondre à des besoins particuliers. Le premier fournisseur sera Aircraft Spruce mais il y en a d'autres spécialisés qui proposent une gamme plus étendue.

### ***Prisonniers et autres ferrures***

Les prisonniers servent à fixer des visses lorsque l'arrière de la visse n'est pas accessible pour y mettre un boulon. Dans ce contexte il existe des prisonniers en acier et en inox.

Les prisonniers les plus courant sont la série K1000 (non embrevé) et la série K1100 (embrevé).

### ***Pare-feu inox***

Ne pas peindre le pare-feu car l'inox se protège lui-même par exposition à l'oxygène.

Côté moteur – les rivets alu en contact direct avec l'inox n'est pas bon mais les vapeurs d'huile serviront de protection anti corrosion.

Côté intérieur – bien peindre les cornières avec du primer. Mettre du proseal pour noyer les rivets afin que l'humidité n'arrive pas à la jonction rivet-inox. Empêchera également la pénétration d'huile côté habitacle.

## **3 Embrèvement**

### ***Préparation – embrever sur une surface propre***

Perçage puis ébavurage du trou puis enlèvement du plastique puis nettoyage avec Scotchbrite suivi de nettoyage avec chiffon et solvant pour enlever les produits du Scotchbrite.

### ***Ebavurage***

Limité à deux trois tours – il ne faut pas trop ébavurer car le métal en bordure de l'embrèvement serait alors très fin et le rivet l'écraserait.

### ***Le Plastique***

Faut l'enlever - petit fer à souder style crayon - ça marche très bien et n'abîme pas la tôle. Embrever avec du plastique laisserait des copeaux qui seraient écrasés dans l'embrèvement lors du rivetage, ce qui n'est pas propre du tout.

### ***Préparation***

Un petit coup de Scotchbrite enlève qq copeaux qui resteraient et assure un meilleur état de surface. Puisqu'il reste des résidus d'oxyde, il est préférable de passer un coup de chiffon avec un nettoyant quelconque pour enlever la poussière dégagée par le Scotchbrite.

## ***Embrèvement***

**Pneumatique et C Frame OK, Pince à étau** pour embrever donne de mauvais résultats, j'ai dû tous les reprendre avec la C-Frame ou la riveteuse pneumatique. Pince à étau seulement pour les cas extrêmes. Les **matrices pop** pour embrever s'avèrent irremplaçables dans qq cas isolés.

**Embrèvement avec C-Frame** - marteau caoutchouc de 750 gr. Les petits marteaux de 450 ne sont pas assez lourds.

**Matrices** – Spring back de Avery assure un retour du métal qui laisse la surface adjacente très plate.

Tank Dies de Cleaveland surdimensionnent légèrement l'embrèvement pour laisser de la place au Proseal (PR)

## **4 ScotchBrite**

### ***Roues Scotchbrite 6"***

J'utilise les deux que j'ai mises sur un petit touret à meuler - attention aux diamètres des axes car la SB medium à un trou de 13mm seulement alors que la fine à un trou plus gros et une bague. C'est bête mais on peut se faire avoir.

### ***Roues Scotchbrite 2"***

Pour les gros trous – après usure, son diamètre de 5 cm la rend utile pour moult petits travaux style enlever rayures.

### ***Langettes (pads)***

Medium et fin – utiles pour préparer les embrèvements et finir les bords de tôles

### ***Disques sur perceuse***

Gros, medium et fin – pour petits travaux difficiles

## **5 Rivetage**

### ***Riveteuse pneumatique***

*Chère* (\$427,50) chez Avery - mais indispensable. Je m'en sers tout le temps, pour embrever les bords et tout rivetage accessible. Indispensable car les rivets 1/8 sont trop dur. Il sont en 2117, reconnaissable par petit trou en tête de rivet; ils ne doivent pas être recuits.

### ***Riveteuse manuelle***

Riveteuse manuelle – certains la préfèrent – mais très difficile sur les rivets 1/8. Personnellement, j'en ai une que je n'ai jamais utilisée.

### ***Yokes***

Yokes - 3" pour la plupart des travaux, le longeron yoke pour accéder aux rivets en tête de nervures et un thin nose pour qq rivets très difficiles d'accès.

## ***Pistolet***

Attention à la pression – trop fort et le pistolet saute – bonjour les dégâts – mettre un bout de masking tape sur la tête de la bouterolle – réduit les casquettes

## ***Enlever rivet***

Avec le #40 percer un trou au centre de la hauteur du rivet – prendre son temps pour bien centrer, ensuite faites sauter la tête avec un poinçon, puis continuer le perçage en # 40.

Pour les rivets à tête bombée, faites sauter la tête à l'aide d'un couteau style Laguiole. Pour enlever le rivet, petits coup de marteau avec le poinçon dans le trou maintenant assez profond.

## **6 Perçage**

Pour chaque taille de trou il faut prévoir une taille de foret spécifique et le Cleco qui va avec.

La quasi totalité de l'avion se réalise avec 4 tailles de trous :

- Cleco couleur argent - foret #40 - pour rivet plein 3/32" (les petits).
- Cleco couleur cuivre - foret #30 - pour rivet plein 1/8" (les gros).
- Clecos couleur noire - foret #19 - pour visserie #8.
- Clecos couleur or - foret #12 - pour visserie AN3

C'est compliqué, pas de logique, mais il suffit de connaître ces 4 groupes pour construire la quasi totalité de l'avion. En définitive, c'est beaucoup plus simple que de travailler en mm et les apros beaucoup plus faciles.

## ***Technique***

Utiliser perceuse à colonne si possible. Pour perçage manuel, dessiner des repères pour vérifier/ajuster bon centrage. La perceuse pneumatique semble plus contrôlable que l'électrique.

## ***Forets***

Les forets d'Avery et autre sont 'Split Point' – ils ont une pointe contrairement à d'autres forets qui se terminent en biseau. Cette caractéristique les rend très pratique car il n'est pas nécessaire de pointer avant de percer. Il suffit de mettre une croix avec un feutre à pointe fine puis de positionner le foret sur la croix en appuyant. La pointe du foret l'empêchera de glisser. Dès le début du perçage il est possible de déplacer l'amorce du trou en inclinant le foret pour le dévier dans le sens voulu ce qui permet de rattraper de légers manques de centrages.

## ***Dimensions des forets***

Les américains font fort – ils ont trois séries de mesures : pouces et fractions de pouces, les dièses ex; #30, #40, et les lettres. Pour les RV nous utilisons les fractions et les dièses

## ***Unibit – foret à étages***

Le foret à étages (Unibit) est un petit outil très pratique pour percer des trous de taille moyenne (3/8 à 1 3/8) dans de la tôle.

## 7 Travail à la lime

### *Types de lime*

Râpe, lime avec stries un seul sens, lime avec stries croisées, queues de rat, autres

### *Etat de surface de la lime*

Boelube, nettoyage, huile de coupe, craie

## 8 Pliage

### *Trim Tab*

J'ai loupé le premier mais ai réussi le deuxième – faut utiliser le pistolet à une pression très basse – si basse que ne fait pas mal à la paume de la main lorsqu'on l'active. Secret réside dans l'utilisation d'une matrice qui à un bord négatif afin de permettre au métal de revenir vers la forme voulue.

### *Plieuse*

Recommandé de faire des essais avec la plieuse – également utile de mettre une protection pour que l'arrête de la plieuse ne laisse pas une marque trop prononcée qui pourrait servir d'amorce de crique.

### *Flutting*

Redressement des nervures et autres pièces estampées avec l'outil Avery (pince à étau adapté) qui s'avère très pratique. Je mets un bout de carton pour ne pas rayer l'alu. Si je vais trop loin, un écrasement très léger avec le hand seamer redresse la nervure.

## 9 Surface de travail

### *Table*

J'ai construit une table rustique de 110 cm de hauteur, 90x250 - plateau de contreplaqué de 30mm avec 6 pieds. Elle est suffisamment lourde pour que l'embranchement avec le C-Frame se fasse correctement.

### *Gabarit ailes*

Pas un marbre mais juste un support pour travailler aisément – les deux sont accrochés. séparés par environ 90 cm. J'utilise des fils à plomb pour contrôler l'absence de vrillage. Les plombs sont dans une tasse d'eau pour amortir les oscillations.

### *Gabarit fuselage*

Besoin d'une grande précision – il s'agit d'un marbre sous forme de deux rails d'environ 5 m avec des barres transversales. J'ai opté pour une solution acier car le bois risque de jouer – j'estime à un an le temps d'utilisation du bâti.

Les nouvelles livraisons Van's par contre ne nécessitent plus de marbre.

## ***Autres surfaces***

QQ tréteaux et planches s'avèrent très utiles

## **10 Anti Corrosion**

### ***L'aluminium***

Il faut savoir que l'aluminium pur s'auto protège contre la corrosion car il forme en surface une couche très fine et très adhérente d'oxyde d'aluminium. Il se corrode donc en surface très rapidement sur une très petite épaisseur ce qui le protège. Dans le cas d'alliage d'aluminium, la présence de cristaux adjacents de compositions différentes crée des petites cellules galvaniques qui servent de foyer de corrosion – la protection naturelle de l'aluminium pur se voit ainsi très amoindrie. Il faut donc le protéger. Pour cela il y a plusieurs techniques : Anodisation, alodine ou primer anti corrosion.

### ***Anodisation***

Il s'agit de créer par moyens électrolytiques une couche d'oxyde épaisse qui assurera la protection du métal. Cette technique se prête uniquement sur des pièces non assemblée.

### ***Alodine***

La protection s'obtient par le remplacement par voie chimique des couches d'oxyde existantes par des couches d'oxyde spéciales contenant des chromates hexavalents (produit très nocif et cancérigène). La protection se fait par trempage dans un bain d'acide phosphorique pour enlever l'oxyde existant puis rinçage puis trempage dans un bain alodine avant que la couche d'oxyde ne se reforme. Comme pour l'anodisation, cette technique ne se prête pas aux pièces assemblées.

Mais attention, ne pas jeter l'alodine usagée dans la nature, c'est beaucoup trop nocif.

### ***Primer***

Une couche de peinture (epoxy bi- composants) pour assurer une protection mécanique (contre les rayures, solvants, essence...) et une protection contre la corrosion (présence de chromates) apporte une protection substantielle à l'aluminium.

J'ai personnellement utilisé l'Intergard 90 obtenu chez Diatex (France). Il s'agit du produit vert qui recouvre les tôles alu des avions.

## **11 Peinture**

### ***Pistolet***

J'ai suivi les conseils autour de moi - j'ai acheté du pro - un Kremlin 21G (340 Euro) - godet alimentation gravité - buse de 1,5mm. Il s'agit d'un pistolet haute pression - bon travail mais fait beaucoup de poussière.

J'ai par la suite utilisé un pistolet basse pression qui fait beaucoup moins de poussière et qui semble plus facile.

Mais il existe de nombreuses autres solutions. Pour la peinture extérieure définitive, ceci est un travail dont le manque d'expérience peut conduire à des coulures, peau d'orange et autres désagréments.

### ***Petit Pistolet Vans***

Ne sert pas – laisse trop de goûtes.

### ***Primer***

J'ai commencé avec le bi-composant époxy de Polyfiber – très dur donc apporte bonne protection mécanique en plus de la protection anti-corrosion. Je suis passé par la suite à L'intergard 90 acheté chez Diatex – très bon, s'applique facilement.

Pour de besoins ponctuels dont la mise en oeuvre du pistolet ne se justifie pas, j'utilise des bombes aérosol de chromate de Zinc, achetée chez Aero Stock au Bourget. Évitez la marque EDEL, les bombes ont tendances à se boucher.

## **12 Electricité**

## **13 Fibre de verre/epoxy**

## **14 Verrière**