EMBOUTS ET CONNEXIONS DES CÂBLES DE COMMANDES DE VOL.

Depuis les débuts de l'aviation jusqu'à aujourd'hui, les constructeurs d'avions ont, de façon assez efficace, transmis les commandes du cockpit aux gouvernes au moyen de câbles de commande.
Un moyen un peu plus lourd, plus complexe et plus coûteux d'obtenir le même résultat consistait à utiliser des bielles rigides push-pull et des tubes de torsion. Parfois, une combinaison de tringle push-pull et de câbles de commande était employée. Cela a finalement conduit à une pratique aujourd'hui très courante : l'utilisation de tringles de commande entre les ailerons et des renvois d'angle montés sur le longeron avant. Entre le renvoi d'angle et le manche, des câbles complètent le système. De même, les push-pull sont souvent utilisés pour les commandes de profondeur dans une disposition similaire, les câbles allant de la profondeur à un renvoi oscillant situé derrière le siège ou la cloison du compartiment à bagages. Entre ce renvoi et le manche, un push-pull est utilisé pour compléter ce type de montage. Les commandes de direction, presque sans exception, sont actionnées par câbles.

Jusqu'à présent, nous, constructeurs amateurs, ne nous sommes pas lancés dans les systèmes de commande à distance et probablement nous ne le ferons jamais. Il est donc fort probable qu'un mélange de câbles de commande et de push-pull rods restera une caractéristique essentielle de tout appareil que vous construisez ou prévoyez de terminer dans un avenir proche.

Quel que soit le moyen choisi pour transmettre les ordres du cockpit aux gouvernes, sélectionner le bon type de terminaison et de pièces de fixation afin de fabriquer chaque ensemble adapté à votre appareil peut s'avérer une expérience frustrante si vos plans ne montrent pas le système de commande en détail. Le plus souvent, les plans ne proposent guère plus qu'une simple indication de la présence de câbles de commande ou autre… et encore moins une nomenclature complète des pièces.

Le nombre de connexions terminales que vous devrez fabriquer sera probablement plus important que prévu, car chaque extrémité de câble doit être équipée d'une terminaison et d'un dispositif de réglage de tension.

Il pourrait vous surprendre d'apprendre qu'il faut de 20 à 30 connecteurs de terminaison pour réaliser un système de commande de vol, même dans les conceptions d'avions les plus simples. Ajoutez à cela une poignée de boulons, écrous, rondelles et goupilles fendues et vous découvrez immédiatement la nécessité de disposer d'un stock de pièces conséquent. Comme la plupart d'entre nous n'ont pas beaucoup de pièces en réserve, la meilleure solution reste de savoir exactement ce qui est requis et de tout commander en une seule fois.

Y a-t-il quelque chose de plus frustrant que de découvrir, au dernier moment, qu'il vous manque une chape, un cosse-cœur ou quelques écrous pour terminer l'installation du système de commandes ?

La manière la plus sûre de déterminer vos besoins en terminal connecteurs de terminaison et en quincaillerie est de faire un croquis approximatif de chaque sous-ensemble de commande et de comptabiliser les éléments nécessaires à chaque extrémité. Dans tout système commandé par câbles, par exemple, vous aurez besoin d'au moins 7 ridoirs. Avez-vous besoin de ridoirs avec un œil à une extrémité et une fourche à l'autre, ou bien faut-il que les deux extrémités soient équipées d'un œil terminal? Voilà le genre de détail à ne pas négliger.

Il existe deux méthodes modernes pour réaliser un embout de câble : l'une consiste à utiliser un embout serti et l'autre un sertissage avec manchon Nicopress.

EMBOUTS SERTIS DE CÂBLE

Les embouts sertis sont très bien… élégants, pourrait-on dire, mais ils nécessitent l'accès à une machine spéciale de sertissage ainsi que des embouts spécialement conçus pour cet usage. Ils ne peuvent pas être installés sur des câbles avec les outils que l'on trouve normalement dans l'atelier d'un constructeur amateur. Par conséquent, les câbles terminés par des embouts sertis sont assez rares dans les avions de construction amateur. Le coût engagé pour faire «sous-traiter» la fabrication de câbles de commande suffit à décourager beaucoup de constructeurs amateurs d'opter pour des câbles sertis.

Il faut bien admettre cependant que les embouts sertis ont belle allure et permettent une installation bien profilée. Si vous tenez absolument à en avoir, vous pourriez envisager de réduire les coûts en faisant sertir industriellement une seule extrémité de chaque câble et en terminant vous-même l'autre extrémité PAR un sertissage avec manchon Nicopress. De cette manière, vous n'aurez pas à vous soucier de déterminer la longueur exacte de chaque câble envoyé au sertissage, ni à contracter un prêt pour faire faire tout le travail.

Lorsque vous récupérerez vos câbles sertis, inspectez attentivement les embouts. Ils doivent être exempts de fissures et de marques de matrice et les embouts sertis ne doivent pas être ovalisés.

Les embouts sertis auront probablement été vérifiés avec une jauge (jauge «passe/ne passe pas») après sertissage pour s'assurer qu'ils ont été correctement comprimés. Mais vous pourriez, en plus, soumettre le câble et son embout à une charge d'épreuve suffisante pour calmer votre crainte que le câble ne glisse hors de son sertissage. En le chargeant progressivement jusqu'à 60 % de sa résistance nominale, vous devriez satisfaire même les sceptiques les plus exigeants. En réalité, embout serti correctement réalisé développera la pleine résistance d'un câble et même davantage.

ÉPISSURE D'EMBOUT AVEC MANCHON NICOPRESS

UnE épissure de terminaison réalisée au Nicopress n'a pas l'apparence aussi soignée qu'un embout serti mais il est plus populaire car l'embout du câble peut être fabriqué directement dans votre propre atelier en utilisant un outil Nicopress pour comprimer un manchon Nicopress si fermement autour d'un câble que l'épissure obtenue est aussi résistante que le câble lui-même. La procédure est suffisamment simple et une bonne épissure est pratiquement garantie à chaque fois.

La fabrication des épissures de terminaison de câbles de commande ne nécessite qu'un minimum de pièces et d'outillage. En plus du câble, un manchon Nicopress et une pince Nicopress constituent les éléments essentiels. Un outil supplémentaire optionnel, une pince coupe-câble de type tenailles, est pratique à posséder mais vous pouvez également couper le câble avec un ciseau à froid.

Les embouts Nicopress coûtent moins cher et vous pouvez même réaliser l'épissure du câble directement sur votre aéronef, si nécessaire, afin de garantir un ajustement parfait du câble.

De nombreuses associations ont acquis un outil Nicopress et le mettent à disposition de leurs membres. L'outil est généralement très fréquemment utilisé par les adhérents et constitue un atout précieux pour l'association. Le plus grand problème est de suivre sa trace, car il change souvent de mains plusieurs fois avant d'être finalement rendu au responsable du matériel de l'association.

CÂBLE DE COMMANDE

Le câble de commande standard utilisé en aéronautique a un diamètre de 1/8″ et est identifié comme MIL C 15511A (acier galvanisé) et MIL-C-5424 (acier inoxydable). J'ai aussi vu d'autres références mais presque tout le monde l'appelle câble de commande aéronautique 7 torons de 19 fils, extra flexible.

Le câble en acier inoxydable résistant à la corrosion, bien que légèrement plus faible que le câble en acier galvanisé (1 760 vs 2 000 psi), offre une résistance exceptionnelle à la corrosion et conserve sa solidité indéfiniment. Cependant, son prix est plus élevé. En conséquence, cette version coûteuse est généralement un second choix pour les constructeurs amateurs.

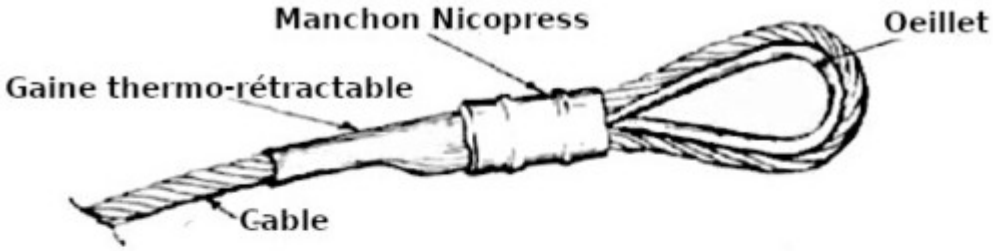
Les aéronefs ayant de faibles charges AUX commandeS, comme les ULM, utilisent du câble 3/32″ extra flexible 7 x 19 (câble 7×19 extra flexible de 3/32″) pour les commandes. La résistance du câble 3/32″ est pratiquement identique pour la version inox et la version galvanisée (environ 920 psi).

Avant de couper une longueur de câble, enroulez un peu de ruban de masquage (masking tape) autour et faites la coupe au milieu de l'enroulement. Les deux extrémités seront ainsi protégées contre l'effilochage et le détoronnage, ce qui facilitera l'assemblage ultérieur.

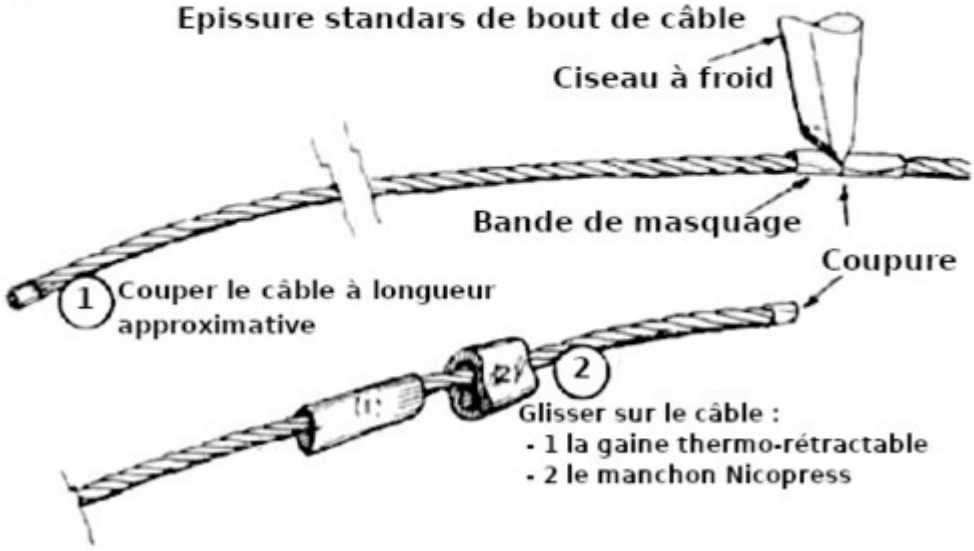
Lors de la mesure et de l'ajustement de vos câbles à une longueur précise assurez-vous de visser les deux extrémités de vos ridoirs de façon à ce que quelques filets apparaissent. Lorsque le câble terminé est installé et que le ridoir est serré pour obtenir la bonne tension de câble, pas plus de trois filets ne doivent dépasser de chaque extrémité du ridoir.

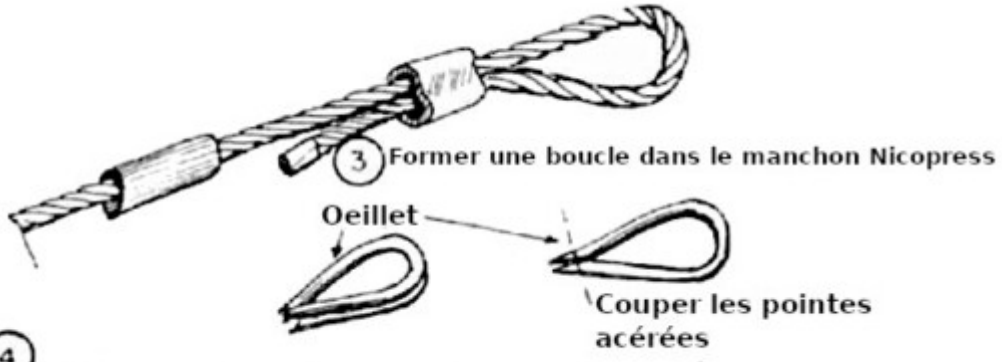
COSSE-COEUR

La figure 1 montre la séquence détaillée de réalisation d'une épissure de terminaison avec manchon Nicopress sur un câble. Remarquez que la boucle terminale est formée autour d'un cosse-cœur, afin d'obtenir une meilleure surface d'appui pour la goupille ou le boulon de liaison.

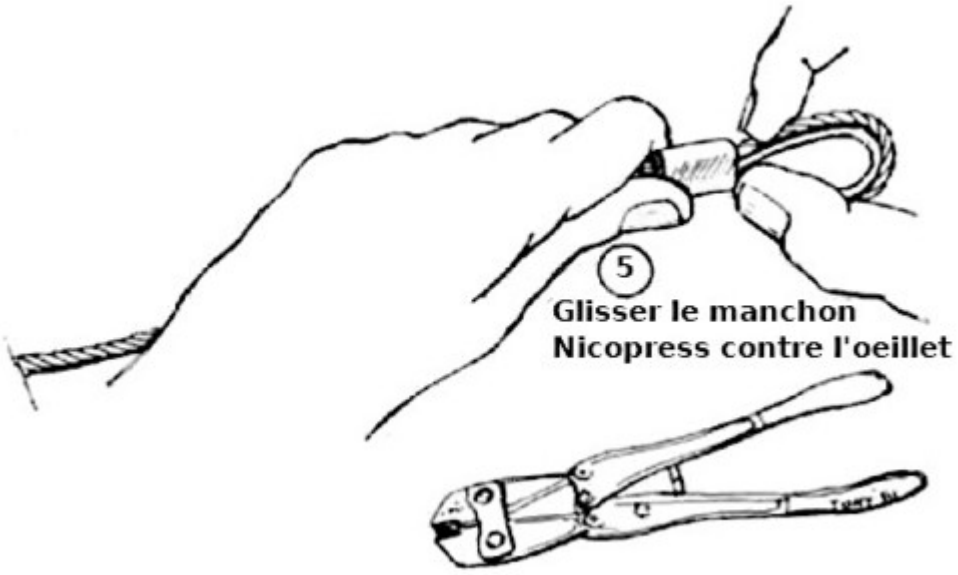


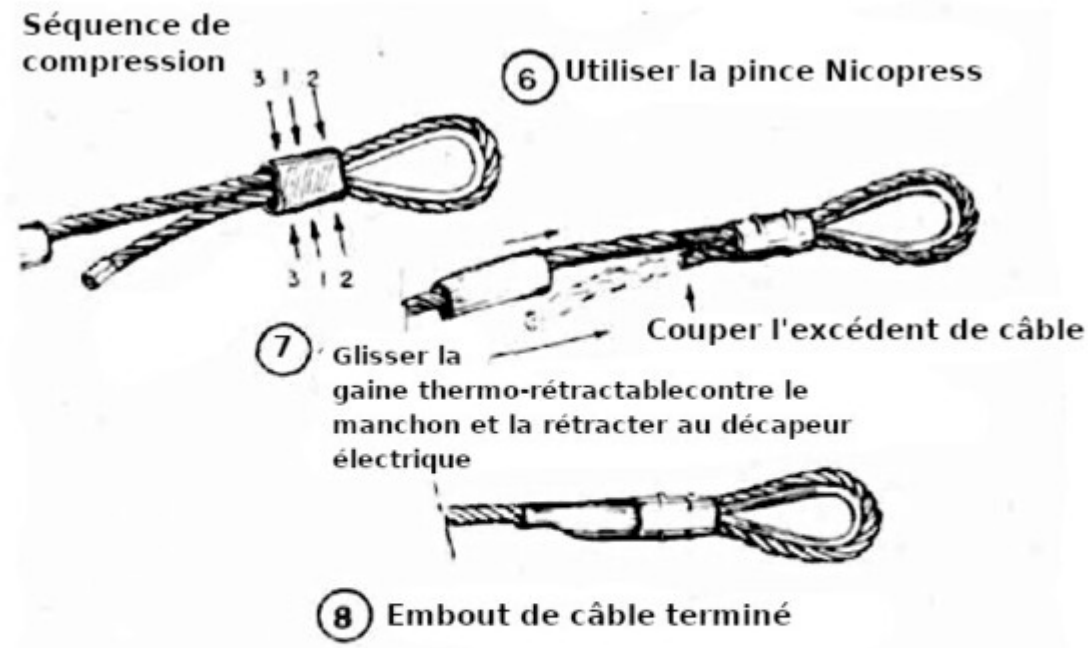
Epissure standars de bout de câble





4 Insérer un oeillet dans la boucle formée





FABRICATION D'UNE ÉPISSURE DE BOUT DE CÂBLE DE COMMANDE À OEILLET À L'AIDE D'UN MANCHON NICOPRESS

FIGURE 1

Le cosse-cœur sert également à protéger le câble et permet de développer la pleine charge nominale du câble. Si l'épissure était réalisée sans cosse-cœur de protection, la fiabilité serait compromise et la rupture du câble pourrait survenir bien en dessous de sa résistance nominale.

Bien que les cosses-cœur soient disponibles en acier inoxydable et en acier cadmié, la recommandation est d'utiliser la version inox. Lors de la commande de vos cosses-cœur, le numéro AN à utiliser est AN100-C4 pour les câbles de 3/32″ et de 1/8″.

MANCHONS OVALES NICOPRESS

Pour le câble de 1/8″, vous utiliserez les 18-3-M manchons ovales Nicopress 18-3-M. Je préfère le type en cuivre brut , que la plupart des fournisseurs ont en stock car c'est la variété la plus populaire. Le câble de 3/32″ nécessite un manchon plus petit, le manchon 18-2-G.

La lettre "M" ou "G" dans le numéro de spécification identifie également l'ouverture correcte à utiliser dans l'outil de sertissage de câble pour comprimer le manchon Nicopress.

Le manchon Nicopress 18-4-M nécessite trois compressions, dans la séquence illustrée à la figure 1. Le manchon s'allonge légèrement pendant le processus de compression, passant d'environ 9/16″ à près de 3/4″ après avoir été écrasé.

GAINE THERMORÉTRACTABLE

La figure 1 montre l'utilisation d'une gaine thermorétractable pour vous protéger des extrémités coupantes dépassant d'une terminaison typique réalisée au Nicopress.

Un petit morceau de gaine thermorétractable s'il est enfilé sur le câble de commande avant de former la terminaison Nicopress, pourra ensuite être rétracté en place à l'aide d'un fer à souder électrique ou de toute autre source de chaleur.

RÉALISATION DES CONNEXIONS

Les composants de votre système de commande auront généralement l'un des deux types de terminaisons de base : une extrémité en œil ou une extrémité en fourche.

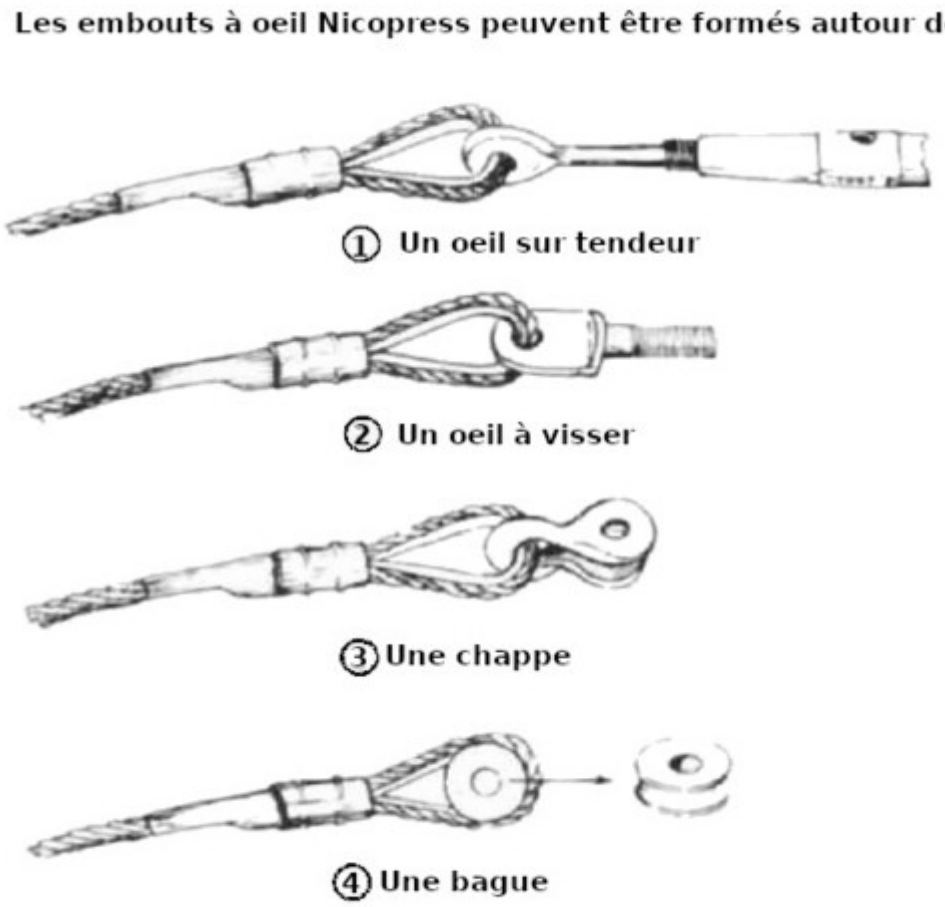


FIGURE 2

Il est souvent difficile d'associer le câble de commande avec le bon embout pour accueillir le guignol de direction, le guignol de profondeur et des composants similaires. Les figures 2 et 3 présentent quelques méthodes couramment utilisées pour réaliser la connexion des câbles aux autres parties du système de commande. Cette liste n'est en aucun cas exhaustive et d'autres combinaisons peuvent être tout aussi fonctionnelles.

QUINCAILLERIE DE CONNEXION

En règle générale, ce sont des boulons percés et des goupilles qui sont utilisés pour connecter les éléments du système de commande, et ceux-ci sont sécurisés avec des goupilles fendues et des écrous à créneaux.

Les ridoirs doivent, bien entendu, être sécurisés avec un fil de sécurité pour éviter qu'ils ne se desserrent. La manière correcte de procéder est illustrée dans plusieurs références de l'EAA et dans le manuel CAM 18.

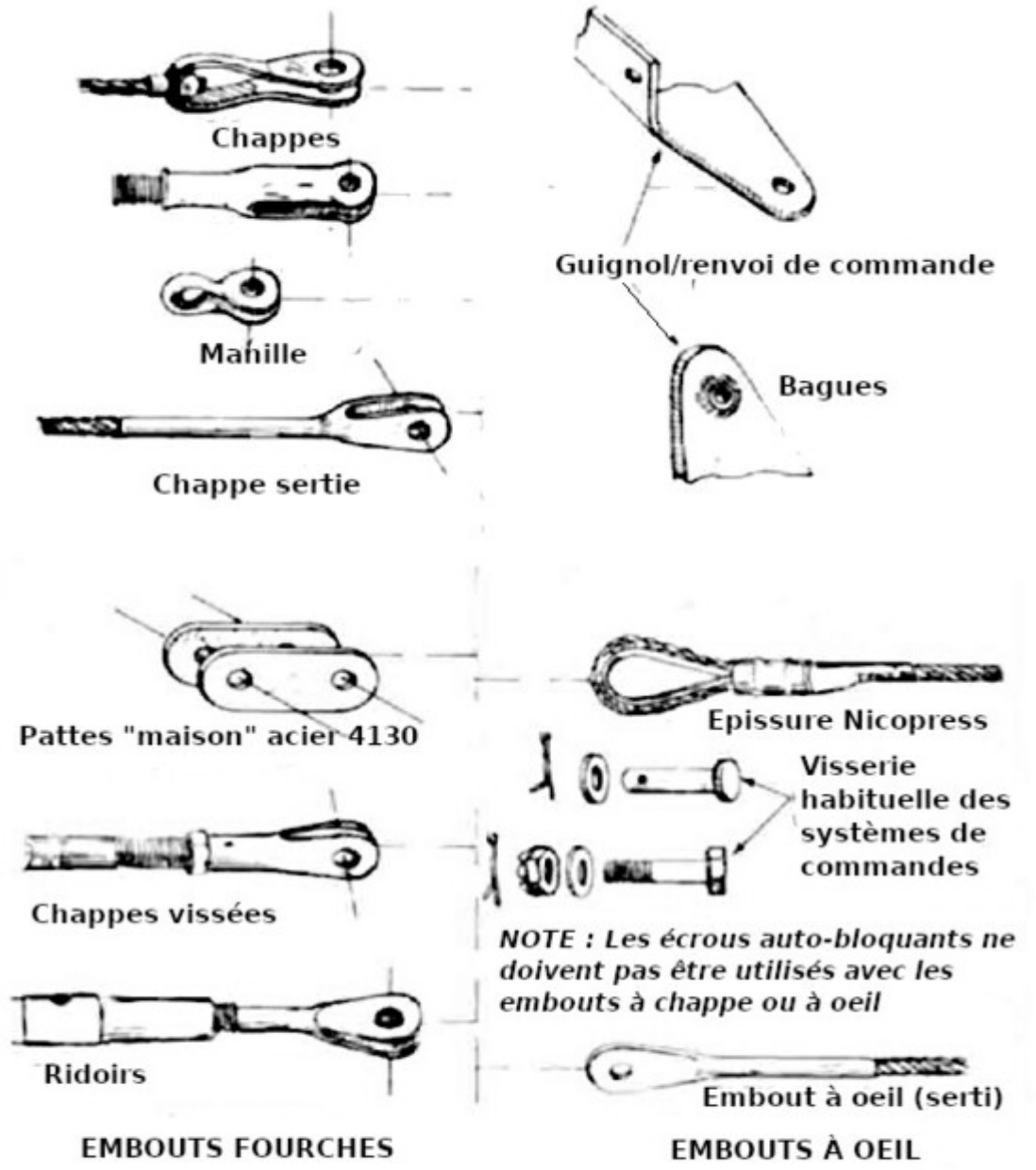


FIGURE 3

Les écrous auto-bloquants ne doivent jamais être utilisés là où il y a du mouvement entre l'écrou ou la tête du boulon et la pièce ou le support sous-jacent. Il est toutefois acceptable d'utiliser des écrous auto-bloquants dans la plupart des installations de rotules à embout de tige car le mouvement se produirait au niveau de la rotule et non sous la tête du boulon ou de l'écrou.

RAPPELS

Toutes les connexions d'un système de commande doivent être accessibles pour inspection et éventuellement pour lubrification.

Évitez de placer les connexions à moins de 2 pouces de toute poulie de cloison ou passe-câble car un blocage pourrait survenir aux limites extrêmes de déplacement des commandes.

Sélectionnez le numéro de référence approprié pour chaque pièce de quincaillerie et évitez de mélanger les tailles.

Un certain nombre d'embouts représentés aux figures 2 et 3 sont des standards industriels reconnus et ont été utilisés par les constructeurs de l'industrie aéronautique depuis les débuts de l'aviation. D'autres sont uniques et peuvent être employés pour résoudre un problème particulier.

On dit qu’une chaîne est aussi forte que son maillon le plus faible, et il en va de même pour un ensemble de câble de commande. Aucun embout ou pièce utilisé dans l’assemblage du câble de commande ne doit être plus faible que le câble principal.

Comme toujours, la recommandation est de suivre les indications fournies par le concepteur de l’aéronef que vous construisez. Si aucune indication n’est disponible, vous êtes bien sûr livré à vous-même, et peut-être que toutes vos commandes pourront être installées en utilisant une combinaison de connexions terminales illustrées.