Cet article a été écrit spécialement pour un fuselage en treillis d'acier soudé mais les principes de base qu'il énonce sont valables pour tous les types de construction.

Les sièges semblent recevoir le moins d'attention dans les plans pour les avions expérimentaux et il revient souvent au constructeur de trouver une solution.

Le siège est un petit point unique sur un avion de performance qui doit absorber et répartir une charge énorme. On peut le comparer au bâti-moteur en ce qui concerne la concentration des contraintes qu'il doit disperser.

Dans ce document, le terme siège désigne l'ensemble ou les ensembles qui composent l'unité. Le fond de siège est la partie inférieure où repose le fessier et le dossier est la partie où s'appuie le dos. L'armature du siège est ce qui relie le dossier et/ou le fond de siège au fuselage. Un siège en composite (par exemple en sandwich carbone/mousse) peut ne pas avoir d'armature, car il peut être suffisamment solide et rigide pour supporter les charges du pilote et les répartir sur la cellule.

Beaucoup d'informations sur l'ergonomie et la géométrie des sièges sont publiées ailleurs, et des renseignements complémentaires peuvent être trouvés dans la série de Tony Bingelis sur la construction d'avions de sport. Le seul but de ce document est de fournir des idées pour l'intégration du siège au fuselage.

CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION

La position exacte et l'orientation de l'ensemble du siège sont étroitement liées à la géométrie de l'installation du harnais et doivent être étudiées simultanément avec celui-ci (*voir la section de ce chapitre sur les installations de harnais*).

Le siège doit supporter la charge concentrée du poids du pilote et la répartir sur le fuselage. L'armature du siège ne doit pas imposer de charges excessives ni provoquer de flexion des éléments du fuselage auxquels elle est fixée. L'armature du siège doit être suffisamment rigide pour ne pas se déformer excessivement sous les charges prévues, ce qui pourrait entraîner une défaillance par fatigue. Les armatures de siège doivent être fixées au fuselage à proximité ou au niveau des groupes de jonctions existants. Le siège ne doit pas céder en cas d'accident, ce qui entraînerait un déplacement du corps par rapport au harnais. L'armature du siège doit être suffisamment solide et rigide pour ne jamais interférer avec les commandes situées sous le siège.

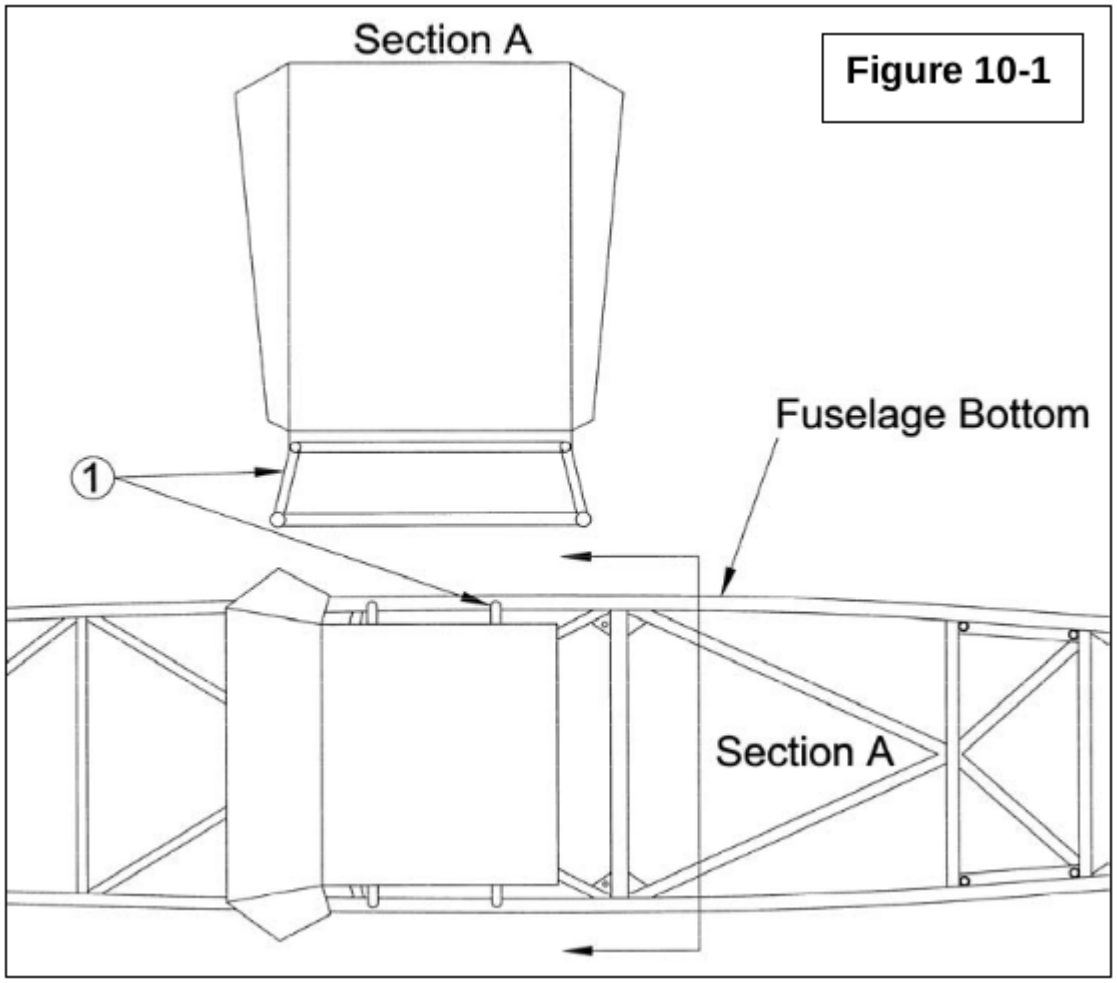
Si le pilote est principalement en position verticale dans le siège (et non incliné vers l'arrière), la majeure partie des charges lors des manœuvres repose sur le fond de siège, et le dossier n'a besoin d'être dimensionné que pour supporter des charges moindres — sauf en cas d'accident, où le siège doit rester intact afin de maintenir le bon positionnement du pilote par rapport au harnais.

La géométrie du siège et du harnais peut être considérablement modifiée par l'utilisation de parachutes. Les dimensions détaillées des parachutes disponibles sont fournies sur les sites web des différents fabricants de parachutes.

Le siège et/ou le dossier peuvent être conçus pour s'adapter à l'un des nombreux parachutes disponibles, de sorte qu'aucun rembourrage n'est nécessaire à cet endroit et que l'espace disponible est utilisé de manière optimale. Le siège, le dossier et la structure environnante doivent permettre une évacuation d'urgence en vol sans risque que le pilote ou le parachute ne s'accroche à quoi que ce soit. Un siège incliné permet au pilote de supporter des forces « g » plus élevées et répartit son poids sur une plus grande surface. Il permet également de réduire la surface frontale du fuselage.

Le siège doit être confortable. Les sièges plats, même avec du rembourrage, ont tendance à devenir inconfortables après peu de temps. Le pilote doit pouvoir manipuler librement toutes les commandes importantes tout en étant solidement attaché dans le siège. Un siège en verre ou en carbone qui se casse produira de nombreuses arêtes vives.

POINTS DE FIXATION AU FUSELAGE

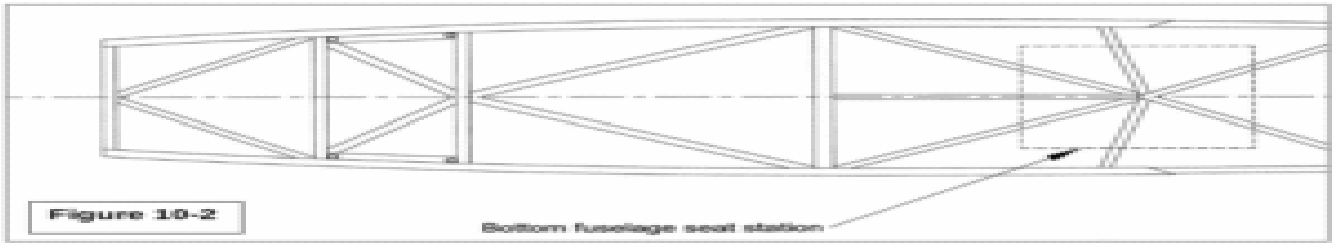


Les éléments individuels du fuselage en tubes ronds sont facilement sujets à la déformation ou à l'enfoncement. Par exemple, un siège avec quatre points de fixation au fuselage, soumis à une charge de 6 g avec un pilote de 180 lb (environ 82 kg), exercera une charge d'environ 270 lb (environ 122 kg) sur chaque point de fixation. Voir la figure 10-1. Le montant en compression de 1/2″ de diamètre extérieur (1) applique une charge concentrée de 270 lb sur le longeron à paroi mince (3/4″ x 0.035″). Cela peut enfoncer, plier ou écraser le longeron, le rendant inutilisable en tant qu'élément structurel.

Les éléments du fuselage sont déjà soumis à des charges lors des manœuvres de l'avion, en plus des charges exercées par le siège. Dans de nombreuses configurations de charge, les points de fixation ne partagent pas également les efforts, et un point peut recevoir une charge plus élevée que les autres. Les groupes de jonction (clusters) constituent en général de meilleurs points de fixation, car ils sont plus rigides et plus solides grâce aux autres éléments soudés à cet endroit. Les points de fixation du siège doivent répartir les charges autant que possible dans l'ensemble de la structure et ne doivent pas provoquer de déformation des éléments principaux du fuselage (rappelons que les tubes sont solides en compression… jusqu'à ce qu'ils fléchissent légèrement).

Cela ne signifie pas que l'armature entière du siège doit être absolument rigide, mais plutôt que la manière dont le fuselage réagit à cette structure ne doit pas entraîner de contraintes excessives ni sur le fuselage, ni sur l'armature du siège.

Dans la figure 10-2, le fuselage présenté en exemple possède un grand groupe de tubes (cluster) directement sous le siège du pilote, mais aucun plan n'est donné pour l'installation du siège ni pour ses points de fixation. Il semblerait logique que cette zone renforcée soit un bon emplacement pour fixer une partie du siège ; cependant, le simple fait de s'asseoir sur ce groupe (180 lb à 1 g) suffit à le faire fléchir vers le bas d'environ 1/8 de pouce. Sachant cela, il est évident que ces éléments et leurs soudures risquent de ne pas durer longtemps sous les contraintes répétées de manœuvres brutales. De plus, le fuselage compte sur ce groupe pour supporter d'autres charges, ce qui impose des contraintes supplémentaires. Ce groupe constitue également le point de pivot arrière du tube de torsion et, dans cet avion, une déflexion de 1/8 de pouce du tube de torsion vers le bas entraînerait une déflexion des deux ailerons de plusieurs degrés vers le haut.

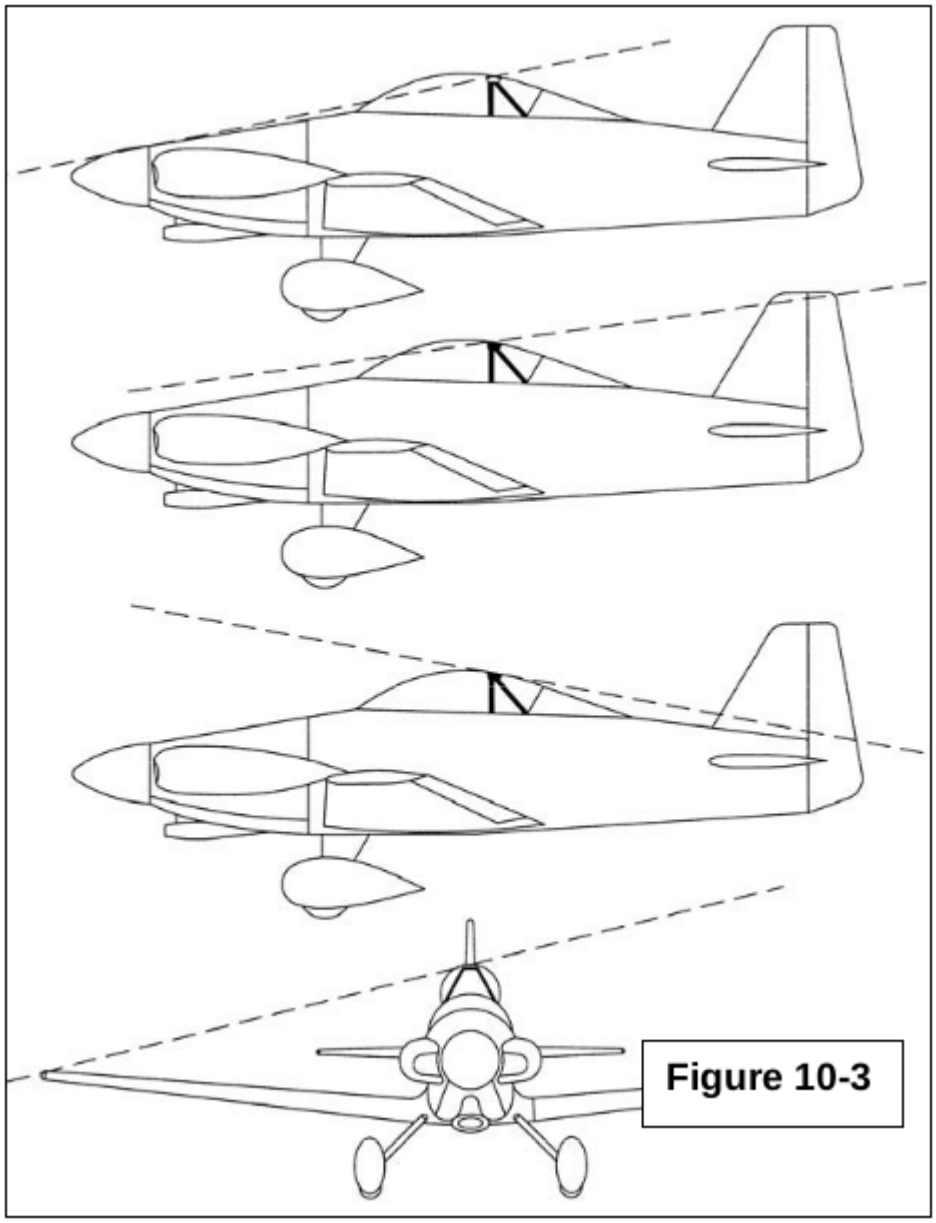


CONCEPTION DE SIÈGES

Le type de conception de siège probablement le plus courant sur un fuselage en tubes d’acier est une armature de siège en tubes d’acier soudés, avec un fond de siège et un dossier en tôle d’aluminium. Du contreplaqué mince est également fréquemment utilisé pour le fond et le dossier. Un siège en sandwich mousse-carbone ou mousse-verre, bien fabriqué, sera suffisamment rigide et solide pour transmettre les charges du pilote au fuselage sans armature intermédiaire. Ce type de siège sera plus léger qu’un siège conventionnel en acier/aluminium, mais il demande plus de travail. Il est particulièrement efficace pour un siège incliné, où le poids du pilote est plus uniformément réparti sur le siège. Un dossier vertical nécessite moins de résistance car il supporte peu de charge (rarement plus que quelques g lors de manœuvres violentes). D’autres options incluent un hybride des deux conceptions précédentes, avec une armature de siège minimale et un fond et un dossier en sandwich de mousse rigide qui ne nécessitent pas de renforcement en dessous. Ceux qui s’orientent vers le travail de la tôle peuvent constater qu’une structure semi-monocoque en aluminium, boulonnée aux points de fixation du fuselage, sera plus légère qu’une armature de siège en acier soudé.

Tout type de fond de siège ou de dossier devrait être profilé pour offrir un bon confort, à l’aide de mousse sculptée recouverte de fibre de verre ou de carbone, suivie d’un rembourrage.

STRUCTURES ANTI-RETOURNEMENT



Les avions à ailes basses ou médianes, ainsi que certaines autres configurations, peuvent être rendus plus sûrs par l'installation d'une petite structure anti-retournement. Elles sont faciles à concevoir et à installer. Certaines organisations de compétition exigent la présence d'une telle structure sur l'appareil.

CONSIDÉRATION DE CONCEPTION

Elle peut être montée à l'avant ou à l'arrière du pilote, mais il faut réfléchir à la manière dont l'avion se positionnera une fois à l'envers. Un fuselage intact touchera probablement le sol à plusieurs endroits durant la glissade. Il faut donc veiller à ce que les lignes d'action tracées entre les points de contact majeurs et le sommet de la structure anti-retournement n'intersectent pas la tête du pilote (voir Figure 10-3).

Ne comptez pas sur la dérive verticale comme point d'appui : elle pourrait se casser — ou non.

La structure anti-retournement doit dépasser la tête du pilote, en tenant compte du rembourrage du siège, du parachute, du casque, etc. Quelques centimètres peuvent suffire, mais en cas d'accident, l'enfoncement dans le sol peut annuler ces marges réduites. Cette exigence est souvent en conflit direct avec les considérations aérodynamiques ou esthétiques. Le sommet de la structure anti-retournement devrait comporter une zone plane significative, afin de réduire le risque qu'elle ne s'enfonce dans le sol.

Une structure montée à l'arrière peut aussi permettre de définir un angle correct pour les sangles d'épaules du harnais, offrant ainsi plus de liberté pour leur implantation (*voir la section sur les harnais dans ce chapitre*).

La structure anti-retournement doit être conçue pour résister à des charges d'au moins 7 g ou à la résistance

nominale du fuselage (la plus grande des deux), multipliée par le facteur de sécurité standard de 1,5. Si la structure est exigée par une organisation de compétition, elle devra respecter les charges spécifiées dans le règlement de celle-ci. Elle doit aussi pouvoir résister à des charges latérales importantes, concentrées au sommet, quel que soit l'angle. Les points de fixation de la structure au fuselage doivent être situés au niveau ou à proximité de groupes de jonction existants. Pour un avion sans verrière bulle (c'est-à-dire avec un « turtledeck » derrière la tête du pilote), la structure anti-retournement peut aussi servir de support pour la verrière ou de couple pour donner la forme structurelle.

Enfin, il faut penser à la possibilité d'évacuer l'appareil retourné au sol, sans assistance extérieure.

PLANIFICATION D'UNE STRUCTURE ANTI-RETOURNEMENT

Il est rappelé que le fuselage est composé d'éléments tubulaires ronds car ils sont les plus efficaces en compression axiale (comprimés aux extrémités vers le milieu). Les charges sont réparties de manière égale dans le matériau. C'est dans cette direction que la majeure partie de la charge sera appliquée sur une structure anti-retournement en cas d'accident. Cependant, les tubes longs et minces sont sujets au flambage ou à l'effondrement lorsqu'ils sont comprimés. Dans un accident réel, il est probable que les tubes soient soumis à des forces latérales (provoquant une flexion) ainsi qu'à des forces de compression.

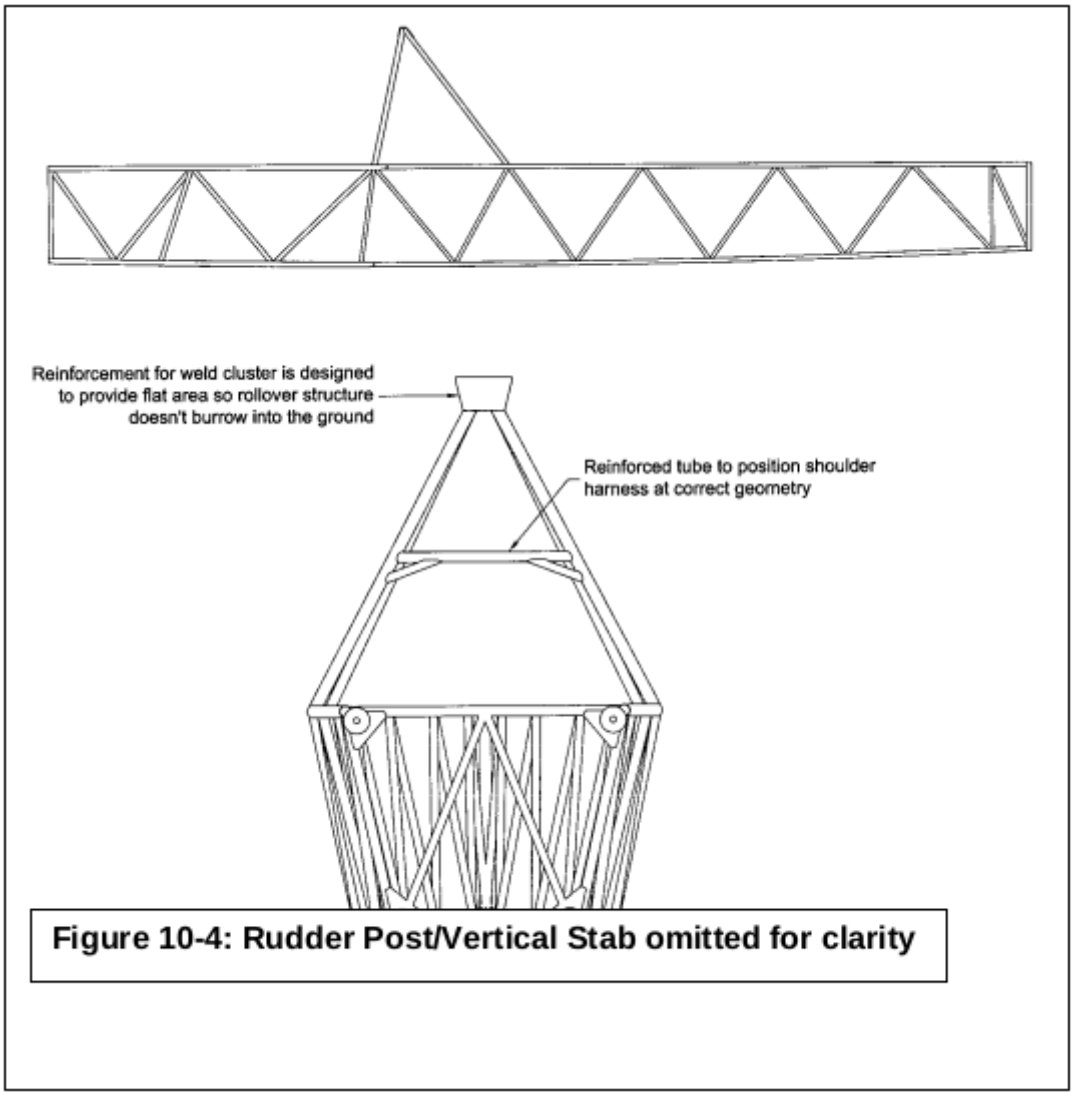


Figure 10-4: Rudder Post/Vertical Stab omitted for clarity

Cela peut être compensé en renforçant la structure anti-retournement afin que les tubes minces de cette structure ne soient pas aussi facilement pliés. Quelques pièces courtes de tubes soudées entre les éléments de la structure anti-retournement sont généralement suffisantes. Un tube utilisé pour orienter les sangles d'épaules doit être renforcé ou assez robuste pour résister aux forces de flexion imposées par le harnais en cas d'accident (*voir Figure 10-4 et la section sur les installations de harnais dans ce chapitre*).

Plutôt que de faire beaucoup de calculs mathématiques pour déterminer la taille des tubes, il est plus facile de dire qu'un tube de 3/4″ – .035 d'une longueur de vingt pouces supportera environ 3000 livres en compression.

La plupart des structures anti-retournement auront trois ou quatre tubes disposés en forme triangulaire pour assurer la stabilité, donc cette taille de tube conviendra à une large gamme d'avions subissant des impacts sévères en retournement. Encore une fois, cela ne prend pas en compte les charges latérales qui feront céder prématurément les tubes, il faut donc renforcer les tubes avec des entretoises croisées.

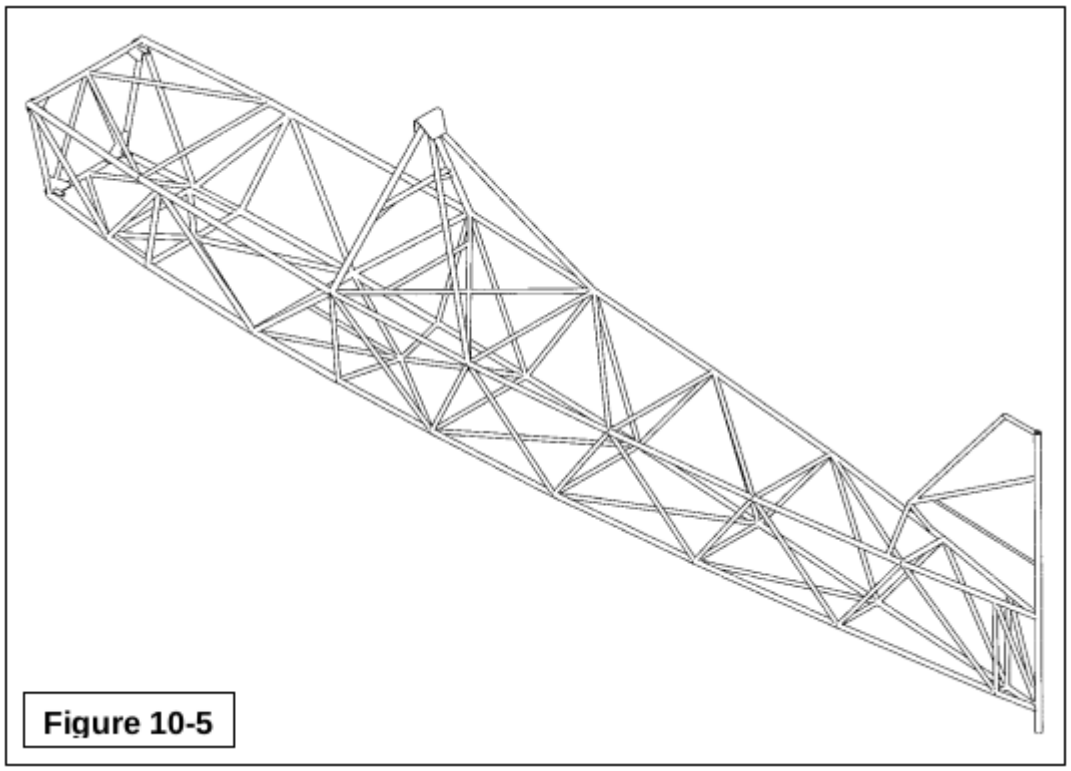


Figure 10-5

Il est souhaitable que la structure anti-retournement ait une forme triangulaire, comme sur la Figure 10-4 et la Figure 10-5. Les triangles produisent des structures solides.

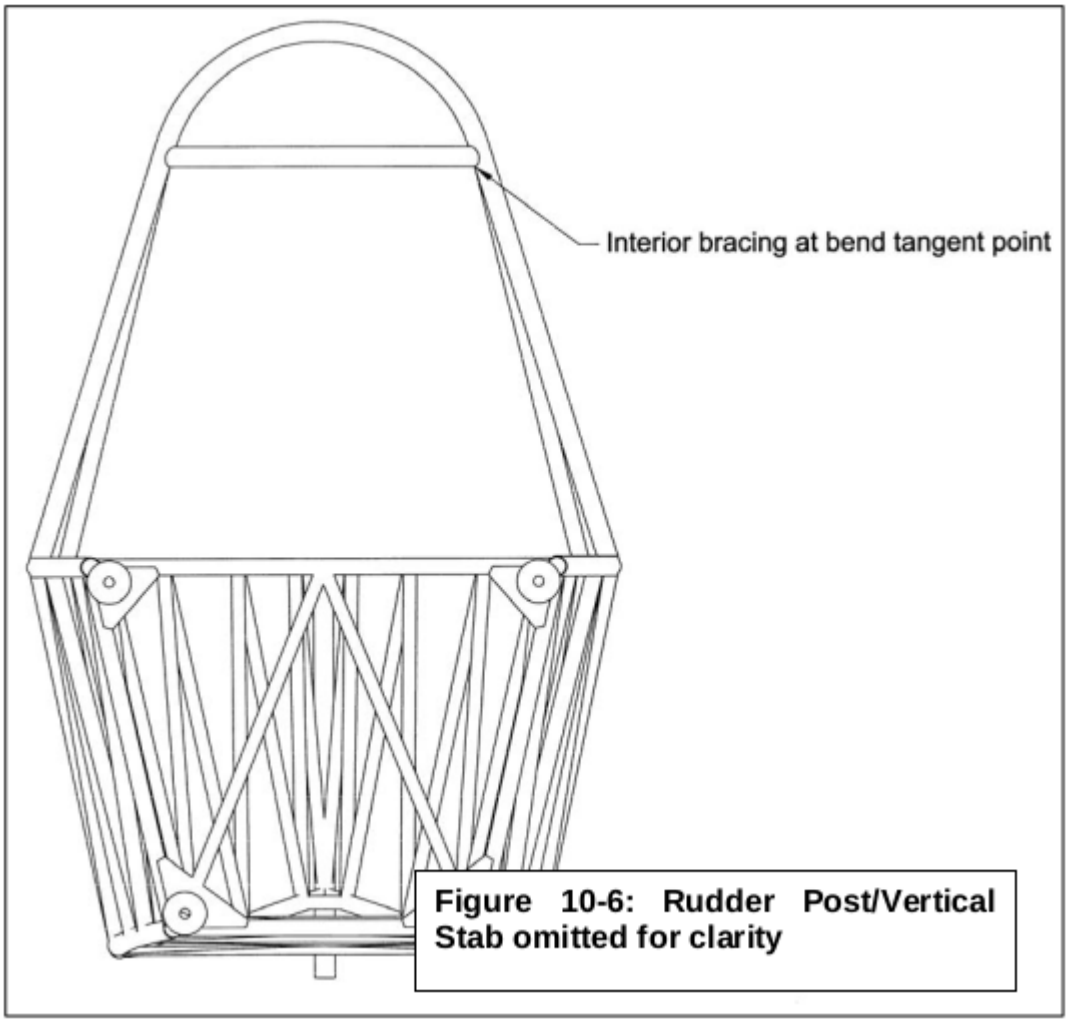


Figure 10-6: Rudder Post/Vertical Stab omitted for clarity

Une structure anti-retournement en forme de « U » est également courante (Figure 10-6). Le coude doit être placé aussi près que possible du sommet de la structure anti-retournement, car un tube courbé perd en résistance. Pour restaurer une partie de cette résistance et compenser le petit diamètre du tube, il doit comporter un renfort intérieur proche des points tangents du coude afin que le tube courbé ne se déforme pas lors d'un impact. Un second renfort à une position plus basse peut être nécessaire pour le harnais d'épaules. Il doit également être renforcé par l'arrière comme illustré dans la Figure 10-5.

INSTALLATION DES HARNAIS

le harnais de retenue nécessite une certaine géométrie par rapport au corps et des points de fixation solides pour être efficace. Cela exige souvent que les points de fixation du harnais et le harnais lui-même soient installés de manière à ce que les autres systèmes de l'avion puissent être intégrés autour. Certains plans d'avions ne donnent aucune information concernant les points de fixation du harnais, et d'autres plans peuvent fournir une retenue peu efficace. Si l'avion est utilisé pour la voltige, le harnais joue un rôle constant dans la retenue du pilote, et ne sert pas uniquement lors d'un impact occasionnel.

Ce document se concentre sur le harnais à quatre ou cinq points se terminant en un point commun (ventral), avec un siège non réglable. Les informations fournies ici sont basées en partie sur les *circulaires consultatives de la FAA : 21-34, Shoulder Harness/Safety Belt Installations, 23-4, Static Strength Substantiation of Attach Points for Occupant Restraint System Installations, et 43.13-2A, Acceptable Methods, Techniques and Practices – Aircraft Alterations, Chapitre 9, Shoulder Harness Installations*. Certaines parties sont reproduites mot pour mot et peuvent sembler trop techniques, mais elles sont uniquement fournies à titre informatif.

Si le harnais utilisé n'est pas un harnais à cinq points, des informations concernant un type spécifique d'installation de harnais peuvent être trouvées dans l'un des documents mentionnés ci-dessus. Ces documents peuvent être téléchargés gratuitement sur le site web de la FAA.

Les harnais d'avion sont relativement peu coûteux. Il ne coûte qu'un peu plus cher de faire fabriquer un harnais sur mesure pour vous et votre avion que d'acheter un harnais existant. Quelques entreprises se spécialisent

dans les harnais sur mesure pour avions de sport et fabriqueront un harnais en fonction de vos mesures pour un prix comparable à celui d'un harnais de qualité du commerce. Ils peuvent également le modifier si ce n'était pas correct du premier coup. Les harnais pour voitures de sport ou de course sont, en général, tout-à-fait utilisables.

CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION

Le siège doit être bien conçu, même s'il n'est pas encore construit. Le siège et le harnais sont si intimement liés pour obtenir la bonne géométrie du harnais que ces deux éléments doivent être considérés simultanément. Pour la plupart des structures tubulaires en acier, les points de fixation du harnais se trouvent sur le fuselage. Certains avions ont des sièges renforcés sur lesquels le harnais est fixé, mais cela est quelque peu inefficace dans notre cas, car ce type de cellule se prête facilement à supporter les charges du harnais. Un harnais boulonné sur un siège est généralement moins résistant en cas d'accident qu'un harnais fixé directement à la structure, ou alors le siège doit être très solide (et lourd).

En raison de la géométrie requise pour le harnais d'épaule, une partie de la structure anti-retournement est souvent utilisée pour maintenir les sangles dans la bonne position par rapport aux épaules. C'est la solution la plus simple, et elle rend l'installation d'une structure anti-retournement utile rien que pour obtenir la bonne géométrie du harnais d'épaule. Si l'avion comprend une structure anti-retournement, il faut en tenir compte lors de la construction. Si l'avion n'a pas de structure anti-retournement, la géométrie correcte du harnais d'épaule doit être assurée autrement. Quelle que soit la manière dont cette géométrie est obtenue, elle ajoute un autre élément à considérer simultanément avec les autres.

Les avions de voltige de compétition exigent fréquemment des ceintures ventrales doubles avec des points de fixation séparés, pour éviter que l'occupant ne soit éjecté lors de manœuvres inversées, si l'une des boucles devait se détacher accidentellement.

Les longues sangles du harnais doivent être évitées afin de minimiser l'élongation lors des manœuvres ou d'un accident. À la place, on utilise des câbles en acier souple pour relier le point de fixation du harnais au point de fixation sur le fuselage.

Considérez l'effet si du jeu est accidentellement laissé dans le harnais lorsqu'il est serré et qu'un impact se produit ou qu'une manœuvre soudaine est effectuée. Pour éviter ce problème, les points de fixation du harnais doivent pouvoir pivoter ou se déplacer librement afin que, lors de chaque serrage du harnais, la longueur minimale de sangle soit obtenue. Les câbles allant vers l'arrière du fuselage doivent se soulever librement sous tension à chaque fois, sans accrocher quoi que ce soit. Il doit être possible d'atteindre les commandes critiques, interrupteurs, etc., tout en étant fermement retenu.

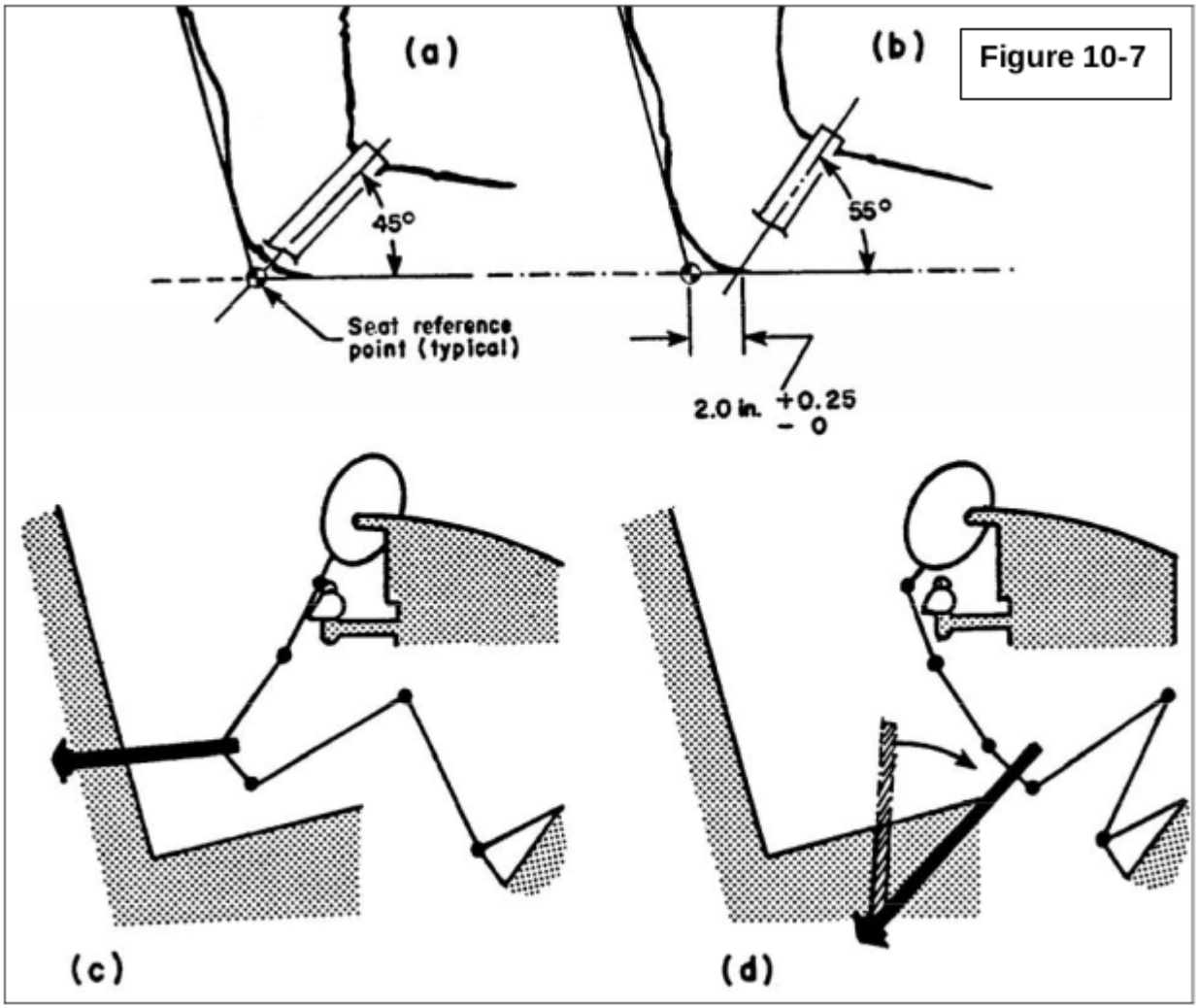
Réfléchissez à l'utilisation éventuelle d'un parachute, et si oui, à quel type (dorsal, assise, siège). Si un parachute dorsal est utilisé la plupart du temps, les sangles du harnais d'épaule et de la ceinture ventrale peuvent être légèrement plus longues pour maintenir les coussinets en bonne position, et la sangle anti-G négatif (sangle d'entrejambe) peut être un peu plus courte. Cela peut également nécessiter des points de fixation légèrement différents pour conserver la géométrie correcte.

Si le choix est possible, fabriquez les sangles du harnais et du parachute de couleurs différentes. Avec certaines boucles de ceinture, il est préférable de placer le côté du verrouillage à l'opposé de la main qui tient le manche afin d'éviter qu'elle ne soit déverrouillée accidentellement.

GÉOMÉTRIE DU HARNAIS

Ceinture abdominale

La ceinture abdominale est la plus efficace lorsqu'elle forme un angle de 45° à 55° avec l'axe longitudinal de l'avion (*voir Figure 10-7 (a) et (b)*). Elle retient l'occupant au niveau de la région pelvienne et doit littéralement entourer le bassin, en passant au-dessus de l'os des hanches. Si la ceinture de sécurité est installée selon un angle trop faible, comme illustré à la Figure 10-7(c), elle risque de glisser du bassin de l'occupant et d'appliquer des charges sur l'abdomen, avec un risque de blessure aux organes internes. De plus, un angle trop faible de la ceinture est susceptible de provoquer une «fracture antérieure en coin des vertèbres lombaires» lorsque le torse supérieur se plie au-dessus de la ceinture et est comprimé sous les forces d'inertie d'un accident. La résistance musculaire à la flexion du torse supérieur est peu probable, même chez les individus les plus forts, à des décélérations supérieures à 3 ou 4 G.



Si la ceinture de sécurité est installée selon un angle trop prononcé, comme à la Figure 10-7(d), elle sera inefficace pour résister au mouvement vers l'avant de l'occupant. Puisque la ceinture ne peut supporter que des charges en tension, l'occupant avancera jusqu'à ce que la géométrie de la ceinture soit réorientée à un angle générant suffisamment de tension pour arrêter le mouvement vers l'avant. Un angle extrême de la ceinture, tel que celui illustré en Figure 10-7(d), permet un impact des genoux avec le tableau de bord, entraînant une blessure aux genoux ou au fémur ou un mouvement vers l'avant, à tel point que l'occupant glisse hors du bord avant du siège, laissant la ceinture adopter un angle faible avec tous les risques de blessure précédemment mentionnés.

Harnais d'épaules

Le harnais d'épaules double peut être divisé en deux types : deux sangles d'épaule individuelles, ou le harnais d'épaule en forme de « Y » qui se termine par une sangle commune derrière la tête du pilote. Le type en « Y » peut simplifier quelque peu l'installation en ne nécessitant qu'un seul point d'attache, et ne nécessitera probablement pas de guides pour maintenir les sangles d'épaule au centre des épaules (voir plus loin). Il se peut aussi qu'il n'y ait aucun point d'attache possible sur l'axe central du fuselage (voir le paragraphe sur les points d'attache du fuselage). Le harnais d'épaule doit être orienté correctement selon deux plans : le plan vertical et le plan horizontal.

Orientation dans le plan vertical

Les sangles d'épaule doivent former un angle compris entre 5° et 30° par rapport à la colonne vertébrale (Figure 10-8 (a)).

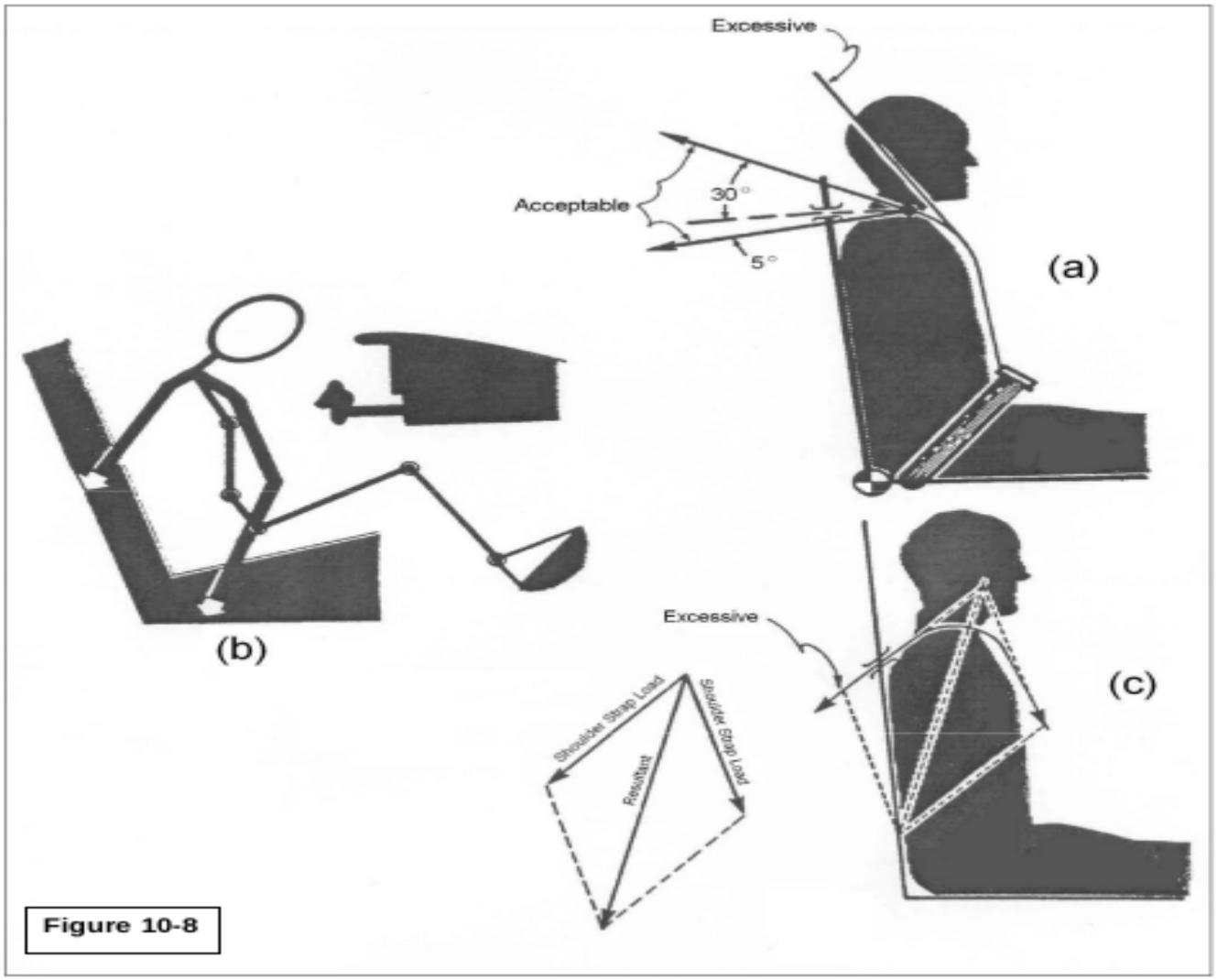


Figure 10-8

L’angle d’élévation de 30° est environ le maximum permettant une retenue efficace par les ceintures d’épaule lors d’un impact frontal. À des angles élevés, la ceinture d’épaule ne se tend que sous charge, et un déplacement important du torse vers l’avant est nécessaire avant que la ceinture soit alignée de manière à réagir à la force inertielle de l’occupant. De plus, des angles de montage élevés imposent des charges plus importantes sur l’installation que les angles faibles.

La compression de la colonne vertébrale peut généralement être évitée si le point d’attache supérieur du harnais d’épaule est choisi de façon à obtenir une géométrie où la longueur arrière (derrière l’occupant) ne tombe pas en dessous d’un angle de 5° en dessous de la tangente longitudinale à l’épaule de l’occupant, comme illustré à la Figure 10-8(a). La compression vertébrale est susceptible de se produire lorsque l’extrémité supérieure de la ceinture d’épaule est montée beaucoup trop bas par rapport au niveau des épaules de l’occupant.

Avec la configuration illustrée à la Figure 10-8(b), la ceinture d’épaule tire vers le bas et l’arrière sur le torse lorsqu’elle résiste au mouvement vers l’avant de l’occupant. La force de retenue résultante, comme illustré à la Figure 10-8(c), placera la colonne vertébrale en compression, et ajoutera aux contraintes exercées sur la colonne par la composante verticale de la force de décélération lors de l’impact.

Dans un avion utilisé pour l’acrobatie aérienne, le harnais d’épaule joue un rôle dans le maintien de l’occupant pendant les manœuvres et ne sera pas très efficace si le harnais d’épaule se situe au-dessus [d’un angle de 5° vers le bas]. Un compromis peut être nécessaire ici entre le besoin de retenue efficace lors des manœuvres acrobatiques et le risque de compression vertébrale lors d’un impact frontal.

La meilleure solution dans ce cas est probablement d’utiliser la structure anti-retournement pour maintenir les sangles du harnais d’épaule légèrement en dessous des épaules (angle de 5° vers le bas). Cela permettra au harnais d’épaule de mieux réagir aux charges dirigées vers le haut.

Orientation dans le plan horizontal

Un système de ceintures d’épaule doubles doit être monté approximativement dans les zones ombrées de la Figure 10-9. Un harnais en « Y » unique doit être centré sur l’occupant (Figure 10-10). Des facteurs de conception spécifiques concernant la géométrie sont donnés dans la Figure 10-11.

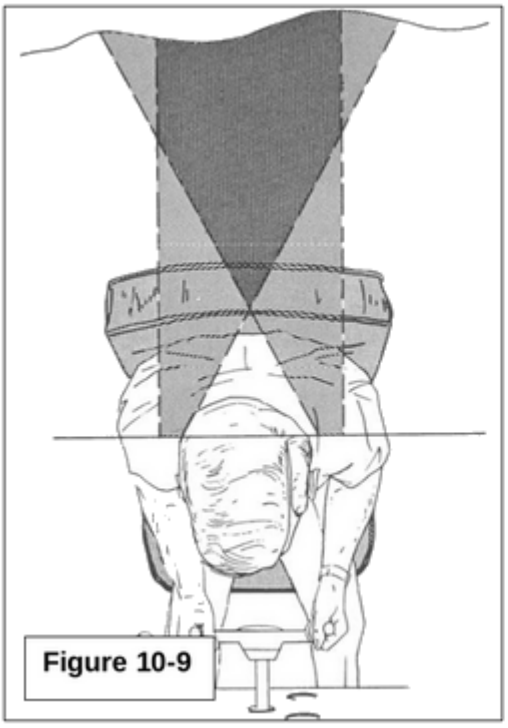


Figure 10-9

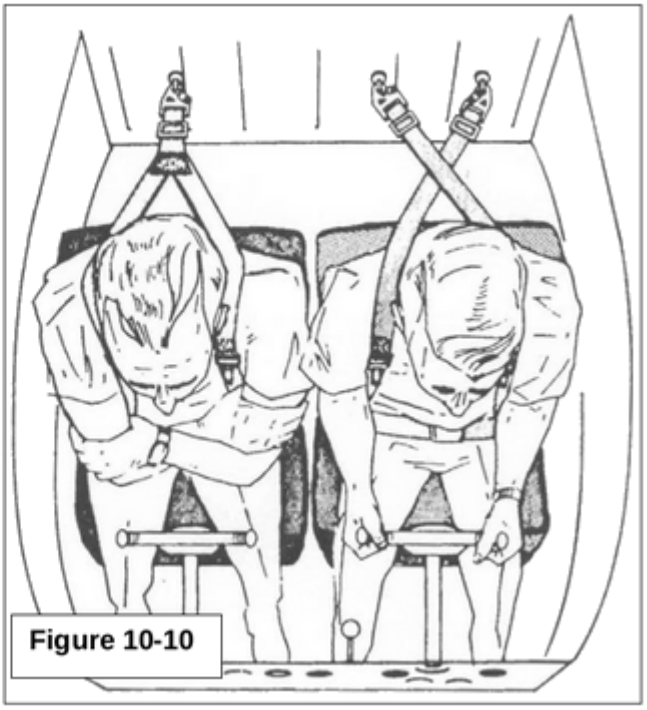


Figure 10-10

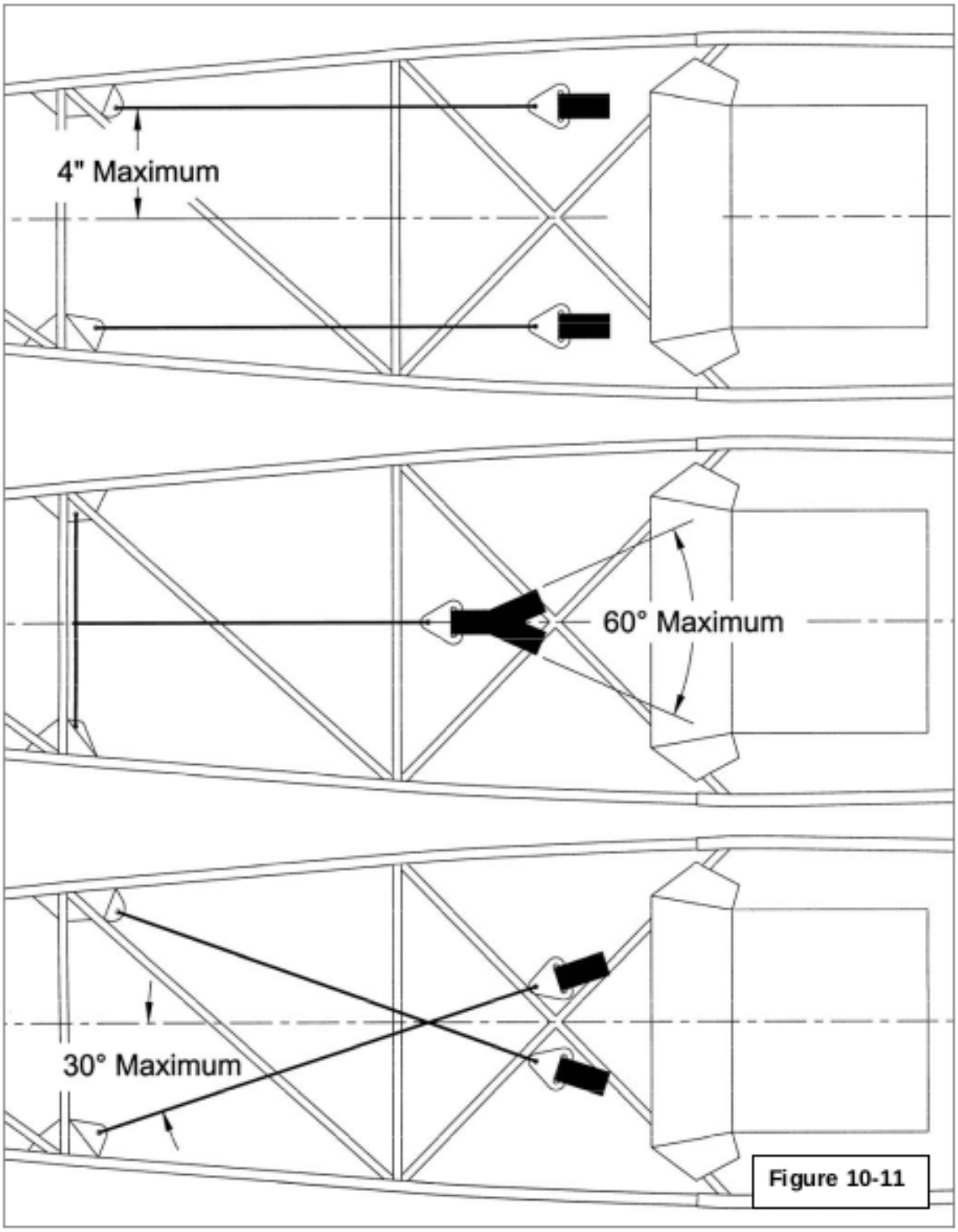


Figure 10-11

Autres considérations

Les ceintures d’épaule doubles, avec des longueurs de sangle (ou de câble) dépassant 12 pouces (30 cm) derrière les épaules, nécessitent des guides de sangle positionnés pour maintenir les ceintures approximativement au milieu des épaules de l’occupant. Ces guides ne doivent permettre qu’un mouvement latéral maximal de 1/2 pouce (1,3 cm) de la sangle. Sans guides, les mouvements de l’occupant peuvent positionner les ceintures d’épaule vers l’extérieur d’une ou des deux épaules, ce qui peut entraîner, en cas d’accident, un glissement des épaules hors de la retenue, avec perte de protection du torse supérieur et risque de blessure par torsion violente de la colonne vertébrale. Encore une fois, la structure anti-retournement est utile à cet égard pour offrir un emplacement aux guides de sangle.

L’union des sangles d’épaule de type « Y » doit se situer à une distance de 3 à 6 pouces (7,5 à 15 cm) derrière la

nuque de l’occupant afin de maintenir correctement les ceintures d’épaule en place. Un écart trop important peut permettre au torse supérieur d’un individu aux épaules étroites de glisser entre les sangles. Un écart trop réduit provoquera des frottements au niveau du cou et du col.

Sangle G négatif

La sangle G négatif, ou sangle d’entrejambe, est utilisée pour mettre le harnais d’épaule en tension. Elle impose également la bonne géométrie des ceintures abdominales et d’épaule en cas d’impact (Figure 10-12). Puisqu’elle est utilisée pour mettre en tension le harnais d’épaule, elle doit tirer directement vers le bas sur les sangles d’épaule lorsqu’elle est serrée, suivant une ligne approximativement parallèle aux sangles d’épaule sur l’avant du corps. La sangle ne doit pas s’enrouler autour de l’entrejambe.

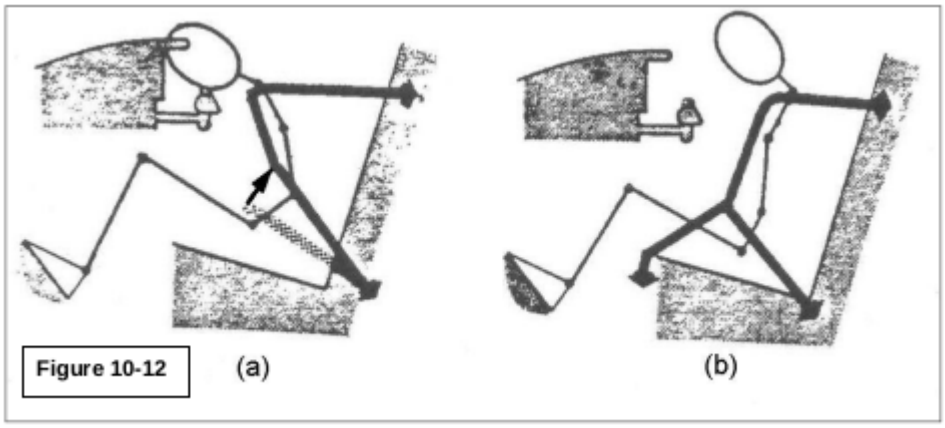


Figure 10-12

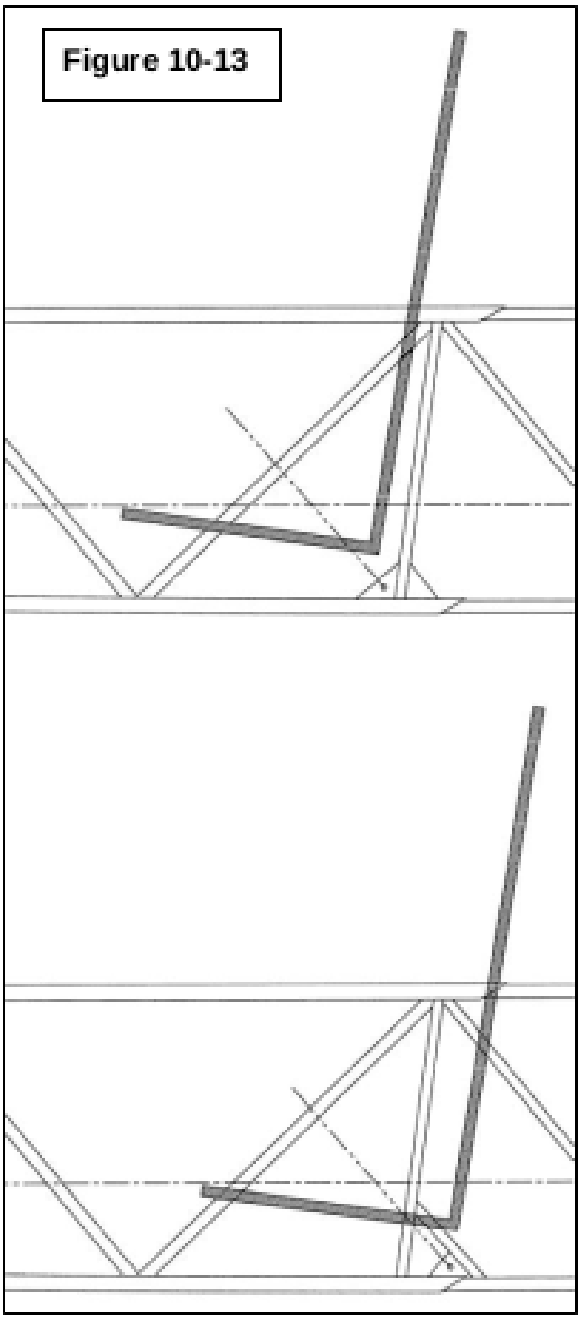
Points d’attache et connexions sur le fuselage

Les fuselages en acier tubulaire sont particulièrement faciles à équiper d’un harnais. De nombreuses options sont disponibles à travers la structure en treillis et ne nécessitent qu’un peu de soudure pour fournir un point d’attache solide.

Charges

Lorsqu’on examine les normes de conception pour les installations de harnais, il est suggéré que les points d’attache offrent une résistance minimale correspondant aux facteurs de charge suivants (avions de catégorie acrobatique) :

- Vers l’avant : 9,0 g
- Latéralement : 1,5 g
- Vers le haut : 4,5 g



En supposant un occupant de 180 livres (170 livres pour la personne et 10 livres pour le parachute), les points d'attache doivent être capables d'absorber 180 × 9,0 = 1620 livres dans la direction avant. En appliquant un facteur de sécurité de 1,5, cela donne 2430 livres. À noter que cela dépasse la résistance nominale typique des ceintures, mais ce facteur de sécurité est appliqué pour prendre en compte les erreurs de conception, de fabrication ou les déformations lors d'un accident.

On peut supposer, pour les charges vers l'avant, que la ceinture abdominale (lap belt) absorbe 60 % de la charge et que le harnais d'épaule absorbe les 40 % restants. Voir la Figure 10-13.

Ceinture abdominale

La ceinture abdominale est le plus efficacement attachée à une plaque de renfort située dans un coin formé par un longeron et un montant vertical, comme illustré dans la partie supérieure de la Figure 10-13. Si aucun montant vertical n'est disponible dans la géométrie correcte, une modification peut être nécessaire, comme illustré dans la partie inférieure de la Figure 10-13.

Le connecteur de ceinture doit former une ligne droite avec la ceinture abdominale lorsqu'elle est serrée, ce qui peut nécessiter une plaque de renfort inclinée ou un adaptateur, comme illustré dans la Figure 10-14. Comme mentionné dans les paragraphes précédents, le connecteur de ceinture doit pouvoir pivoter librement pour s'aligner en ligne droite lors du serrage. Puisqu'un boulon doit être serré (à un couple spécifique) pour atteindre sa pleine résistance, le connecteur de ceinture doit pivoter autour d'une bague.

Certains harnais sont fournis avec des inserts sertis qui ne tournent pas lorsque le boulon est serré. Il est suggéré de percer l'insert serti de la boucle et d'utiliser un morceau de tube 4130 qui s'ajuste bien au trou tout en pouvant tourner.

Pour empêcher le connecteur de glisser hors du boulon en cas d'accident, un petit disque en acier est empilé au-dessus de la bague. Une meilleure solution consiste à utiliser un double gusset, ce qui élimine la charge excentrée sur le boulon et ne nécessite pas de grandes rondelles. Voir la Figure 10-15.

Harnais d'épaules

Les points d'attache du harnais d'épaules peuvent être plus efficaces lorsqu'ils sont placés vers l'arrière du fuselage, un endroit moins susceptible de se déformer lors d'un impact frontal (voir Figure 10-18). En raison de l'élongation des longues sangles en cas d'accident, la plupart des harnais d'épaules utilisent un câble en acier flexible aéronautique pour relier les sangles aux points d'attache.

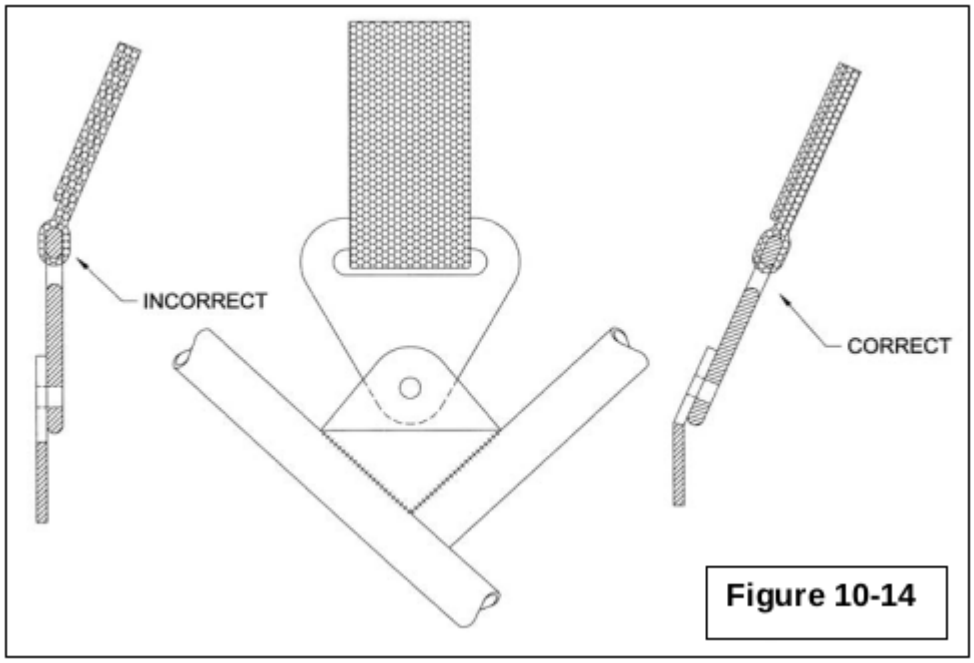


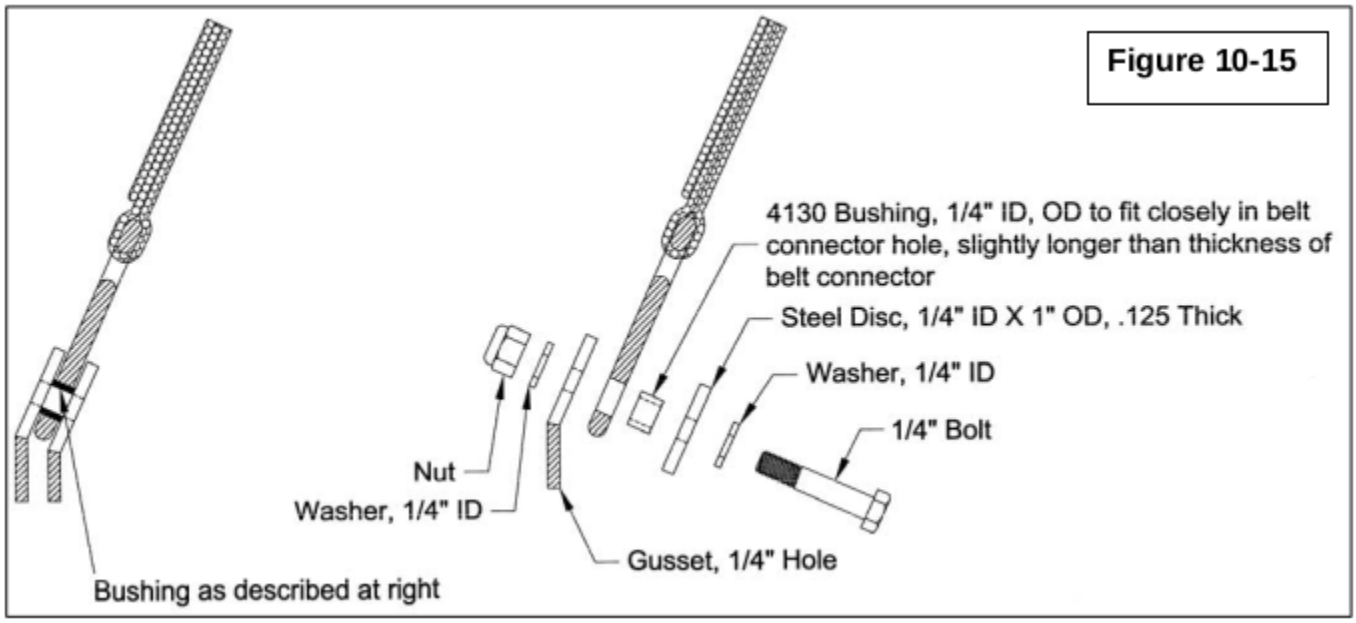
Figure 10-14

Comme le câble peut être pratiquement de n'importe quelle longueur, il existe plus d'options pour le fixer. Toutefois, il est souhaitable de minimiser la longueur du câble autant que possible, car les longs câbles sont plus difficiles à soulever lorsque les ceintures sont tendues et oscillent continuellement pendant les turbulences ou les manœuvres, ce qui peut devenir gênant.

Un câble en acier flexible de 1/8" (7×19) est approprié si chaque sangle individuelle a son propre câble. Il offre une résistance de 2000 lb pour la version galvanisée et 1760 lb pour la version inoxydable. Si un câble unique est utilisé pour deux sangles ou pour un harnais en Y, un diamètre plus grand peut être nécessaire. Figures 10-16 et 10-17 : Idées pour les points d'attache.

Un câble simplement enroulé autour d'un nœud de tubes (cluster) doit être protégé contre l'usure, tant pour le tube que pour le câble. La méthode la plus propre est probablement l'utilisation d'un gousset (renfort) dans le coin d'un cluster.

Ce système de «goussets dans les coins» peut également être utilisé pour une installation en Y en fixant un câble entre les goussets et en attachant le harnais à ce câble (voir Figure 10-18).



Ajouter des goussets augmente aussi la rigidité de la structure à l'endroit des clusters concernés, ce qui peut être indésirable. Les points d'attache de la Figure 10-17 peuvent offrir une meilleure solution. La patte soudée en (a) est probablement plus simple à réaliser que (b), et elle évite tout risque d'abrasion. À noter qu'une découpe est faite autour du cluster pour ne pas raidir excessivement la structure. La taille de la patte permet une certaine déformation sous charge, et un renfort est soudé entre cette patte et un autre tube du cluster. Cette pièce de renfort comporte elle aussi une découpe, pour éviter une rigidification excessive. Ce type d'attache ne doit être utilisé que si le cluster est retenu contre le déplacement par un autre élément structurel qui s'oppose à la charge du harnais ou si la charge est appliquée parallèlement à la soudure et au tube auquel elle est attachée.

Un câble muni d'une extrémité ronde sertie et de boulon à chape permet une installation propre, bien que cela ne soit pas strictement nécessaire. Pour un câble de 1/8", une boucle sertie correctement s'adapte bien au gousset requis. Un trou de 1/4" percé à 1/2" du bord libre du gousset acceptera un câble de 1/8" avec une bague, tout en laissant un certain jeu pour que cela puisse pivoter (il faudra peut-être ouvrir un peu la cosse pour l'y insérer). Cela suppose une épaisseur maximale de 1/8" pour le gusset.

Le trou du gusset doit recevoir un chanfrein ou un arrondi sur ses bords afin d'éviter d'user la tête du câble.

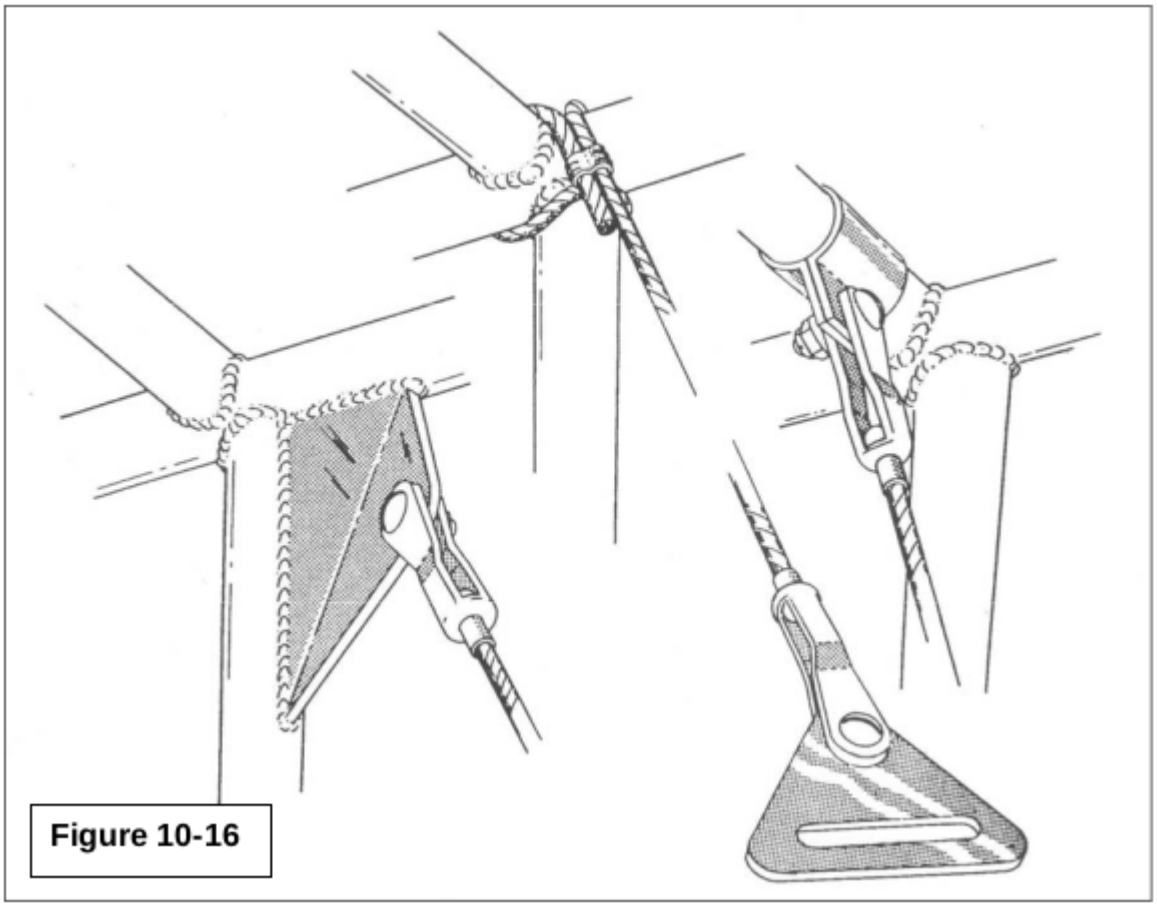
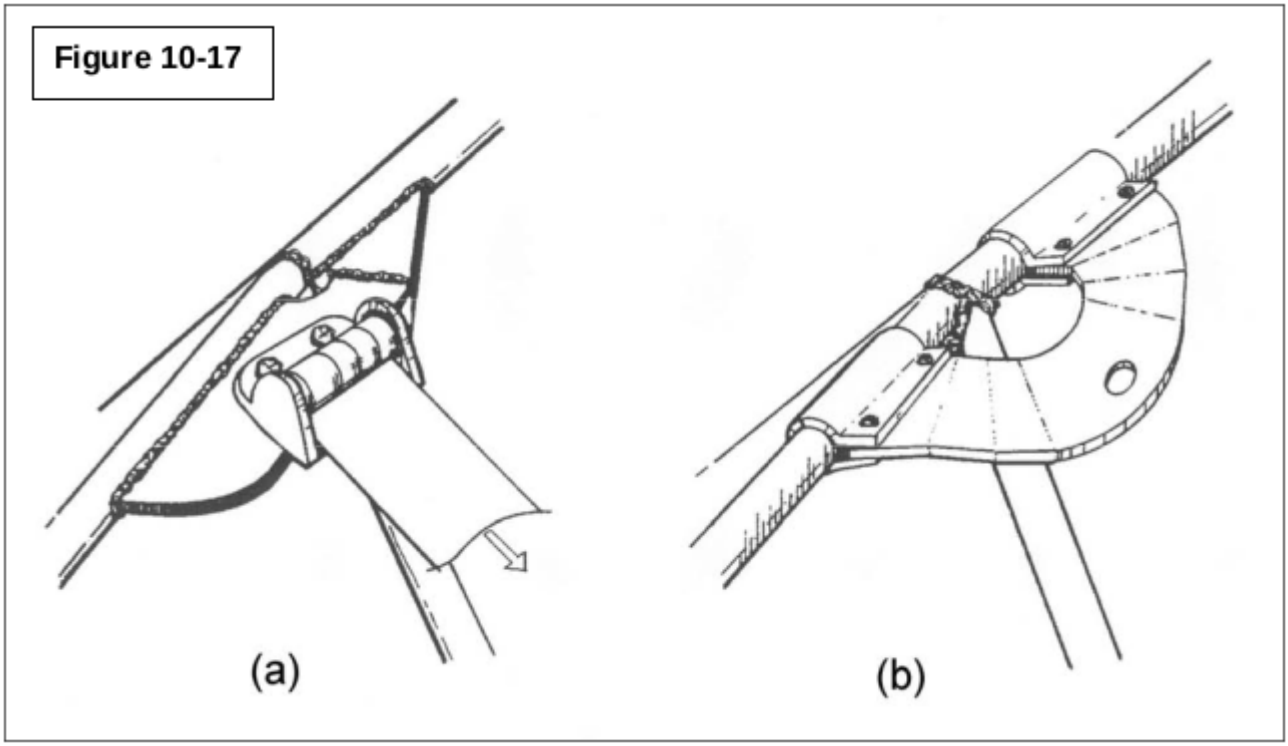


Figure 10-16

Figure 10-17



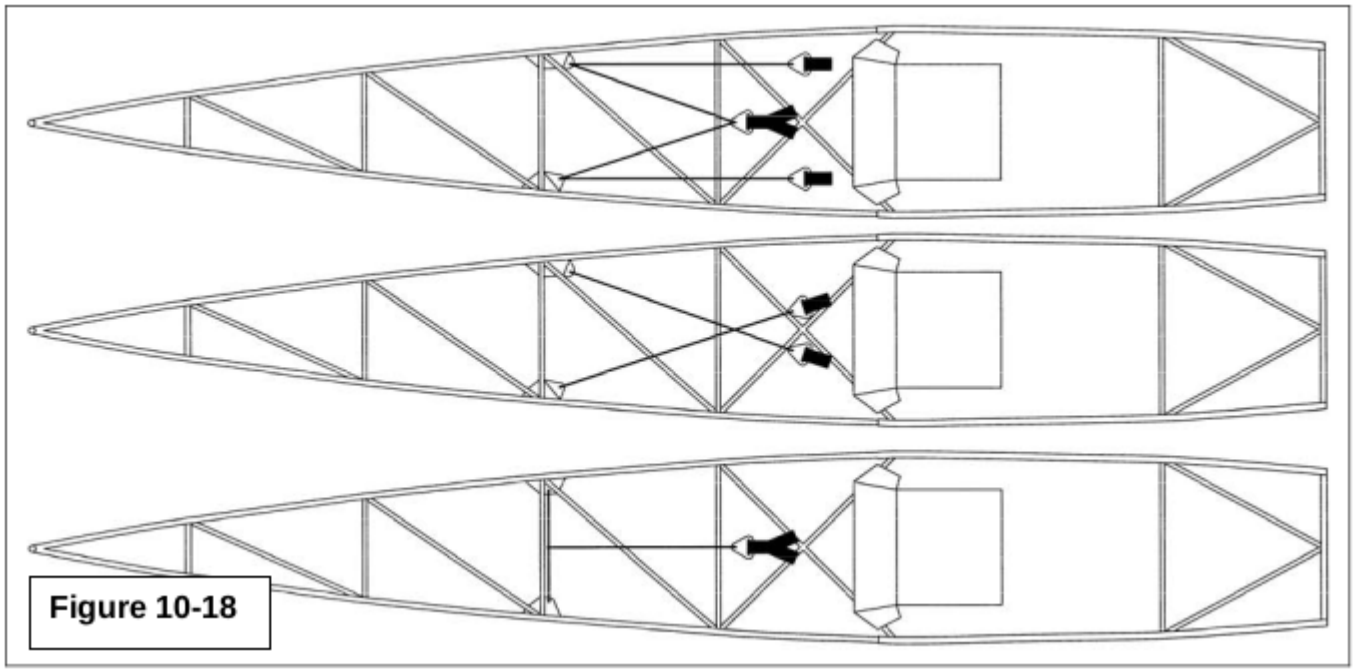


Figure 10-18

Sangle G négatifs

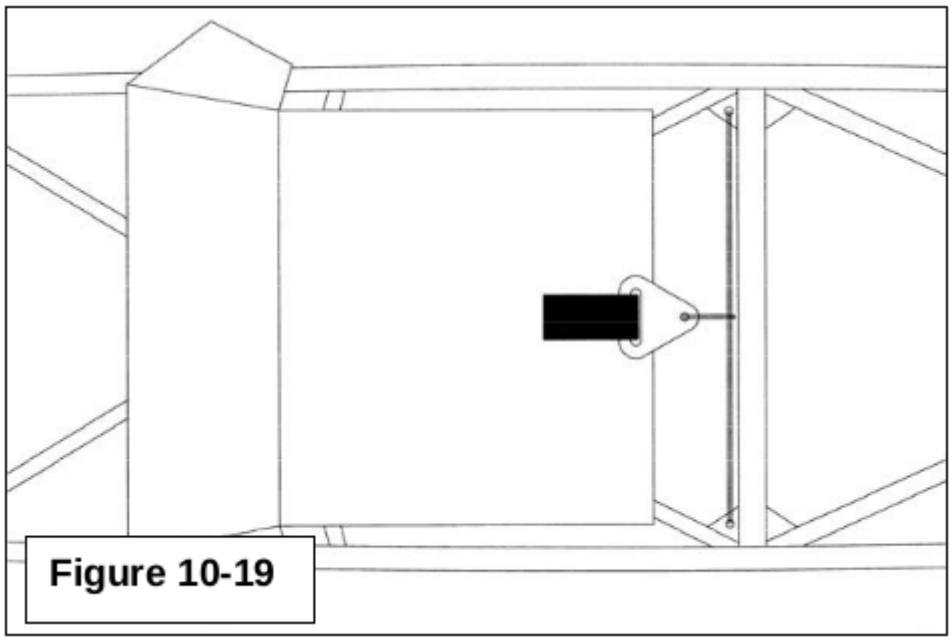
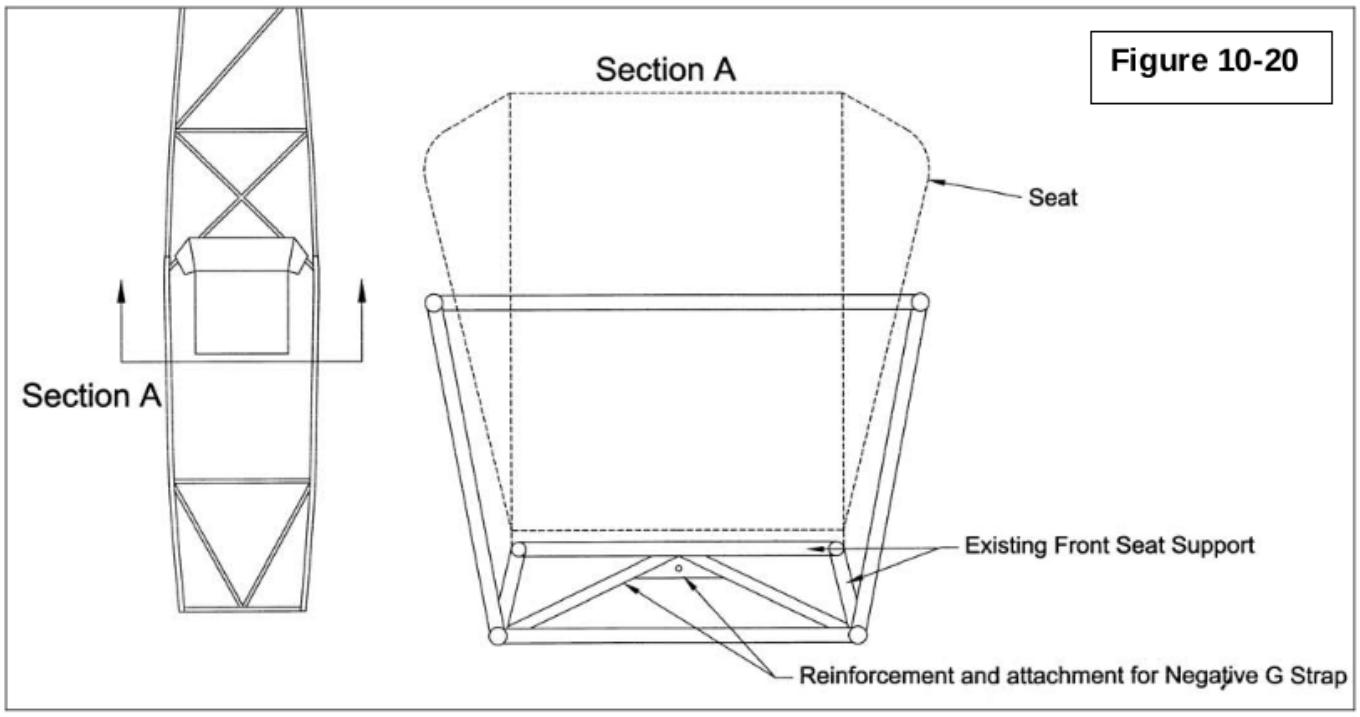


Figure 10-19

Comme la sangle G négatifs est utilisée pour précontraindre le harnais d'épaule, elle doit tirer verticalement vers le bas sur les sangles d'épaule lorsqu'elle est serrée, formant une ligne approximativement parallèle aux sangles d'épaule à l'avant du corps. L'emplacement du point d'attache interfère alors avec le siège et les commandes. Dans ce cas, le siège doit être conçu pour s'adapter à la position de la sangle G négative. Il peut être plus efficace de modifier l'armature du siège pour permettre l'attache de la sangle G négatifs. Les points d'attache doivent être installés de façon à ce que l'ensemble soit situé au-dessus des commandes.

Bien que cette sangle soit soumise à une charge relativement faible en cas d'accident comparée aux autres sangles, elle est généralement serrée avec toute la force du pilote avant le vol. Cela peut déformer la plupart des tubes auxquels elle est fixée. Une méthode consiste à utiliser un câble comme illustré à la Figure 10-19. Les extrémités du câble sont serties sur des renforts comme décrit dans le paragraphe sur les harnais d'épaule. Une autre possibilité est de renforcer l'avant du siège pour qu'il puisse absorber les charges, comme dans la Figure 10-20.



Un siège conçu pour l’acrobatie sera déjà assez solide et ne nécessitera pas beaucoup de modification à l’avant pour permettre de serrer la sangle G négatifs sans que la structure ne se déforme. Il faut toutefois s’assurer qu’un accident ne provoque pas la rupture du siège sous les charges de la sangle, ce qui permettrait à l’occupant de glisser hors du harnais de retenue. Il faut donc le rendre particulièrement solide.