
1.4 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Décrire les différents matériels existants ainsi que leurs évolutions.

Pour présenter les différents éléments constituant le ballon à air chaud, on distinguera quatre parties :

- l'enveloppe,
- la nacelle,
- le brûleur,
- les réservoirs de gaz.

1.4.1 L'ENVELOPPE

C'est la pièce maîtresse du ballon. Elle a pour rôle d'emprisonner l'air chaud produit par le brûleur. Elle est constituée de panneaux de tissu assemblés entre eux. Un réseau de sangles horizontales et verticales assure la résistance.

Toutes les sangles verticales sont rassemblées au sommet sur un anneau (2), appelé "anneau de couronne". Sur cet anneau est fixée la "corde de couronne" qui permet à un équipier de freiner la montée du ballon lors du gonflement (cf. 4.2.6.3 p 76). Les sangles verticales se terminent en partie basse par une boucle sur laquelle sont fixés les câbles de liaison enveloppe-cadre de charge (3).

Le nombre de sangles verticales est variable selon la découpe et le volume du ballon, et correspond en général au nombre de fuseaux (8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, ...). Ces sangles supportent les contraintes verticales qui leur sont transmises par le tissu et permettent à ce dernier de supporter les tensions auxquelles il est soumis.

Les sangles horizontales sont moins nombreuses. Leur but est :

- l'anti-éclatement : la structure du ballon est renforcée. Si le ballon est pris dans des turbulences, il résistera mieux grâce à ces sangles,
- l'anti-déchirure : si une déchirure verticale importante s'initie, elle sera irrémédiablement stoppée par une de ces sangles,
- la sangle de bouche peut subir d'importants efforts lors du gonflement : forces d'écartement, coups de chaud ...

La première couronne de panneaux inférieure (6) est généralement en Nomex, tissu particulièrement résistant aux chaleurs importantes. La plupart des ballons sont équipés d'un coupe-vent supplémentaire (7) qui peut être :

- une écope ou "scoop" qui permet de canaliser le vent qui aurait tendance à coucher la flamme (es-

sentiellement au gonflement et au changement de couche de vent),

- une "jupe" qui protège la flamme du vent.



Photo de l'auteur

Figure 7 : Scoop



Photo de l'auteur

Figure 8 : Jupe

Le coupe-vent diminue aussi la déperdition de chaleur vers l'extérieur. Ces deux systèmes ont leurs adeptes.

On rencontre différents types d'enveloppes : lisses ou lobées, à panneaux verticaux ou horizontaux, voire diagonaux.

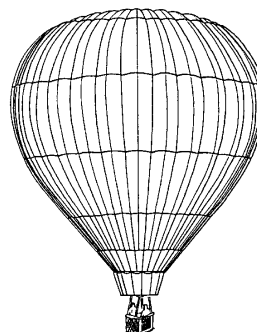


Figure 9 : Type Thunder&Colt Type A

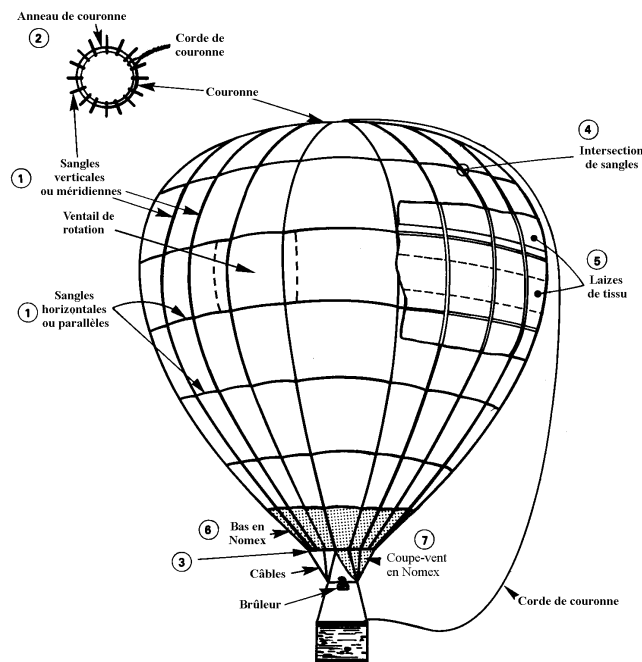


Figure 10 : Composants d'un ballon

1.4.1.1 Le parachute

Comme son nom ne l'indique pas, le **panneau parachute ou de soupape** permet de vider le ballon et s'utilise de manière réversible. Il s'agit d'un disque (à peu près) de tissu obturant une ouverture située au sommet du ballon. Une traction de la corde fait descendre la soupape et libère le passage de l'air qui s'échappe. Le ballon se dégonfle.

Il suffit de relâcher la corde de soupape pour que le parachute se remette en place sous la pression interne de l'enveloppe. La manipulation est donc réversible. Le parachute est utilisé en vol pour freiner une montée, initier une descente ; il est utilisé au sol pour dégonfler l'enveloppe.

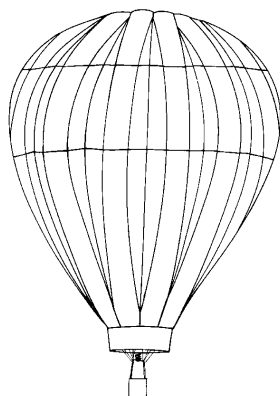


Figure 11 : Type Cameron Concept

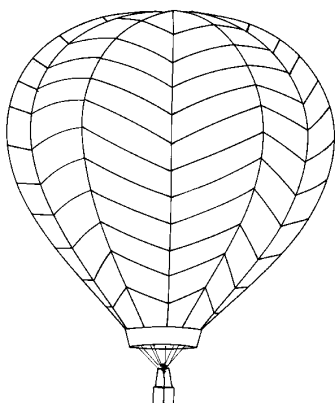


Figure 12 : Type Aérostar (panneaux diagonaux)

Sur les gros ballons, les constructeurs ajoutent souvent un système de dégonflage rapide pour pallier la lenteur du dégonflement.

1.4.1.2 Les systèmes de dégonflage rapide

Les systèmes de dégonflage rapide de l'enveloppe sont multiples : il y en a presque autant que de constructeurs. Ils sont souvent à action irréversible, quoique les nouveaux systèmes privilégient une approche réversible, afin de remplacer complètement le parachute. Ils sont utilisés sur les ballons de gros volume.

Un système de dégonflage rapide se doit de dégonfler le ballon plus vite que le traditionnel "panneau

parachute". Il est uniquement utilisé lors de l'atterrissage afin de limiter la distance de traînage.

1.4.1.3 Les vantaux de rotation

Un vantail permet de provoquer une rotation du ballon. Le pilote tire la corde de commande de vantail, ce qui provoque une ouverture verticale dans l'enveloppe (approximativement au niveau de l'équateur, sur la hauteur d'un ou deux panneaux). L'air en s'échappant met le ballon en rotation.

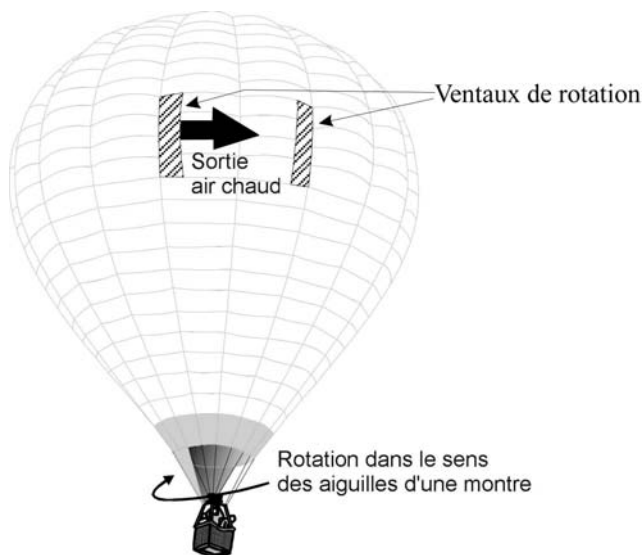


Figure 13 : Principe de fonctionnement d'un vantail de rotation

Les vantaux sont montés par deux (deux sens de rotation opposés) et ont chacun leur corde de commande. Les vantaux sont particulièrement utilisés sur les ballons volant avec des nacelles de grande capacité ou pour des ballons publicitaires.

1.4.1.4 Contrôle de la température de l'enveloppe

Pour s'assurer que la température maximale autorisée n'est pas atteinte, plusieurs moyens de contrôle sont disponibles :

- La sonde de température (cf. § 6.1.3 p 172).
- Le ou les fusibles thermiques, qui sont constitués par deux plaques soudées entre elles. Le tarage de la soudure est de 100 ou 120 degrés par exemple. En cas de surchauffe, une partie du fusible constituée d'une bande de tissu tombe dans la nacelle, alertant ainsi le pilote (cf. § 4.5.4 p 131).
- En cas de surchauffe supposée, les enveloppes disposent généralement d'une plaque témoin de température dans la partie supérieure de l'enveloppe.

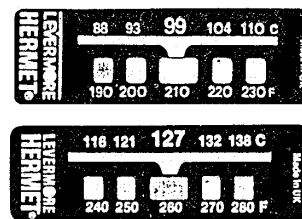


Figure 14 : Plaquettes témoin de surchauffe de 88°C à 138°C (double échelle °C et °F)

Reportez vous au manuel de vol de votre ballon pour connaître la signification des couleurs des fusibles et leur nombre.

1.4.1.5 Le tissu

Le tissu est en général du Nylon, plus rarement du Polyester. Ces tissus gardent une bonne tenue à la température. Leur principal ennemi est le rayonnement ultraviolet ainsi que la surchauffe.

Ils sont enduits sur une ou deux faces (plus rare), de polyuréthane ou de silicone. Ils peuvent avoir une trame renforcée par des petits carrés (on parle alors de tissu "rip stop", ou anti-déchirure). Les tissus sont classés en plusieurs catégories : légers (moins de 45 g/m²), moyens (45 à 65 g/m²) et lourds (65 g/m² à 90 g/m²).

1.4.1.6 La couture

La couture la plus utilisée, considérée comme un standard de sécurité dans l'industrie du parachute, est la double couture rabattue au point noué. Elle nécessite l'usage d'une machine professionnelle.

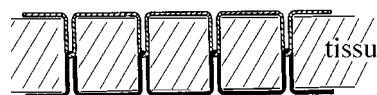


Figure 15 : Point noué

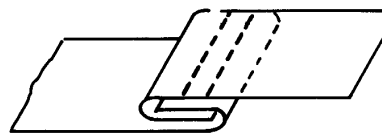


Figure 16 : Double couture rabattue

1.4.2 LA NACELLE

La nacelle est un habitacle généralement de forme rectangulaire (parfois triangulaire) destiné à recevoir les passagers et le pilote, ainsi que les instruments et les

cylindres de gaz. Les grands modèles sont souvent compartimentés (cf. § 5.2.1 p 146).

Les nacelles sont généralement constituées d'un plancher en contre-plaqué, de bords en osier, et renforcées de cadres (de plus en plus souvent en acier) à la base et au bord de la nacelle. L'osier, matériau originellement utilisé pour les premières nacelles il y a plus de deux siècles est toujours employé.

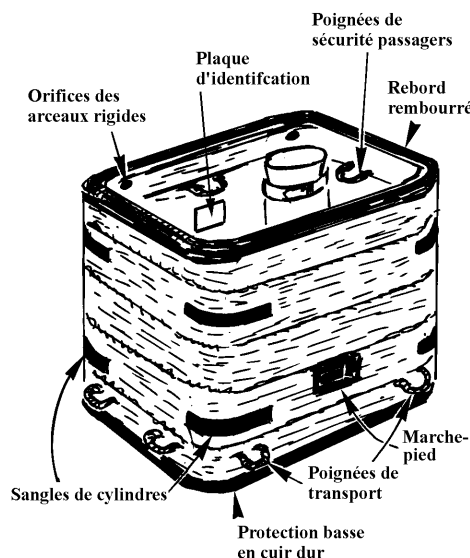


Figure 17 : Nacelle standard (sans les câbles de suspension, voir Figure 19 p 29)

Ce matériau présente en effet une grande souplesse accompagnée d'une bonne solidité. La conception robuste et souple de la nacelle est un des éléments essentiels pour la sécurité des passagers car elle les protège à l'atterrissage.

Dans le tressage de l'osier constituant les bords de la nacelle sont disposées des cordes qui :

- à l'intérieur servent de poignées de retenue pour les passagers,
- à l'extérieur servent de poignées de transport.

En général, le bord supérieur de la nacelle est rembourré et présente quatre orifices servant à placer les cannes de support du cadre de charge.

Des câbles permettent de fixer la nacelle au cadre de charge. Ces câbles passent sous la nacelle et dans ses parois. Ils sortent des parois au niveau du rembourrage, à côté des quatre orifices.

La partie basse extérieure est recouverte d'un cuir épais et très rigide dont le rôle est de protéger la jonction plancher-osier des frottements et de l'usure à l'atterrissage.

Des orifices latéraux sont aménagés dans la nacelle pour permettre de passer les sangles fixant les bouteilles de gaz. Des marche-pieds sont aménagés sur les faces latérales.

Une ou deux **plaques d'identification** sont fixées sur une paroi de la nacelle. On doit y voir figurer :

- le nom du fabricant,
- le numéro de série,
- le type de ballon,
- la masse à vide³,
- masse maximale enlevée⁴,
- la température maximale de chauffe continue,
- la température à ne jamais dépasser,
- l'immatriculation,
- le nom du propriétaire,
- éventuellement d'autres limitations.

Si vous avez plusieurs enveloppes volant avec la même nacelle, vous devez avoir une plaque par enveloppe. Avant chaque vol vous devez alors monter sur la nacelle la plaque associée à l'enveloppe choisie.



photo Sky Balloons

Figure 18 : Nacelle équipée

³ Pas toujours, il peut s'agir d'un renvoi au manuel de vol.

⁴ Pas toujours, il peut s'agir d'un renvoi au manuel de vol.

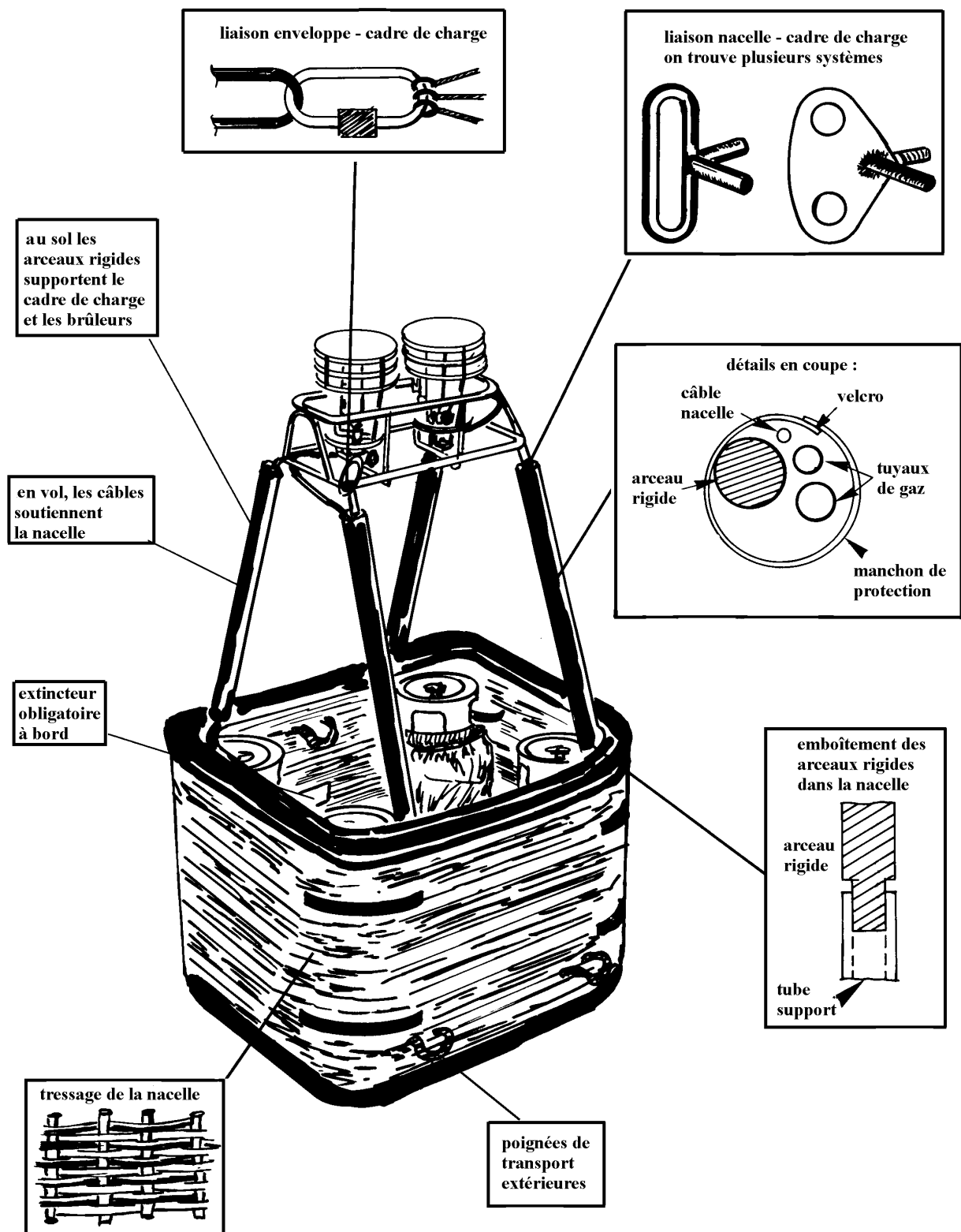


Figure 19 : Présentation de la nacelle assemblée

1.4.3 LE CADRE DE CHARGE ET LE BRÛLEUR

1.4.3.1 Le cadre de charge

Il assure trois fonctions essentielles :

- il assure la liaison nacelle enveloppe,
- il supporte le ou les brûleur(s),
- il supporte les efforts "d'écartèlement" produits par les câbles de l'enveloppe.

Ce cadre métallique tubulaire de forme rectangulaire ou triangulaire possède à ses coins une pièce recevant les câbles de la nacelle et les câbles de l'enveloppe, verrouillée par des mousquetons (ou un système de clavette). Il est aussi muni d'embouts tubulaires dans lesquels s'emboîtent les arceaux rigides (sauf sur les vieux brûleurs).

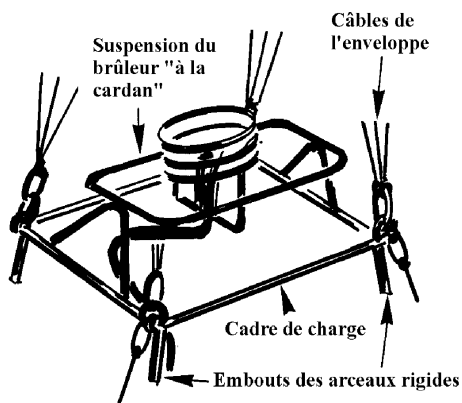


Figure 20 : Brûleur standard et son cadre de charge

Au centre du cadre de charge se trouve le ou les brûleur(s). En général, le brûleur est relié au cadre de charge par l'intermédiaire d'une suspension cardan qui permet l'orientation du brûleur dans l'espace.

1.4.3.2 Le brûleur

Il a pour fonction de produire une flamme qui chauffera l'air contenu dans l'enveloppe. Il est orientable en site comme en azimut de façon à pouvoir toujours bien diriger la flamme au centre de la bouche de l'enveloppe. Comme le cadre de charge, il est en acier inoxydable.

On peut distinguer trois générations de brûleurs :

- années 1970 : brûleur avec serpentín court, pas de coupelle de condensation,
- années 1980 : allongement du serpentín de détente, apparition de la coupelle de condensation, ajout de la vanne entre les deux brûleurs pour leur utilisation simultanée,

- années 1990 : apparition de la conception monobloc (suppression d'une grande partie de la tuyauterie, simplification des opérations de montage et de démontage). Fonctionnement des veilleuses en phase liquide de plus en plus fréquent (pas de tuyau "phase gazeuse").

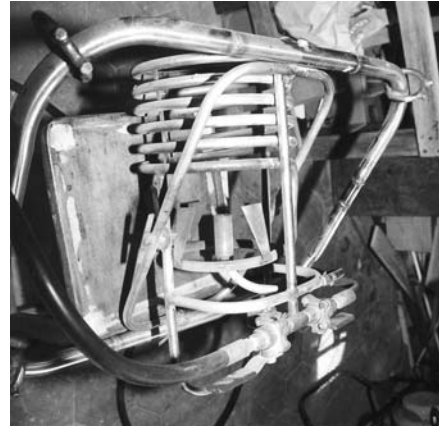


Photo de l'auteur

Figure 21 : Brûleur simple de la première génération (1975), sans coupelle de condensation

Présentons un type de brûleur très répandu : il s'agit des modèles conçus dans les années 1980 que vous rencontrerez assez souvent au sein des clubs.

Constitution du brûleur (Figure 22 à Figure 24) :

1. Serpentin de refroidissement ou de détente : son rôle est de réaliser la vaporisation du gaz qui sort liquide de la bouteille, ceci afin que la combustion du gaz soit la plus parfaite possible. Cette vaporisation est bruyante et s'accompagne d'une forte composante en ultrasons. Le gaz brûlé par le brûleur silencieux (dit "à vaches") ne passe pas par cette rampe de vaporisation, d'où une moins bonne combustion compensée par un niveau de bruit inférieur.
2. Coupelle de condensation : son rôle est de recueillir les produits de condensation dus à la détente du gaz dans le serpentín. Sans cette coupelle, des gouttes d'eau mêlées de carbone tombent régulièrement sur les passagers, provoquant des tâches quasiment indélébiles sur les vêtements.
3. Support des brûleurs et poignée de manœuvre : solidarise plusieurs brûleurs. Permet au pilote d'orienter le ou les brûleur(s).
4. Vanne de couplage des brûleurs (ou vanne "cross-flow") : permet de déclencher deux brûleurs simultanément sur une seule bouteille. Attention, cette solution ne procure pas 2 fois 100% de la puissance d'un brûleur, mais seulement environ 150% de la puissance d'un brûleur. En effet, comme le gaz sort d'une seule bouteille, il y a moins de pression en sortie des brûleurs, donc moins de débit (donc moins de puissance que si on utilise les deux brûleurs simultanément sur des bouteilles différentes).

5. Bloc de la vanne du brûleur principal.
6. Poignée de commande de la vanne : permet d'actionner la vanne du brûleur principal. Elle fonctionne soit en quart de tour, soit en traction.
7. Coupe-veilleuse : permet d'ouvrir et de couper le flux de gaz alimentant la veilleuse.
8. Tuyau de gaz phase gazeuse ou tuyau basse pression : alimente le circuit de la veilleuse.
9. Tuyau de gaz phase liquide ou tuyau de moyenne pression : alimente les brûleurs (principal ou silencieux).
10. Gicleur (ou injecteur) pour brûleur silencieux.
11. Gicleur (ou injecteur) du brûleur principal. Les gicleurs sont de nombre et de taille variables.
12. Veilleuse.
13. Support des injecteurs.
14. Vanne du brûleur silencieux.
15. Jauge de pression.

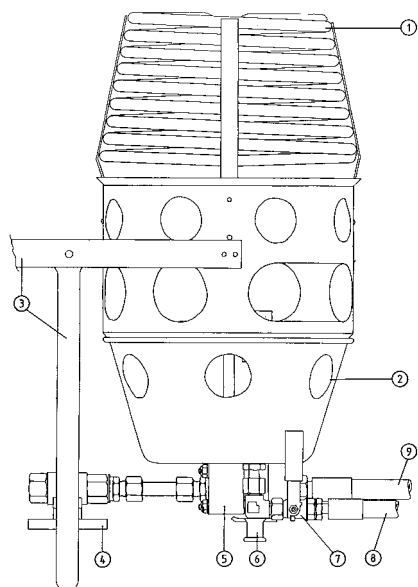


Figure 22 : Brûleur des années 80, vue de côté

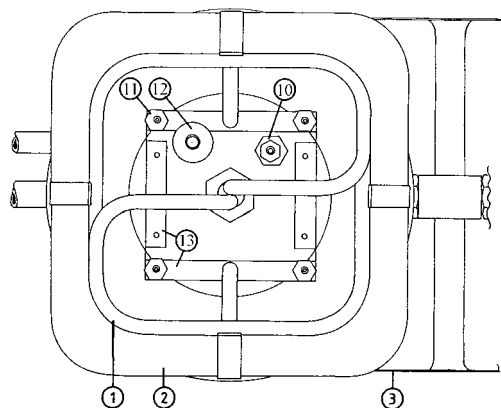


Figure 23 : Brûleur des années 80, vu de dessus

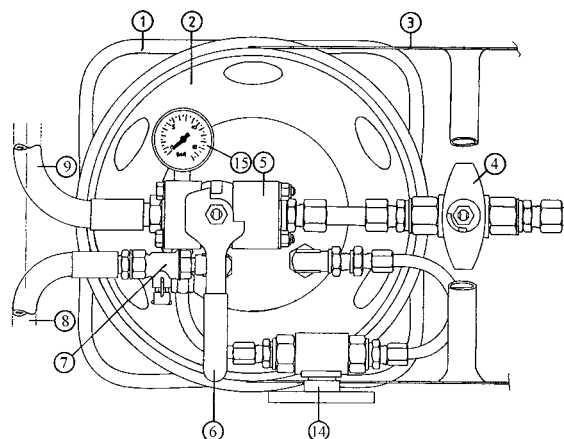


Figure 24 : Brûleur des années 80, vu de dessous



Photo de l'auteur

Figure 25 : Brûleur de 3ème génération (monobloc, cardan central)



Photo de l'auteur

Figure 26 : Détail sur le "monobloc" (disparition de la tuyauterie entre les vannes)

1.4.4 LES RÉSERVOIRS DE GAZ

Cette partie est largement développée dans le § 7.3.1 p 198.

Pour éviter d'avoir à changer les connexions aux cylindres en cours de vol, vous pouvez utiliser des raccords entre cylindres (raccords en T, ...).

1.4.5 LES AUTRES ÉLÉMENTS

Certains éléments tels les instruments sont présentés dans la section "instruments" § 6.1 p 170.

D'autres, tels les ventilateurs ou les véhicules de récupération vous seront présentés directement par votre instructeur.

1.4.6 EXISTE-T-IL D'AUTRES TYPES DE CONSTRUCTION ?

Oui, essentiellement en construction amateur, on rencontre des matériaux et des fabrications moins courants : nacelles pliantes en aluminium, enveloppes en film Mylar, cadres de charge circulaires, ... mais cela n'est pas fréquent.

Notons que quelques ballons sont équipés de nacelles spécialement aménagées et homologuées pour l'emport de passagers handicapés.

Au moins un constructeur propose des nacelles pliantes en osier, ce qui permet de réduire l'encombrement de stockage et de transport par voie aérienne.

Mi 1999, une nouvelle catégorie de ballons apparaît : des ballons de moins de 2 000 m³, motorisés et comportant deux places au plus. Ces ballons sont rattachés à la catégorie ULM et certains des règlements donnés dans ce manuel ne s'y appliquent pas.



Document X

Figure 27 : Nacelle pliante en vol



Photo de l'auteur

Figure 28 : La nacelle pliante (structure en aluminium) sans son entoilage

plus de pression (donc celui étant le plus chaud) à celui en ayant le moins. Le cylindre se vidant va alors se refroidir par détente, sa pression va diminuer pour égaler la pression du cylindre qui reçoit le gaz.

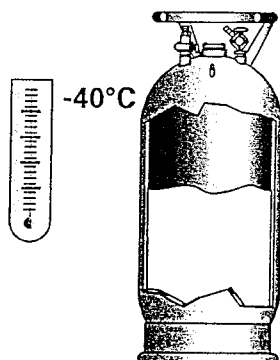
Si maintenant, on connecte deux cylindres portés à même température, il n'y a pas transfert de gaz. C'est l'équilibre. Si on ouvre une vis de purge de l'un des deux cylindres (ce qui correspond à faire un trou dans ce cylindre), la pression va légèrement chuter dans ce cylindre et un transfert de gaz va s'initier vers le cylindre dont la vis de purge est ouverte.

L'ouverture de la vis de purge a donc deux buts : créer la dépression nécessaire à provoquer un transfert de gaz, et vérifier le niveau de remplissage de la bouteille.

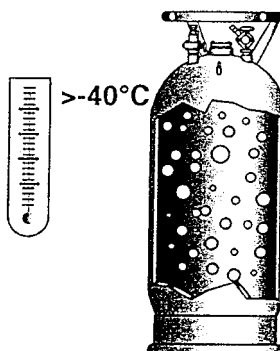
Il se peut que le cylindre à remplir soit plus chaud que le cylindre de réserve, et que malgré l'ouverture de la purge le cylindre à remplir se vide d'abord avant de se remplir. Nous en reparlerons en fin de § 7.3.2.3 p 202.

7.2.2.4 Point d'ébullition

Au-dessous de -40°C (la limite de -44°C étant celle du propane pur et non du propane commercial), rien ne sortira du cylindre, mais en pratique, cette limite n'est jamais atteinte en France (du moins au sol).



Au-dessus de -40°C , le liquide jaillira par la phase liquide. Cependant jusqu'à 0°C , la pression sera insuffisante pour un usage en montgolfière et il faudra soit chauffer le cylindre, soit le pressuriser (cf. § 7.3.4 p 205).



7.3 REMPLISSAGE DES CYLINDRES

Connaître les opérations de remplissage des cylindres.

En France, le transvasement de gaz liquide par des "non-professionnels" n'est pas autorisé. Cependant, les aéronautes bénéficient d'une tolérance et peuvent réaliser le plein de leurs bouteilles sans qualification particulière. Nous ne pouvons que vous conseiller de suivre un des stages "gaz" organisés par la FFA afin de mieux vous familiariser avec les procédures d'urgence liées à la manipulation du gaz.

7.3.1 PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS CYLINDRES

7.3.1.1 Les types de cylindre

Plusieurs types de cylindres sont utilisés à bord des nacelles de montgolfières. En général, les cylindres sont verticaux, mais certains ballons nécessitent des bouteilles horizontales (ballons monoplace "Sky-hopper", "cloud-hopper" ou ballons équipés d'office avec des bouteilles horizontales). Il est important de respecter la catégorie de bouteille nécessaire à votre ballon (sauf si vous utilisez des bouteilles acceptant les deux utilisations).

Le matériau des bouteilles est l'aluminium ou l'acier inoxydable. L'aluminium fut le premier matériau utilisé : les bouteilles WORTHINGTON ou LENNOX importées des Etats-Unis ont l'avantage d'être légères et peu coûteuses (produit de série aux USA). Leur masse à vide est d'environ 13 kg et la capacité de gaz est d'environ 21 kg. L'inconvénient de l'aluminium est de s'oxyder en présence de soude ou d'eau (cas du gaz mal épuré, lavé à la soude). La vie de ce type de cylindre sera limitée. Si le gaz en cuve est généralement propre, ce n'est pas forcément le cas pour du gaz stocké en P35.

Les bouteilles en acier inoxydable ne souffrent pas de cet inconvénient. En revanche, elles sont légèrement plus lourdes (densité 7,8 contre 2,7 pour l'aluminium). Les capacités standard sont de 20 kg, 30 kg et 40 kg (soit 40, 60 et 80 litres). Prendre de grosses bouteilles pour économiser du poids et de l'encombrement à bord de la nacelle peut paraître séduisant, mais si vous volez dans une région difficile d'accès, où vous risquez de vous poser loin des chemins, vous serez bien content d'avoir seulement des petites bouteilles à porter.

Actuellement, certains fournisseurs proposent des bouteilles en titane, qui ont l'avantage d'être légères et solides, mais plus coûteuses.

Différentes robinetteries existent. Les plus courantes en Europe sont : REGO (filetage rapide parallèle à très gros filet), TEMA (à cliquet) ou PARKER (à cliquet). Les systèmes à cliquet sont plus rapides à déconnecter mais parfois difficiles à connecter.

Rappelons que les cylindres sont identifiés individuellement (numéro d'identification, marques et date de fabrication).

7.3.1.2 Description des cylindres

Indistinctement du matériau ou de l'orientation d'utilisation, on distingue deux types de cylindres :

- les maîtres-cylindres qui possèdent une connexion en phase liquide pour le brûleur et une connexion en phase gazeuse pour la veilleuse,
- les cylindres qui ne possèdent qu'une connexion en phase liquide pour le brûleur.

Si votre brûleur fonctionne avec des veilleuses en phase liquide (ce qui est la tendance pour les nouveaux brûleurs), vous pouvez utiliser indistinctement des cylindres ou des maîtres-cylindres. En revanche, si votre brûleur utilise des veilleuses en phase gazeuse, vous serez obligé d'embarquer autant de maîtres cylindres que vous avez de veilleuses. Notez qu'une veilleuse consomme environ 0,6 kg à l'heure, soit 3% d'un cylindre de 20 kg de gaz.

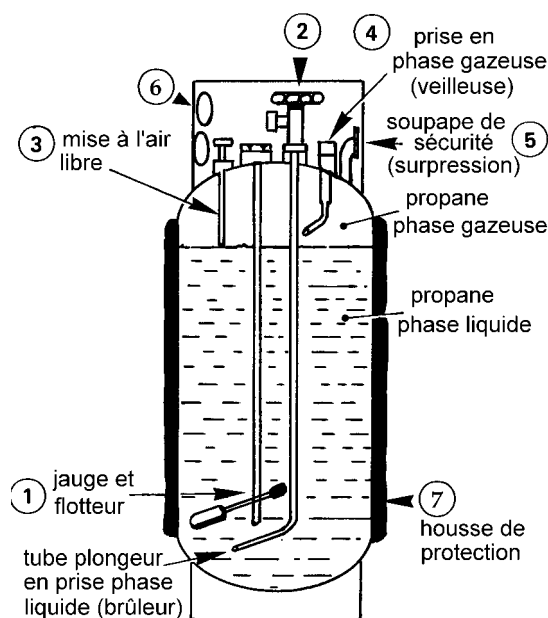


Figure 209 : Coupe d'un maître-cylindre

Un réservoir est cylindrique et fermé à ses deux extrémités par des calottes hémisphériques. Un cylindre vertical comporte :

1. une jauge de capacité de 2 à 30 ou 40% fonctionnant grâce à un flotteur. Cette jauge fonctionne sans liaison mécanique avec le flotteur, un aimant transmettant la position du flotteur. Cet ingénieux système présente l'inconvénient d'être fragile. Aussi recommandons nous de ne pas laisser tomber les bouteilles violemment sur le sol,
2. un robinet d'alimentation de la phase liquide, alimenté par un tube plongeur immergé dans la phase liquide,
3. une mise à l'air libre permettant le contrôle du niveau de remplissage,
4. une prise vapeur servant à l'alimentation de la veilleuse. La sortie du gaz est souvent réglée par un détendeur permettant de régler la richesse du mélange qui alimente la veilleuse. Si vous volez en altitude, pensez à enrichir l'apport en air¹²³ si votre veilleuse s'éteint intempestivement,
5. une soupape de sécurité s'ouvrant à 30 bars (environ) en cas de surpression,
6. un repère sur la partie haute de la bouteille, indiquant le positionnement à adopter pour que le tube plongeur puise dans la phase liquide lorsque la bouteille est couchée (phase de gonflement),
7. une housse de protection de 3 cm d'épaisseur, qui peut être remplacée en hiver par une housse chauffante.

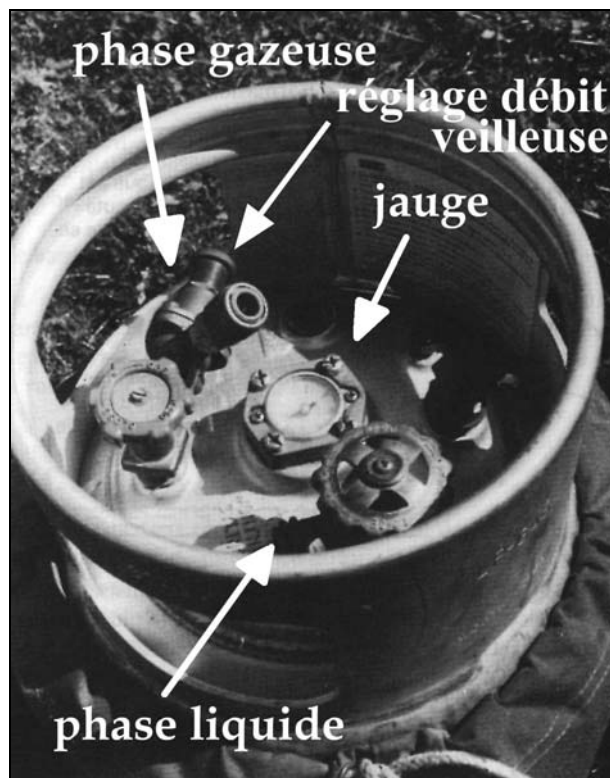


Photo de l'auteur

Figure 210 : Vue de dessus d'un maître-cylindre en aluminium de type WORTHINGTON

¹²³ Ou diminuer l'apport en gaz.

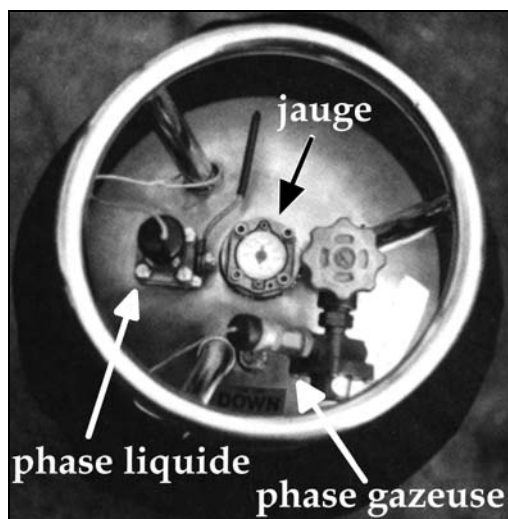


Photo de l'auteur

Figure 211 : Vue de dessus d'un maître-cylindre en acier Inox

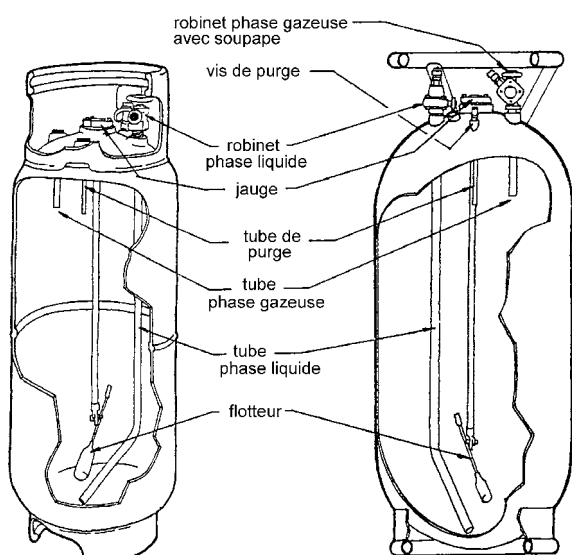
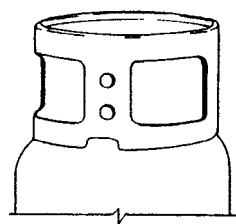
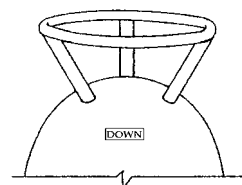


Figure 212 : Comparaison d'un cylindre en aluminium (à gauche) et d'un cylindre en acier Inox (à droite)

Pour repérer l'orientation correcte à appliquer sur un cylindre, un indice dépendant du type de cylindre vous aidera : les deux trous du cylindre en aluminium correspondent à l'étiquette d'un cylindre en acier Inox. Le côté portant ces repères devra être porté vers le côté de la nacelle qui sera contre le sol lors de la mise en place du ballon.



trous de repère d'un cylindre en aluminium



étiquette "DOWN" de repère d'un cylindre en acier inox

Il est essentiel de respecter cette orientation. Cette orientation rappelle la position des tubes coudés et si vous vous trompez, le brûleur consommera le propane en phase gazeuse. Rapidement, vous constaterez que votre brûleur ne chauffe pas beaucoup. Comme vous consommez en phase gazeuse, une importante détente aura lieu dans votre bouteille ce qui aboutira à un refroidissement donc à une baisse de pression. Le brûleur deviendra très rapidement inefficace alors que le ballon ne sera toujours pas debout.

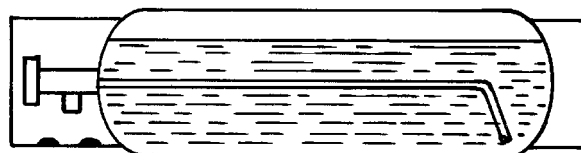


Figure 213 : Importance de l'orientation de la bouteille pour le gonflage : ici le tube plongeur aboutit bien dans la phase liquide

Un **cylindre horizontal** est légèrement différent : son tube plongeur aboutit dans la moitié où est connectée la robinetterie. Cette partie devra donc être orientée vers le sol lorsque la nacelle est horizontale.

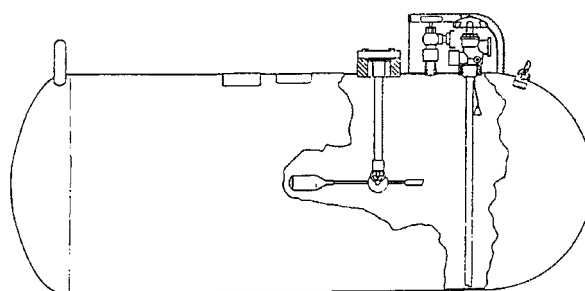


Figure 214 : Cylindre horizontal

Pourquoi lorsqu'on ouvre le robinet d'une bouteille le propane ne jaillit-il pas, étant donné les pressions mises en jeu ? C'est une question de sécurité : les robinets sont équipés d'un pointeau anti-retour actionné par un ressort. Ce n'est que quand on appuie de l'extérieur sur ce pointeau que le propane peut sortir. Aux États-

Unis, ce standard de sécurité n'est pas encore obligatoire¹²⁴ !

Pourquoi les jauges ne sont-elles graduées que jusqu'à 30 ou 40% et pas jusqu'à 100% ? Observez le schéma ci-dessous. Le diamètre du cylindre est trop petit au regard de sa hauteur pour permettre au flotteur de prendre un débattement suffisant et de pouvoir mesurer la présence de 0 à 100% du produit.

On se limite donc à une mesure de 0 à 30 ou 40%. Gardez donc à l'esprit que tant que l'aiguille est en butée, cela veut juste dire qu'il reste au moins 30 ou 40% de la quantité totale, mais cela ne veut pas dire qu'il en reste 100% !

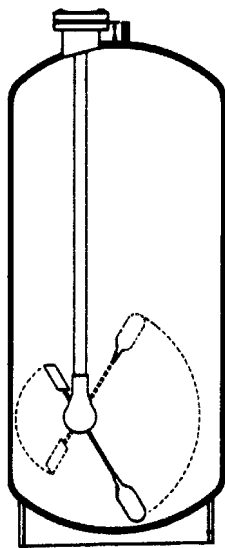


Figure 215 : Débattement de la jauge dans un cylindre vertical

7.3.1.3 Solidité, résistance à la pression

La pression d'utilisation des cylindres est fonction de la température. Elle varie autour de 6 bars, mais peut atteindre 10 bars en été, voire 15 bars dans des conditions de chaleur importante. Les cylindres sont donc éprouvés à 30 bars par les constructeurs de ballons. Une soupape, conçue pour s'ouvrir à 25 bars, protège le cylindre des surpressions. La pression d'éclatement d'un cylindre est d'environ 70 à 90 bars.

La durée de vie des cylindres en aluminium est de 30 ans (20 ans puis réépreuve prolongeant de 10 ans). Les cylindres en acier ont une durée de vie illimitée (sauf en cas de dommages).

7.3.2 LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT

S'il est un problème existentiel dans la vie de l'aéronaute arrivant à un meeting, c'est bien de savoir où se fait le plein, dans quelles conditions, s'il y a une pompe sur le camion, s'il faut apporter sa ligne, etc.

Selon l'organisation (gros ou petit meeting, lors d'un voyage), quatre sources de remplissage sont possibles :

- un camion équipé de pompe,
- une citerne équipée ou non d'une pompe, pressurisée ou non,
- des bouteilles de propane vendues dans le commerce (P35, P13, avec ou sans limiteur, C13),
- une station-service vendant du GPL pour véhicule.

Si vous volez à l'étranger, vous pouvez rencontrer des problèmes de raccord (standards différents). Renseignez vous avant de partir ou tablez sur la bonne organisation du meeting. Certains constructeurs de ballons proposent des kits de connexion avec tous les standards possibles. Ces raccords d'adaptation ne doivent jamais être utilisés pour voler, ils ne présentent pas la solidité suffisante.

Rappelons enfin que le code de la route français limite la masse maximale de gaz propane transportable à 350 kg (soit environ 17 cylindres de contenance 20 kg). Cette quantité est bien supérieure à la quantité nécessaire pour effectuer un vol "normal". Pour transporter une quantité supérieure, il faudra appliquer la réglementation en vigueur concernant le transport de matières dangereuses.

Le propane livré en cuve et en camion est plus propre et moins cher (hors coût de location de la cuve) que le propane stocké en bouteille P13 ou P35.

7.3.2.1 Le camion

La présence d'un camion lors d'un meeting est certainement la manière la plus confortable de réaliser ses pleins. La pompe permet de remplir les cylindres avec une pression suffisante. Lors d'un tel remplissage, vu la différence des pressions (15 bars en sortie de la pompe, 7 bars dans le cylindre), il est inutile d'ouvrir en grand la purge pour dégazer. **Ouvrez juste un peu la purge pour surveiller le niveau du remplissage et cela suffira.**

¹²⁴ Il le sera à partir de 2001.