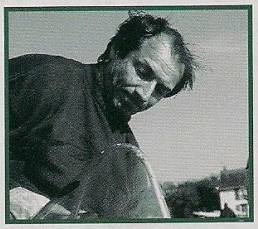
PAR MICHEL BARRY
Pilote professionnel, ingénieur aéronautique



Sécurité

L'avitaillement

Prenez toutes les précautions pour éviter le feu

L'avitaillement en carburant de nos avions (100 LL ou kérosène) est une opération à la dangerosité souvent sous-estimée. Les professionnels pétroliers desservent une partie de nos terrains et appliquent consignes et méthodes afin d'assurer le remplissage des réservoirs en toute sécurité. Mais, dans les stations où les pilotes se servent eux-mêmes, on assiste souvent à des avitaillements à haut risque. Bien que quelques avions aient malheureusement brûlé ainsi dans un passé récent, on peut s'étonner de ne pas déplorer davantage d'accidents.

Le remplissage des réservoirs d'un appareil est une procédure à part entière de la qualification ou du lâcher. Mais trop de pilotes se comportent avec leur avion comme avec leur automobile. La plupart du temps, ils ne sont pas conscients que les opérations d'avitaillement des deux véhicules ne présentent pas le même niveau de risque, notamment d'inflammation des vapeurs de carburant.

L'inflammation des vapeurs d'essence 100 LL est parfois très surprenante *(lire l'événement REC ci-contre)*. Après en avoir décrit les mécanismes, nous rappellerons les recommandations que la plupart d'entre nous connaissent bien mais n'appliquent pas toujours…

1 REC INFO

L'événement rapporté ici n'est pas survenu au cours d'une activité aérienne, mais lors d'opérations d'entretien d'un dépôt de carburant. Il semble opportun de le relater car bien des aéroclubs assurent eux-mêmes la gestion de dépôts de carburant plus ou moins sommaires. De plus, cet événement peut conduire à des remarques qui intéressent toutes les personnes qui manipulent ou qui utilisent une pompe à essence.

« Nos cuves à essence 100 LL sont vides car elles doivent être nettoyées et contrôlées par une entreprise spécialisée. Pour préparer cette opération, au moyen d'une pompe manuelle, nous transvasons dans un seau le carburant restant dans les fonds de cuve.

En cette après-midi d'été, le vent est faible et la température de l'ordre de 35 °C. Nous sommes trois personnes en plein air en train de filtrer le carburant du seau au travers d'une peau de chamois. A ce moment-là, une quatrième personne s'approche de nous pour bavarder. Soudain, elle s'embrase comme une torche. L'un de nous la plaque au sol pour tenter d'éteindre le feu. Deux collègues médecins prodiguent les premiers soins pendant que j'appelle les secours.

Nous avons essayé de déterminer les causes de cette inflammation. Il n'y avait ni flamme, ni cigarette, ni moteur en fonctionnement, ni téléphone mobile. La quatrième personne portait des vêtements en tissu synthétique. Elle était placée sous le vent de la filtration. Nous supposons que les vapeurs d'essence ont été portées par le vent vers cette personne et que, malencontreusement, la concentration essence/air convenait à une inflammation par un arc d'électricité statique.

De cet événement, nous avons retiré les leçons suivantes utiles pour l'avitaillement d'un avion :

- se placer si possible au vent des opérations ayant trait au carburant,
- éviter de porter des vêtements en tissu synthétique,
- conserver un extincteur à portée de main,
- vérifier la liaison équipotentielle lors de transfert de carburant.»

2 ANALYSE

A – Les mécanismes schématiques de l'inflammation de l'essence et des vapeurs d'essence.

Des définitions expliquent comment un hydrocarbure en phase liquide s'enflamme.

• La température du point d'éclair ou « point d'éclair »

Le point d'éclair représente la température au-dessus de laquelle les liquides inflammables ou combustibles commencent à dégager assez de vapeur pour être enflammés. Car seule la phase gazeuse ou « vapeur » d'un liquide peut s'enflammer.

Par exemple, l'essence ne s'évapore pas au-dessous de – 40 °C. Il est donc impossible de l'enflammer à – 50 °C.

Grâce à la notion de point d'éclair on classe les hydrocarbures en deux grandes familles :

- **les liquides inflammables :** point d'éclair inférieur à 100 °F (37,8 °C). Les carburants (essence 100 LL, kérosène) sont des liquides inflammables ;
- **les liquides combustibles :** point d'éclair compris entre 100 °F et 200 °F (37,8 °C et 93,3 °C).

• La limite d'inflammabilité

Même sous forme de vapeur, l'essence (combustible) seule ne peut brûler. Il faut que cette vapeur soit mélangée à l'air (comburant) en proportion donnée, puis mise en présence d'une source de chaleur ou d'énergie pour que le mélange puisse s'enflammer. *(Voir fig. 1 : Triangle du feu, ci-dessous).*

La fourchette à l'intérieur de laquelle l'inflammation est possible est relativement étroite : entre 1,4 % et 7,6 % pour l'essence (proportions entre les masses d'essence et d'air). Moins de 1,4 %, le mélange est dit « trop pauvre ». Plus de 7,6 %, il est dit « trop riche ».

• La température d'auto-inflammation

La plupart des carburants et des combustibles ont aussi la propriété de s'enflammer spontanément (même sans flamme ni étincelle) entre 220 °C et 550 °C. Pour l'essence, par exemple, la température d'auto-inflammation est de l'ordre de 380 °C. Pour les différents gasoils, elle est comprise entre 250 °C et 300 °C. Pour le kérosène, elle est de l'ordre de 220 °C.

Ce mode d'inflammation peut survenir accidentellement quand du carburant se répand sur des éléments très chauds comme les échappements ou les freins par exemple.

B – Les risques d'inflammation intempestifs au cours de l'avitaillement.

Dès que la température ambiante est supérieure à – 40 °C, des vapeurs se forment à la surface libre de l'essence contenue dans le réservoir qu'on doit ravitailler. A basse température, vers 10 °C, ces vapeurs mélangées à l'air ont peu de chance de s'y trouver dans la fourchette de richesse critique (1,4 % – 7,6 %).

Elles y sont plutôt présentes en proportion bien inférieure à la limite d'inflammabilité.

Au contraire, quand la température est plus élevée (25 à 30 °C), l'évaporation est plus intense et il est très facile de trouver dans les réservoirs, ou même à l'extérieur des réservoirs au moment où on les ouvre, des concentrations de 2 à 5 %, c'est-à-dire à l'intérieur des limites d'inflammabilité. La moindre étincelle, la moindre flamme peuvent enflam-

Figure 1 : Le triangle du feu
Pour produire un feu, il faut simultanément :
- un combustible
- un comburant
- une source de chaleur

Figure 2 : Ce panneau que vous trouverez apposé sur toutes les installations de distribution d'essence vous rappelle combien il est dangereux de jouer avec le feu !

Figure 3 : La liaison équipotentielle « FIRST IN, LAST OUT »
Dès le début de l'avitaillement, il faut relier électriquement la pompe et l'avion. La liaison équipotentielle est un fil que l'on déroule depuis la pompe et dont on connecte la pince à une partie de l'avion définie par le constructeur et décrite en général dans le Manuel de vol. Toute partie métallique de l'avion peut convenir sauf si elle est peinte, la plupart des peintures étant d'excellents isolants électriques. Et si vous ne voyez pas la pince du premier coup d'œil, cherchez-la ! (*Photo à gauche, dans le cercle*).

mer le mélange vapeur d'essence/air et très vite le réservoir puis l'avion tout entier.

Cette raison explique pourquoi lors d'un avitaillement il y a lieu d'éviter au maximum de produire des étincelles, en général dues à des décharges d'électricité statique, ou des flammes comme celle du briquet d'un fumeur.

A proximité des installations d'avitaillement, vous devez toujours vous sentir en zone dangereuse et vous y comporter en prenant toutes les précautions requises (*voir fig. 2*).

Il faut donc accepter de vivre l'avitaillement dans une atmosphère potentiellement inflammable ou explosive et ce, d'autant plus, que la température ambiante qui favorise l'évaporation est élevée (*cf. événement REC*).

La seule précaution efficace pour éviter tout risque d'inflammation est, après avoir écarté toutes les sources de flammes possibles, de lutter contre la survenue d'étincelles ou d'arcs électriques notamment ceux produits par l'électricité statique.

L'arc électrique ou l'étincelle survient lorsque deux corps, par exemple un avion et la pompe à carburant, ont des potentiels électriques différents. Les mettre en contact, au sens électrique du terme, équilibre leur potentiel un peu à la manière du tuyau qui relie deux vases communicants. Mais parfois leur différence de potentiel est tellement importante (plusieurs milliers de volts) que la charge électrique n'attend pas le contact pour passer de l'un à l'autre. Même si l'air est un bon isolant, il ne peut contenir l'importante différence des deux potentiels qui s'équilibrent à travers une étincelle (on dit aussi un arc électrique) dont l'énergie thermique est suffisante pour enflammer un mélange air/essence ni trop pauvre, ni trop riche.

La meilleure façon d'éviter que les potentiels électriques ne s'équilibrent dans une atmosphère explosive consiste à les équilibrer, avec ou sans arc, dans une zone neutre c'est-à-dire autour de l'avion avant d'avoir ouvert les réservoirs.

La fonction d'équilibre des potentiels pompe/avion est assurée par un conducteur électrique qui doit relier les deux protagonistes et équilibrer leur potentiel afin que plus aucun échange électrique (plus aucune étincelle) ne puisse se produire pendant l'avitaillement.

Il s'agit en général d'un fil électrique (liaison équipotentielle, *voir fig. 3*) qui sera connecté entre la pompe et la masse de l'avion (masse ou terre au sens électrique du terme) et doit impérativement rester connecté pendant toute l'opération d'avitaillement. « FIRST IN, LAST OUT » comme disent nos amis anglais.

Pas question, en effet, de croire que si les potentiels sont équilibrés au début du transvasement, ils vont le rester pendant tout le remplissage du réservoir !

Car l'écoulement d'un liquide peu conducteur d'électricité, comme le sont les hydrocarbures, génère des charges électriques qui pourraient localement produire des arcs en l'absence de liaison équipotentielle. C'est la raison pour laquelle les distributeurs de carburant introduisent des additifs conducteurs d'électricité dans le kérosène. Ainsi l'équilibre des potentiels électriques générés par les frottements du fluide dans le tuyau (comme lorsqu'on frotte une règle en plastique sur sa manche pour lui faire attirer des cheveux…), est mieux assuré et les risques d'étincelle ou d'arc sont réduits, on l'espère, à néant dans le tuyau.

C – Les consignes générales pour procéder à un avitaillement en essence avec le maximum de sécurité.

1. Mesures préventives ou précautions préalables

- Où sont les extincteurs ?
- Comment fonctionnent-ils ?
- Comment les identifier (poudre, CO_2) ?
- Où se trouve l'interrupteur d'urgence de la pompe ? (*voir fig. 4*)
- Vêtements plutôt en coton que synthétiques.

Ensuite, on se concentre sur la manœuvre de remplissage afin d'éviter de faire couler le carburant sur l'avion ou sur le sol. Les flaques d'essence sont très volatiles et facilement inflammables.

Comme on ne peut écarter « oxygène » et « combustible » (*référence au triangle du feu fig.1*) dont on ne connaît pas la concentration, on doit éviter les sources de « chaleur ».

- Pas de flamme à proximité de l'avion.
- Pas de moteur thermique en marche. Celui du camion ravitailleur est étudié pour !
- Pour limiter les risques d'étincelle :
  - liaison équipotentielle connectée pendant tout l'avitaillement ;
  - bien se renseigner sur le point recommandé pour fixer la pince à l'avion ;

PHOTOS : DR

Figure 4 :
L'interrupteur d'urgence de la pompe à carburant. Vous devez savoir où le trouver avant de procéder à l'avitaillement.

• vérifier en touchant avec le pistolet une partie métallique de l'avion, éloignée de l'orifice de remplissage, qu'aucune étincelle ne jaillit. Cette manœuvre présente aussi l'intérêt d'équilibrer localement les potentiels électriques si la liaison équipotentielle n'y était parvenue totalement ;
• ne pas procéder à l'avitaillement en cas d'orage menaçant ;
• éteindre les téléphones portables.

2. Mesures d'urgence. Et si le feu se déclare ?

- Couper immédiatement la pompe. Interrupteur d'arrêt d'urgence (*voir fig. 4*).
- Les pompiers conseillent d'attaquer immédiatement le feu avec l'extincteur à poudre (celui avec une lance, *voir fig. 5, à gauche*). Il doit en principe éteindre le feu naissant.
- Ensuite, si le feu n'était pas éteint dans les quelques secondes, la température s'élevant rapidement, il serait préférable d'utiliser l'extincteur contenant le dioxyde de carbone (CO_2, celui avec le tromblon, *voir fig. 5, à droite*).

Remerciements aux sapeurs pompiers qui interviennent sur les plateformes, sauvant nombre d'appareils de la destruction, et tout particulièrement ceux de Limoges qui nous ont aidés dans la réalisation de cet article.

Figure 5 :
Les deux types d'extincteurs pour attaquer un feu d'essence :
A gauche, l'extincteur à poudre, reconnaissable à sa lance, doit être utilisé au tout début du feu.
A droite, l'extincteur à dioxyde de carbone, reconnaissable à son tromblon, pour continuer d'éteindre le feu.