
	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE	
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
02/2015	Conseil Sécurité	Page 1/6

Rédacteurs : Jaouad Berrajaa/Jacques Loury

publié le 22 juillet 2015
révisé le 12 décembre 2020

Matériaux en composite, batteries au Lithium-ion, fortes chaleurs : risques et dangers !

Note : cette révision fait suite au témoignage **Fumée en vol et amerrissage forcé** (<https://vimeo.com/476228671>) présenté au Symposium Sécurité des Vols organisé par la DSAC le Jeudi 3 décembre 2020 - [Batteries Lithium : Anticiper le risque de feu à bord.](#)

La chasse aux kilos superflus est un passage obligé pour améliorer les performances des aéronefs : c'est ainsi que des **matériaux en composite** sont fréquemment employés et que divers systèmes mécaniques ou hydrauliques sont remplacés par des systèmes électriques, qui comme un bon nombre d'objets de notre vie courante ou nomade (ordinateur portable, téléphone, appareil photo, caméra) peuvent comporter des **batteries au Lithium-ion**.

Certains matériaux en composite impliquent le respect de limites de température, notamment à cause des modifications de leurs caractéristiques mécaniques dues à la présence de résine qui peut devenir « cassante » s'il fait très froid ou bien « se ramollir » s'il fait très chaud !

Les batteries au **Lithium-ion** (Li-ion) permettent de stocker une quantité d'énergie électrique par unité de masse (énergie massique) jusqu'à 5 fois supérieure à celle de batteries au Nickel-Cadmium (Ni-Cd) plus classiques. Cependant, les charges et décharges étant exothermiques, ces batteries présentent un risque de surchauffe, d'embrasement soudain et d'explosion avec libération de matières polluantes et d'une grande quantité de chaleur !

Ce conseil de sécurité a pour objet de rappeler quelques bonnes pratiques liées à l'emploi de ces technologies qui ne sont pas exemptes de risque ou de danger, notamment par **fortes chaleurs**.

Pour mémoire, sous le soleil et par fortes chaleurs, les performances et divers éléments constitutifs d'un aéronef et de son équipement de bord sont altérés : relire à ce propos les [Consignes et recommandations pour le stationnement d'un avion](#) ainsi que le [conseil sécurité d'avril 2011](#) : « [Les performances se dégradent avec les beaux jours !](#) »

Dans quoi trouve-t-on des matériaux en composite et des batteries Lithium-ion ?

Si les avions de notre flotte ne sont pas encore équipés de commandes électriques, d'un glass cockpit ou d'une batterie Li-ion, ils comportent divers sous-ensembles en « composite », qui pour certains sont des éléments structuraux.

Appareil photo ou caméra numérique, smartphone, iPad et autres tablettes ou « objets connectés » se retrouvent naturellement dans l'habitacle : ils sont pour la plupart alimentés en énergie électrique au moyen de batteries Lithium-ion !



Le Diamond DA20 est construit avec des matériaux en composite !

Le matériau de la structure du DA20 et notamment son longeron est un composite incluant de la résine époxy.

Le manuel de vol précise les limitations d'emploi par fortes chaleurs :

CHAPTER 2
OPERATING LIMITATIONS

2.17 TEMPERATURE LIMITS

CAUTION

**FOR AIRCRAFT WITH OTHER THAN WHITE
UNDERSIDES. PARKING THE AIRCRAFT OVER A LIGHT
COLOURED OR REFLECTIVE SURFACE IN
CONDITIONS OF BRIGHT SUNLIGHT, PARTICULARLY
AT HIGH OAT, IS NOT RECOMMENDED.**

Temperature limit of the structure for the operation of the airplane :

Maximum T/O Temperature : **131°F (55°C)**

Structural Temperature

CHAPTER 4
NORMAL OPERATING PROCEDURES

4.3 STRUCTURAL TEMPERATURE INDICATOR

A structural temperature indicator, installed on the spar bridge, indicates when the structural temperature limitation is exceeded (refer to Section 2.17). The indicator need only be checked if the OAT exceeds 38° C (100° F).

The indicator is accessed by lifting the flap between the two seat-back cushions. The indicator is visible through the cut out in the seat shell backs (see Figure 4.2).

At temperatures below the 55° C (131° F) limit, the indicator appears all red with a faint indication of "55" (° C). At temperatures exceeding the 55° C (131° F) limit, the indicator displays a clearly contrasting red "55" (° C) on a black background (see Figure 4.1).

...



Red "55" on black background indicates that structural temperature limit is exceeded. **Flight is prohibited.**



All red indicates that structural temperature is below limit. **Flight is permitted.**

En résumé :

- pas de vol en DA20 quand la pastille est noire !
- ne pas stationner l'avion en plein soleil des heures durant sans protection !

Le principal danger des batteries Lithium-ion



Des défauts de fabrication (notamment au niveau du séparateur entre anode et cathode) ou d'assemblage des éléments de la batterie, un mauvais fonctionnement du système de contrôle de sa charge et de sa décharge (pouvant favoriser la formation de cristaux de lithium ou « dendrites » propices à des courts circuits internes), un environnement d'utilisation contraignant (vibrations, chocs, température ambiante élevée, etc.) sont souvent à l'origine d'un emballement thermique (surchauffe).

Conseil Sécurité 02/2015	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 4/6
	Matériaux en composite, batteries au Lithium-ion, fortes chaleurs : risques et dangers !	

L'électrolyte des batteries au Lithium-ion (Li-ion) est un liquide corrosif, donc dangereux en cas de fuite, et qui chimiquement se dégrade voire se consume lorsqu'il atteint une température voisine de 75°C.

Le feu d'une batterie Li-ion est généralement très difficile à éteindre, voire impossible : il durera tant que l'électrolyte ne s'est pas entièrement consommé, et ceci que la batterie soit de grande ou de petite capacité énergétique.

Après des débuts chaotiques, le risque d'emballement thermique des batteries Li-ion est maintenant bien identifié et maîtrisé par les grands constructeurs aéronautiques : des procédures spécifiques de fabrication et d'intégration dans les systèmes électriques ainsi que des procédures de maintenance et d'opération sont en place pour le réduire.

Malheureusement, ces procédures ne s'appliquent pas aux objets de notre vie nomade, sauf pour certains appareils compacts et gourmands en énergie électrique.

Retour d'expérience

En réponse à la New intitulée "[Les méfaits des fortes chaleurs : une mise en garde de la Commission Sécurité de la FFA](#)" et diffusée le 07 juillet 2015, un pilote de notre aéroclub écrit sur la page « [C'est arrivé à l'ACAT](#) » du site web :

"Si je peux apporter un modeste retour d'expérience sur ce sujet :

Il y a deux semaines j'ai fait un vol en me servant allègrement de mon ipad et de l'application AirnavPro pour naviguer.

Or il faisait si chaud que ce brave iPad s'est mis en sécurité au milieu de mon vol en me disant qu'il avait atteint la température maximum d'utilisation et qu'il redémarrerait quand il aurait refroidit.

J'étais donc bien content d'avoir comme plan B la bonne vieille méthode à la carte papier".

Que faire en cas de surchauffe suspecte d'une batterie Lithium-ion ?

Comme indiqué, l'emballement thermique d'une batterie Li-ion peut dégénérer en incendie suivi d'une explosion !

Pour définir la conduite à tenir en pareille situation, il convient d'abord de connaître les trois étapes principales de cet emballement :

- 1) Un dysfonctionnement provoque une réaction chimique qui augmente la température interne de la batterie
- 2) L'augmentation de température favorise l'entretien de la réaction chimique qui produit encore plus de chaleur : c'est l'emballement thermique !



- 3) La température atteint un seuil qui déclenche des fumées, des flammes et peut conduire à l'explosion de la batterie.



Ci-contre ce qui reste d'un PC portable après avoir brûlé et d'un smartphone après l'explosion de sa batterie !



L'extinction d'un feu de batterie au Lithium-ion est très difficile, voire impossible : il faut donc tenter à tout prix de stopper l'emballement thermique qui a initié l'incendie !

D'où trois principes à appliquer en cas de surchauffe suspecte :

1-Ne jamais couvrir un appareil dont la batterie Li-ion est en surchauffe ...



2-Lutter contre l'augmentation de la température par tous les moyens disponibles : mettre l'appareil sur OFF, le ventiler et le tamponner avec une éponge humide ou un tissu humidifié (mouchoir, chemise en coton, etc.) au droit du compartiment où est logée sa batterie...



3-Si des flammes apparaissent et se propagent, tenter de les éteindre avec l'extincteur à main s'il est disponible (obligatoire si MTOW > 1200 kg) puis refroidir et confiner l'appareil



Conseil Sécurité 02/2015	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 6/6
	Matériaux en composite, batteries au Lithium-ion, fortes chaleurs : risques et dangers !	

Le 2^{ème} principe et le 3^{ème} renvoient à ce qu'indique en général le manuel de vol de nos avions à la section « Procédures anormales » (ou de secours et d'urgence), à savoir qu'en présence d'un incendie il faut lutter contre les flammes avec les moyens du bord !

Ci-après l'exemple du Robin DR46 :

Feu dans la cabine

Eteindre le foyer par tous les moyens disponibles (extincteur en option)

Pour éliminer les fumées, ouvrir à fond la ventilation

En cas de feu d'origine électrique ...

Son livret des procédures ([document ACAT](#)) contient l'item spécifique ci-après dans les **PROCEDURES D'URGENCE** :

FEU OU FUMEE NON LIE AU CIRCUIT ELECTRIQUE

Eteindre le feu en utilisant tous les moyens disponibles : extincteur, couverture, eau, etc.

Attention, si feu de matériel informatique portable :

- Le refroidir en l'arrosant abondamment ou le plonger dans un liquide (dans sac ou récipient étanche)
- Ouvrir en grand les aérateurs pour tenter d'éliminer les fumées
- **XPDR 7700, message PAN PAN (3 fois), etc.**
- Rejoindre l'aérodrome le plus proche.

En conclusion

L'utilisation ou la simple présence dans un avion d'objets de notre vie courante ou nomade dotés d'une batterie au Lithium est potentiellement dangereuse !

☞ **Pour réduire le risque, suivre les recommandations ci-après :**

- Sélectionner des appareils éprouvés et de bonne qualité ;
- Ne pas les emporter s'ils ne sont pas strictement nécessaires ;
- Les utiliser dans les conditions prévues par leur constructeur ;
- Les laisser à l'air libre, c'est-à-dire ne pas les enfermer dans leur étui (en général de couleur noire, ce qui n'arrange pas les choses !)
- **Ne pas les exposer au soleil ;**
- **Par fortes chaleurs les mettre sur OFF ;**

☞ **En cas d'emballement thermique de leur batterie :**

- Mettre l'appareil concerné sur OFF et le déconnecter de son dispositif de charge le cas échéant ;
- Appliquer à l'appareil concerné les 3 principes ci-dessus ;
- si nécessaire, suivre la procédure « Incendie en cabine » du manuel de vol ou lorsqu'un Livret des procédures est disponible, la procédure d'urgence

FEU OU FUMEE NON LIE AU CIRCUIT ELECTRIQUE.

En cas d'emport d'appareils avec batterie Li-ion, il est prudent d'avoir à bord **un extincteur, de l'eau, des gants de protection et un sac de confinement de taille adaptée.**

Les risques d'interférence avec l'avionique, les risques d'explosion et d'incendie, les actions en diminution de risque et les procédures d'urgence afférentes doivent être l'objet d'un item particulier des **Consignes de Sécurité fournies aux passagers.**