Chronique de novembre 2011

Interview de la rédaction TourMag (http://www.tourmag.com)
du Lundi 24 Octobre 2011

La foudre a frappé dix avions Finnair au dessus de la Finlande, la semaine dernière. Deux vols domestiques et un charter pour la Grèce ont préféré faire demi-tour sur Helsinki. Quels sont les risques encourus lorsqu'un appareil est frappé par la foudre ? Jean Belotti nous éclaire sur le sujet.

--- *** ---

TourMaG.com - N'est-il pas surprenant que dix appareils de la compagnie Finnair aient, le même jour, été frappés par la foudre, en Finlande ?

Jean Belotti : *Non, simplement parce que les avions concernés ont traversé la même zone orageuse, formée de cumulo-nimbus, ces énormes nuages qui s'élèvent très haut dans le ciel, en s'étalant sous forme d'enclume, que l'on voit très bien du sol.*

TourMaG.com - Ils ont donc été touchés par les éclairs émis dans ces dangereux cumulo-nimbus ?

J.B. : *Effectivement. Bref rappel. Les charges électriques existant dans l'orage créent des différences de potentiel entre le sommet, le centre et la base de l'orage.*
Lorsque cette différence est suffisamment importante, l'air entre ces différents niveaux n'est plus assez isolant et un éclair (claquage) se produit. La foudre alors générée peut se produire entre les différentes parties du nuage ou entre des nuages voisins.
Étant donné que ces couches sont plus près en général les unes des autres qu'elles ne le sont du sol, les premiers éclairs sont donc "intra-nuageux" et "inter-nuageux".
Étant donné que c'est l'avion lui-même qui déclenche les éclairs, il s'agit d'un foudroiement dit "déclenché". Ce sont ses parties pointues (avant, extrémités des ailes, etc...) qui amplifient le champ électrique et déclenchent une décharge, explique Pierre Laroche de l'ONERA (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales).
Il précise d'ailleurs qu'un phénomène similaire se produit sur terre avec les pics (pointe d'une église ou sommet d'une montagne) sous les orages.
Les pilotes en sont généralement avertis par la présence de "feux de saint Elme" apparaissant sur leur pare-brise ou une sorte de dague bleuâtre, plus ou moins longue, se formant sur le nez de l'avion, ce qui signifie l'imminence de l'éclair.
Retenons que c'est lorsque l'avion est à basse altitude, qu'il peut être frappé par la foudre "nuage-sol" (soit descendante, du sommet du nuage vers le sol, soit ascendante, du sol vers base du nuage). On dit qu'il s'agit d'un foudroiement dit "intercepté".

TourMaG.com - Ces cumulo-nimbus ne peuvent-ils pas être évités ?

J.B. : *Grâce à l'observation visuelle ou du radar météorologique de bord, ils sont évités systématiquement dès lors qu'ils sont isolés. Il suffit de faire un changement de cap pour le contourner avant de revenir sur la route initiale.*

En revanche, dès qu'ils sont nombreux et très rapprochés les uns des autres, ils forment une chaîne qui est traversée en passant entre les épicentres des cumulo-nimbus.

Ce faisant, on évite certes les très fortes turbulences, mais on se trouve dans une atmosphère fortement ionisée susceptible de déclencher des éclairs "inter-nuageux".

TourMaG.com - Alors est-ce dangereux ?

J.B. : *D'après les statistiques, un avion de ligne est foudroyé en moyenne toutes les 1.500 heures de vol, soit plusieurs fois par an.*

Dans les années 1980, un programme de recherche de la NASA avait envoyé un avion à travers 1.400 orages. Frappé à plus de 700 reprises par la foudre, l'appareil n'a pas subi de dégradations, mais les données ont montré que les éclairs pouvaient endommager les systèmes électroniques, ce qui avait permis d'imposer de nouvelles protections anti-tonnerre des systèmes électroniques.

On ne peut donc pas considérer que cela soit dangereux, d'une part parce que ce risque a été pris en compte dès la conception de l'avion (tous les avions doivent être certifiés "résistant à la foudre") et d'autre part parce que les avions de ligne sont faits en grande partie d'aluminium qui est un très bon conducteur électrique.

La foudre passe donc le long de l'extérieur de la cellule et continue sa course dans l'air. L'avion a donc fait fonction de "cage de Faraday" qui, comme vous le savez, protège des nuisances électriques et électromagnétiques extérieures et pour les avions, de la foudre.

En revanche, l'éclair pouvant momentanément éblouir le pilote pendant plusieurs secondes, il lui est recommandé de mettre ses lunettes de soleil, de s'isoler de l'extérieur en abaissant une éventuelle protection teintée devant le pare-brise et en allumant toutes les lumières du cockpit, ce que j'ai été amené à faire de nombreuses fois.

Cela étant, la tendance actuelle consistant à utiliser des matériaux composites (à base de carbone) utilisés pour alléger les coûts de fabrication en même temps que le poids des avions, il en résulte une diminution de l'effet "cage Faraday" du fuselage.

Cette vulnérabilité a été compensée par des matériaux métalliques, afin de cantonner et écouler la décharge électrique en cas de foudroiement, ce qui continue également à être pris en compte, actuellement et entre autres, par le CEAT (Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse de la DGA, Délégation Générale pour l'Armement).

TourMaG.com - Comment se manifeste l'effet de la foudre touchant un avion ?

J.B. : *L'arc de foudre a pu être photographié d'un hublot, sur un réacteur avant de balayer l'aile de l'avion. Des points d'impact sur le nez de l'avion ont souvent été constatés.*

Disons que l'effet de la foudre sur un aéronef peut se manifester, soit directement sur la structure, (dégâts mécaniques, perforations, antennes abîmées,…), soit indirectement (endommagements d'équipements électriques et électroniques).

Les circuits sont conçus pour éviter que les surtensions liées au champ magnétique du choc de la foudre ne détruisent des circuits.

Certains matériels sont protégés par des parafoudres et, protection supplémentaire, les systèmes électroniques sont installés en double, voire en triple.

C'est la raison pour laquelle, lors de la traversée une zone où des éclairs sont prévisibles, il est recommandé de couper, par exemple, une partie des installations radioélectriques.

TourMaG.com - L’explosion des vapeurs de kérosène ne peut-elle pas être déclenchée par la foudre ?

J.B. : *À ma connaissance, aucune explosion de ce type ne s’est produite sur des avions modernes. Cela étant, il est vrai que si une étincelle rencontre les vapeurs qui se dégagent au fil du vol, le réservoir peut exploser.*

Mais rassurez-nous, c’est la raison pour laquelle cela a fait l’objet de tests spécifiques et que "dans ce domaine, les normes aéronautiques sont bien plus strictes que pour les autres structures et bâtiments au sol" confirme Alain Rousseau (Président du comité scientifique de l’association "Protection Foudre"). Donc aucune crainte à ce sujet.

TourMaG.com - Quelles sont les vérifications qui sont effectués au sol ?

J.B. : *Une inspection externe complète est faite dès lors que le CRM (Compte-Rendu Matériel) indique que l’avion a traversé une zone d’orages et que l’avion a été frappé par la foudre.*

En revanche, très souvent, l’équipage ne s’est même pas rendu compte des effets de la foudre et ce sont les équipes chargées de l’entretien au sol qui relèvent les traces du foudroiement, comme par exemple : impacts de quelques millimètres, destruction de capteurs, etc..., tous constats considérés comme mineurs, car ne remettant pas en cause la sécurité des vols.

TourMaG.com : Ya-t-il déjà eu des accidents d'avion, suite à la foudre ?

J.B. : *Il y a eu un accident grave, il y a plus de cinquante ans. La cause ne peut se reproduire, les améliorations appropriées ayant été apportées.*

Quant aux cas récents d’avions ayant été frappés par un éclair "nuage-sol" après leur décollage, leur décision de se reposer a été probablement justifiée par l’existence d’un dysfonctionnement et le souci d’effectuer les vérifications et réparations éventuelles.

— *** ---