

MEMO VOLCAN *pour les pilotes*

La folle semaine de fin avril semblait derrière nous et nous devons être tranquille pour 150 ans, moyenne des colères de l'Eyjafjoll et le volcan voisin Katia se tenait tranquille. Seulement voilà, c'était oublier que la dernière éruption du siècle dernier avait durée plus de 6 mois entrecoupée de périodes d'accalmies. Personne ne peut se contenter des procédures actuelles, qui se sont montrées inadaptées et nous vous proposons de faire un premier point sur ce qui nous semble important en tant que pilote.



LES VOLCANS

Il se produit une soixantaine d'éruptions par an dont une dizaine affectant l'aviation. Nous avons répertorié la carte des volcans à droite et plus proche de nous, ceux affectant l'Europe. On constate que les volcans les plus actifs se situent principalement sur la séparation de deux plaques tectoniques, ce qui est le cas des volcans Islandais. Rappelons les principales éruptions.

Éruption strombolienne ou Etna

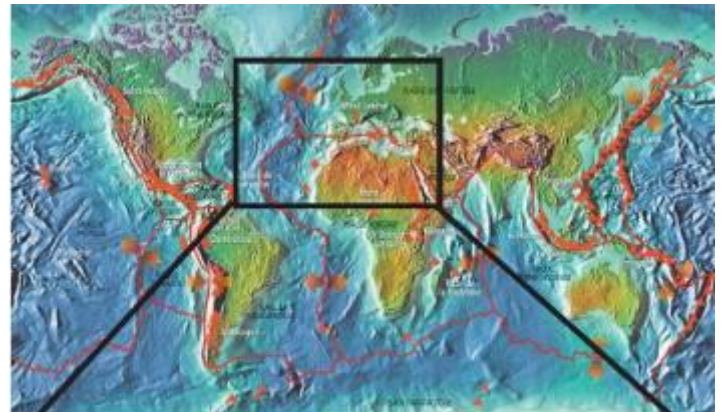
Style intermédiaire entre les types hawaïen et vulcanien, le type strombolien émet des laves moyennement fluides sous forme de coulées et des scories projetées par des explosions fréquentes. Un nuage de cendres peut s'élever à quelques centaines de mètres de hauteur. La dangerosité dépend de la proximité des implantations humaines.

Ainsi le danger pour l'aviation des volcans italiens est facilement contournable par une zone limitée des cendres et l'émission de notam de leur activité est fréquente mais non pénalisante pour nous.

Éruption plinienne type Islande

Dans ce type d'éruption, la lave est extrêmement pâteuse car très riche en silice. Les gaz volcaniques ne pouvant se libérer, la pression augmente dans la chambre magmatique et produit des explosions qui pulvérisent la lave et parfois le volcan en projetant des cendres à des dizaines de kilomètres de hauteur, atteignant ainsi la stratosphère.

Le panache volcanique retombe en général sous son propre poids et dévaste les flancs du volcan à des kilomètres à la ronde. La présence de nappes phréatiques sur le chemin de la lave augmente le risque explosif et la dangerosité de ces volcans.



Ces volcans sont les plus pénalisants pour l'aviation et quand le nuage est sensé recouvrir l'Europe, autant dire que l'étude de la densité des cendres et de leur impact est primordial pour préserver le secteur d'activité du transport aérien.

En ce qui concerne les volcans d'Auvergne, l'activité volcanique la plus récente s'est produite près de Besse-en-Chandesse et on la situe vers 4040 avant notre ère... de quoi laisser venir.

LES RISQUES AERIENS ASSOCIES AUX CENDRES VOLCANIQUES

Les nuages volcaniques sont composés d'un mélange de micro particules de silice de quelques microns à quelques dixièmes de millimètres en forme de bris de verre, de composés métalliques pour la partie solide et de dioxyde de soufre et de chlore ainsi que de vapeur d'eau pour la fraction gazeuse. Ces composés sont à l'origine de l'abrasion et de l'oxydation constatée.

La température de la chambre de combustion (1400 à 2400°C) est nettement supérieure à celle de fusion de la silice (1100°C), les particules fondent en traversant la chambre de combustion et se solidifient à nouveau sur les aubages des distributeurs de la turbine haute pression ainsi que sur les parois de la chambre de combustion. Cette réduction de la section de passage de l'air perturbe la combustion et augmente la pression de la chambre de combustion et des derniers étages du compresseur. Ceci entraîne un pompage voire une extinction GTR.

Listons Les dégâts relevés sur Les avions ayant rencontrés ce type de situation :

- Pare-brises abrasés.
- Extinction réacteurs .
- Contamination des réservoirs de carburant.
- Contamination des sondes de TAT,
- Contamination des tubes pitots, prises statiques, des sondes d'incidence.
- Contamination des circuits de conditionnement d'air conduisant à leur obstruction puis à une perte d'équipements électronique par surchauffe.
- Fausses alarmes incendie
- Perte de communications VHF et HF due à l'effet « cage de Faraday » à l'intérieur du nuage et à l'érosion des antennes.

Pour tous ces cas, les centaines d'avions concernés sont rentrés dans le nuage volcanique avec une densité plus

proche de 2g/m3, ce qui Le rend visible à l'oeil du pilote.

Dans le cas de l'Eyjafjoll, la densité du nuage sur l'Europe était trop faible pour le rendre visible mais la question se pose de savoir si le vol d'une durée courte dans un nuage dense est aussi pénalisant qu'un vol de durée prolongé dans une densité plus faible.

Exemples concrets:

- 24 Juin 1982 : Mont Galunggung (Indonésie) : un 747-200 de BA éteints ses 4 GTR au niveau 370.

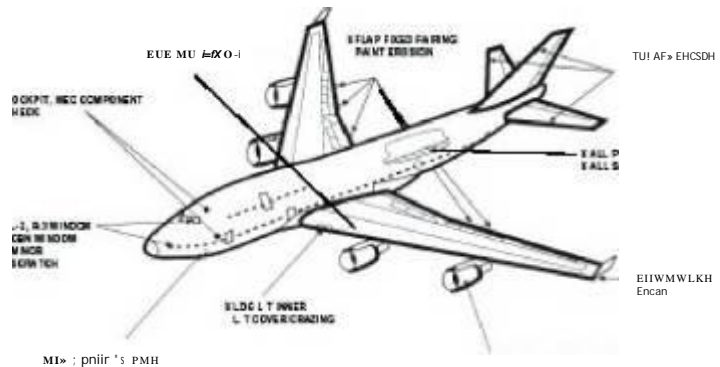
Rallumage de 3 GTR au niveau 130. Pare-brise abrasé. Trois semaines plus tard, un 747 de Singapore traverse le nuage avec extinction de 2 GTR sur intervention équipage.1

- Avril 2010 : des F-18 Finlandais pénètrent dans le nuage de cendres de l'Eyjafjoll. Dégâts constatés sur les aubes compresseurs, vitrification des chambres de combustion et premiers étages turbines.

Zone particulièrement sensible de l'avion.

Il faut savoir que les particules se fixent plus facilement sur les parties graisseuses de l'appareil. Après un vol d'essai, c'est donc, avec les moteurs, le train et les commandes de vol qui sont inspectés pour relever des traces de cendres.

En Russie, la mécanique badigeonne les bords d'attaque de graisse pour s'en servir comme capteurs à particules...



Les Volcanic Ashes Advisories Center (VAAC)

Ces centres ont chacun leurs zones de compétence. Il y a deux centres qui ont géré les éruptions du volcan Islandais : L'UK et Météo France.

Les consignes pour ces centres sont de déterminer des zones que les avions doivent éviter de survoler

Pour faire simple : 0 densité de particules.

En pratique moins de 2 micro grammes / m3.

La seule règle évoquée par l'OACI est l'évitement de la zone décrite par le VAAC quelle que soit la concentration.



Pour arriver à déterminer les zones incriminées, il n'y a que la modélisation mathématique sauf à installer des ballons sondes un peu partout sur la planète comme cela se passe pour les bouées de relevés marines.

Ainsi, quand l'ETNA est en éruption, c'est une zone «large» de contournement qui est définie mais dans le cas de l'Islande, la zone à éviter c'était toute l'Europe. Cas inédit.

Météo France travaille avec le même modèle mathématique que les anglais. Ces cartes sont établies à partir d'un modèle unique de comportement des aérosols élaboré après l'accident de Tchernobyl. Pour la densité, les seules mesures conduites en Grande-Bretagne seraient des analyses par radar Lidar (radar laser émettant des impulsions lumineuses) qui ne permettent pas de mesures fiables de densité des poussières.

En France, Météo-France dispose d'un modèle qui permet d'étudier la diffusion des pollutions à grande échelle baptisé Mocage (dont il existe une version Mocage-acci-dent dédiée aux sources ponctuelles de pollution).

En éditant les premières cartes VAAC fin avril, il n'y avait qu'une zone indiquant la présence «théorique» de particules. Cette zone était tellement large que toute l'Europe fut touchée : situation inédite.

Rapidement le décalage entre la situation constatée visuellement, le compte rendu des vols d'essais et la pression politique conduit Eurocontrol à éditer des cartes comportant une deuxième zone «noire», celle où la densité est comprise au-delà de 2 mg / m3 et interdite au vol.

Cette zone a permis la reprise des vols, d'abord au-travers des «Corridors» jusqu'au FL 200 puis librement le lendemain.

Lors de la deuxième éruption de la semaine dernière, une troisième zone a été déterminée : la zone tampon de 40 nm autour de la zone «noire».

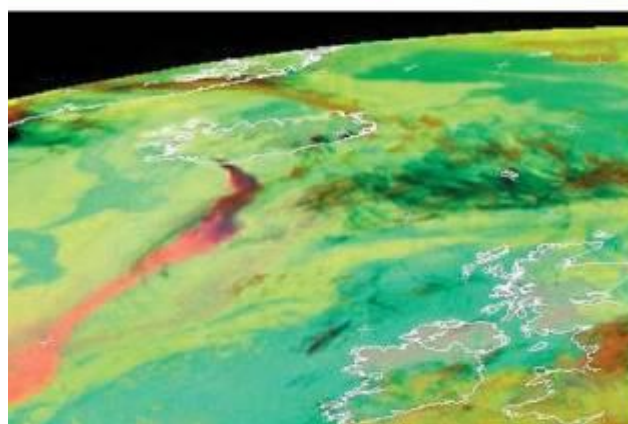
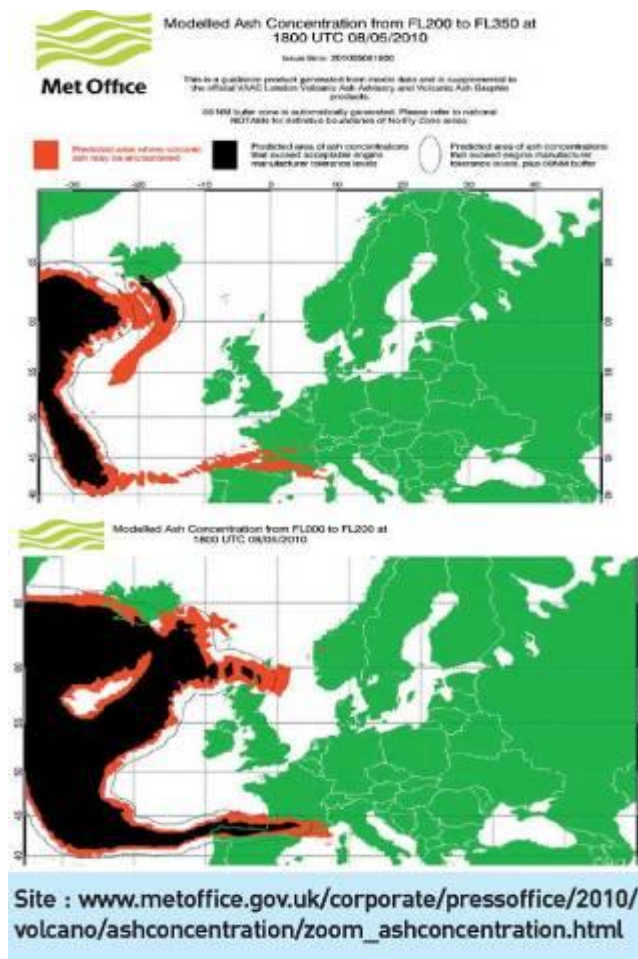
Sur la base de cette carte, les terrains portugais et espagnols furent fermés.

Néanmoins, cette zone noire «mathématique» ne correspondait pas non plus à la réalité **comme nous pouvons le voir sur la carte satellite prise quelques heures plus tôt.**

Une campagne d'essai en vol a donc été reprise en France avec l'autorisation de la DGAC samedi dernier dans le sud de la France. Aucune particule n'a été relevée sur l'appareil et un boroscopage fut effectuée.

La DGAC n'ayant pas fermé l'espace aérien français, Air France a donc décidé que seuls les vols de jour et en VMC seraient possibles dans le sud de la France après les vols d'essais. Cette procédure n'est que provisoire et devrait évoluer avec l'expérience.

Cette décision n'est pas aberrante à condition que les équipages soient partie prenante dans le processus de décision et de validation des vols tests. Les PIREP doivent être exploités au plus



Nuage Volcanique en rouge

près et la situation actuelle ne doit pas être banalisée, nous rappelant que les cendres volcaniques sont un véritable danger.

Cette situation nous rappelle que l'aviation n'est pas une science exacte et qu'il existe encore un esprit pionnier dans notre corporation, ce qui rend notre métier toujours aussi passionnant. Face à un esprit que nous critiquons souvent comme notariale ou technocratique, le pragmatisme semble prendre le dessus et il faut se rappeler que dans le pacifique, les éruptions type hawaïennes sont fréquentes et pourtant des avions volent tous les jours dans cette «ceinture de feu».

Il serait intéressant de savoir comme le VAAC de Washington gère cette zone.

LES DIFFERENTES RESPONSABILITES

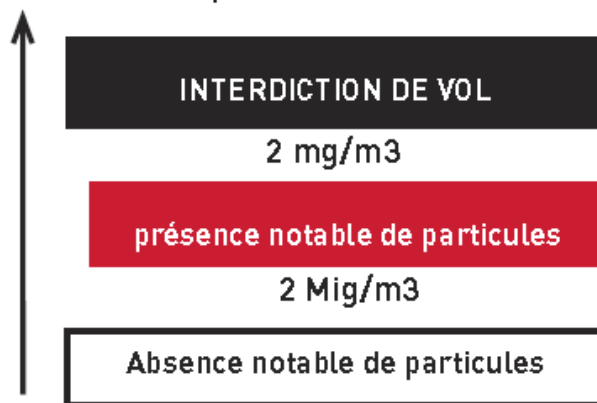
ADMINISTRATIVES ET POLITIQUES

Tout comme la crise financière avec la Grève où l'Europe a enfin pris l'initiative de se doter d'un fonds de soutien au pays en difficultés, lors de l'épisode du nuage Islandais, la multitude des organismes aériens a failli conduire l'aviation dans une impasse.

Chacun a découvert les VAAC avec chacun sa zone, Météo France et ses sondes (ainsi que son avion) non équipées pour mesurer une densité, les CAA, Eurocontrol, les ministères et les compagnies aériennes. Que doit on retenir :

- *Il est urgent de se doter d'une entité capable de coordonner ce genre de problème. Dans un premier temps, une cellule de crise européenne s'avère vitale et son coup marginal par rapport aux pertes financières journalière du secteur.*
- *Des équipages doivent être formés plus formellement aux vols tests.*
- *Les cartes VAAC doivent être affinées avec des zones exploitables pour l'analyse des pilotes.*
- *Météo France (et le CNRS) doit s'équiper pour ce type de risque.*
- *Des procédures de visites journalières et de maintenance doivent être mises en oeuvre.*
- *Air France doit se doter d'un Hub ou deux de secours, géographiquement espacés pour permettre une zone de repli d'urgence*
- *Une réflexion européenne doit être menée pour permettre éventuellement, en période volcanique, l'installation de ce Sa-*

Densité des particules



fetyHUB dans un pays tiers. Le problème des droits de trafic intercommunautaire reste entier.

Seuil critique de densité

Le 19 avril 2010, La commission européenne définit un seuil acceptable de concentration de cendres dans l'air. Trois seuils ont été établis :

. Le premier de 2 millièmes de gramme de particules par mètre cube correspond à des conditions normales.

.Entre ce seuil et 2 milligrammes par mètre cube, les industriels estiment que les avions peuvent continuer à voler, mais sous surveillance.

.Au-delà de 2 mg, les avions doivent rester au sol.

Les seuils de tolérance devraient fort probablement être revus en fonction de l'expérience acquise.

VOLS D'ESSAIS

Certaines compagnies aériennes ont entamé des vols tests dès le 17 avril dans la zone des cartes du VAAC.

LH et KLM en premier, puis AF le 18.

En ce qui concerne Air France, ces vols ont été effectués par des pilotes de La compagnie.



Du côté de Météo France Suite à La reconfiguration des avions ATR-42, Les équipes scientifiques françaises ont procédé à un premier vol scientifique Le 20 avril.

L'objectif de ce vol était de détecter La présence de particules, d'avoir une idée de Leur taille et leur concentration.

Suite à ces vols, une inspection a été effectuée. Les équipages n'auraient pas rencontrés Les phénomènes connus Liés à la pénétration dans le nuage de cendres. Cette inspection consistait en une endoscopie de la chambre de combustion et de la turbine HP ainsi qu'une inspection visuelle.

«Forte de cette expérience», la DGAC «maintient donc l'espace aérien et les aéroports français ouverts».

Lu dans la presse : vol d'évaluation

Samedi, AF a effectué un vol d'évaluation à vide entre Roissy et les Pyrénées. «L'inspection approfondie n'a montré aucune anomalie (traces de cendres ou autres) ni sur l'avion, ni sur le moteur », a ajouté la DGAC dans un communiqué.

«Forte de cette expérience», la DGAC «maintient donc

Conclusions :

Toutes Les particules ont été détectées dans La couche limite atmosphérique sous 6000 ft. Leurs concentrations estimées sont inférieures à 20ug/m³ en général, les valeurs les plus importantes restant inférieures à 80 ug/m³.

Le LIDAR d'Orsay a validé ces données.

l'espace aérien et les aéroports français ouverts».

Le nuage de cendres issues du volcan islandais Eyjafjöll se trouvait dimanche matin au-dessus du sud de la France, de la Suisse et du nord de l'Italie, où des aéroports ont été fermés.

Eurocontrol, l'agence de sécurité de la navigation aérienne a annoncé s'attendre à de nouvelles perturbations