



Rapport final de la Commission fédérale d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'avion Robin DR 400/180S HB-KAT

survenu le 2 mai 1986

à Bellevue/GE

ZUSAMMENFASSUNG

Nach einem Flug von Annemasse nach Genf erhält der Pilot vom Kontrollturm die Bewilligung, eine Linksvolte auf die Piste 23 des Flughafens Genf durchzuführen und unmittelbar nach einer landenden DC-9 in den Endanflug einzudrehen.

Zeugen beobachten, wie sich das Flugzeug HB-KAT im Endanflug stark anstellt und nach einer halben Rolle senkrecht abstürzt.

Die drei Insassen werden tödlich verletzt, das Flugzeug wird zerstört.

URSACHE

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

- Verlust der Kontrolle im Endanflug wegen
- Randwirbeln eines Linienflugzeuges, auf das der Pilot zu nahe aufgeschlossen hat.

Zum Unfall hat beigetragen:

unzweckmässige Flugtaktik.

L'enquête et les rapports d'enquête n'ont pas pour objectif d'apprécier juridiquement les circonstances de l'accident (article 2, alinéa 2, ordonnance du 20 août 1980 concernant les enquêtes sur les accidents d'aviation).

0. SYNOPSIS

0.1 Sommaire

Le vendredi 2 mai 1986, le pilote rentre d'un petit voyage en France à bord de l'avion de tourisme Robin DR 400/180S HB-KAT, accompagné de ses parents. S'annonçant en approche vers l'aéroport de Genève, il reçoit l'autorisation d'entrer dans le circuit de piste 23 à main gauche, puis de virer en finale immédiatement derrière un DC-9 à l'atterrissage.

Des témoins observant l'avion HB-KAT en finale le voient se cabrer et effectuer un demi-tonneau avant de s'écraser verticalement au sol à 1750 h *).

Les trois occupants sont tués et l'avion est détruit.

Cause

L'accident est dû:

- à une perte de contrôle en approche finale provoquée par
- les turbulences de sillage d'un avion de ligne suivi de trop près.

Facteur ayant contribué à l'accident:

tactique de vol inadéquate.

0.2 Enquête

L'enquête préliminaire, menée par M. Jean Overney, a été close le 18 juin 1987 par la remise du rapport du 27 avril 1987 au président de la commission.

1. FAITS ETABLIS

1.0 Préliminaires

Le vendredi 2 mai 1986, le pilote invite ses parents à un petit voyage en avion de tourisme. Le vol doit les conduire de Genève à Annecy, puis à Annemasse avant le retour à Genève. A cet effet, il a réservé la veille l'avion Robin DR-400/180 Régent HB-KAT et fait ajouter 90 litres d'essence.

*) Tous les temps en heure locale (UTC+2)

Le décollage de l'aéroport de Genève à destination d'Annecy a lieu à 15 h. Après une courte escale, le pilote et ses passagers décollent à nouveau à destination d'Annemasse, d'où ils repartent vers 1730 h pour Genève.

1.1 Déroulement du vol

Lorsque le pilote s'annonce vers 1745 h sur la fréquence radio de la tour de contrôle de l'aéroport de Genève, un orage est en train de passer et le vent souffle par rafales. Le pilote reçoit l'autorisation de se rendre sur l'un des points d'entrée du circuit d'approche, dans le cas particulier le bâtiment de l'ONU, et de rejoindre par la suite le vent arrière main gauche pour la piste 23. On lui signale en outre qu'il est numéro deux pour l'atterrissage.

A ce moment, le vent souffle de 220° - soit pratiquement dans l'axe de la piste - à 20 noeuds.

Après confirmation par le pilote des différentes consignes, le contrôleur du trafic aérien lui demande s'il a le numéro un en vue, en courte finale par le travers du Robin. La réponse étant affirmative, il lui donne l'autorisation de virer en finale derrière le numéro un, un DC-9.

Des témoins observent le HB-KAT en base et en finale à très faible hauteur par rapport aux autres avions légers approchant l'aéroport et très près de l'avion de ligne.

Le contrôleur propose au pilote de se poser sur la piste en herbe s'il estime qu'il suit de trop près le DC-9, mais ne reçoit pas de réponse.

Des témoins voient le Robin en finale à une hauteur approximative de 200 pieds se cabrer brusquement et effectuer un demi tonneau puis s'écraser verticalement au sol.

Les trois occupants sont tués et l'avion est détruit.

L'accident s'est produit à 1750 h, à quelque 1'400 m du seuil de piste et à environ 50 m à droite de l'axe de la piste.

Coordonnées: 123'750/499'700; altitude: 408 m (Carte nationale de la Suisse 1:50'000, feuille No 270 Genève).

1.2 Tués et blessés

Les occupants ont été mortellement blessés.

1.3 Domages à l'aéronef

L'avion a été détruit.

1.4 Autres dommages

Lors de l'impact, l'avion a légèrement endommagé un champ, qui a été de plus contaminé par de l'essence échappée du réservoir. Les opérations de secours et d'évacuation ont causé des dommages plus importants aux champs.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

+ Citoyen suisse, né en 1946.

Licence de pilote privé, établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 9 mars 1984, valable jusqu'au 30 septembre 1986.

Le pilote avait obtenu une licence française de pilote privé le 16 juillet 1981.

Extensions: radiotéléphonie UIT du 9 mars 1984
vol CVFR du 14 juin 1985

Expérience de vol

Au total 485 heures, dont environ 250 heures sur le type en cause; dans les 90 derniers jours; 5 heures, dont 2:20 h sur le type en cause. Une grande partie de l'expérience aéronautique était acquise à l'aéroport de Genève.

Début de la formation aéronautique le 7 février 1982.

Dernier examen médical le 16 septembre; résultat: apte avec restrictions (doit porter des verres correcteurs et avoir sur lui une paire de lunettes de rechange).

1.5.2 Passagers

+ Citoyen suisse, né en 1916 (père du pilote)

+ Citoyenne suisse, née en 1914 (mère du pilote)

Sans expérience ni licence aéronautique.

1.6 Avion HB-KAT

Type:	DR 400/180S
Constructeur:	Avions Pierre Robin, Dijon
Caractéristiques:	Monomoteur quadriplace à aile basse, avec train d'atterrissage tricycle fixe
Année de construction et numéro de série:	1985/1691
Moteur:	Avco-Lycoming 360-A3A de 132 kW (180 ch)
Hélice:	Sensenich 76 EM 8S5-0-64 à pas fixe

Certificat d'admission à la circulation:	établi par l'OFAC le 11 septembre 1985, valable jusqu'au 31 mars 1988
Certificat de navigabilité:	établi par l'OFAC le 11 septembre 1985
Champ d'utilisation:	exploitation privée non commer- ciale, VFR de jour, VFR de nuit
Propriétaire et exploitant:	Club aéronautique Swissair, Genève
Heures de service:	296 (cellule, moteur et hélice)
Travaux périodiques:	Dernier contrôle de 100 h: 29 septembre 1985, à 201:10 h de service. Dernier contrôle de 50h: 25 janvier 1986 à 298:50 h de service. Dernier examen de l'état par l'OFAC: 6 juin 1985.
Masse et centre de gravité:	Masse maximale au décollage: 1100 kg; au moment de l'accident: environ 970 kg. Le centre de gravité se trouvait dans les limites prescrites.
Endurance:	La quantité de carburant emportée lors du décollage de Genève était largement suffisante pour le voyage effectué.

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Selon le rapport de l'Institut suisse de météorologie, centre de Genève (extraits)

I. Situation météorologique générale

Anticyclone centré sur le sud de la mer Baltique et recou-
vrant toute l'Europe continentale.

II. Situation locale

	1520 TU	1550 TU	1620 TU
Vent:	050 ^O , 4kt	230 ^O , 20 kt	220 ^O , 14 kt MAX 27 kt
Visibilité:	8 km	10 km ou plus	10 km ou plus
Temps significatif:	brume sèche	orage	orage
Nuages:	1 Cb 4000 ft/sol 3 Cu 5000 ft/sol 4 Ac 8000 ft/sol	1 Cb 3500 ft/sol 5 Cu 4000 ft/sol 7 Ac 8000 ft/sol	1 Cb 4000 ft/sol 5 Cu 5000 ft/sol 7 Ac 9000 ft/sol
Température:	21 ^O C	18 ^O C	16 ^O C
Point de rosée:	5 ^O C	7 ^O C	7 ^O C
QNH:	1001 hPa	1012 hPa	1012 hPa
QFE:	962,3 hPa	963,3 hPa	963,3 hPa

La turbulence devait être modérée à forte au voisinage du sol au moment de l'accident (orage). L'orage a duré de 1530 h à 1700 h TU et la première rafale de 27 kt s'est produite à 1530 h TU.

METAR Région désirée: SA LS

021550 Genève LSGG 23020 9999 95TS 1CB035 5CU040 7AC080 18/05

Selon la transcription des communications radio au moment de l'accident, le contrôleur de la tour a signalé à l'équipage d'un DC-9 en approche un cisaillement de vent à 800 pieds en finale.

1.7.2 Témoignages

Un pilote privé:

"A un certain moment, j'ai constaté qu'un front d'orage était en train d'arriver et que des bourrasques de vent étaient en train de s'établir. A ce moment-là, les avions de ligne se sont vus dans l'obligation de remettre des gaz pour maintenir leur vitesse d'approche.

Par ailleurs, plusieurs petits avions s'empressaient de rejoindre Cointrin avant l'arrivée de l'orage. J'ai d'ailleurs remarqué l'atterrissage d'un Piper Lance.

Après cet avion, j'ai remarqué qu'un avion Robin (avec dièdre en bout d'aile) faisait une volte main gauche pour la piste 23 immédiatement derrière un avion de ligne, à une altitude similaire."

Plusieurs autres témoins confirment que l'avion de tourisme était anormalement bas par rapport aux autres avions de tourisme et qu'il était très près de l'avion de ligne.

L'un d'eux, pilote privé, estime même que le Robin était

tellement près de l'avion de ligne qu'il a pensé au danger représenté par les turbulences de sillage.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Les communications radio entre le pilote et la tour de contrôle se sont déroulées normalement jusqu'au moment de l'accident.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aéroport de Genève-Cointrin est équipé d'une piste en béton de 3'900 m et d'une piste parallèle en herbe de 675 m, dont le seuil 23 est décalé d'environ 1950 m par rapport à celui de la piste en béton (annexe).

Selon les circonstances, les avions de tourisme peuvent utiliser la piste en herbe ou celle en béton. Après l'atterrissage, ils vont normalement se parquer au centre de l'aviation générale (CAG). Contrairement à cette pratique, l'avion HB-KAT était stationné dans le grand hangar situé au sud de la piste. Ce fait était connu des contrôleurs du trafic aérien, notamment de celui qui opérait à la tour lors de l'accident.

La distance du seuil de la piste en béton 23, vers laquelle le HB-KAT effectuait son approche, à l'endroit où les avions de tourisme sortent de cette piste, est d'environ 2'760 m. Pour disposer d'une distance de roulage de 300 à 400 m après l'atterrissage, les avions légers se posent à environ 2'400 m du seuil de piste 23. Par conséquent, leur trajectoire de vol se situe à une hauteur nettement supérieure à celle des avions de ligne, qui se posent aux environs du seuil de piste (annexe). Cette procédure imposée aux pilotes d'avions de tourisme évite qu'ils n'occupent la piste en béton trop longtemps et qu'ils suivent le même profil de l'approche finale.

1.11 Enregistreur de vol

Non prescrit, ni installé.

1.12 Renseignements sur l'épave et l'impact

1.12.1 L'avion orienté d'ouest en est, soit pratiquement dans le sens opposé à la direction de la piste dont il approchait, a percuté le sol à la verticale. Les bords d'attaque des ailes ont été écrasés.

1.12.2 Le degré de destruction de l'épave n'a permis de relever que peu d'informations:

- Les volets hypersustentateurs étaient sortis. L'indicateur de virage était bloqué dans une position correspondant à un virage à droite.
- Les ceintures de sécurité ont été utilisées et seules celles du passager avant droit n'ont pas résisté aux contraintes de l'impact.
- La déformation des pales de l'hélice indique que le moteur ne fournissait qu'une faible puissance lors de l'accident.

1.13 Renseignements médicaux

Le corps du pilote a fait l'objet d'une autopsie à l'Institut de médecine légale de l'Université de Genève, qui a établi que le décès est la conséquence des blessures subies lors de l'accident.

Le sang présentait une teneur d'alcool entre 0.10 et 0.20‰.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Les occupants n'avaient aucune chance de survivre à l'accident.

1.16 Essais et recherches particulières

Une reconstitution de l'accident à l'aide d'un avion identique et de témoins oculaires placés à l'endroit d'où ils avaient observé l'accident a permis de constater que le HB-KAT suivait le DC-9 tout au plus à quelques centaines de mètres et pratiquement à la même hauteur que lui.

1.17 Renseignements supplémentaires

Echelonnement des atterrissages

En vol, tous les avions induisent derrière eux des turbulences de sillage provoquées par des phénomènes aérodynamiques (annexe). L'énergie contenue dans ces turbulences est entre autres fonction de la masse de l'avion.

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a édité un document intitulé "Règles de l'air et services de la circulation aérienne" (réf. DOC 4444-RAC/501/12, supplément L), dont les éléments ont été repris par le

"Manuel 1 ATC" de l'aéroport de Genève.

Ces règles divisent les avions en trois catégories:

- Gros porteur (H), de masse égale ou supérieure à 136 t
- Moyen tonnage (M), de masse comprise entre 7 et 136 t
- Faible tonnage (L), d'une masse égale ou inférieure à 7000 kg.

L'OACI ne prévoit pas dans ses règles un espacement de l'atterrissage entre avions de moyen et faible tonnage pour des approches non effectuées sous contrôle radar. Dans le cas présent, l'approche ne s'effectuait pas sous contrôle radar et le DC-9 est un avion de moyen tonnage.

D'autre part, dans ces règles OACI, on trouve les remarques suivantes:

'Les tourbillons se dissipent ou se désintègrent généralement selon l'un des trois modes ci-après. Dans le premier mode, une longue période de diffusion turbulente peut dilater chacun des sillages au point qu'ils se mêlent et se dissipent. Dans le deuxième mode, des perturbations qui se produisent le long des tourbillons deviennent instables et la formation d'oscillations sinueuses amène les tourbillons à se rejoindre et à se lier. Dans le troisième mode, une modification subite de structure, appelée dislocation ou éclatement des tourbillons, peut faire brusquement gonfler leur noyau.

L'effet de sol joue un rôle important dans le déplacement et la dissipation des tourbillons. Le sol agit comme un plan réfléchissant; à mesure que les deux tourbillons de sillage se rapprochent du sol, leur vitesse verticale diminue et (par vent nul ou faible) ils commencent à se déplacer horizontalement au ras du sol, en s'écartant l'un de l'autre, à une hauteur égale approximativement à la demi-envergure de l'avion qui les engendre.

Les trois principaux effets de la turbulence de sillage sur l'aéronef qui suit sont le roulis induit, la perte d'altitude ou de vitesse ascensionnelle et, éventuellement, l'exercice de contraintes sur les structures. Le plus grave danger pour un aéronef qui pénètre dans la zone de turbulence est constitué par le roulis induit lorsque sa violence dépasse la puissance de contrage des commandes. Lorsque la rencontre avec les tourbillons se produit dans la zone d'approche, le danger est accru car l'aéronef qui suit est alors dans une phase critique en ce qui concerne la vitesse, la poussée, l'altitude et le temps de réaction.'

2. ANALYSE

2.1 Météorologie

Selon les rapports des services météorologiques, un orage traversait la zone de l'aéroport de Genève-Cointrin au moment de l'accident. Le vent soufflait avec une force de 14 noeuds avec des rafales atteignant 27 noeuds. D'autre part, les avions de ligne étaient avertis qu'ils allaient rencontrer, à 800 pieds en finale, du cisaillement de vent.

Le pilote accidenté possédait une bonne expérience de vol et avait relativement souvent volé durant la période précédant l'accident. Cependant, les conditions météorologiques ne devaient pas rendre le vol très confortable pour les parents âgés qui accompagnaient le pilote. Aussi, il est probable que les désagréments causés par les turbulences traversées durant l'approche ont pu exercer une pression sur le pilote, l'incitant à se poser le plus rapidement possible par égard pour ses passagers.

On peut écarter l'hypothèse qu'une rafale de vent ait pu causer cet accident. En effet, les essais effectués notamment aux Etats-Unis démontrent que la figure décrite par le HB-KAT avant sa chute correspond assez bien à celles provoquées par des turbulences de sillage.

2.2 Trajectoire de vol

Les témoignages établissent que le Robin a viré en finale à très faible hauteur et à courte distance du DC-9 qui le précédait, c'est-à-dire bien plus bas que la trajectoire qui amène normalement les avions légers plus haut que celle des avions de ligne, réduisant considérablement le risque de pénétrer dans leurs turbulences de sillage, et les conduit à se poser à 2'400 m environ du seuil de la piste en béton 23.

Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer la trajectoire manifestement anormale suivie par le pilote du HB-KAT:

- a) Lorsque le HB-KAT s'annonce en vent arrière main gauche, le contrôleur lui demande s'il a le numéro un en vue (le DC-9 qui le précède) en courte finale et par son travers (annexe: transcription des communications radio). Le pilote lui ayant répondu affirmativement, le contrôleur lui donne la consigne suivante: "O.K., vous virez en finale derrière et rappelez en courte." Le pilote confirme ce message par "Hôtel Alpha Tango". La possibilité d'une mauvaise interprétation de la consigne, due à des parasites provoqués par l'orage, par exemple,

n'est pas à écarter. Le pilote aurait pu comprendre qu'il était invité à effectuer une courte finale derrière le DC-9 pour ne pas encombrer trop longtemps le secteur d'approche.

- b) Le pilote a pu vouloir se poser le plus rapidement possible pour écourter un vol que la turbulence rendait inconfortable pour ses passagers.
- c) Le pilote du HB-KAT était un habitué de l'aéroport de Genève et il était certainement conscient du danger que représentent les turbulences de sillage.

2.3 Contrôle de la circulation aérienne

La proposition initiale faite au pilote du HB-KAT d'utiliser la piste en béton était judicieuse, puisqu'elle évitait à cet avion d'avoir à traverser la piste en béton après l'atterrissage, comme cela aurait été le cas si l'atterrissage avait eu lieu sur la piste en herbe, le contrôleur sachant que l'avion devait se parquer au sud de la piste en béton.

Le contrôleur de la tour de contrôle s'est bien rendu compte que l'espacement entre le DC-9 et le Robin devait être faible, puisqu'il a proposé au pilote du HB-KAT de se poser sur la piste en herbe. De sa position, il ne pouvait juger de la situation qu'après que le Robin eut amorcé le virage en fin de vent arrière. C'est à ce moment qu'il est intervenu en proposant la piste en herbe, estimant que l'occupation de la piste en béton par le DC-9 rendrait aléatoire l'atterrissage du HB-KAT sur la même piste.

2.4 Alcoolémie

Le taux d'alcoolémie relevé par l'autopsie a pu jouer un rôle dans le déroulement de l'accident.

3. CONCLUSIONS

3.1 Faits établis

- Le pilote était titulaire d'une licence valable et habilité à effectuer le vol prévu.
- L'avion était admis à la circulation. L'enquête n'a révélé aucune défectuosité ayant pu jouer un rôle dans l'accident.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites.

La trajectoire suivie par le HB-KAT l'a conduit à suivre à quelques centaines de mètres un avion de ligne de moyen

tonnage (DC-9) bien au-dessous de la trajectoire normalement suivie par les avions légers.

3.2 Causes

L'accident est dû:

- à une perte de contrôle en approche finale provoquée par
- les turbulences de sillage d'un avion de ligne suivi de trop près.

Facteur ayant contribué à l'accident:

tactique de vol inadéquate.

MM. Ch. Ott, dr en droit, J.-P. Weibel, M. Marazza, H. Angst et J.-B. Schmid ont pris part à la séance du 22 juillet 1987. MM. Ch. Ott, Dr en droit, J.-P. Weibel, M. Marazza et H. Angst ont pris part à la séance du 17 décembre 1987. Le rapport final est approuvé à l'unanimité.

Berne, le 17 décembre 1987

Commission fédérale d'enquête
sur les accidents d'aviation
Le président:

sig. Ch. Ott, Dr en droit

TRAJECTOIRE DE VOL DU HB-KAT

