

# Incidents en transport aérien

## Opérations en conditions hivernales



N° 7  
octobre 2007

La présence de neige sur une piste au décollage et à l'atterrissage, la nécessité de dégivrer un avion avant le départ, sont des conditions rencontrées peu fréquemment sur les aéroports français. Pour maintenir un niveau de sécurité équivalent à celui obtenu en dehors de ces conditions, tous les intervenants doivent être prêts à agir comme si ces circonstances particulières faisaient partie de la routine. Les actions des équipages sont évidemment cruciales, mais la qualité de l'assistance au sol l'est tout autant. Les exemples ci-dessous soulignent certaines spécificités de ces opérations.

### Sortie latérale sur piste glissante

#### Déroulement du vol

Un Embraer 145 décolle de Lyon de nuit pour Bâle Mulhouse après un retard dû au déneigement de l'avion.

Vingt minutes après le décollage, l'équipage est informé de la fermeture pour une heure de l'aérodrome de destination pour cause de déneigement. Lorsque le terrain est rouvert, l'équipage vérifie la distance d'atterrissage. Avec des coefficients de frottement transmis de 0,16, 0,14 et 0,14<sup>(1)</sup>, la documentation de bord fournit des performances à l'atterrissage compatibles avec la masse de l'avion<sup>(2)</sup>. L'approche, stabilisée, est effectuée en configuration volets 45°, à une vitesse de 130 kt et le toucher est normal. Lors de la décélération, l'avion se déporte légèrement sur la gauche. Le commandant de bord, PF, corrige en utilisant d'abord les freins, puis les inverseurs de poussée de manière dissymétrique. L'avion effectue une embardée à droite, que le PF n'arrive pas à contrôler en mettant du pied à gauche. L'avion quitte la piste et roule sur la bande gazonnée sur une distance de 250 mètres. Il regagne la piste grâce à une action sur la commande d'orientation du train avant. L'avion rejoint son poste de stationnement de manière autonome, sans avoir subi de dommages.

La sortie de piste n'a entraîné aucun dégât au sol.

#### Renseignements complémentaires

##### Conditions météorologiques à destination

Conditions observées deux heures avant le départ : 5 000 mètres de visibilité, neige faible, température 0 °C.

Conditions au moment du départ : vent 300° / 10 kt, visibilité 1 500 mètres, brume, neige faible, température 0 °C et température de point de rosée -1 °C.

Le dossier météo mis à disposition de l'équipage ne contenait pas de SNOWTAM.

Deux SNOWTAM ont été émis après le départ de l'avion. Le premier faisait état d'une épaisseur

de 5 mm de neige mouillée et d'un nettoyage en cours. Le second, émis au moment de la réouverture de la piste, annonçait une neige mouillée et de la glace pour une épaisseur de 5 mm, des coefficients de freinage médiocres et des chutes de neige entraînant de la neige mouillée se congelant sur piste froide.

##### Analyse de la sortie de piste

L'analyse des paramètres du vol montre qu'il n'y a pas eu de rafale de vent de travers, que les inverseurs de poussée sont sortis simultanément et que la poussée inverse n'a pas été immédiatement appliquée. La sortie de piste paraît essentiellement due à un revêtement rendu particulièrement glissant par la présence de neige mouillée. L'accélération plus rapide du moteur droit au moment de l'application de la poussée inverse a pu déclencher le déport initial de l'avion. Le braquage de la direction vers la gauche au moment de l'embardée à droite a contribué à faire dérapier les roues du train avant. L'équipage a tenté de contrer le dérapage à l'aide de la poussée inverse dissymétrique. Cette technique, qui n'est pas décrite dans le manuel d'exploitation, n'a pas permis d'éviter la sortie de piste.

##### Évaluations des performances sur piste glissante

L'adhérence à la piste des pneumatiques d'un avion est essentielle pour la mise en rotation des roues à l'atterrissage, le freinage, et le contrôle de la direction. L'adhérence peut être quantifiée ou évaluée par une des trois méthodes suivantes :

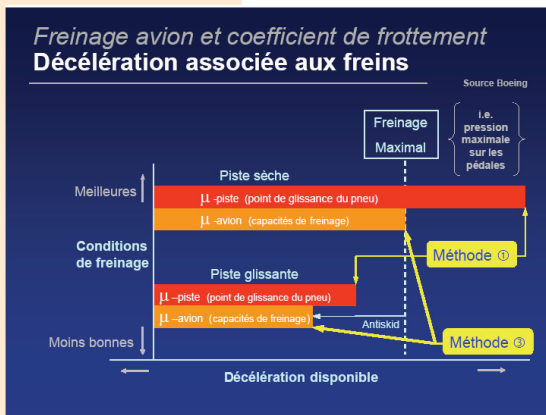
- la description de la surface de la piste (type et éventuellement épaisseur de contaminant), basée sur les observations du personnel aéronautique au sol ;
- le coefficient de frottement de la piste ( $\mu$ -piste) mesuré par un système monté sur un véhicule terrestre. Cette mesure de glissance détermine le freinage maximal et correspond au point de

<sup>(1)</sup> C'est le premier avion à atterrir après la réouverture de la piste.

<sup>(2)</sup> La masse à l'atterrissage est de 16,5 t.

glissance du pneu ;

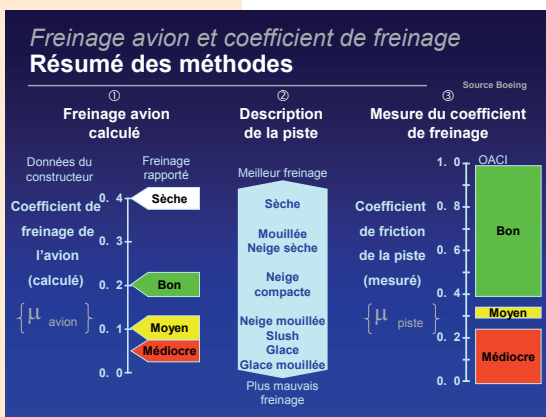
- l'efficacité du freinage, évaluée par un pilote au moment de l'atterrissage et décrite comme bonne, moyenne ou médiocre.



Seule la dernière évaluation prend en compte certains paramètres avion. Mais cette information n'est pas disponible pour le premier avion qui atterrit.

CONTAMINATED RUNWAY				
LONGUEUR DE PISTE DISPONIBLE (m)	MASSE MAXIMALE À L'ATTERRISSAGE (kg)			
	WED			
	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm
1800	14 677	15 385	16 087	16 885
1900	15 613	16 369	17 133	17 992
2000	16 533	17 350	18 168	19 085
2100	17 448	18 323	19 177	20 046
2200	18 358	19 258	20 076	21 007
2300	19 233	20 103	20 976	21 968
2400	20 023	20 949	21 875	22 000
2500	20 813	21 794	22 000	22 000
2600	21 603	22 000	22 000	22 000

2



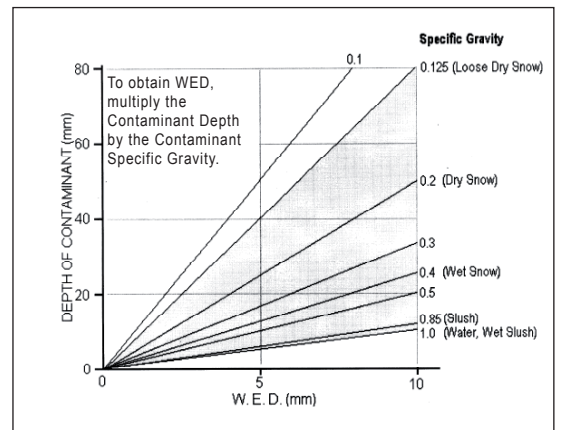
La mesure du coefficient de frottement se fait ponctuellement sur chaque tiers de la piste. Dans ce cas, il s'exprime de manière numérique ou par un qualificatif. Le tableau suivant donne la correspondance pour le coefficient OACI tel que défini pour l'établissement des SNOWTAM :

Coefficient	Terme utilisé	
0,40 et plus	Bon	Good
Entre 0,39 et 0,36	Moyen/Bon	Medium Good
Entre 0,35 et 0,30	Moyen	Medium
Entre 0,29 et 0,26	Moyen/médiocre	Medium Poor
0,25 et en dessous	Médiocre	Poor
0,09 et en dessous	Douteux	Unreliable

Par ailleurs, les constructeurs ont différentes méthodes pour caractériser le freinage de leurs avions. Chez Boeing, le calcul des performances à l'atterrissage utilise un coefficient de freinage ( $\mu$ -avion qui ne peut pas être comparé directement au  $\mu$ -piste) basé sur la description de l'efficacité du freinage (bon/moyen/médiocre). La différence entre le  $\mu$ -piste et le  $\mu$ -avion traduit les limites de l'efficacité du système de freinage. Airbus base ses calculs sur le type et la hauteur du contaminant<sup>(3)</sup>. En ce qui concerne Embraer, la présentation des performances est décrite ci-après.

**Documentation disponible à bord**

Le manuel d'utilisation de l'avion contient des tableaux qui proposent deux manières de calculer les limitations sur une piste contaminée. Le premier s'appuie sur un équivalent en hauteur d'eau<sup>(4)</sup> et donne des limitations en masse en fonction de la longueur de piste disponible :



Le second permet de déterminer la longueur de piste requise en fonction de la masse de l'avion et de la contamination de la piste<sup>(5)</sup>.

SLIPPERY RUNWAY			
MASSE (T)	LONGUEUR DE PISTE REQUISE (m)		
	COMPACTED SNOW	WET ICE (*)	WET ICE (**)
16.0	1590	2664	3335
16.5	1625	2714	3395
17.0	1655	2760	3450
17.5	1690	2810	3510
18.0	1720	2855	3565
18.5	1755	2906	3625
19.0	1785	2954	3685
19.3	1805	2983	3720

<sup>(3)</sup> Cette hauteur peut être difficile à mesurer, notamment quand il s'agit d'eau.

<sup>(4)</sup> WED : Water Equivalent Depth.

<sup>(5)</sup> Seuls deux types de contaminants sont proposés, « neige compacte » et « glace mouillée » avec deux colonnes pour ce dernier type suivant que le coefficient de frottement est supérieur(\*) ou inférieur (\*\*) à 0,25.

## Enseignements

Les difficultés sur une piste contaminée ne se limitent pas aux capacités de freinage en fonction de la longueur de piste disponible. Cet événement illustre celles liées au contrôle latéral. L'utilisation dissymétrique des inverseurs de poussée, procédure non préconisée, a sans doute contribué à la sortie de piste.

Les données du constructeur ne traitent que des performances à l'atterrissage. En la matière, les équipages sont confrontés à la difficulté d'interprétation des paramètres décrivant la contamination et à leur corrélation avec les données fournies par le constructeur. Les différentes méthodes servant à décrire l'état d'une piste utilisent des échelles différentes. Comme il n'est pas toujours possible d'établir

une correspondance exacte entre le paramètre qui décrit la piste (coefficient de friction ou état de la piste) et les capacités de freinage de l'avion et qu'il n'existe pas de loi de correspondance standard admise dans l'industrie, il revient aux exploitants de fournir à leurs équipages une méthode qui permet de déterminer facilement les possibilités d'atterrissage en fonction des données transmises sur l'état de la piste. A la suite de cet incident, la compagnie a, par exemple, modifié son manuel d'exploitation pour y ajouter la consigne suivante :

« Il est interdit de décoller et/ou atterrir avec un coefficient de frottement mesuré inférieur ou égal à 0,25 ».

## Décollage après dégivrage incomplet de l'empennage horizontal

### Déroulement du vol

Un ATR 42 effectue son premier vol de la journée par un matin de mars. La température est proche de 0 °C et la température du point de rosée est de - 1 °C. Une demi-heure avant l'heure prévue de départ, il neige modérément pendant une dizaine de minutes<sup>(6)</sup> et l'équipage décide de faire dégivrer l'avion. Les passagers sont embarqués. L'opération est réalisée par un agent de piste de la société d'assistance en une quinzaine de minutes environ<sup>(7)</sup> pendant que l'équipage, dans le poste de pilotage, maintient le manche en butée avant, conformément à la procédure de dégivrage. L'équipement utilisé est un camion grue disposant d'une citerne remplie d'un mélange chauffé de fluide de type II et d'eau. Le camion est positionné sur le côté de l'avion entre le bord de fuite de l'aile et l'empennage.

Le coordonnateur des opérations au sol, en contact avec l'agent de piste par talkie-walkie, relaie à l'équipage, depuis l'escalaire, la fin de l'opération. Le copilote s'aperçoit que les bords d'attaque des ailes sont encore contaminés. Il le signale au coordonnateur qui vient effectuer lui-même le complément de dégivrage, mais seulement sur les ailes. Après la fin du dégivrage et avant la mise en route, l'équipage n'effectue pas la procédure spécifique d'essai de débattement des commandes de vol.

Au point d'arrêt, lors des essais habituels des commandes de vol, le copilote, PF, trouve la commande de profondeur assez lourde à manœuvrer. Il le signale au commandant de bord qui ne ressent pas le phénomène. Il est alors conclu que les résidus du liquide de dégivrage en sont la cause et qu'ils disparaîtront avec le vent relatif lors de la course de décollage. Rapidement après la rotation, l'avion prend

une assiette à cabrer importante. L'équipage doit compenser à piquer afin de la contrôler. Le débattement maximum du compensateur est atteint et l'équipage doit encore pousser sur la commande de profondeur.

Après plusieurs tentatives, il stabilise l'avion au FL 70 à 180 kt et se dérouta sur son terrain de décollage. Le comportement de l'avion s'améliore légèrement. Il atterrit sans autre problème.

### Renseignements complémentaires

#### Explication aérodynamique du phénomène

Le moment de charnière de la gouverne de profondeur peut être affecté par la présence de glace résiduelle ou d'un autre contaminant sur l'empennage. La couche limite à l'arrière du profil est alors modifiée. Ce phénomène peut entraîner la gouverne à cabrer. Pour rétablir l'équilibre, il faut compenser l'avion à piquer. Si la contamination est importante, la butée du compensateur en position plein piqué peut être atteinte sans que le moment de charnière de la gouverne soit annulé et il faut rajouter des efforts à piquer sur le manche afin de diminuer l'assiette de l'avion. Des explications plus détaillées sont fournies dans l'article « Givrage du plan fixe et de la gouverne de profondeur » paru dans le numéro 1 de janvier 2004 d'Incidents en transport aérien.

#### Procédures de dégivrage

L'exploitant doit définir les procédures à suivre pour le dégivrage ou l'antigivrage au sol, ainsi que pour les contrôles de l'état de l'avion après ces opérations. A cet effet, les instructions doivent figurer dans le manuel d'exploitation. Les procédures ci-dessous sont extraites de parties séparées du manuel de l'exploitant.

<sup>(6)</sup> Ce sont les seules précipitations enregistrées avant le décollage de l'avion.

<sup>(7)</sup> C'est la première fois que cet agent la réalise.

<sup>(8)</sup> Ce phénomène ne peut pas expliquer une sensation d'efforts anormaux sur la commande de profondeur pendant les essais de débattement de cette gouverne.

Dans la partie Généralités on trouve :

#### **Responsabilités**

La décision de dégivrer et/ou d'antigivrer est du ressort du commandant de bord [...]

Le prestataire d'assistance dégivrage et/ou antigivrage (assistants piste Compagnie, société d'assistance, CCI, autres...) est responsable :

- de la bonne exécution du traitement et du résultat obtenu,
- de la formation du personnel d'assistance [...]

Une inspection de contrôle visuelle et tactile des deux ailes doit être effectuée par le mécanicien ou par le CdB en l'absence de mécanicien, notamment après application du traitement et avant la mise en route des moteurs [...]

#### **Contrôles**

Le contrôle du produit et des moyens de dégivrage/antigivrage utilisés est de la responsabilité de l'exécutant (auto-contrôle) [...]

A l'issue des opérations, une inspection de contrôle visuelle et tactile est exercée par le mécanicien habilité ou par le commandant de bord. Ce contrôle permet de déterminer si le traitement a été efficace et si toutes les zones critiques de l'avion sont dégagées de givre, de glace ou de neige avant le push-back ou le roulage [...]

Après le dégivrage/antigivrage, l'équipage s'assure du bon débattement de toutes les gouvernes et renouvelle cette vérification avant que l'avion ne pénètre sur la piste [...]

Dans la partie Utilisation du manuel d'exploitation, on trouve d'autres consignes concernant le dégivrage :

Pour assurer le meilleur dégivrage/antigivrage possible de l'empennage horizontal, pendant toute l'application du fluide, la commande de profondeur doit être maintenue fermement en butée avant [...]

Après une procédure de dégivrage/antigivrage, des niveaux d'efforts à la profondeur supérieurs à la normale peuvent être rencontrés. Ces niveaux d'efforts peuvent être plus de deux fois supérieurs à la normale. Ceci ne doit

<sup>(9)</sup> Ces opérations étant peu fréquentes, un guide simplifié peut s'avérer utile aux équipages.

pas être interprété comme un blocage de la profondeur conduisant à une décision inutile d'interruption du décollage après V1. Bien que non systématique, ce phénomène doit être anticipé et rappelé pendant le briefing avant le décollage à chaque fois qu'une procédure de dégivrage/antigivrage a été appliquée. Cette augmentation des efforts à la profondeur est strictement limitée à la phase de rotation<sup>(8)</sup> et disparaît après le décollage.

#### **Le prestataire d'assistance.**

Chaque prestataire est responsable de la formation de son personnel. Un audit annuel est effectué par l'assurance qualité de l'exploitant aérien qui fait appel à ce prestataire.

Dans le cas présent, les agents susceptibles de réaliser les opérations de dégivrage/antigivrage avaient reçu une formation à l'issue de laquelle leur avait été délivrée une habilitation globale pour le déclenchement, l'exécution et le contrôle de ces opérations.

Cette formation, d'une durée d'une journée, est purement théorique. Aucun entraînement pratique n'est prévu.

#### **Enseignements**

Certaines incertitudes subsistent sur le mode opératoire employé pour le dégivrage. L'agent de piste effectuait l'opération pour la première fois sans avoir reçu de formation pratique. C'est pourquoi il ne lui était pas facile de se rendre compte que celui-ci n'avait pas été correctement réalisé. Depuis, la société d'assistance a mis en place une formation pratique pour ses agents. L'inspection visuelle et tactile prévue par l'exploitant après le dégivrage n'a pas été réalisée. D'une part, le mécanicien n'était pas présent. D'autre part, si cette vérification doit être réalisée par un pilote, il doit revêtir un harnais de sécurité pour monter sur la grue et cela s'avère peu praticable au moment du départ. On constate ainsi que les procédures pour assurer les contrôles ne sont pas adaptées à toutes les situations pouvant être rencontrées en escale. De plus les procédures relatives au dégivrage/antigivrage au sol se trouvent dans deux manuels différents<sup>(9)</sup>, ce qui peut expliquer qu'une partie de celles-ci n'a pas été appliquée, notamment l'essai des commandes après le dégivrage.

## **Accumulation de neige fondue sur le train au décollage**

### **Déroulement du vol**

Un Fokker 70 décolle de Lille de nuit, aux environs de 18 h 00, sous la neige. Une inspection de piste réalisée peu avant avait déterminé que le freinage était bon et cette information avait été transmise à l'équipage.

Celui-ci ressent des difficultés de contrôle lors de la mise en poussée et demande à la tour, après le décollage, si la piste va être traitée.

Lors de l'approche à destination, alors que l'avion est à 2 000 pieds, l'équipage commande la sortie du train d'atterrissage. Le message

L MAIN LG UNSAFE apparaît et les voyants de verrouillage des trains avant et principal gauche restent éteints. Le commandant de bord décide d'interrompre l'approche. L'avion est guidé vers l'attente pour permettre le traitement du problème.

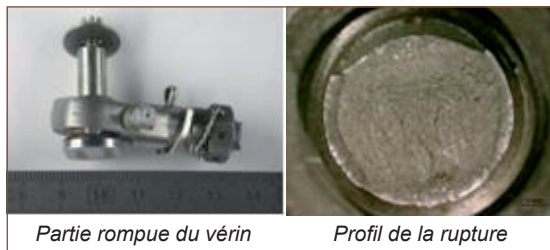
L'équipage commande plusieurs sorties de train, normales et en secours, sans succès. Le commandant de bord, après avoir informé le contrôleur, décide de faire quelques virages à forte inclinaison pour tenter de verrouiller le train d'atterrissage par gravité. Ces manœuvres restent infructueuses. Peu après, le train avant se verrouille. L'équipage applique la procédure « atterrissage en configuration anormale du train » et se signale en situation d'urgence. Le contrôleur demande un délai afin de mettre en place les secours. Pendant ce temps, le commandant de bord demande au PNC de préparer la cabine.

L'avion est guidé vers la finale et autorisé à atterrir. En passant 1 200 ft, le voyant de verrouillage du train gauche s'illumine et le voyant de transit s'éteint. L'avion atterrit et est tracté vers son point de stationnement.

### Renseignements complémentaires

#### Origine du non verrouillage du train

L'axe du vérin hydraulique de verrouillage du train principal gauche est retrouvé cassé. Il s'agit d'une rupture par surcharge en compression. Il a été constaté, immédiatement après l'atterrissage, une présence importante de glace autour des différentes pièces qui composent le train.



#### Communications sur la situation météorologique

Les informations météorologiques à Lille-Lesquin indiquaient : entre 14 h 40 et 15 h 05, pluie et neige mêlées ; entre 15 h 05 et 15 h 27, pluie continue ; entre 15 h 27 et 16 h 26, pluie intermittente ; entre 16 h 26 et 17 h 36, pluie et neige mêlées ; entre 17 h 36 et 19 h 30, neige. Le contenu de l'ATIS était le suivant : « Information Oscar enregistrée à 17 h 24 : piste en service 26, piste mouillée, vent 250° / 7 kt, visibilité 7 km, faible neige, FEW 2 000 ft, BKN 5 000ft, température 0 °C, point de rosée -1 °C ». L'ATIS suivant, enregistré au moment du décollage, annonçait : « Information Québec enregistrée à 17 h 59 : piste en service 26, piste mouillée, vent 270° / 8 kt, visibilité 4 km, averse de neige modérée, FEW 300 ft, BKN 5 000 ft, température 0 °C, point de rosée - 1 °C. »

#### Déroulement des opérations à Lille

Au cours de la rotation précédente, après son atterrissage à Lille à 16 h 35, l'équipage du Fokker 70 rapporte au contrôleur, à sa demande, que la neige commence à tenir sur la piste.

A 16 h 38, le chef de tour contacte les services météorologiques pour savoir si l'épisode neigeux va durer. Ces derniers estiment que la neige se sera arrêtée et aura fondu dans l'heure qui suit.

A 16 h 57, les chutes de neige se renforçant, l'agent du bureau de piste appelle le chef de tour pour savoir si une mesure de glissance est nécessaire. Les avions qui ont atterri précédemment ont rapporté que le freinage était bon.

A 17 h 00, un avion atterrit. L'équipage signale que la neige gêne fortement la visibilité en courte finale alors qu'on lui a annoncé neige faible. Le freinage est toujours bon.

A 17 h 08, l'agent du bureau de piste s'enquiert à nouveau de la glissance. Le chef de tour, qui constate que la neige commence à tenir sur le parking, demande une inspection de piste.

A 17 h 14, un avion prêt au départ décline la proposition faite par le contrôle qu'une mesure de glissance soit réalisée avant son décollage.

A 17 h 23, la mesure de glissance est terminée. Le coefficient de freinage est de 0,56. L'information transmise aux différents équipages qui le demandent est que « le freinage est bon ». Il n'est pas fait mention de la présence de neige fondante.

A 17 h 32, le chef de tour contacte à nouveau les services météorologiques pour savoir combien de temps la neige va tomber. Il lui est répondu que cela peut durer plusieurs heures et qu'une épaisseur de 3 à 6 cm de neige au sol est annoncée.

A 17 h 34, le LOCALIZER tombe en panne. La neige sur les antennes en est sans doute à l'origine. Le plafond est à 300 ft et ne permet plus aux avions d'atterrir dans ces conditions.

A 17 h 46, le Fokker 70 demande le repoussage.

A 18 h 06, les services de piste se renseignent auprès du bureau de piste du résultat de la dernière inspection. L'agent qui répond n'a pas réalisé lui-même l'inspection mais il précise qu'une pellicule d'un centimètre de « slush » a été observée.

Il est évoqué un traitement de la piste mais il sera retardé en raison des chutes de neige qui continuent.

#### Inspections de pistes et SNOWTAM

Contrairement à l'inspection de piste de 17 h 23, celle de 19 h 40 mentionnait la présence de neige mouillée et un coefficient de freinage de 0,52.

Un SNOWTAM a été édité à 20 h 00 indiquant de la neige mouillée sur toute la piste.

### Autres avions affectés

Un autre avion de même type, ayant décollé peu après, a rencontré les mêmes difficultés au moment de la sortie du train. La neige fondante accumulée sur le train pendant le roulage et l'accélération a gelé durant la montée et la croisière. Au moment de la sortie du train en approche, l'indicateur de verrouillage du train avant est resté éteint. L'équipage a appliqué la procédure associée et est parvenu à verrouiller le train. Au sol, aucune défaillance n'a été constatée sur le système. Il semble que l'incident soit dû à un blocage par la glace d'un capteur sur le train.

### Organisation des inspections de piste

En France, l'organisation des inspections de piste peut relever de différents organismes (Etat ou gestionnaire). L'arrêté du 15 mars 2002 et un manuel sur les inspections définissent les conditions dans lesquelles elles doivent être réalisées.

« ... Les inspections de l'aire de mouvement de l'aérodrome consistent, notamment, à :

- collecter des informations sur l'état global de l'aire ;
- effectuer, en tant que de besoin, des actions correctives immédiates ;
- rendre compte à l'autorité en charge des services de circulation aérienne, à l'organisme de la circulation aérienne et/ou au gestionnaire.

[...] Les vérifications dans le cadre des inspections portent notamment sur la présence... de neige, de congères de neige, de glace, glace fondante...

Lorsque l'aérodrome accueille au moins une ligne commerciale régulière, au minimum deux inspections quotidiennes sont réalisées. Des inspections supplémentaires peuvent être nécessaires en fonction des circonstances et notamment en cas de phénomènes météorologiques spéciaux : neige, verglas... »

Lorsque l'aérodrome accueille au moins une ligne commerciale régulière, au minimum deux inspections quotidiennes sont réalisées. Des inspections supplémentaires peuvent être nécessaires en fonction des circonstances et notamment en cas de phénomènes météorologiques spéciaux : neige, verglas... »

Un compte-rendu est effectué par radio aux services de la circulation aérienne et les actions et observations de l'équipe d'inspection sont consignées.

La formation des agents qui sont chargés des inspections est du ressort de l'organisme chargé de l'administration de l'aérodrome.

### Enseignements

Le compte-rendu effectué après une inspection sur une piste enneigée peut prendre de nombreuses formes : transmission d'un coefficient, description de l'état de la piste, émission d'un SNOWTAM. Dans ce cas, l'agent qui a mesuré la glissance a obtenu une valeur brute de 0,56 qu'il a convertie en « freinage bon ». A partir de ce résultat, il n'a pas jugé utile de rapporter la présence de neige fondante. Si la connaissance du coefficient de freinage est effectivement une donnée essentielle, en particulier pour le calcul des performances au décollage, l'inspection de piste ne doit pas se borner à relever ce paramètre. Le manuel sur les inspections précise bien que toute information relative à la présence de neige ou de neige fondante doit être fournie. L'étude de cet événement par l'assurance qualité de l'aérodrome a permis un retour d'expérience efficace.

L'impact de la contamination au sol sur le fonctionnement des systèmes des avions est souvent sous estimé au regard de celui sur les performances. Par ailleurs, les communications radio et téléphoniques collectées au cours de cette enquête permettent de souligner des différences d'appréciation entre les divers intervenants sur des conditions météorologiques en évolution rapide.

Enfin, le constructeur préconise de retarder légèrement la rentrée des trains après un décollage sur une piste contaminée afin d'évacuer la neige ou la glace, ce que n'a pas pensé à faire l'équipage, probablement parce qu'il a été surpris par l'état de la piste au décollage.

## Sortie longitudinale sur piste enneigée

### Déroulement du vol

Un Learjet 35 décolle de Vienne (Autriche) en début de soirée à destination de Chambéry que l'équipage estime rejoindre en deux heures environ. Le commandant de bord est PF. Lyon Saint-Exupéry est aérodrome de décollage.

Les informations météorologiques prises par l'équipage au départ de Vienne, puis celles reçues en vol permettent l'atterrissage à Chambéry.

L'équipage, en guidage radar, intercepte l'ILS 18 et poursuit son approche. Le contrôleur l'autorise à atterrir et transmet « runway wet

and braking action good ». L'avion atterrit à la vitesse de référence de 127 kt.

L'avion touche la piste au niveau des plots. Il commence à décélérer, puis dérape<sup>(10)</sup>. Le PF réussit à le maintenir dans l'axe. Le contrôleur voit l'avion passer à une vitesse qu'il estime trop élevée pour que l'avion puisse quitter la piste avant le taxiway sud. Il demande alors à l'équipage d'effectuer un demi-tour en bout de piste et de remonter cette dernière pour rejoindre le point de stationnement. Le freinage redevient efficace au niveau de la raquette, mais l'avion sort longitudinalement sur une distance de quinze mètres.

(10) Le PF a indiqué après l'événement que dans les cent à cent cinquante premiers mètres la décélération était correcte, puis que la piste est devenue très glissante et le freinage quasiment impossible.

L'équipage annonce qu'il est sorti de piste. Le contrôleur, qui ne l'a pas vu du fait de la nuit, déclenche l'alerte.



## Renseignements complémentaires

### Caractéristiques de la piste

L'aérodrome, situé à une altitude de 779 ft, dispose d'une piste 18/36 de 2 020 mètres de long. La LDA en piste 18 est de 1 790 mètres. La pente d'approche de l'ILS est de 4,46 degrés (7,8 %).

### Météorologie

L'équipage avait un dossier de vol au départ qui prévoyait de la pluie à l'arrivée avec une possibilité de neige<sup>(11)</sup>. Il a reçu durant l'approche les paramètres suivants : « runway in use 18, wind is calm, instrumental visibility is 2 kilometres, snow, mist, FEW 500 ft, BKN 1 300 ft, OVC 1 800 ft, temperatures +0 °C / -1 °C, QNH 997, QFE 969, transition level 70, runway is wet ». Il s'attendait ainsi à atterrir sur une piste mouillée. Un Message d'Avertissement d'Aérodrome<sup>(12)</sup> émis en fin d'après-midi faisait état de chutes de neige « LFLB AD WRNG VALID 231700/242300 (HVY) SN (5 cm). Les chutes de neige s'abaissent progressivement en cours de journée, elles affectent l'aéroport en fin d'après-midi et se poursuivent en cours de nuit et demain sous forme de giboulées. Bien que faibles, les hauteurs de neige attendues pourront gêner l'activité de la plateforme ».

Le contrôleur, voyant que les abords de la piste en herbe commençaient à blanchir, la piste restant noire, a demandé, vingt minutes avant l'atterrissage du Learjet, que soit effectuée une mesure de glissance. Après la mesure, il a continué à neiger.

### Performances avion

Le calcul des performances avait été fait au moment de la préparation du vol à l'aide d'un logiciel et ne faisait pas apparaître de limitations. Les conditions étant conformes à celles qu'il avait anticipées au cours de la préparation, l'équipage n'a pas fait de calcul en vol.

Le calcul, réalisé en utilisant les courbes du manuel de vol, donne pour la masse à l'atterrissage de 13 900 lbs une distance d'atterrissage de 850 m sur piste sèche. Cela

correspond à une longueur de piste nécessaire de 1 420 m sur piste sèche et 1 630 m sur piste mouillée. Sur piste contaminée par de la glace, dans les conditions du jour, la masse maximale à l'atterrissage était de 10 000 lbs. On note cependant que le manuel de vol ne fournit les performances que pour piste « sèche » ou « gelée », sans moyen de calcul pour des conditions intermédiaires.

### Conditions de freinage sur une piste.

Il existe plusieurs dispositifs pour mesurer le coefficient de freinage sur une piste enneigée. Les aérodromes les plus importants ou les plus exposés sont dotés d'équipements qui permettent de mesurer ce coefficient sur la quasi-totalité de la piste. Des équipements plus légers, permettant des mesures ponctuelles, de type accéléromètres, sont présents sur la plupart des autres aérodromes. Il existe enfin une méthode « subjective » d'appréciation de la qualité de l'adhérence au moyen de l'évaluation du freinage brutal d'un véhicule. L'utilisation de cette pratique n'est pas recommandée par l'autorité.

L'AIP France, dans la partie « plan neige » fournit les renseignements suivants :

« Des décéléromètres de type «Tapley» sont actuellement disponibles pour effectuer des mesures relatives aux conditions de freinage : ces appareils sont montés sur des véhicules utilitaires d'un poids de l'ordre de 1 000 kg. Les mesures sont effectuées en utilisant les décéléromètres «Tapley» uniquement en position «Test» et en faisant des essais de freinage à la vitesse de 40 km/h, avec blocage franc des roues jusqu'au début du patinage. Les essais de freinage sont effectués à des intervalles variant entre 200 m et 400 m le long de lignes latérales situées à environ 10 m de part et d'autre de l'axe de piste et aux endroits jugés les plus représentatifs de l'état d'un tronçon de piste déterminé. Le résultat des mesures est exprimé par un coefficient... »

### Équipement de mesure

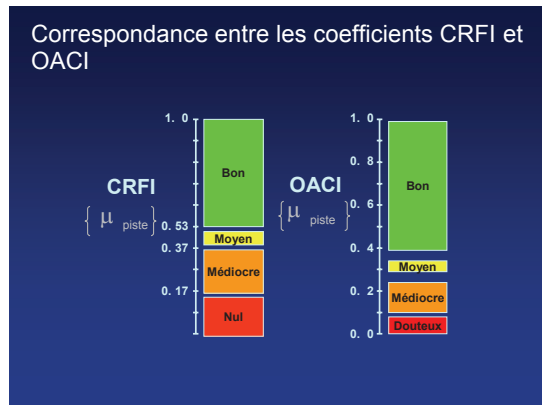
L'équipement utilisé à Chambéry est un décéléromètre électronique, fabriqué au Canada, dont le principe de fonctionnement est identique à la description ci-dessus. Il est en service sur beaucoup d'aérodromes français. Il doit être installé sur un véhicule non pourvu de freinage ABS et d'amortisseurs hydrauliques<sup>(13)</sup>. Après avoir compensé l'appareil sur le véhicule, le conducteur doit rouler à une vitesse supérieure ou égale à 40 km/h puis freiner jusqu'à un blocage franc des roues. L'équipement enregistre la valeur instantanée de décélération qui est ensuite convertie automatiquement en coefficient de frottement. Ce coefficient est appelé CRFI (Canadian Runway Friction Index) qui est différent du coefficient de frottement OACI ; sa signification

<sup>(11)</sup> LFLB 231400Z 231524  
36012KT 6000 RA BKN017  
PROB30 TEMPO 1824 4000  
SN SCT003 BKN010=

<sup>(12)</sup> Les MAA sont destinés aux exploitants aéroportuaires et aux organismes de la circulation aérienne pour qu'ils puissent prendre les mesures nécessaires lorsque des phénomènes particuliers sont attendus.

<sup>(13)</sup> Ces indications ne sont pas mentionnées dans le manuel d'emploi du matériel.

est précisée ci-dessous :



Cette correspondance entre la valeur du coefficient et la qualité de freinage n'est pas donnée dans le manuel d'emploi de l'équipement auquel se réfèrent les utilisateurs.

Ce sont les pompiers qui mettent en œuvre cet équipement<sup>(14)</sup> à Chambéry. Les résultats des mesures sont notés ou imprimés puis transmis aux services du contrôle. Les conditions de freinage sont transmises aux équipages sous la forme « bon » si le coefficient est supérieur à 0,40 ou en utilisant directement la valeur du coefficient. Le jour de l'événement, la mesure de glissance a été faite en cinq points le long de la piste. Un au seuil décalé 18, un au niveau des plots, un autre au niveau de la bretelle centrale, un quatrième au seuil décalé 36 et un dernier peu avant la bretelle centrale en revenant du seuil 36.

Les mesures ont été faites de la façon suivante : à la vitesse de 60 km/h, le conducteur a freiné énergiquement, sans aller jusqu'au blocage des roues bien qu'il ait constaté la présence de neige fondue sur la piste.

Trois valeurs ont été communiquées au contrôleur : 0,44 au seuil 18, 0,51 à mi-piste et 0,55 au seuil 36.

Le résultat étant supérieur à 0,40, le freinage a été transmis comme « bon », conformément à l'échelle OACI disponible à la tour, alors qu'il aurait dû être classé « moyen » selon l'échelle CRFI.

### Enseignements

Comme dans l'événement précédent, l'obtention d'un freinage jugé suffisant grâce à l'appareil de mesure a conduit à ne pas rapporter la présence de neige fondue sur la piste. Par ailleurs, la mesure ayant été faite en ne bloquant pas les roues, sa fiabilité était aussi compromise. Les agents qui réalisent ces mesures ne reçoivent pas toujours la formation adéquate pour garantir le meilleur emploi des appareils de mesure utilisés et s'assurer de la validité des informations transmises.

On peut enfin remarquer que l'équipage, même s'il avait reçu une information correcte sur le coefficient de freinage, ne disposait pas à bord des données nécessaires pour évaluer ses performances à l'atterrissage dans ces conditions.

8

<sup>(14)</sup> L'appareil avait été réceptionné deux mois auparavant par les utilisateurs qui avaient fait quelques essais. C'était la seconde mesure de glissance de piste réalisée. La mise en œuvre du décéléromètre s'est faite uniquement en utilisant le mode d'emploi fourni.

L'ensemble des intervenants, personnel navigant et sol, n'est pas toujours conscient des différents risques liés à l'exploitation dans des conditions hivernales. C'est par une compréhension des phénomènes et de leurs conséquences que chacun peut agir efficacement dans ces conditions, qui, bien que rares, peuvent s'avérer très pénalisantes. Des publications en ligne, dont certaines ont été utilisées pour la réalisation de ce numéro, fournissent des détails complémentaires sur ces questions. On peut citer notamment :

#### Sur les plans neige des aérodromes :

Publication de la DGAC à destination des exploitants d'aérodromes

<http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/publications/documents/deneigement.pdf>

Rapport sur les incidents à Orly survenus à deux MD 83 immatriculés F-GHEI et F-GFZB le 2 décembre 1997

<http://www.bea.aero/docspa/1997/f-ei971202/pdf/f-ei971202.pdf>

#### Sur les coefficients de frottement :

Présentation de Boeing au séminaire de la Flight Safety Foundation à Paris en 2006, intitulée : « Airplane Deceleration on Slippery Runways: What You Should Know, par Mark H. Smith, Boeing Commercial Airplanes »

[http://www.flightsafety.org/pdf/iass06\\_toc.pdf](http://www.flightsafety.org/pdf/iass06_toc.pdf) (non téléchargeable)

#### Sur les opérations de dégivrage :

Incidents en transport aérien numéro 1 relatif au givrage

<http://www.bea.aero/francais/rapports/rap.htm>

#### Sur les conditions hivernales :

Site de la NASA

<http://aircrafticing.grc.nasa.gov/courses.html>

*Les articles d'Incidents en transports aériens peuvent être utilisés dans d'autres publications à condition que le but poursuivi soit la prévention des accidents et que l'origine de l'extrait soit précisée.*