

**Incident grave** du Cessna 525B « Citation CJ3 »  
immatriculé **LX-WEB**  
survenu le 8 décembre 2017  
à Annecy Meythet (74)

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

<sup>(2)</sup>Pilot Flying.

<sup>(3)</sup>Pilot Monitoring.

<b>Heure</b>	Vers 22 h 50 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Jetfly
<b>Nature du vol</b>	Transport non commercial pour compte propre
<b>Personnes à bord</b>	Commandant de bord (PF <sup>(2)</sup> ), Copilote (PM <sup>(3)</sup> ), sept passagers
<b>Conséquences et dommages</b>	Avion légèrement endommagé

**Calcul erroné des performances à l'atterrissage, risque de sortie longitudinale de piste, manœuvre intentionnelle, sortie latérale de piste, lors du roulement à l'atterrissage sur piste enneigée**

**1 - DÉROULEMENT DU VOL**

L'équipage décolle de l'aérodrome de Farnborough (Angleterre) vers 21 h 20 à destination de l'aérodrome d'Annecy Meythet (74).

Lors de la descente, passant le FL190, le PM demande au contrôleur<sup>(4)</sup> d'approche de Lyon avec qui il est en contact<sup>(5)</sup> les dernières informations météorologiques sur l'aérodrome d'Annecy Meythet. Les conditions météorologiques qui lui sont communiquées sont compatibles avec l'approche<sup>(6)</sup>.

Dix minutes plus tard, le contrôleur d'approche de Lyon autorise l'équipage à descendre vers le FL70 pour une approche RNAV 04 et à contacter le contrôleur de l'aérodrome d'Annecy Meythet.

Quelques minutes plus tard, le PM contacte le contrôleur de l'aérodrome d'Annecy Meythet. Ce dernier lui indique entre autres que la piste est mouillée et qu'il y a une averse de neige en cours. Il l'autorise à effectuer la procédure RNAV 04 GNSS Z, la visibilité étant de 1 600 m<sup>(7)</sup>.

Alors que l'équipage débute l'approche finale pour la piste 04, le contrôleur mentionne la présence de neige sur la piste et demande de freiner avec précaution lors de l'atterrissage. Il autorise ensuite l'équipage à l'atterrissage et indique un vent du 240° pour 4 kt **2**. Peu après, l'équipage indique qu'il est à 800 ft des minima, en vue du sol puis demande l'intensité maximale pour le balisage de piste.

<sup>(4)</sup>Toutes les communications radiophoniques sont effectuées en langue anglaise.

<sup>(5)</sup>Le PM n'a pas réussi à contacter le contrôleur d'Annecy Meythet.

<sup>(6)</sup>Vent calme, visibilité 10 km, nuages épars à 2 800 ft, morcelés à 3 400 ft.

<sup>(7)</sup>La visibilité minimale pour débiter l'approche est de 1 500 m.

Lorsque l'avion atteint l'altitude de décision, l'équipage est en vue du sol mais aucun des deux pilotes ne voit le balisage de la piste. L'équipage interrompt l'approche <sup>(3)</sup> et suit la trajectoire d'approche interrompue vers la radiobalise NDB « AT ». Le PM indique ensuite au contrôleur qu'il se dirige vers le circuit d'attente pour effectuer une nouvelle approche et demande d'être informé de l'évolution de l'averse de neige <sup>(4)</sup>.

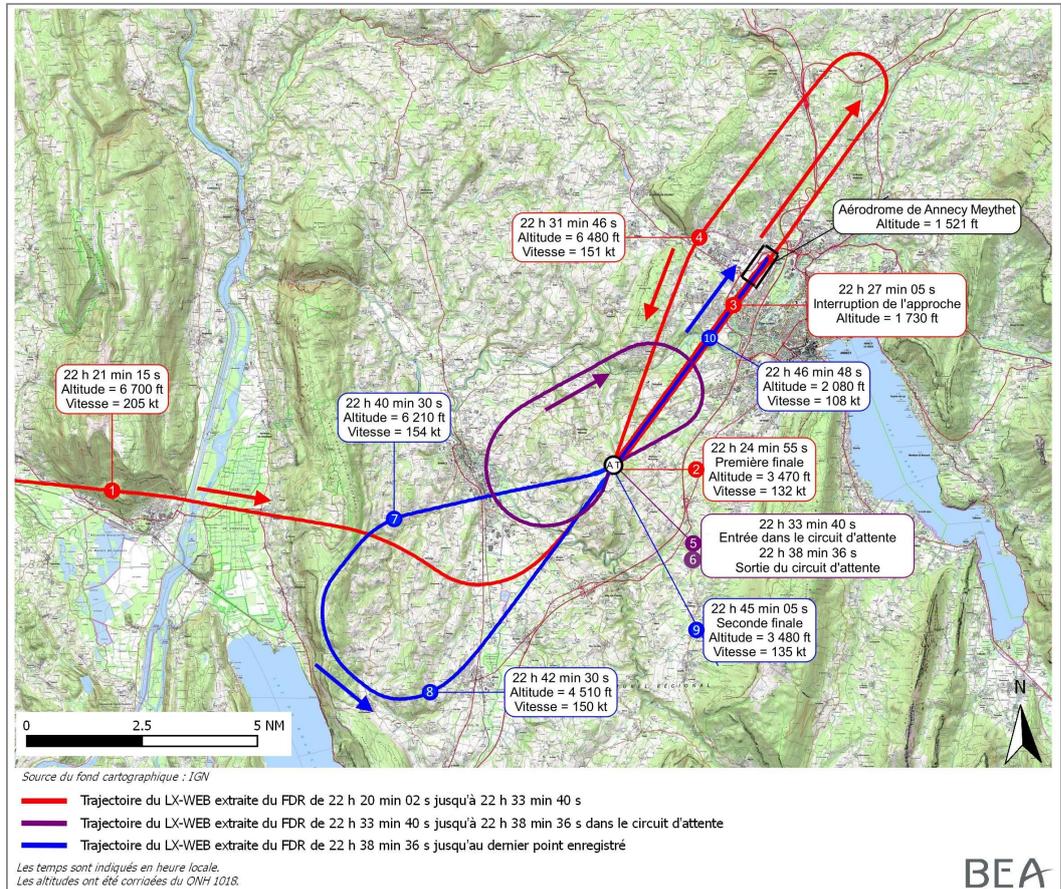


Figure 1 : trajectoire

À 22 h 30, alors que les précipitations faiblissent sur l'aérodrome, le contrôleur demande au service de piste de faire une mesure de glissance sur la piste. Il en informe l'équipage et lui demande quel est son temps d'attente possible. Le PM indique qu'il dispose du carburant nécessaire pour attendre pendant environ trente minutes avant de devoir se dérouter sur l'aérodrome de dégagement<sup>(8)</sup>. L'avion arrive sur la radiobalise AT <sup>(5)</sup> et l'équipage débute un tour d'attente. Quelques instants plus tard le contrôleur informe l'équipage d'une amélioration de la visibilité qui est estimée à 2 800 m puis lui indique à sa demande la présence de deux couches nuageuses à 900 ft et à 1 600 ft.

L'opérateur du service de piste informe par radio<sup>(9)</sup> le contrôleur qu'il ne peut pas accélérer pour faire le test et indique un freinage médiocre<sup>(10)</sup>. Le contrôleur retransmet l'information « *breaking action poor* » à l'équipage. Il demande à l'opérateur du service de piste la durée nécessaire pour effectuer le déneigement de la piste. Ce dernier lui indique une durée d'environ quinze minutes pour le traitement de la piste.

<sup>(8)</sup> Aérodrome de Lyon Bron.

<sup>(9)</sup> Sur la fréquence d'aérodrome.

<sup>(10)</sup> Plus bas niveau de glissance.

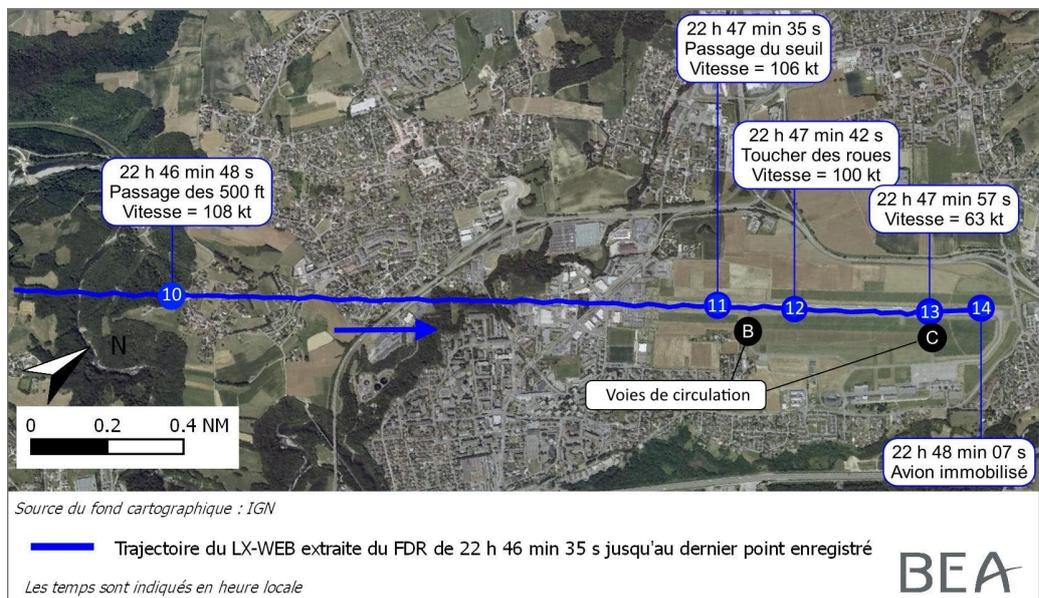
Alors que l'avion arrive en fin du circuit d'attente, le contrôleur demande à l'équipage s'il souhaite que la piste soit déneigée. L'équipage, qui a suivi les échanges radio entre le contrôleur et l'opérateur du service de piste, indique qu'il préfère débiter une nouvelle approche. Quand l'avion passe la radiobalise AT ⑥, l'équipage indique qu'il souhaite débiter l'approche RNAV 04 GNSS Y. Le contrôleur l'y autorise et lui indique que la visibilité est maintenant de 5 000 m. L'équipage effectue la check-list « *approche* » ⑦ puis débute l'approche finale ⑧. Le contrôleur autorise l'atterrissage et indique un vent du 220° pour 1 kt. Le PM effectue la check-list « *atterrissage* » ⑨, la vitesse indiquée est de 135 kt, les volets sont sortis sur la position « *atterrissage* », le pilote automatique est déconnecté. Lorsque le PM annonce « *3 NM en finale* », le contrôleur lui indique un vent de 230° pour 2 kt.

En courte finale (point ⑩ de la trajectoire en figures 1 et 2), la vitesse est de 108 kt<sup>(11)</sup>. Le PF positionne la commande de puissance des moteurs sur ralenti et débute l'arrondi ⑪. Les roues du train d'atterrissage principal touchent la piste ⑫ 310 m après le seuil décalé de piste. Deux secondes après, le train d'atterrissage avant touche le sol et le PM positionne les volets sur la position « *ground* »<sup>(12)</sup>. Le PF freine et annonce au PM qu'il n'a aucune efficacité dans le freinage. Le PM freine également sans résultat. L'avion approchant de la fin de la piste ⑬, par le travers de la voie de circulation C<sup>(13)</sup>, considérant que la vitesse est trop élevée, le PF informe le PM qu'il va volontairement sortir latéralement de piste pour arrêter l'avion. Il actionne le frein de secours et agit sur le palonnier gauche. L'avion quitte la piste par la gauche et s'immobilise dans la terre ⑭ à quelques mètres du bord de piste et à 150 m avant l'extrémité de piste.

<sup>(11)</sup>La vitesse de référence  $V_{ref}$  est de 105 kt.

<sup>(12)</sup>Le braquage des volets à 55° permet d'augmenter la traînée aérodynamique de l'avion.

<sup>(13)</sup>La voie de circulation C à 300 m de l'extrémité de piste.



## 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Dommages à l'avion

Seuls les volets ont été endommagés lors de la sortie de piste. Les pneumatiques du train principal présentait des traces d'abrasion dues au blocage des roues lors de l'activation du frein de secours par l'équipage juste avant la sortie de piste.

## 2.2 Renseignements sur l'équipage

### 2.2.1 Commandant de bord

<sup>(14)</sup>Multi Pilot Operation.

Le commandant de bord, francophone, détenait une licence de pilote professionnel CPL(A) et la qualification de type C525 MPO<sup>(14)</sup>. Il totalisait environ 3 450 heures de vol dont 220 sur type et 22 heures dont 15 sur type dans les trente jours précédents.

### 2.2.2 Copilote (PM)

Le copilote, francophone, détenait une licence de pilote professionnel avion CPL(A) et la qualification de type C525 MPO. Il totalisait environ 6 730 heures de vol dont 120 sur type et 13 heures dont 7 sur type dans les trente jours précédents.

## 2.3 Renseignements sur l'avion (performances)

<sup>(15)</sup>Aircraft Flight Manual.

Le calcul des performances au décollage et à l'atterrissage sur piste sèche s'effectue en utilisant les tables du manuel de vol de l'avion (AFM<sup>(15)</sup>) en section IV.

La section V de l'AFM comprend le supplément 23 relatif aux avions certifiés par l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA) qui fournit des informations relatives au calcul des performances au décollage et à l'atterrissage sur pistes sèches (figure S23-9 pour les distances d'atterrissage) et contaminées (figure S23-12 pour les distances d'atterrissage).

La section VII de l'AFM comprend également des informations pour le calcul des performances au décollage et à l'atterrissage, non approuvées par l'autorité de certification. Ainsi, la table de performances en figure 7.11 de l'AFM (page 7-104) reprend celles de la figure S23-12 de la section V et ajoute les distances sur piste mouillée. Elle permet à partir de la distance d'atterrissage calculée sur piste sèche de déterminer les distances d'atterrissage sur piste mouillée et sur piste contaminée par de l'eau ou de la neige en fonction de l'épaisseur du contaminant.

SECTION VII - ADVISORY INFORMATION MODEL 525B

**LANDING DISTANCE - FEET** **FLAPS - LAND**

AIRSPEED - V<sub>REF</sub>

DRY RUNWAY	ADVERSE RUNWAY CONDITIONS (ALL WINDS, 50 FT SCREEN HEIGHT)														
	WET RUNWAY	WATER COVERED RUNWAY - INCHES *					SLUSH OR WET SNOW COVERED RUNWAY - INCHES *					DRY SNOW INCHES *		COMPACT SNOW	WET ICE **
		0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	2.0		
1600	2050	2550	2450	2350	2250	2150	2600	2600	2500	2350	2250	2750	2400	2850	6600
1800	2350	2850	2750	2650	2500	2400	3050	2950	2800	2700	2550	3250	2750	3350	7300
2000	2600	3300	3150	3000	2800	2700	3600	3400	3200	3050	2900	3700	3150	3800	8500
2200	2900	3750	3550	3300	3150	3000	4100	3850	3600	3350	3200	4150	3500	4300	10950
2400	3200	4200	3900	3650	3450	3250	4550	4250	3950	3700	3500	4650	3850	4800	15450
2600	3500	4600	4300	4000	3750	3550	4950	4550	4250	4000	3800	4950	4200	5000	
2800	3800	4950	4650	4300	4050	3800	5150	4800	4550	4300	4050	5050	4450	5200	
3000	4100	5350	5000	4650	4350	4100	5500	5150	4850	4600	4350	5300	4700	5450	
3200	4350	5850	5400	5000	4650	4400	5950	5550	5200	4900	4650	5800	4950	5800	
3400	4650	6350	5850	5350	5000	4700	6450	6050	5650	5200	4950	6300	5150	6150	
3600	4950	6850	6300	5750	5350	5050	6950	6450	5950	5550	5250	6800	5400	6450	
3800	5250	7300	6750	6150	5700	5350	7450	6900	6350	5900	5550	7300	5600	6800	

Figure 3 : extrait de l'AFM - Section VII, page 7-104, figure 7-11

Cette table met en évidence que les distances d'atterrissage indiquées varient à l'inverse de l'épaisseur de contaminant. Plus l'épaisseur de contaminant est faible que ce soit de l'eau, de la neige fondante, humide ou sèche, plus la distance d'atterrissage est importante.

Il est précisé en introduction de ces sections V et VII, sous la forme d'une mise en garde, que les valeurs indiquées dans les tables pour les pistes mouillées ou contaminées sont des valeurs approximatives qui doivent être considérées comme des valeurs minimales et que les conditions réelles sur piste peuvent conduire à des valeurs de distances supérieures à celles déterminées.

## 2.4 Renseignements météorologiques

Les prévisions météorologiques (issues du TAF de l'aérodrome d'Annecy Meythet de 16 h 44 UTC) dont disposaient les pilotes avant le départ étaient les suivantes : vent du 200° pour 5 kt, visibilité supérieure à 10 km, ciel couvert à 3 000 ft ; temporairement à partir de 19 h 00 UTC, visibilité de 3 km, averses de neige et de pluie, nuages fragmentés à 800 ft, et possiblement une réduction de la visibilité à 1 km avec des averses de neige et des nuages fragmentés à 300 ft.

## 2.5 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome d'Annecy Meythet est un aérodrome contrôlé ouvert à la circulation aérienne publique. L'aérodrome se situe à une altitude de 1 521 ft.

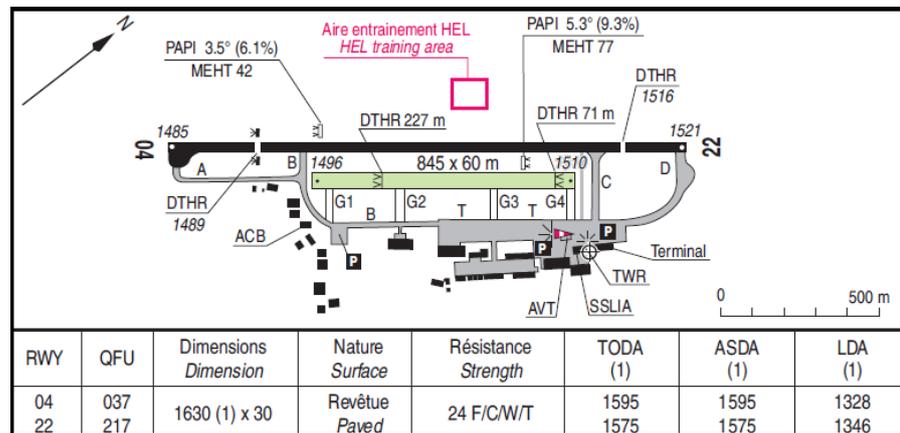


Figure 4 : extrait de la carte VAC

La piste revêtue 04 comporte un seuil décalé situé 270 m après le début de piste, la longueur de piste utilisable pour l'atterrissage est de 1 328 m (4 357 ft).

Un remblai en terre se situe à quelques dizaines de mètres après l'extrémité de la piste 04, juste avant un fossé et une route.

## 2.6 Enregistreurs de bord

L'avion était équipé d'enregistreurs de vol, un CVR et un FDR. Les données contenues dans les enregistreurs ont été récupérées.

L'analyse des données de vol montrent que :

- l'approche finale était stabilisée avec une vitesse indiquée de 107 kt ;
- le toucher des roues qui a eu lieu six secondes après la réduction de la puissance des moteurs, la vitesse indiquée était de 104 kt, les volets ont été positionnés sur « ground » ;
- les « speed brakes » ont été déployés deux secondes plus tard ;

- ❑ la décélération longitudinale, comparée aux vols précédents, est essentiellement aérodynamique, la contribution des freins est très faible ;
- ❑ la vitesse résiduelle lors de la sortie latérale de piste était d'environ 45 kt ;
- ❑ l'avion s'est immobilisé dans la terre à environ 150 m avant la fin de piste.

## 2.7 Renseignements sur l'exploitant

L'exploitant réalise à la fois des vols commerciaux et des vols non commerciaux pour les copropriétaires d'avions dont elle assure la gestion. Le vol de l'événement a été réalisé à la demande des propriétaires, il s'agissait donc d'un vol non commercial.

L'exploitant détient un CTA<sup>(16)</sup> et dispose d'un manuel d'exploitation approuvé par la Direction de l'Aviation Civile du Luxembourg. Ce manuel définit les procédures et règles à appliquer par les équipages pour la préparation et la réalisation des vols, quelle que soit la nature du vol.

Pour les vols non commerciaux, le manuel d'exploitation prévoit de remplacer les règles de calcul des performances applicables au transport commercial<sup>(17)</sup> par une majoration de 10 % sur les distances d'atterrissage.

Le manuel d'exploitation définit également les règles d'utilisation de l'EFB<sup>(18)</sup> portable et notamment de l'application logicielle Guru<sup>(19)</sup> conçue pour le calcul des performances au décollage et à l'atterrissage par les équipages lors de la préparation et pendant le vol.

La société qui a développé cette application intègre pour chaque avion, sur la base des informations de l'AFM qui lui ont été fournies par l'exploitant, les données nécessaires au calcul de performances. Pour le calcul des distances d'atterrissage sur piste mouillée, l'exploitant n'ayant pas fourni les tables correspondantes de la section VII de l'AFM, l'application utilisait arbitrairement la majoration de 15 %<sup>(20)</sup> applicable au transport commercial pour déterminer la distance sur piste mouillée à partir de la distance sur piste sèche pour tous les types de vols. Cette méthode conduit à sous-estimer la distance d'atterrissage sur piste mouillée pour les vols non commerciaux.

Pour les vols commerciaux, cette majoration de 15 % associée à la majoration réglementaire de 67 % (Distance d'atterrissage inférieur à 60 % de la longueur de piste disponible) fournit un résultat conservatif par rapport aux performances réelles de l'avion.

Cette application ne propose pas le calcul des distances d'atterrissage sur piste contaminée dans le cadre des vols non commerciaux.

Le manuel d'exploitation impose aux équipages de se référer à l'AFM quand les données ne sont pas disponibles via l'application Guru.

## 2.8 Renseignements supplémentaires

### 2.8.1 Préparation du vol et calcul de performances à l'atterrissage par l'équipage

Lors de la préparation du vol, l'équipage avait noté, sur la base du message d'information météorologique à sa disposition, la probabilité d'averses de neige sur l'aérodrome d'Annecy Meythet.

<sup>(16)</sup>Certificat de transporteur aérien.

<sup>(17)</sup>Règlement UE n°965/2012 « Air Ops » Part-CAT. POL.A.230 a) et Part-CAT.POL.A.235.

<sup>(18)</sup>Electronic Flight Bag.

<sup>(19)</sup>Développée par Flygprestanda AB.

<sup>(20)</sup>« Air Ops » Part-CAT.POL.A.235.

(21) Masse, configuration de l'avion à l'atterrissage, température, altitude et vent.

(22) La distance issue de la section VII de l'AFM est de 3 550 ft.

Il avait calculé, dans un premier temps, les distances d'atterrissage sur piste sèche et sur piste mouillée via l'application Guru. L'application avait, compte tenu des conditions retenues pour l'atterrissage<sup>(21)</sup>, fourni les distances suivantes :

- sur piste sèche : 2 631 ft ;
- sur piste mouillée : 3 024 ft<sup>(22)</sup>.

L'équipage avait ensuite utilisé la table de performances de l'AFM en figure 7-11 pour déterminer la distance d'atterrissage sur piste contaminée à partir de la distance sur piste mouillée calculée précédemment, sans remarquer les valeurs sur piste sèche, dans deux situations :

- neige humide, épaisseur 0.5 inch (1,25 cm) ;
- neige sèche, épaisseur 2 inch (5 cm).

SECTION VII - ADVISORY INFORMATION

MODEL 525B

LANDING DISTANCE - FEET

FLAPS - LAND

DRY RUNWAY	ADVERSE RUNWAY CONDITIONS (ALL WINDS, 50 FT SCREEN HEIGHT)														
	WET RUNWAY	WATER COVERED RUNWAY - INCHES *					SLUSH OR WET SNOW COVERED RUNWAY - INCHES *					DRY SNOW INCHES *	COMPACT SNOW	WET ICE **	
		0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	0.125	0.2	0.3	0.4	0.5				1.0
1800	2050	2550	2450	2350	2250	2150	2600	2600	2500	2350	2250	2750	2400	2850	6600
1800	2350	2850	2750	2650	2500	2400	3050	2950	2800	2700	2550	3250	2750	3350	7300
2000	2600	3300	3150	3000	2800	2700	3600	3400	3200	3050	2900	3700	3150	3800	8500
2200	2900	3750	3550	3300	3150	3000	4100	3850	3600	3450	3200	4150	3500	4300	10950
2400	3200	4200	3900	3650	3450	3250	4550	4250	3950	3700	3500	4600	3850	4800	15450
2600	3500	4600	4300	4000	3750	3550	4850	4550	4250	4000	3800	4850	4200	5000	
2800	3800	4950	4650	4300	4050	3800	5150	4800	4550	4300	4050	5050	4450	5200	
3000	4100	5350	5000	4650	4350	4100	5500	5150	4850	4600	4350	5300	4700	5450	
3200	4350	5850	5400	5000	4650	4400	5950	5550	5200	4900	4650	5600	4950	5800	
3400	4650	6350	5850	5350	5000	4700	6450	6050	5650	5200	4950	5900	5150	6150	
3600	4950	6850	6300	5750	5350	5050	6950	6450	5950	5550	5250	6200	5400	6450	
3800	5250	7300	6750	6150	5700	5350	7450	6900	6350	5900	5550	6550	5600	6800	

Figure 5 : extrait de l'AFM – Section VII, page 7-104, figure 7-11

L'équipage a enfin appliqué conformément à la procédure du manuel d'exploitation une majoration de 10 %.

Les résultats obtenus étaient les suivants :

- distance sur piste contaminée par 0.5 inch d'épaisseur de neige humide : 3 647 ft<sup>(23)</sup> ;
- distance sur piste contaminée par 2.0 inch d'épaisseur de neige sèche : 3 978 ft<sup>(24)</sup>.

La longueur de piste disponible en piste 04 sur l'aérodrome d'Annecy étant de 4 357 ft, l'équipage avait déterminé que l'aérodrome serait accessible même en cas de présence de neige sur la piste.

### 2.8.2 Témoignage

Le commandant de bord indique que la décision de ne pas demander le déneigement a été motivée par :

- le fait que les calculs de performances réalisés avant le vol indiquaient que la distance d'atterrissage sur piste contaminée par de la neige fraîche était compatible avec la longueur de piste disponible ;
- et la crainte que l'opération de déneigement de la piste ne laisse une pellicule de glace sur la piste ce qui aurait eu pour conséquence de diminuer encore plus la qualité de freinage lors de l'atterrissage.

(23) La distance obtenue à partir de la distance sur piste sèche est de 4 224 ft.

(24) La distance obtenue à partir de la distance sur piste sèche est de 4 660 ft.

<sup>(25)</sup>Antenne de l'ILS, remblais de séparation avec la route après l'extrémité de piste.

Les calculs réalisés lors de la préparation du vol n'ont donc pas fait l'objet d'une réactualisation en vol avant la deuxième approche puisque les conditions étaient les mêmes que celles que l'équipage avait anticipées avant le vol et que les résultats obtenus permettaient l'atterrissage.

Le commandant de bord explique qu'il connaît bien l'aérodrome d'Annecy Meythet, qu'il avait connaissance des obstacles situés en extrémité de piste<sup>(25)</sup> et savait que les abords sur la gauche de la piste 04 étaient parfaitement dégagés de tout obstacle. Lors du roulement à l'atterrissage, en constatant l'inefficacité du freinage et la vitesse encore trop élevée passant travers le point d'attente « C » qui se situe 300 m avant la fin de piste, il a pris la décision de sortir volontairement de piste par la gauche tout en actionnant le frein de secours.

### 3 - ENSEIGNEMENT ET CONCLUSION

#### 3.1 Erreurs dans le calcul des performances

Le calcul de la distance sur piste mouillée par l'équipage était erroné car il provenait de la méthode de calcul de l'application de l'EFB qui majorait la distance sur piste sèche de 15 %. Ce calcul sous-estime les distances sur piste mouillées par rapport aux valeurs indiquées dans l'AFM.

Le calcul majoré de 15 % de la distance d'atterrissage sur piste mouillée, même après application de la majoration de 10 % fixée par l'exploitant pour ce type de vol reste inférieur à la valeur indiquée dans l'AFM.

Le calcul des distances d'atterrissage sur piste contaminée était également erroné car l'équipage a utilisé comme valeur d'entrée dans la table de performances de l'AFM en figure 7-11, la distance erronée d'atterrissage sur piste mouillée et non la distance sur piste sèche, comme le précise le descriptif d'utilisation de cette table. Ceci a eu pour conséquence d'obtenir des valeurs plus faibles conduisant l'équipage à avoir une vision incorrecte sur la capacité de l'avion à pouvoir atterrir en sécurité sur une piste contaminée.

#### 3.2 Conclusion

Les performances à l'atterrissage de l'avion telles que définies dans les tables de performances du manuel de vol de l'avion, majorées du coefficient forfaitaire de 10 % imposé par le manuel d'exploitation, n'étaient pas compatibles, quels que soient l'épaisseur ou le type de neige présente sur la piste, avec la longueur de piste disponible sur l'aérodrome d'Annecy Meythet.

La décision d'atterrir a été prise sur la base de valeurs de performance erronées, dont l'erreur résulte d'une utilisation incorrecte de la table de performances lors de la préparation du vol.

La décision du commandant de bord de sortir latéralement de piste volontairement a permis de minimiser les conséquences d'une sortie longitudinale de piste compte tenu de la vitesse résiduelle de l'avion et des obstacles en extrémité de piste.