

# Etude

## Déstabilisation à l'atterrissage

# ***Table des matières***

<b>OBJET DE L'ÉTUDE</b>	<b>3</b>
<b>ÉVÉNEMENTS ANALYSÉS</b>	<b>4</b>
B737-800, immatriculé 7T-VJL, à Lyon Saint-Exupéry le 17 mars 2001*	4
DC10-10 immatriculé N132AA, à Tahiti Faa'a le 24 décembre 2000*	6
B737-200 immatriculé F-GBYA, à Biarritz le 4 mars 1999	8
ATR 42-300 immatriculé F-GHPS, à Nantes le 4 janvier 1998	10
A340-313 immatriculé F-GLZP, à Port Harcourt (Nigéria) le 28 décembre 2001	12
B737-800 immatriculé F-GRND, à Marrakech (Maroc) le 13 mars 2003*	14
<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>17</b>

\*Événement qui a fait l'objet d'un rapport ou d'une publication dans Incidents en transport aérien (ITA).



## ***Objet de l'étude***

Les accidents survenus lors de l'atterrissage sont souvent consécutifs à une approche non stabilisée. Des travaux récents<sup>(1)</sup> ont identifié des facteurs qui contribuent à ces non-stabilisations. Toutefois, même lorsque l'approche n'est pas stabilisée, l'équipage, en fonction de ses actions et de l'environnement, peut se trouver en mesure de réussir un atterrissage. A contrario, il peut arriver qu'une perturbation intervienne après une approche normale jusqu'à la hauteur de décision sans que l'équipage ne parvienne à s'adapter aux variations de l'environnement.

L'analyse de la phase d'atterrissage de certains événements<sup>(2)</sup> a permis de préciser des circonstances qui peuvent conduire à des sorties de piste, à des touchers du fuselage ou à des atterrissages hors piste.

Lorsque la poursuite de l'atterrissage est décidée en fonction des références extérieures, le PF doit assurer une transition entre le pilotage aux instruments et l'utilisation prépondérante de repères extérieurs visuels. Dans un premier temps, ces repères doivent permettre de contrôler le point d'aboutissement de la trajectoire. Pour assurer le contrôle de l'arrondi, le regard du PF porte ensuite vers des repères plus éloignés. Selon l'exploitant et le type d'approche, les tâches de surveillance des écarts instrumentaux par le PNF ne sont pas toujours définies.

Le BEA a examiné plusieurs occurrences qui étaient suffisamment documentées pour améliorer la compréhension de cette phase du vol. Les six événements suivants illustrent l'ensemble des cas de figure analysés.

Remarque : l'analyse de plusieurs événements dans le cadre d'une étude est une démarche destinée à enrichir la compréhension de certains mécanismes ; en conséquence, la description des circonstances de certains événements peut évoluer et différer, notamment, de celle des rapports dont ils ont fait l'objet.

<sup>(1)</sup>Voir le site <http://www.bea.aero> rubrique rapports, section ITA.

<sup>(2)</sup>L'analyse ne porte que sur des approches classiques ou de catégorie I, pour lesquelles l'acquisition et le maintien de repères visuels extérieurs par le PF sont nécessaires pour la gestion de la trajectoire lors de l'atterrissage.

## Sortie longitudinale de piste d'un B737-800, immatriculé 7T-VJL, à Lyon Saint-Exupéry le 17 mars 2001 à 9 h 35 UTC<sup>(3)</sup>

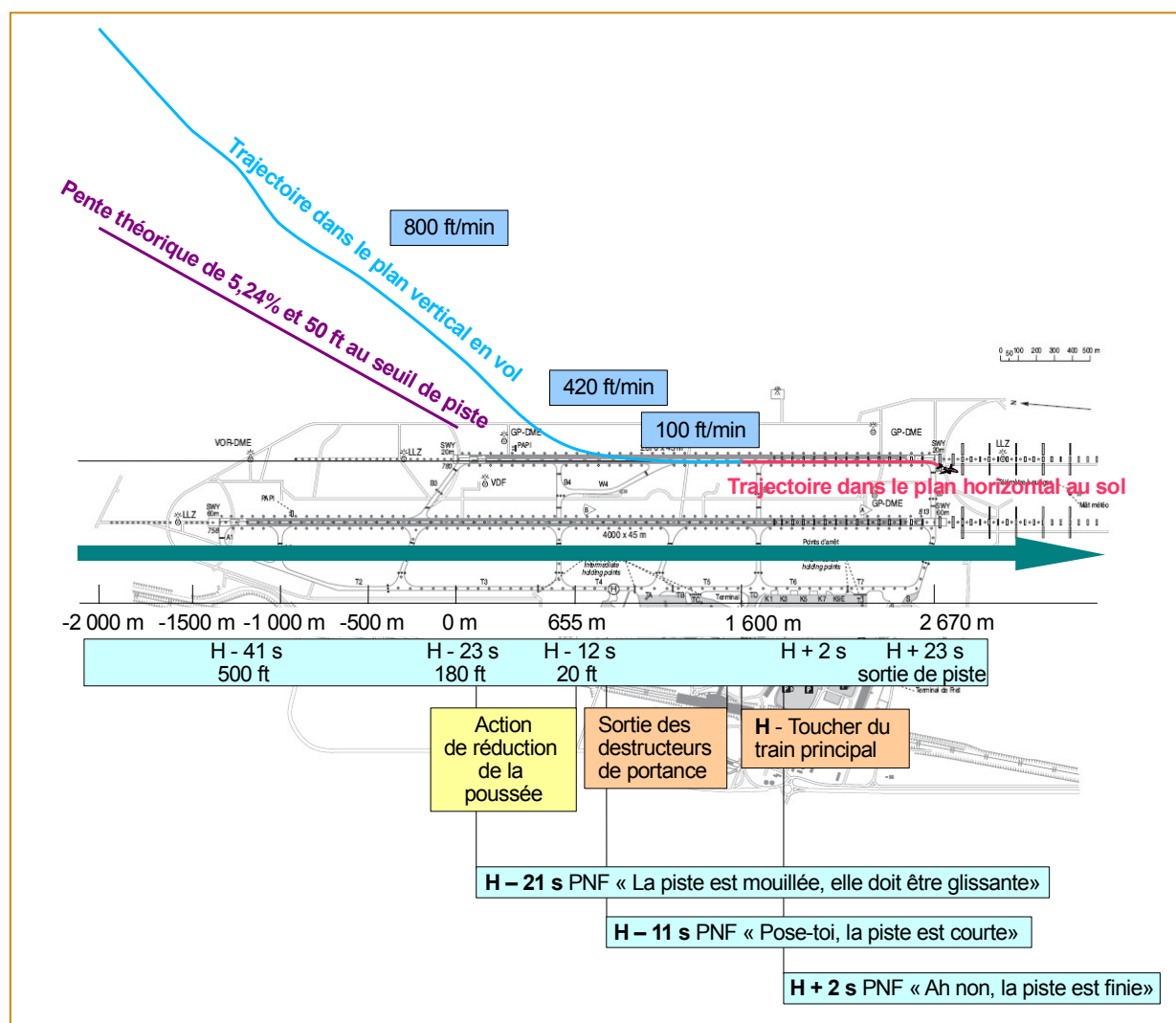
Bande revêtue piste 18L de 2 670 m x 45 m, non rainurée.

Les aides visuelles lumineuses disponibles pour l'atterrissage sont un PAPI et des feux à éclats séquentiels sur une longueur de 900 m ; il n'y a pas de balisage lumineux axial ni de feux de zone de toucher des roues.

Le copilote est PF. Le glide et le DME associés à l'ILS 18L sont en panne et l'approche LOCALIZER est en service avec les indications de distance du VOR/DME LVM. Les minima associés pour un aéronef de catégorie C sont de 1 800 m, avec une MDA(H) de 1 120 ft (340 ft).

Le vent au sol est calme, la visibilité est de 6 000 m, il pleut faiblement et le plafond est fragmenté à 400 ft et couvert à 1 500 ft.

La Vref est de 144 kt à la masse de 62 300 kg, la Vapp retenue de 149 kt. L'atterrissage est réalisé avec les volets braqués à 30° à une vitesse d'environ 155 kt<sup>(4)</sup>.



<sup>(3)</sup> A l'occasion de cette étude le BEA a été amené à modifier les conclusions du rapport 7t-I010317.

<sup>(4)</sup> Le braquage maximal des volets est de 40°.

L'équipage écoute l'ATIS de 9 h 00 qui indique entre autre un plafond à 1 350 ft, que la piste est mouillée et que le glide et le DME de l'ILS sont en panne.

Le PA est déconnecté à une altitude de 3 000 ft et l'avion débute la descente finale à environ 600 ft/min. Le PNF voit la piste aux alentours de 2 000 ft.

Au point de report situé à 4 NM du seuil de piste, le CdB annonce que l'altitude est correcte et que le PF peut poursuivre avec une vitesse verticale de 600 ft/min.

L'équipage reçoit l'autorisation d'atterrir cinquante secondes avant le toucher des roues. La piste est encore occupée par un avion qui vient d'atterrir.

En courte finale, la vitesse verticale augmente vers 800 ft/min.

L'avion franchit le seuil de piste à une hauteur de 180 ft et une vitesse de 156 kt ( $V_{ref} + 12$  kt).

Vers 100 ft, le PF augmente progressivement l'assiette de l'avion de 0° jusqu'à + 6°. A 20 ft il réduit la poussée, onze secondes après le passage du seuil.

Peu avant le toucher des roues, le CdB aperçoit l'extrémité de piste et s'exclame, sans ordonner d'interrompre l'atterrissage.

Le CdB appuie sur les freins, alors que le freinage automatique était sélectionné. La poussée inverse est appliquée treize secondes après le déploiement des inverseurs de poussée.

L'équipage infléchit la trajectoire de l'avion sur la droite à 70 kt en tentant de rejoindre la bretelle d'extrémité de piste, sécante à 90°. Cette dernière est occupée par l'avion précédent. Le 7T-VJL sort de piste à une vitesse de 35 kt, poursuit sa course dans l'herbe et s'immobilise à 35 m du bord de la bretelle.

*Durant l'approche, le PNF ne paraît pas s'impliquer dans la réalisation de cette approche en conditions dégradées.*

*A 150 kt, la vitesse verticale pour suivre le plan d'approche est d'environ 800 ft/min.*

*Au cours de l'approche finale, le PNF n'annonce ni les altitudes de passage aux points de contrôle du plan ni les écarts.*

*L'avion passe 250 ft au-dessus de l'altitude de passage à 4 NM du seuil. Il reste au-dessus du plan au cours de la finale.*

*Le PF semble prendre conscience de son écart vertical. Il n'y a pas de communication verbale avec le PNF.*

*Sans réaction de l'équipage, l'excédent de hauteur déplace le point d'aboutissement de 800 m.*

*Le PF n'adapte pas son arrondi aux circonstances. L'avion perd 16 kt au cours de l'arrondi et touche à environ 1500 m du seuil.*

*Au toucher, les destructeurs de portance se déploient. Quatre secondes après les inverseurs de poussée sortent.*

*La répartition des tâches est modifiée sans être verbalisée. On constate de la confusion qui a peut-être entraîné un retard dans l'application de la poussée inverse.*

*Etant données sa vitesse résiduelle et la longueur de piste restante, l'avion ne pouvait plus s'arrêter sur la piste.*

L'approche n'était pas stabilisée du fait d'un contrôle inapproprié du plan de l'approche classique alors qu'il n'y a pas eu de variation significative des paramètres météorologiques. Après le passage du seuil, le PF a subi le décalage du point d'aboutissement, il a débuté l'arrondi sans prendre en compte l'excédent d'énergie de l'avion en regard de sa position. Lors de l'arrondi, il ne disposait pas de repères permettant de se positionner par rapport à l'extrémité de la piste. Le CdB, peu attentif au déroulement de l'approche, n'a pas créé un cadre favorable à une remise en question de l'approche et de l'atterrissage. La confusion a régné après le toucher des roues.

## Sortie longitudinale de piste d'un DC10-10 immatriculé N132AA, de nuit, à Tahiti Faa'a le 24 décembre 2000 à 9 h 52 UTC

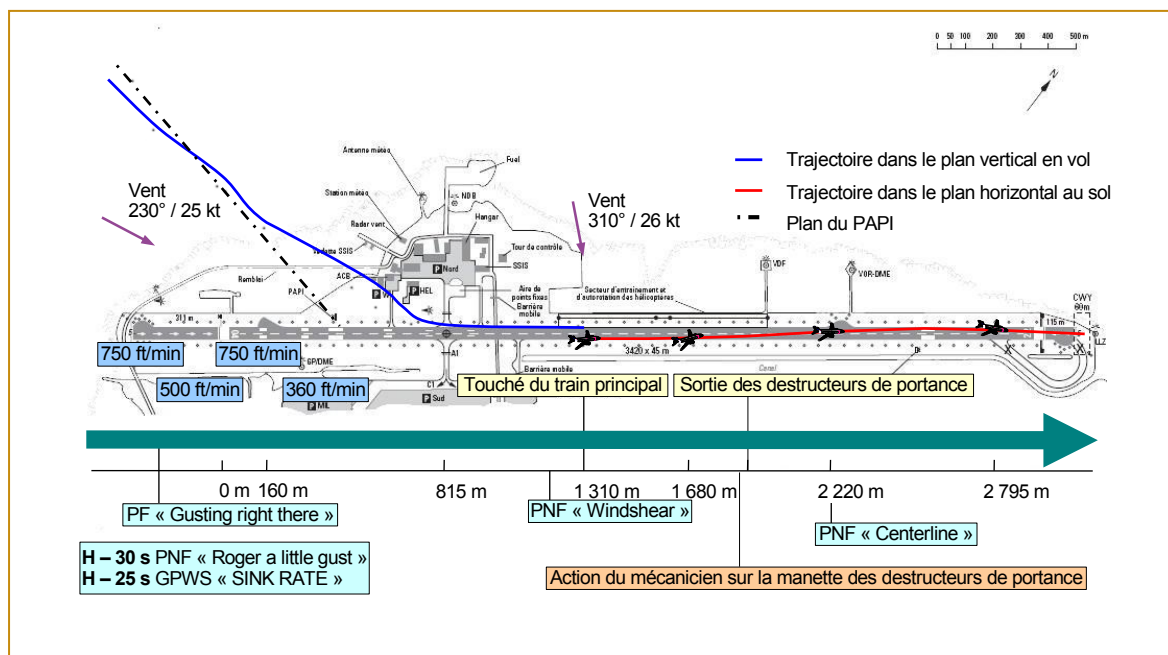
Bande revêtue piste 04 de 3 420 m x 45 m, non rainurée, LDA de 3 110 m. Les cartes utilisées par l'équipage mentionnaient une LDA de 3 310 m. Coefficient de frottement non mesuré.

Les aides visuelles lumineuses disponibles sont un PAPI, un balisage de piste et des feux à éclats d'identification de seuil. Il n'y a pas de balisage lumineux axial, ni de feux de zone de toucher des roues.

Le CdB est PF. L'approche en service est la VOR/DME ILS 04 cat I. Les minima associés pour un aéronef de catégorie D sont de 1 000 m, avec une DA(H) de 260 ft (250 ft).

Pendant la descente un orage se rapproche de la piste et les conditions météorologiques varient rapidement. Le vent est variable en direction et force avec des rafales, la visibilité est de 2 000 m sous averse. Il n'a pas été possible de préciser si la piste était mouillée ou contaminée. Le terrain de dégagement est à plus d'une heure de vol.

La Vref est de 137 kt et la Vapp de 156 kt. L'atterrissage est réalisé avec les volets braqués à 35°<sup>(5)</sup> à une vitesse d'environ 150 kt, à la masse de 152 400 kg. La limite de vent de travers de l'avion est de 31 kt sur piste sèche. Elle est réduite en fonction de la glissance de la piste.



<sup>(5)</sup> Le braquage maximal de volets est de 50°.

La piste est en vue à une hauteur d'environ 500 ft. Le PA est déconnecté à 300 ft. Le contrôleur annonce des rafales à 29 kt.

En courte finale, l'avion entre dans une zone de pluie et de turbulences liée au passage de l'orage sur la piste. Le vent passe du secteur arrière au secteur travers gauche. Le PF éprouve des difficultés à contrôler les mouvements latéraux de l'avion.

Il s'écoule cinq secondes entre l'annonce radiosonde 10 ft et la réduction de poussée. Le toucher du train principal intervient deux secondes après la réduction de poussée, à  $V_{ref} + 13$  kt. La poussée résiduelle entraîne une augmentation de la distance de plané ; le gradient de vent provoque l'augmentation de la vitesse air. Le point de toucher des roues se décale d'environ 900 m. Durant le plané, l'avion se déporte à droite.

Lors du toucher du train principal, les inverseurs de poussée se déploient. Les destructeurs de portance, bien qu'armés, ne sortent pas automatiquement.

Au cours du roulement, l'avion se déporte vers la gauche du fait de l'action aux palonniers du PF et de la diminution du vent traversier.

L'OMN, huit secondes après le toucher, sort manuellement les destructeurs de portance.

Lorsque le PF aperçoit les antennes du localizer, il augmente son action sur les freins et sur les inverseurs. L'efficacité du freinage devient quasi nulle. L'avion écrase les antennes, poursuit sa course et s'immobilise à 80 m de l'extrémité de la piste, le nez dans le lagon.

*Cette non-sortie des destructeurs de portance n'est pas annoncée par l'OMN ou le PNF. Le PF, accaparé par le contrôle de la trajectoire sur la piste, ne s'est pas aperçu de ce non-déploiement.*

*Le PF a éprouvé des difficultés à se positionner latéralement en raison du peu de repères visuels disponibles.*

*Le CdBa été surpris par l'absence d'indication lumineuse de la distance restante.*

*Les inverseurs de poussée sont devenus moins efficaces du fait de la vitesse de l'avion.*

*L'efficacité du freinage a diminué dans la zone de toucher des roues de la piste 22, dont la surface est recouverte de gomme, ce qui diminue l'adhérence lorsque la piste est mouillée.*

Contrairement à l'événement précédent, le PF a dû s'adapter aux conditions météorologiques, difficiles durant l'atterrissage, afin de contrôler la trajectoire latérale de l'avion. L'évolution très dynamique du phénomène orageux a mobilisé une part importante de ses ressources. Les informations transmises en amont à l'équipage ne lui ont pas permis d'avoir une représentation de la criticité de la situation en finale due au déplacement de l'orage. Dans ces conditions, l'absence de balisage axial lumineux et d'indication de longueur de piste restante a contribué aux difficultés de l'équipage à se situer sur la piste.



## Sortie latérale de piste d'un B737-200 immatriculé F-GBYA, de nuit, à Biarritz le 4 mars 1999 à 19 h 05 UTC

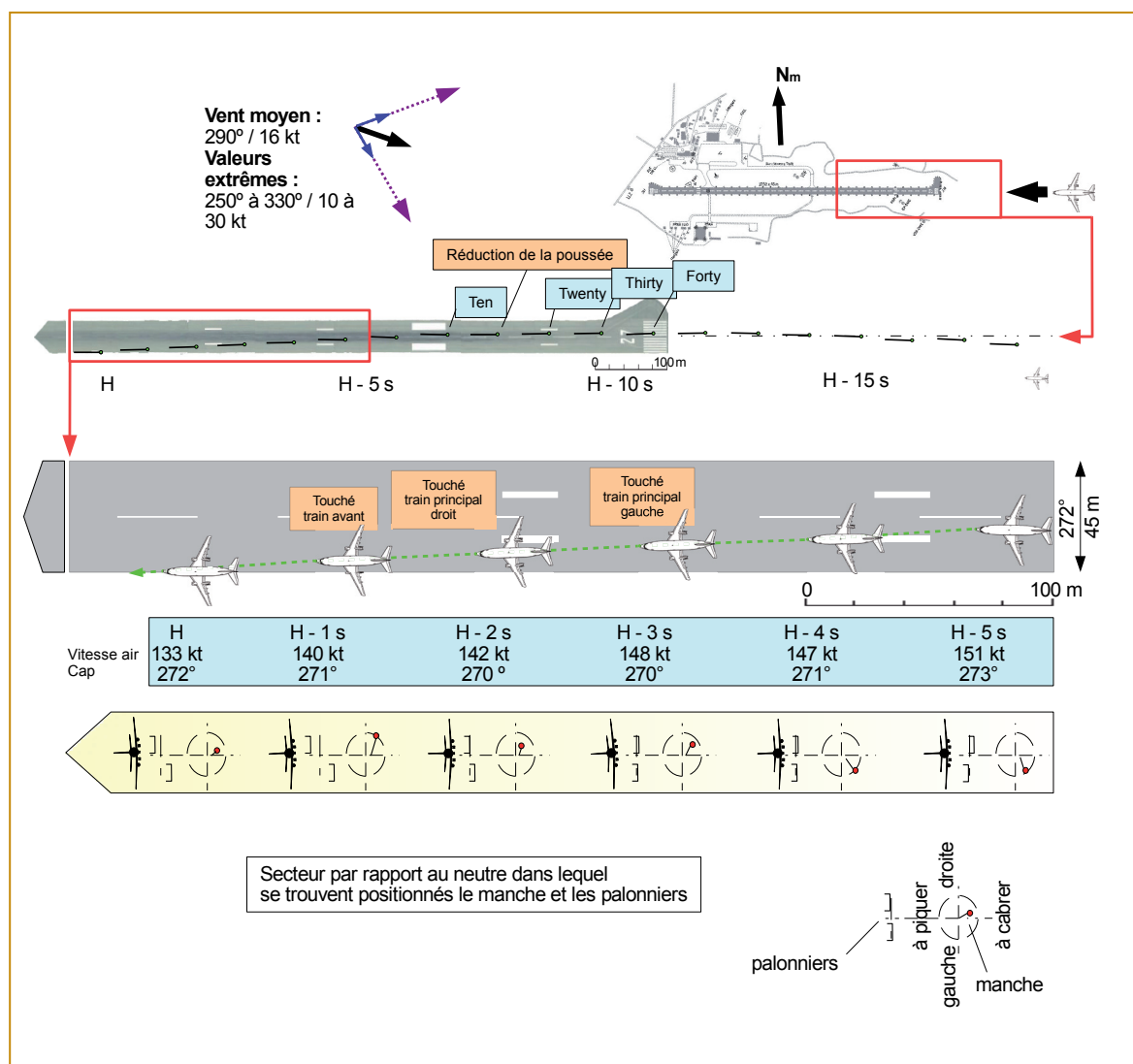
Bande revêtue piste 27 de 2 250 m x 45 m, non rainurée. Son profil présente une pente montante puis descendante. L'état et la glissance de la piste lors de l'atterrissage n'ont pas pu être déterminés.

Les aides visuelles lumineuses disponibles sont un PAPI, un balisage de piste et des feux à éclats d'identification de seuil. Il n'y a pas de balisage lumineux axial.

Le copilote est PF. Il est lâché en ligne depuis environ huit mois. Cette étape est la dernière de la journée. L'approche en service est l'ILS DME Cat I pour la piste 27. Les minima associés pour un aéronef de catégorie C sont de 1 000 mètres de visibilité, avec une DA(H) de 420 ft (200 ft). L'interception du glide s'effectue, conformément à la procédure, à une hauteur de 1 780 ft.

Dans les quatre minutes qui précèdent l'atterrissage, la visibilité est de 1 500 mètres sous un grain, la force du vent de 16 kt avec des rafales à 31 kt, sa direction évolue de 250° vers 290°, avec des variations jusqu'à 330°.

La Vref est de 129 kt et la Vapp de 149 kt. L'atterrissage est réalisé avec les volets braqués à 30°<sup>(6)</sup>, à la masse de 43 500 kg.



<sup>(6)</sup> Le braquage maximal est de 40°. La limitation vent de travers sur piste mouillée est de 31 kt, sur piste contaminée de 15 kt.

L'équipage écoute l'ATIS enregistré une heure auparavant qui mentionne notamment une visibilité de 10 km, un vent dans l'axe pour 15 à 30 kt et de la pluie.

Les fréquences approche et tour sont regroupées.

L'équipage obtient un cap d'évitement pour contourner une cellule orageuse.

Le contrôleur l'autorise ensuite à l'atterrissage et indique un vent du 250° pour 16 kt, rafales à 30 kt et une forte pluie.

Le copilote déconnecte le pilote automatique et l'auto-manette à une altitude d'environ 1 200 ft, établi sur l'ILS. Le contrôleur annonce un vent d'ouest pour 10 à 30 kt et de fortes pluies.

Peu après, le CdB annonce qu'il voit la piste, à 1 100 ft.

En courte finale, le contrôleur annonce un vent du 280° pour 15 à 30 kt.

L'avion s'écarte progressivement à gauche de l'axe, jusqu'à 0,3 points LOC à l'approche des minima. Le CdB annonce « un peu à gauche ». L'avion revient progressivement vers l'axe.

Le PF incline l'avion à gauche alors qu'il a légèrement dépassé l'axe de piste. L'avion passe le seuil environ 4 m à droite de l'axe, parallèle à celui-ci, les ailes horizontales.

Le PF débute l'arrondi avec une légère inclinaison à gauche et n'agit pas ou peu sur les palonniers. La réduction de poussée intervient quelques secondes après.

Le train principal gauche touche la piste, alors que l'axe de l'avion est 12 m à gauche de l'axe de piste. Le PF diminue l'assiette. L'avion est toujours incliné à gauche, orienté au cap 270° et a une vitesse indiquée de 148 kt.

L'avion se déporte de 7 m vers la gauche, en roulant sur le seul train principal gauche pendant environ deux secondes.

Au cours de cette phase, le nez de l'avion s'oriente vers la droite.

Le PF agit sur le manche et les palonniers à droite. Les autres trains touchent la piste alors que le train gauche est à environ 3 m du bord de la piste.

Le PF corrige sa trajectoire aux palonniers, sans utiliser la totalité de l'amplitude. L'avion sort de la piste à gauche à 133 kt. Le train avant heurte le support en béton d'un balisage latéral et se rompt. Le train droit s'endommage sur la chambre de renvoi électrique. L'avion roule environ 400 m en dehors de la piste et s'immobilise à proximité de la piste, à 1 150 m du seuil.

*Le dossier météorologique remis à l'équipage lors de la préparation du vol mentionnait en outre une probabilité de 40 % d'orage avec averse de grêle.*

*Un SPECI émis 40 minutes avant l'atterrissage, qui faisait état de variations significatives de direction du vent, n'a pas été transmis à l'équipage.*

*Un second SPECI est émis 13 minutes avant l'atterrissage, faisant état de dégradation de la visibilité et de présence d'orage. L'information n'est pas transmise à l'équipage.*

*Selon la phraséologie standard, le contrôleur doit indiquer l'état de la piste. Toutefois, aucun moyen effectif n'est prévu pour que cette information soit connue du contrôleur.*

*Il n'y a pas d'annonce à l'altitude de décision. Le PF ne semble pas prendre conscience de la rotation du vent.*

*Le PF ne prend pas en compte la composante à droite du vent traversier qui forçait. Le rattrapage tardif de l'axe a vraisemblablement accaparé son attention.*

*Durant cette phase, il n'y a pas d'annonce technique.*

*L'avion est encore en sustentation.*

*L'équipage, surpris, ne réagit pas immédiatement pour contrôler l'avion. Les destructeurs de portance ne sortent pas automatiquement, leur sortie automatique étant notamment conditionnée par la compression du train principal droit. Le CdB ne les active pas manuellement.*

*L'équipage prend conscience de sa situation alors qu'il approche du balisage latéral. La nuit, la visibilité réduite par la pluie, le profil de la piste et l'absence de balisage lumineux axial ont rendu difficile la perception par le PF des écarts par rapport à l'axe de piste en référence à des points éloignés.*

*Le copilote pense ne pas avoir utilisé le plein débattement des palonniers par crainte de débrayer l'autobrake en touchant les freins.*

**L**e pilote en fonction a subi la rotation du vent au-dessous de l'altitude de décision sans avoir conscience des corrections de l'effet du vent de travers à apporter au cours de l'arrondi. Il n'a pas eu la disponibilité nécessaire à l'analyse des raisons de la déstabilisation en courte finale. Sans communication au sein de l'équipage, le PF a agi seul, avec peu de repères extérieurs et s'est trouvé surchargé lors du toucher. La pente de la piste a en outre limité la visibilité qu'avaient les pilotes vers l'avant.

## Sortie latérale de piste d'un ATR 42-300 immatriculé F-GHPS, de nuit, à Nantes le 4 janvier 1998 à 21 h 23 UTC

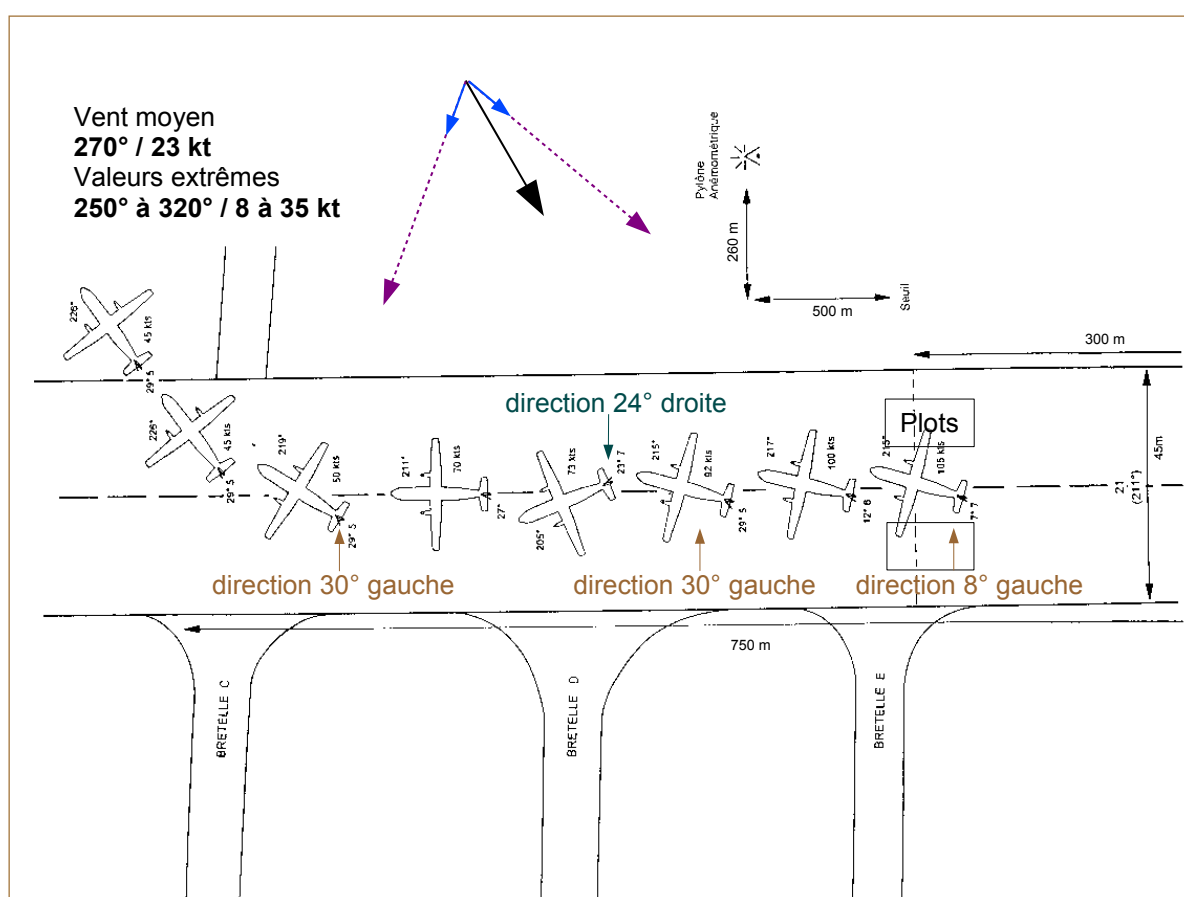
Bande revêtue 21 (orientation magnétique 210°) de 2 900 m x 45 m, LDA de 2 690 m.

Les aides visuelles lumineuses disponibles sont un PAPI, un balisage de piste avec un balisage axial et des feux à éclats d'identification de seuil. Il n'y a pas de feux de zone de toucher des roues.

Le CdB est PF. L'approche en service est la VOR/DME 21 avec un axe décalé de 12°.

La visibilité est supérieure à 10 km, la piste est sèche, le vent est variable en force (08 à 35 kt) et en direction (250° à 320°) avec des rafales (voir schéma).

La Vref est de 94 kt et la Vapp de 104 kt. L'atterrissage est réalisé avec les volets braqués à 30°, à la masse de 15 100 kg. La vitesse en finale varie entre 140 kt et 110 kt. Le vent de travers maximal démontré de l'avion est de 30 kt.



L'approche finale se déroule en conditions atmosphériques turbulentes. Le cap magnétique varie entre 228° et 216°.

Le contrôleur annonce « 280°, 20 kt, rafales à 33 kt », 1 min 15 avant le toucher.

L'avion touche sur l'axe, à une vitesse de 105 kt, au cap 215°, à inclinaison nulle, la gouverne de direction braquée de 8° à gauche et manche dans le vent.

Quatre secondes après le toucher, la gouverne de direction est en butée à gauche, le manche toujours dans le vent. Le cap est alors décalé de 4° à droite de l'axe de la piste.

Le nez de l'avion revient ensuite rapidement vers l'axe de la piste. L'accélération latérale est importante.

La rentrée des volets est commandée.

Deux secondes plus tard, le nez de l'avion dépasse l'axe de piste à gauche. Le PF actionne les palonniers franchement à droite, en braquant les ailerons dans le vent au maximum. L'avion s'oriente dans l'axe de piste. Une action rapide à gauche sur les palonniers est alors entreprise. L'axe de l'avion dépasse l'axe de piste à droite. La vitesse est d'environ 73 kt.

Deux secondes plus tard, le CdB transfère la tenue du manche au PNF. Il tente de ramener l'avion à l'aide du steering et des palonniers qu'il actionne en butée à gauche. Le PNF maintient le manche au maximum dans le vent. Cependant, la rotation du nez de l'avion vers la droite s'accroît.

Trois secondes plus tard, le CdB utilise le système d'inversion du pas d'hélice de manière dissymétrique avec une application d'un couple plus important sur le moteur gauche. L'avion, qui a atteint une vitesse de 45 kt, continue de s'éloigner de l'axe de piste dont il sort trois secondes plus tard, après avoir roulé 500 m. Il parcourt 60 m dans l'herbe avant de revenir sur la piste, sans dommages.

*Les actions sur le palonnier s'accroissent au fur et à mesure que l'avion approche du seuil. Des facteurs de charge compris entre + 1,5 g et - 0,55 g sont enregistrés.*

*Pour accéder aux variations du vent, le contrôleur doit sélectionner une page d'informations différente de celle qui est habituellement affichée sur son écran. L'équipage prend conscience que la composante de vent traversier augmente.*

*Dans un premier temps, l'effet girouette contre l'action aux palonniers du PF.*

*La rapidité de variation du vent traversier n'a pas laissé le temps au PF d'ajuster ses actions sur les palonniers.*

*Cela ne correspond pas à la procédure standard.*

*Pris par le contrôle latéral, le PF n'entreprend pas de freiner l'avion.*

*N.B. La commande de steering se trouve en place gauche seulement.*

*La vitesse décroît rapidement et l'efficacité de la gouverne de direction diminue. Le vent qui vient de la droite provoque un effet girouette. La roue du train avant, orientée à gauche, dérape vraisemblablement, ce qui ne permet pas de contrôler l'avion.*

*Etant donnée l'action en butée à droite sur le manche, le braquage important du destructeur de portance droit, automatiquement associé à cette action, peut avoir accentué la rotation à droite en augmentant la traînée à droite.*

**E**tant donnée l'intensité instantanée du vent, le PF s'est trouvé dans l'impossibilité de contrôler la trajectoire latérale de l'avion, même en utilisant le plein débattement des ailerons et de la gouverne de direction. Confronté aux variations brusques en direction et en force du vent, il a réagi aux accélérations en lacet de l'avion. La mesure et la transmission des paramètres de vent ne permettaient pas d'alerter l'équipage sur les variations d'orientation du vent.

# Toucher du fuselage en dehors de la piste lors d'un atterrissage interrompu d'un Airbus A340-313 immatriculé F-GLZP, de nuit, à Port Harcourt (Nigéria) le 28 décembre 2001

Bande revêtue piste 21 de 3 000 m x 60 m.

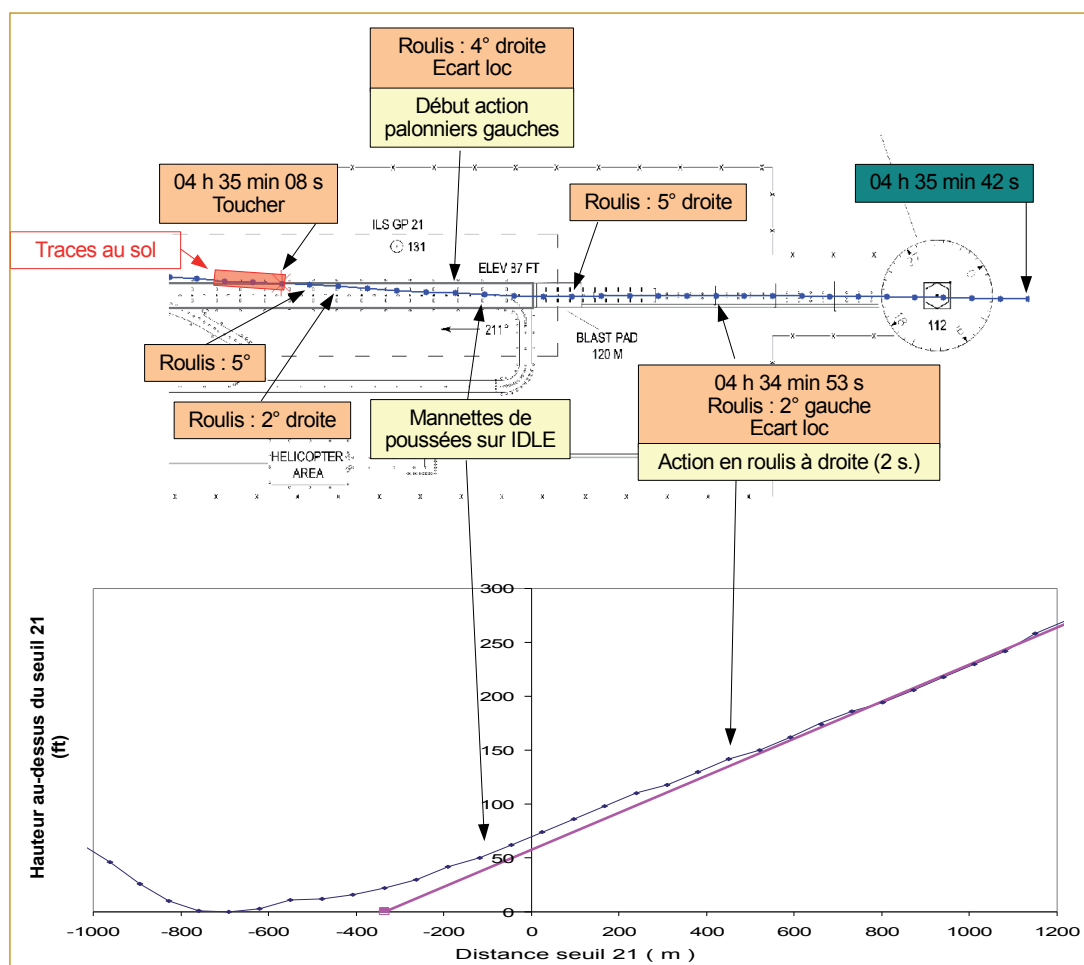
Les aides visuelles lumineuses disponibles sont une rampe d'approche et un balisage de piste. Le PAPI est inutilisable. Le balisage lumineux axial et celui de la zone de toucher des roues sont hors service depuis plusieurs années. La documentation à la disposition de l'équipage mentionne leur présence.

Le copilote est PF. Il est lâché en ligne depuis moins de six mois. L'approche en service est l'ILS DME 21. Les minima associés définis par l'exploitant sont de 800 m, avec une DA (H) de 330 ft (250 ft).

La visibilité annoncée par le contrôle est initialement de 2 000 puis de 1 100 m trois minutes avant l'atterrissage. Il n'y a pas de transmissiomètre et le contrôleur annonce les visibilité lues sur les messages d'observation d'aérodrome. Il annonce également un plafond à 500 ft et un vent au sol calme.

Remarque : le vent calculé à partir des paramètres enregistrés à bord de l'avion est peu précis dans cette phase de vol pour plusieurs raisons, dont l'effet de sol. En outre, le constructeur indique que les données de vent enregistrées et indiquées à l'équipage sur le ND ont une imprécision en direction de l'ordre de +/- 10° pour des vents supérieurs à 50 kt, la valeur n'étant pas garantie pour des vents de plus faible intensité, et de +/- 9 kt en force. Les données relatives au vent lors du toucher du fuselage ne peuvent donc pas être confirmées.

La Vref est de 137 kt. L'approche est réalisée en mode vitesse managée. En finale, l'avion a évolué à environ 140 kt, à une masse de 187 000 kg, en configuration FULL (pleins volets).



Le pilote automatique n° 2 est déconnecté à une hauteur de 1 070 ft par rapport au seuil de piste. L'ATHR est conservée en mode vitesse managée.

A l'altitude de décision, le CdB aperçoit la rampe d'approche et les premiers feux du balisage de piste.

A une hauteur de 150 ft, le PF actionne le mini-manche en roulis à droite. A partir de 100 ft l'avion s'incline à droite, l'écart LOC augmente à partir de 60 ft et le roulis atteint 5° vers 30 ft.

Le CdB est gêné par un halo lumineux lorsque l'avion pénètre dans le banc de brouillard mince. Il « sent que le nez de l'avion part légèrement à droite ». Une action vers la gauche aux palonniers est enregistrée à partir de 30 ft jusqu'au sol.

Le CdB, ayant la sensation que les références visuelles extérieures sont insuffisantes pour poursuivre l'atterrissage, décide d'interrompre l'atterrissage et positionne les manettes de poussée dans le cran TOGA en annonçant « remise de gaz ». Une action simultanée à cabrer sur les mini-manches est enregistrée. Les trains principaux touchent le sol de part et d'autre de l'extrémité droite de la piste à une vitesse indiquée d'environ 130 kt.

La partie arrière du fuselage touche le sol puis l'avion décolle à nouveau.

*C'est vraisemblablement à partir de ce moment que les pilotes regardent dehors en même temps.*

*Le PF aligne vraisemblablement l'avion sur le balisage latéral droit. Un banc de brouillard mince se trouve à l'entrée de piste.*

*La sensation du CdB vient probablement du rapprochement de l'avion selon une trajectoire convergente vers le balisage latéral droit.*

*En cas d'atterrissage interrompu, la répartition des tâches n'était pas explicitée. Dans le cas d'une remise de gaz, il est prévu que le CdB annonce la remise de gaz et que le PF effectue les actions.*

L'équipage a été déstabilisé à basse hauteur en pénétrant dans un banc de brouillard mince non annoncé par le contrôle. Le PF s'est fié à des repères extérieurs inappropriés et le PNF, CdB, n'a pas détecté l'écart latéral aux instruments. La répartition des tâches, dans ce cas incomplètement définie en dessous de l'altitude de décision, a amené les deux pilotes à regarder dehors en même temps. S'appuyant sur les mêmes références, ils n'ont pu détecter que tardivement l'écart de trajectoire.

## Rebond lors de l'atterrissage et toucher du fuselage arrière d'un Boeing 737-800 immatriculé F-GRND, à Marrakech (Maroc) le 13 mars 2003

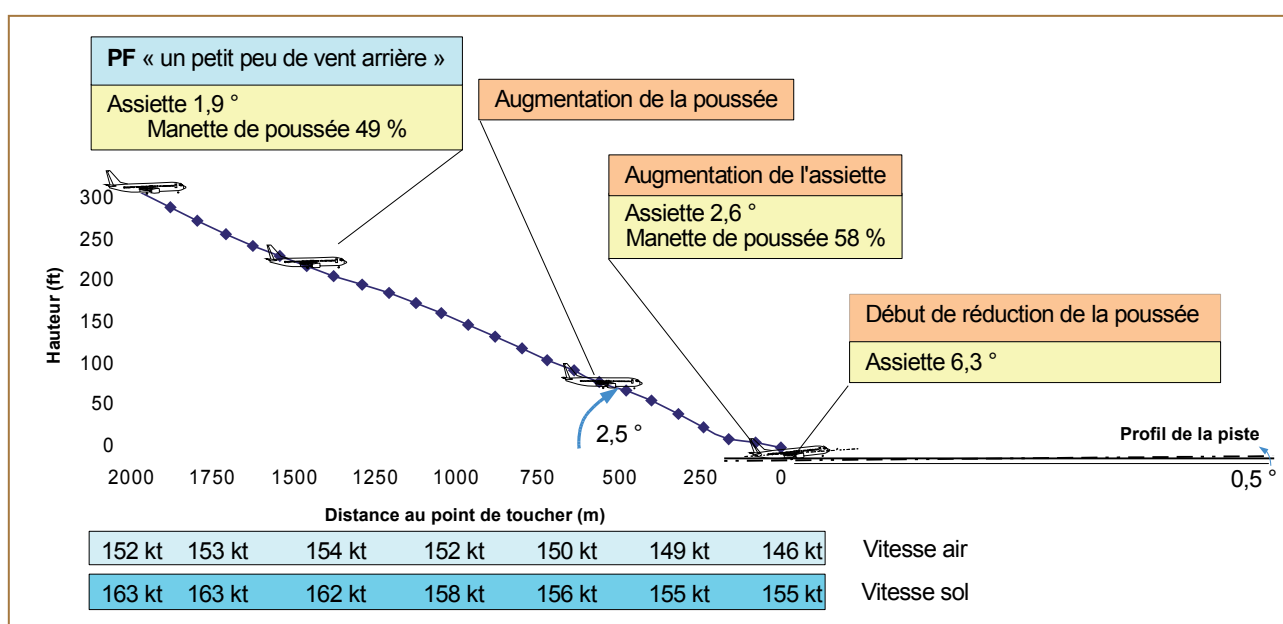
Bande revêtue piste 10 de 3 100 m x 45 m, LDA de 2 820 m, pente légèrement montante (0,5°).

Il n'y avait pas de dispositif lumineux d'indication de plan de descente.

Le CdB est PF. L'approche en service est l'ILS 10. Le plan de descente est de 2,5°.

Le vent annoncé au sol est de 160° pour 6 à 8 kt. La visibilité est bonne. L'approche est réalisée face au soleil levant.

La vitesse d'approche retenue est de 150 kt (Vref + 5) pour une masse calculée de 62 700 kg<sup>(7)</sup>. L'atterrissage est réalisé avec les volets braqués à 30°. La vitesse en finale varie entre 145 et 150 kt.



<sup>(7)</sup>Cette valeur n'a pas pu être confirmée. La masse maximale à l'atterrissage est de 65 300 kg.

Le localiser n'ayant pas été capturé par le PA, le PA et l'automanette sont déconnectés en finale, vers 1 300 ft.

L'assiette moyenne en finale est de 2,5°.

En courte finale, le PNF mentionne la présence de vent arrière.

Neuf secondes avant le premier toucher, la poussée est augmentée.

Le PF débute l'arrondi à environ 25 ft. Le premier toucher se produit moins de deux secondes après, avec une assiette de 6,3°, une vitesse de  $V_{ref} + 1$  kt et un N1 de 60 %. La poussée est réduite au moment du contact avec la piste, provoquant la sortie automatique des spoilers.

L'avion rebondit, les spoilers sol rentrent mais les spoilers vol continuent à se déployer. Le PF diminue l'assiette puis arrondit à nouveau. L'assiette atteint alors 9,3°.

La partie inférieure de l'arrière du fuselage touche la piste, sans qu'il soit possible de déterminer si les trains principaux ont touché en premier.

Lors du roulage après l'atterrissage, le PF dit avoir « vu l'avion s'enfoncer » à l'arrondi.

*Il n'a pas été possible de déterminer la raison de cette anomalie de capture.*

*Les paramètres enregistrés indiquent une composante de vent arrière comprise entre 5 à 9 kt dans les 50 derniers pieds.*

*Les annonces de la radiosonde ont correctement fonctionné.*

*Le PF réagit à ce qu'il ressent comme un enfoncement, non confirmé par les paramètres enregistrés.*

*Le PF a été surpris par le contact avec la piste.*

*La composante de vent arrière a augmenté en courte finale alors que la vitesse de l'avion a diminué. La  $V_{ref}$  correspond à la masse de 62 700 kg.*

*Le PF a vraisemblablement été surpris par le comportement en tangage de l'avion qui avait une vitesse faible à un moment où il a également été surpris par son rapprochement avec la piste.*

*Les manettes de poussée ramenées au ralenti pendant que le train principal de l'avion était toujours enfoncé ont conduit à l'extension de tous les spoilers avant le rebond. Compte tenu de la logique de fonctionnement du système, cette extension s'est poursuivie pour les spoilers vol au cours du rebond, tandis que les spoilers sol se rétractaient. La vitesse faible associée au couple cabreur occasionné par la sortie des spoilers a provoqué le dépassement de l'angle maximal d'assiette à l'atterrissage.*

**L**e PF a mal apprécié sa hauteur par rapport à la piste. La fatigue du pilote et le soleil de face ont pu contribuer à cette appréciation erronée. Etant donnée la vitesse de l'avion lors de l'arrondi, les variations d'assiette appliquées n'ont pas eu les effets attendus.





## Conclusions et recommandations

Le contrôle de l'atterrissage peut être perturbé par des causes internes ou externes à l'équipage. Il peut arriver que certaines conditions compromettent fortement l'atterrissage, sans qu'une information précise soit disponible pour les équipages. Ainsi, une information relative à la prévision ou l'observation de phénomènes orageux dans le voisinage de l'aérodrome ne suffit pas à un équipage pour se représenter la situation qu'il rencontrera lors de l'atterrissage. Or, dans cette phase délicate du vol, il est difficile pour le PF de s'adapter à des changements rapides des conditions de l'atterrissage. Dans ces conditions, lorsque la répartition des tâches est imprécise, le PF peut se trouver isolé, sans être en mesure de détecter et de corriger les écarts ou d'exprimer ses difficultés.

Par ailleurs, des équipements sur les aérodromes, tels qu'un balisage lumineux axial ou l'indication de distance de piste restante, peuvent aider à mieux matérialiser la trajectoire et faciliter la gestion de l'arrondi.

Cette étude est à rapprocher des conclusions du BEA concernant un autre événement, survenu à Cayenne le 25 mai 2001 à l'Airbus A340 immatriculé F-GLZC (recommandation 2007/1-2), concernant l'information des équipages en temps réel des phénomènes de cisaillement de vent. Elle confirme que toute variation significative des paramètres météorologiques ou l'apparition soudaine de phénomènes météorologiques doit faire l'objet d'une information précise et en temps réel des équipages.

En conséquence, le BEA recommande que :

○ **la DGAC s'assure que les pilotes sont informés en temps réel des variations de la situation sur la trajectoire finale de l'avion et sur la piste.**

Il est apparu au cours de plusieurs événements que, dans des conditions d'atterrissage dégradées, l'absence de balisage lumineux axial, ou de moyens pour l'équipage d'évaluer sa position longitudinale sur la piste, n'a pas permis à l'équipage de réagir de manière appropriée. On rappelle qu'à l'issue de l'enquête sur l'accident survenu à Tahiti Faa'a le 24 décembre 2000 au DC10 immatriculé N132AA, le BEA avait recommandé à la DGAC d'étudier l'installation de balisage lumineux axial sur les aérodromes accueillant du transport public (recommandation 2004/7-5). Après étude, la DGAC avait jugé qu'un seul événement ne permettait pas d'envisager une telle évolution. L'OACI, dans son Annexe 14, recommande l'installation d'un balisage lumineux axial sur une piste avec approche de précision de catégorie I.

A la lumière des événements analysés, le BEA recommande que :

○ **la DGAC reconsidère l'opportunité d'installer un balisage lumineux axial sur les aérodromes accueillant du transport public, et examine les moyens qui pourraient être mis en œuvre pour fournir aux pilotes une indication sur leur positionnement longitudinal.**

La réglementation impose aux exploitants de définir des critères de stabilisation. En revanche, il n'existe pas systématiquement de consignes claires de répartition des tâches pour détecter les écarts une fois prise la décision d'atterrir pour les approches classiques et de catégorie I. On constate que, lorsqu'il est PNF, le CdB peut éprouver des difficultés à focaliser son attention sur la détection d'écarts instrumentaux susceptibles de confirmer la trajectoire gérée visuellement.

En conséquence, le BEA recommande que :

○ **la DGAC demande aux exploitants de s'assurer que la répartition des tâches permette la détection d'écarts jusqu'au roulement à l'atterrissage.**



# BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153  
200 rue de Paris  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex - France  
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)