

Rapport

Accident survenu le **21 mars 2008**
sur l'**aérodrome de Limoges-Bellegarde (87)**
au **Boeing 737-800**
immatriculé **EI-DAF**
exploité par **Ryanair**

BEA

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

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet incident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
SYNOPSIS	3
1 - DÉROULEMENT DU VOL	3
2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	5
2.1 Conditions météorologiques	5
2.2 Aérodrome	5
2.3 Configuration retenue pour l'atterrissage	6
2.4 Distances d'atterrissage	6
2.5 Exploitation du DFDR	7
2.6 Procédures de l'exploitant	7
3 - ANALYSE ET CONCLUSION	8
3.1 Préparation du vol	8
3.2 Calcul des performances en vol	8
3.3 Transmission des informations	9

Synopsis

Événement :	sortie longitudinale de piste lors de l'atterrissage
Conséquences et dommages :	avion embourbé, moteurs endommagés
Aéronef :	Boeing 737-800
Date et heure :	vendredi 21 mars 2008 à 14 h 58 ⁽¹⁾
Exploitant :	Ryanair
Lieu :	aérodrome de Limoges-Bellegarde (87)
Nature du vol :	transport public de passagers
Personnes à bord :	6 membres d'équipage, 175 passagers

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

1 - DÉROULEMENT DU VOL

L'avion, en provenance de Belgique, doit réaliser une escale de 25 minutes à l'aérodrome de Limoges-Bellegarde (87), sans avitailler, puis repartir vers la Belgique avec de nouveaux passagers. Le copilote est PF sur l'étape.

L'information ATIS de 14 h 01, écoutée par l'équipage, indique que la piste 21 est en service, que le vent est du 280° pour 13 nœuds avec des rafales à 25 nœuds, et mentionne une légère pluie et de la bruine. Sur le radar météorologique de bord, l'équipage identifie une zone à forte teneur en eau au voisinage de l'aérodrome. Au cours de la descente, à partir de l'altitude de 6 000 pieds, il peut apercevoir ces précipitations. Estimant que ces averses atteindront probablement l'aérodrome au moment de l'atterrissage, l'équipage demande au contrôleur la possibilité de prévoir, en cas d'approche interrompue, une montée dans l'axe de la piste jusqu'à 4 000 pieds⁽²⁾. Le contrôleur accepte la demande.

En longue finale à 3 000 pieds, l'avion est décalé à gauche de l'axe avec un vent travers droit de l'ordre de 50 nœuds. La pluie s'intensifiant, l'équipage met en marche les essuie-glaces et sélectionne le freinage automatique sur la position « 3 ».

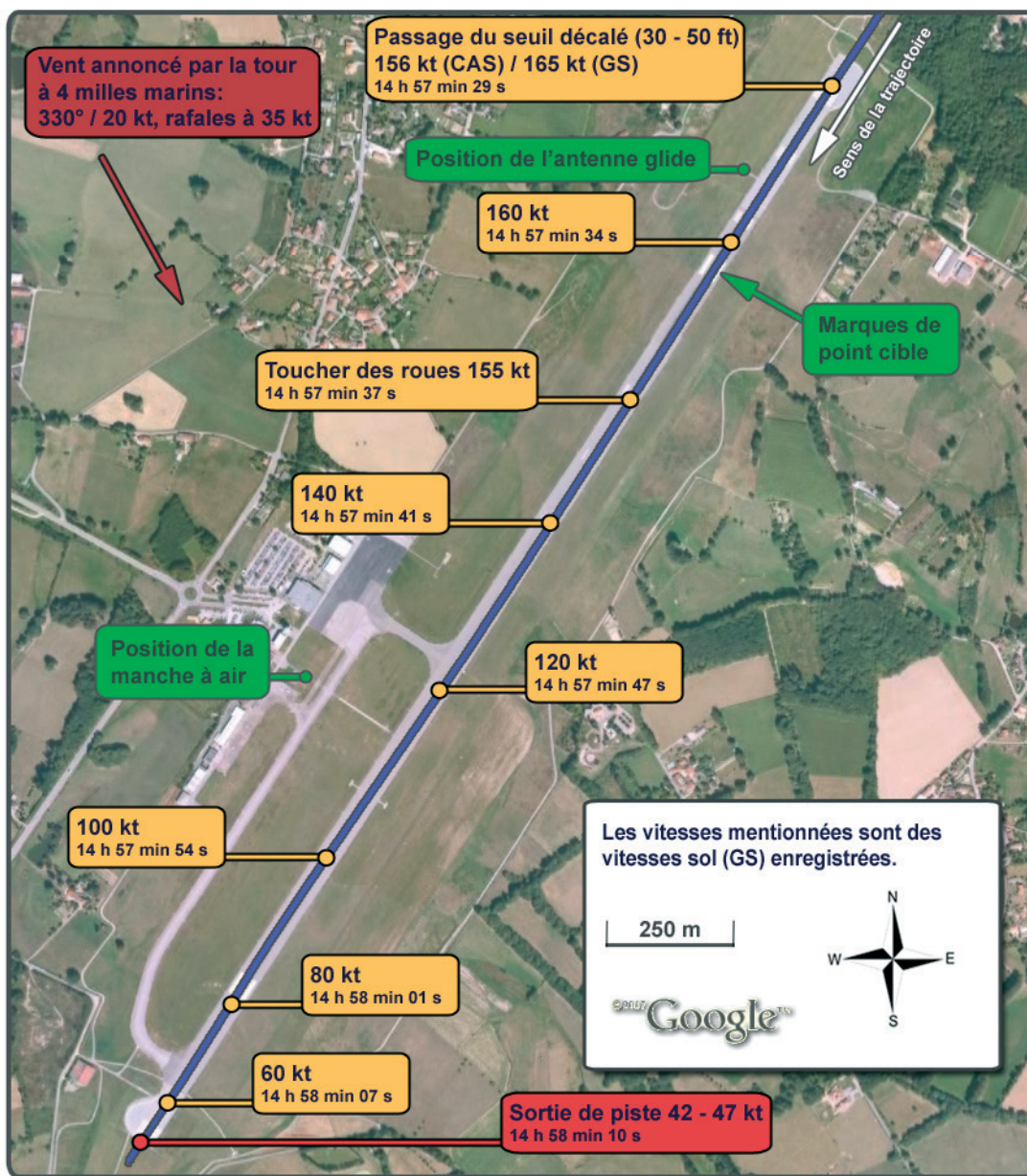
Alors que l'avion est à 4 milles marins en finale, établi sur les axes de l'ILS, le contrôleur autorise l'atterrissage en piste 21, annonce un vent du 330° pour 20 nœuds avec des rafales à 35 nœuds, et indique que la piste est mouillée. L'équipage accuse réception sans collationner et poursuit l'approche. A la hauteur de 300 pieds, le PF déconnecte le pilote automatique et l'auto-manette.

⁽²⁾La procédure publiée demande de virer à droite dès 1 900 pieds, ce qui aurait conduit l'avion au cœur des précipitations.

Au cours de l'arrondi, alors que l'averse de pluie s'intensifie sur la piste, le commandant de bord reprend les commandes. L'avion touche la piste à gauche de l'axe. Les destructeurs de portance se déploient immédiatement et les inverseurs de poussées sont appliqués sans retard. Epreuveant des difficultés à revenir vers l'axe de la piste, le commandant de bord ramène les commandes des inverseurs de poussée vers « REVERSE IDLE » pour faciliter le retour vers l'axe, puis passe en freinage manuel et applique à nouveau les inverseurs de poussée jusqu'à une valeur de 80 % de N1.

L'avion sort longitudinalement de la piste à une vitesse d'environ 45 nœuds, puis s'immobilise à une cinquantaine de mètres de son extrémité. Le commandant de bord déclenche une évacuation d'urgence.

Les moteurs sont endommagés par l'ingestion de terre et de cailloux et l'avion est embourbé. D'importants travaux de terrassement seront nécessaires pour qu'il soit tracté jusqu'à la piste.



2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Conditions météorologiques

Une perturbation active concernait la région de Limoges, avec des pluies modérées sur Limoges. Le front froid associé a atteint Limoges au moment de l'atterrissage.

Les informations suivantes sont issues de la station météorologique située sur l'aérodrome :

- ❑ Le vent observé pendant les deux minutes précédant le toucher des roues avait une orientation moyenne de 330° et une intensité moyenne de 19 nœuds avec une rafale⁽³⁾ maximale de 34 nœuds. Au cours de ces deux minutes, sa direction a varié entre 280° et 010°. La composante de vent arrière a ainsi pu ponctuellement dépasser 30 nœuds pendant le passage du grain.
- ❑ Les relevés pluviométriques, effectués toutes les six minutes, montrent que l'avion a atterri au moment d'une averse de forte intensité. Il est tombé environ 0,8 mm d'eau durant les six minutes qui ont précédé l'atterrissage, puis 1,6 mm durant le créneau de six minutes comprenant l'atterrissage.

L'équipage indique ne pas avoir porté son attention sur l'information de vent donnée par le contrôleur lorsque l'avion se trouvait en finale. Il a conservé à l'esprit un vent provenant du travers droit avec une composante de vent de face, conformément à l'ATIS. Il ajoute qu'il aurait interrompu l'approche s'il avait pris conscience de la composante de vent arrière.

2.2 Aérodrome

En piste 21, la longueur disponible pour l'atterrissage (LDA) est de 2 440 mètres. Conformément à l'Annexe 14 de l'OACI, la LDA étant supérieure à 2 400 mètres et en l'absence de PAPI, les marques de point cible sont positionnées à 400 mètres du seuil au lieu de 300 mètres.

L'Annexe 14 de l'OACI, chapitre 5.3.5.1 (standard), recommande qu'une piste soit pourvue d'un équipement d'aide visuelle de tenue du plan d'approche, qu'elle soit ou non pourvue d'une aide visuelle ou non visuelle d'approche, lorsqu'elle est utilisée par des avions à réaction.

L'aérodrome est pourvu d'une manche à air unique, positionnée à proximité de la tour, soit à environ 1 600 mètres du seuil de la piste 21. Elle est difficilement visible en courte finale.

La piste, constituée de béton bitumineux, est non rainurée et a une pente montante sur sa première moitié, descendante ensuite. La pente maximale atteint environ 0,5 %. Les relevés de glissance, effectués sur piste mouillée, révèlent que l'adhérence de la piste est supérieure aux exigences réglementaires.

⁽³⁾Une rafale a pour effet de modifier la direction du vent, généralement dans le sens horaire dans l'hémisphère nord.

Le paragraphe 5.5.1.7 des procédures pour les organismes rendant la circulation aérienne aux aéronefs de la circulation aérienne générale (RCA 3) stipule qu'avant l'atterrissage, le contrôleur d'aérodrome fournit la direction et la vitesse du vent à la surface et les variations significatives. Le RCA 3, au paragraphe 5.5.2.2, stipule également que les informations concernant l'état de la piste doivent être transmises aux avions, notamment la présence d'eau sur la piste (humide, mouillée, présence de flaques d'eau, inondée).

2.3 Configuration retenue pour l'atterrissage

Les volets étaient sortis à 30° et le freinage automatique sélectionné sur « 3 ». La vitesse de référence était de 143 nœuds, pour une vitesse d'approche de 158 kt compte tenu du vent. Ces choix de l'équipage sont conformes aux consignes du FCOM, stipulant que la configuration standard des volets est 30°. Cette configuration améliore la contrôlabilité à l'atterrissage avec du vent de travers et des rafales, par rapport aux volets 40° qui permettent un atterrissage plus court.

2.4 Distances d'atterrissage

A la date de l'événement, les limitations à l'atterrissage prises en compte lors de la préparation du vol tiennent compte de marges⁽⁴⁾ définies par l'OPS1. Ces calculs sont basés sur des données de performance certifiées, qui sont issues d'essais en vol tenant compte notamment des conditions suivantes : une piste sèche, un passage du seuil à 50 pieds, un toucher des roues à 350 mètres et l'application immédiate et maximale de tous les moyens de freinage excepté les inverseurs de poussée. Dans ces conditions, la distance d'atterrissage est de l'ordre de 1 000 mètres. En prenant en compte les marges réglementaires et pour une configuration retenue des volets sortis à 30°, les longueurs de piste à considérer lors de la préparation du vol sont de l'ordre de 1 670 mètres sur piste sèche et de 1 920 mètres sur piste mouillée.

En vol, les équipages ont à leur disposition la partie « performance in flight » du QRH pour vérifier les distances d'atterrissage en fonction des conditions réelles, sans tenir compte des majorations réglementaires de la préparation des vols. Les performances d'atterrissage en configuration normale indiquées dans le QRH ne sont pas certifiées. Elles sont mises à disposition des équipages pour les aider à déterminer les distances d'atterrissages de l'avion, dans différentes conditions de piste et de configurations de freinage.

En l'absence d'information transmise sur l'efficacité du freinage, le constructeur établit la correspondance suivante entre l'état de la piste et l'efficacité de freinage :

Etat de la piste	Efficacité de freinage
sèche	« sèche »
mouillée	« bonne »
neige compacte	« moyenne »
verglas	« faible »

⁽⁴⁾Les distances d'atterrissage doivent être inférieures à 60 % de la longueur de piste sur une piste sèche. Si la piste est mouillée, il faut tenir compte d'une majoration supplémentaire de la longueur de piste requise, en appliquant un coefficient de 1,15 à la valeur sur piste sèche.

Les distances ci-dessous ont été déterminées à partir du QRH, en tenant compte des informations de vent transmises à l'équipage par le contrôleur, de l'utilisation des inverseurs de poussée, d'un braquage des volets à 30°, de la vitesse d'approche retenue de 158 nœuds (Vref + 15 nœuds) et d'une efficacité de freinage considérée comme « bonne »⁽⁵⁾. Le calcul de la composante de vent arrière donne 12 kt, il est basé sur le vent moyen auquel s'ajoute la moitié de la rafale.

Sélection du freinage automatique	Distances issues du QRH
« 2 »	3 297 mètres
« 3 »	2 569 mètres
« MAX MANUAL »	1 966 mètres

Ces mêmes distances ont été calculées en prenant en considération le vent que l'équipage avait retenu, celui contenu dans l'information ATIS :

Sélection du freinage automatique	Distances issues du QRH
« 2 »	2 764 mètres
« 3 »	2 170 mètres
« MAX MANUAL »	1 649 mètres

⁽⁵⁾Ce choix correspond à une piste mouillée dans les tables du QRH. La documentation du constructeur stipule "The performance level used to calculate the "good" data is consistent with wet runway testing done on early Boeing jets".

2.5 Exploitation du DFDR

L'exploitation des données issues de l'enregistreur de vol montre que l'avion, après avoir été légèrement au-dessus du plan de l'ILS en courte finale, a touché la piste à environ 690 mètres du seuil décalé, à une vitesse conventionnelle de 147 nœuds et à une vitesse sol de 155 nœuds. La composante de vent arrière n'était que de 8 nœuds à cet instant et la distance de piste restante de l'ordre de 1 750 mètres.

Les paramètres de décélération montrent que le coefficient de freinage a été en moyenne de 0,11. Les coefficients correspondant aux efficacités moyennes et bonnes sont respectivement de 0,10 et 0,20.

Pendant le roulement, les manettes de poussée ont été positionnées sur « REVERSE IDLE » puis sur « IDLE » pendant environ dix secondes. La remontée en puissance des inverseurs de poussée a ensuite nécessité près de 8 secondes.

2.6 Procédures de l'exploitant

Le FCOM recommande, dans les cas standards, l'utilisation du freinage automatique en position « 2 ». Il autorise le commandant de bord à utiliser un freinage plus efficace lorsque cela est nécessaire, en précisant que la position « 2 » est un minimum lorsque la piste est mouillée.

Un chapitre du FCOM demande de vérifier, avant de commencer l'approche, que les performances d'atterrissage en fonction des conditions annoncées sont compatibles avec la distance de piste disponible.

Un autre chapitre décrit les dangers liés à la présence d'un orage pendant les phases d'approche et d'atterrissage : « un avion doit éviter d'effectuer une approche en cas de présence d'un orage sur l'aérodrome ou si il y a des cellules actives sur l'axe d'approche, à moins de trois milles marins. Les équipages doivent porter une vigilance particulière aux cisaillements de vent et doivent revoir la procédure de sortie du cisaillement dans ce cas là. »⁽⁶⁾

Enfin, un chapitre stipule que l'utilisation standard des volets est 30°. Cette configuration améliore la contrôlabilité à l'atterrissage avec du vent de travers et des rafales, par rapport aux volets 40° qui permettent un atterrissage plus court.⁽⁷⁾

3 - ANALYSE ET CONCLUSION

3.1 Préparation du vol

La distance d'atterrissage brute retenue à la préparation du vol est de l'ordre de 1 000 mètres. La réglementation impose d'appliquer un premier coefficient de 1,67 sur piste sèche, puis un second de 1,15 sur piste mouillée. Ainsi, la distance d'atterrissage résultante, de l'ordre de 1 920 mètres, paraît offrir une marge de sécurité importante. Il faut noter que ces distances ne sont pas fournies dans le dossier de vol transmis aux équipages, à qui l'on présente les limitations en termes de masse. Ce calcul sert essentiellement à prendre en compte d'éventuelles limitations au départ de l'avion en fonction des conditions prévues à l'atterrissage.

3.2 Calcul des performances en vol

En vol, les équipages utilisent des données de performance⁽⁸⁾ à l'atterrissage plus proches de la réalité pour évaluer la possibilité d'atterrir en fonction des conditions annoncées. Par la suite, de nombreux paramètres interviennent au cours de l'atterrissage, qui peuvent augmenter la distance réelle d'arrêt de l'avion. Le cumul de plusieurs facteurs défavorables peut conduire à une réduction significative, voire à une annulation des marges et, finalement, à la sortie de piste :

- ❑ Les valeurs de performances à l'atterrissage publiées tiennent compte d'un passage du seuil à 50 pieds, et donc d'un point d'aboutissement à 300 mètres du seuil. Or, pour toutes les pistes de plus de 2 400 mètres et non équipées de PAPI, les plots qui matérialisent le point d'aboutissement de la trajectoire à vue sont situés à 400 mètres. Cependant, il existe un certain nombre de pistes de plus de 2 400 mètres dont le point d'aboutissement est situé à 300 mètres. Par exemple, en piste 32R à Marseille, les marques cibles sont situées à 300 mètres du seuil de piste, tout comme le PAPI et l'antenne glide de l'ILS.
- ❑ Les consignes pour l'atterrissage en cas de présence d'un orage ou d'une cellule orageuse à proximité fixent des limites pour la réalisation d'une approche. Cet événement fait apparaître que d'autres phénomènes météorologiques peuvent affecter l'atterrissage. Le passage d'un front froid provoque des variations rapides de vent en direction et en intensité, généralement accompagnées de fortes précipitations.

⁽⁶⁾An aircraft should avoid making an approach if a thunderstorm is active over the airfield or there are cells on the final approach centre line within 3 nautical miles of the field. Crews shall be particularly aware of windshear conditions, and shall review the windshear escape manoeuvre if such conditions exist.

⁽⁷⁾Standard landing flap setting will be flaps 30. This provides the most efficient and noise effective approach. Flaps 30 will also provide better crossing and gust handling. Flaps 40 will be used optionally to ensure adequate field length landing performance. Crews must be aware that flaps 40 will provide the best brake cooling performance. Flaps 40 will also be used for all autolands. Ideally the use of flaps 25 or flaps 30 as an intermediary setting when landing flaps 40 is recommended.

⁽⁸⁾Celles du QRH.

- ❑ Si le vent passe en secteur arrière, le point de toucher des roues peut être déplacé, la vitesse et les distances d'atterrissage sont augmentées.
- ❑ Le vent traversier peut rendre difficile le contrôle latéral, et obliger l'équipage à suspendre l'utilisation des inverseurs de poussée.
- ❑ Les précipitations peuvent ponctuellement être supérieures à ce qui est annoncé et dégrader l'adhérence de la piste.

3.3 Transmission des informations

L'équipage n'a pris pleinement conscience ni de l'intensité des précipitations et de l'état de la piste, ni du changement d'orientation du vent. Le contrôleur avait transmis des informations à ce sujet, dont la piste mouillée et la direction du vent, sans que son message ne souligne l'évolution récente (rotation du vent et renforcement des précipitations). La forme relativement neutre de ce message n'a pas alerté l'équipage.

En conclusion, les marges réglementaires paraissent importantes en conditions normales sur piste sèche. En revanche, ces marges sont considérablement réduites ou annulées, lorsque les conditions météorologiques conduisent à une accumulation de facteurs défavorables aux performances d'atterrissage.

L'information sur ces changements, qui peut affecter la sécurité du vol, est essentielle pour la prise de décision de l'équipage.

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

Parution : septembre 2010

N° ISBN : 978-2-11-099136-2

