

<sup>(1)</sup> 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.

## Accident de l'avion BOEING 737-800 immatriculé EI-DAC

survenu le 25 février 2015

En croisière au FL 380 dans la FIR de Bordeaux

<b>Heure</b>	Vers 18 h 50 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Ryanair
<b>Nature du vol</b>	Transport commercial de passagers
<b>Personnes à bord</b>	Commandant de bord (PF), copilote (PM), 4 membres d'équipage de cabine (PNC), 158 passagers
<b>Conséquences et dommages</b>	2 PNC gravement blessés

### Turbulences fortes en ciel clair, en croisière, blessures de deux personnels navigants commerciaux, déroutement

#### 1 - DÉROULEMENT DU VOL

*Note : Les informations suivantes sont principalement issues des enregistreurs de paramètres (FDR) et phonique (CVR) ainsi que des témoignages de l'équipage.*

L'équipage décolle à 18 h 30 de l'aérodrome de Reus (Espagne) pour un vol commercial régulier à destination de l'aérodrome de Charleroi (Belgique). En montée passant le FL 100, conformément aux procédures standards, les pilotes permettent à l'équipage de cabine de se détacher pour effectuer le service. Peu avant d'atteindre le FL 380, correspondant au niveau de croisière prévu, l'équipage contacte le contrôleur du centre en route de la navigation aérienne de Bordeaux et lui demande si des turbulences ont été signalées dans le secteur. Le contrôleur répond qu'aucun report de turbulences n'a été fait.

À partir de 18 h 48 min 57, en atteignant le FL 380, l'avion entre dans une zone de turbulences fortes. Des variations d'assiette, de roulis et de vitesse sont observées par l'équipage qui désengage le pilote automatique (AP) et l'auto-poussée (A/THR) à 18 h 49 min 07. L'activation du vibreur de manche et celle de l'alarme de survitesse sont perçues par l'équipage qui éprouve des difficultés à stabiliser l'avion. Il descend vers le FL 360 et informe le contrôleur de la situation. À l'approche du FL 360 et alors que la trajectoire est stabilisée, l'équipage réengage l'AP et l'A/THR.

Après avoir été informé de la blessure de deux PNC, l'équipage décide de se dérouter vers Bordeaux où il atterrit 35 minutes après la survenue des turbulences.

## 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Renseignements météorologiques

(2) Le courant-jet, ou jet-stream est un tube de vents très puissants qui circulent entre 8 et 12 kilomètres d'altitude dans la troposphère (source Météo-France).

Un puissant anticyclone au large du Portugal et une dépression sur la Sicile canalisait un puissant courant-jet<sup>(2)</sup> du nord sur la France, le plus fort noyau de ce courant-jet se situant à l'est de la trajectoire de l'avion, entre le FL 300 et le FL 360.

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France dans le secteur de l'accident étaient les suivantes : vent du 360° pour 100 kt au FL 340 et du 360° pour 90 kt au FL 380, ciel clair au-dessus du FL 300, température de -58 °C au FL 340 et de -64 °C au FL 380, turbulences fortes.

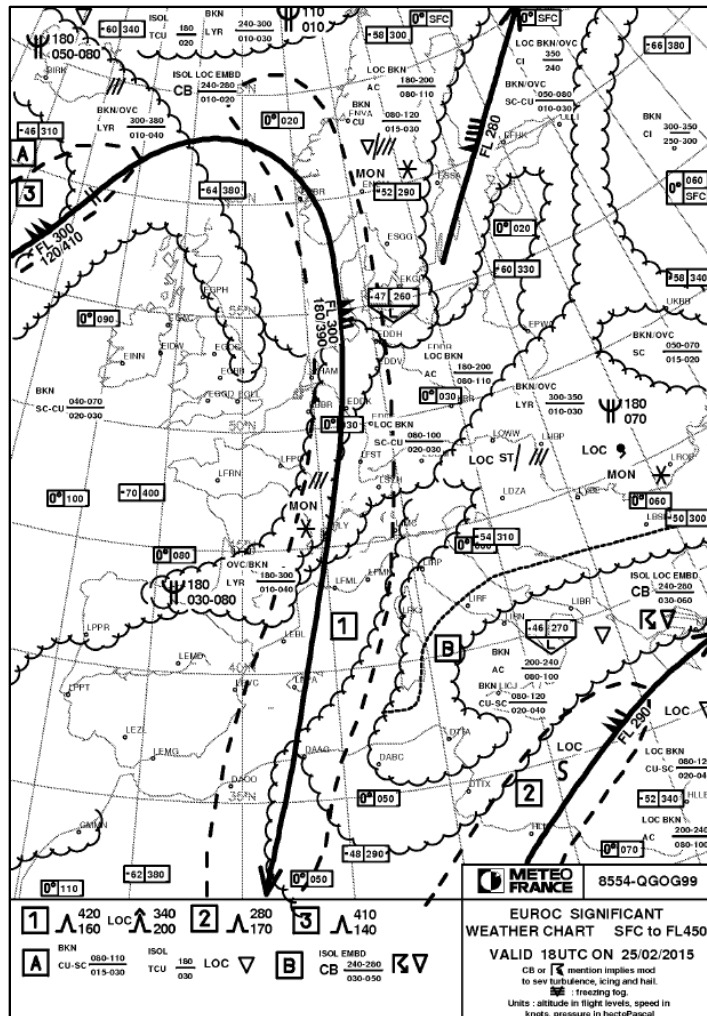
Les informations météorologiques suivantes étaient disponibles avant l'accident.

- **SIGMET FIR Bordeaux**

LFBF SIGMET 6 VALID 251700/252000 LFPW-  
LFBF BORDEAUX FIR/UIR SEV TURB FCST WI N4330  
E00245 - N4215 E00230 - N4245 W00100 - N4300  
W00100 FL350/430 STNR NC=

LFBF SIGMET 7 VALID 252000/252300 LFPW-  
LFBF BORDEAUX FIR/UIR SEV TURB FCST S OF LINE N4315  
E00230 - N4245 W00100 FL350/440 STNR NC=

- **Cartes TEMSI EUROCC**



Carte TEMSI Europe de 18 h 00

<sup>(3)</sup> Il s'agit d'un indicateur de turbulences : des turbulences fortes peuvent être attendues lorsque cet indice est supérieur ou égal à 9 kt/1 000 ft, voire 5 kt/1 000 ft selon les références.

<sup>(4)</sup> La valeur numérique de la vitesse minimale n'est pas enregistrée mais un paramètre booléen MIN SPD est actif à deux instants, indiquant que la vitesse indiquée est descendue sous ce seuil. La VMO était de 263 kt.

<sup>(5)</sup> [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/easa\\_asr\\_2020.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/easa_asr_2020.pdf)

<sup>(6)</sup> European Risk Classification Scheme : Modèle européen de classification des risques qui mesure les risques selon deux axes  
1) le niveau de gravité de l'accident mortel qui aurait pu résulter de l'événement rapporté  
et 2) la probabilité que l'événement étudié dégénère vers cet accident en fonction du poids accordé aux défenses restantes.

<sup>(7)</sup> [Incident grave du Boeing 737 immatriculé F-GZHM exploité par Transavia survenu le 13/02/2019 en croisière](#)

## 2.2 Préparation du vol et trajectoire suivie

Lors de la préparation du vol, l'équipage a demandé une modification de la route, notamment en raison l'indice de gradient de vent vertical<sup>(3)</sup> (shear rate). Dans le plan de vol initial, cet indice était de 12 kt/1000 ft pour l'un des secteurs. La nouvelle route amenait l'équipage à longer le volume d'application du SIGMET 6 à environ trois nautiques à l'ouest de celui-ci.

Les informations collectées lors de l'enquête ne permettent pas de savoir quelles étaient les valeurs de l'indice de gradient de vent vertical prévues sur la nouvelle route.

La survenue de la turbulence a eu lieu à l'approche du volume d'application du SIGMET 6, à une quinzaine de nautiques de celui-ci.

L'équipage indique que, sur la base des informations météorologiques à sa disposition, il n'avait pas noté de risque particulier de turbulences fortes dans le secteur de l'accident.

## 2.3 Précisions relatives aux paramètres enregistrés

À partir de 18 h 48 min 57 et pendant 12 secondes, l'analyse des paramètres enregistrés fait apparaître :

- Des accélérations verticales comprises entre -0.38 g et +1.52 g.
- Des accélérations longitudinales comprises entre 0 g et 0.125 g.
- Des variations d'assiette entre +8.4° (à cabrer) et -2.5° (à piquer).
- Des variations d'angle d'incidence entre -9° et +10°.
- Des variations d'inclinaison des deux côtés, jusqu'à 19°.
- Des variations de vitesse indiquée entre 217 kt et 256 kt<sup>(4)</sup>.

## 2.4 Évaluation du niveau de risque associé aux turbulences en ciel clair

Dans son rapport sur la sécurité aérienne<sup>(5)</sup> de 2020, l'AESA indique que la majorité des blessures (autres que mortelles) recensées en transport commercial par avion de grande capacité sur la période 2009-2019 résulte de turbulences en vol (quelle que soit la nature de ces turbulences). L'AESA a toutefois évalué, selon la méthode ERCS<sup>(6)</sup>, que le risque associé aux turbulences en ciel clair était faible. Dans sa cartographie des risques, l'AESA positionne les turbulences en ciel clair parmi les thèmes de sécurité du deuxième niveau parmi les trois niveaux sur lesquels sont répartis l'ensemble des thèmes de sécurité concernant le transport commercial par avion de grande capacité.

En 2020, le BEA a publié un rapport d'enquête sur un incident grave consécutif à des turbulences en ciel clair<sup>(7)</sup>. Ce rapport souligne l'absence de moyens fiables permettant la prévision et de la détection des turbulences en ciel clair.

### 3 - CONCLUSIONS

*Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.*

#### Scénario

Lors de la préparation du vol, l'équipage a demandé une modification du plan de vol, notamment en raison du risque de turbulences fortes sur la route prévue. La nouvelle route amenait l'équipage à longer par l'ouest un volume où le risque de turbulences fortes était prévu.

Peu avant d'atteindre le niveau de croisière, l'équipage a demandé au contrôleur si des turbulences avaient été signalées dans le secteur. Le contrôleur a répondu qu'aucun report de turbulences n'avait été fait.

En s'approchant du volume identifié par le SIGMET, l'avion est entré dans une zone de turbulences dont la soudaineté et la force ont entraîné la blessure de deux PNC qui effectuaient le service commercial.

#### Facteurs contributifs

La nouvelle trajectoire obtenue à sa demande en préparation du vol, l'absence de turbulences au cours de la montée ou encore l'information obtenue de la part du contrôleur quant à l'absence de comptes rendus de pilotes relatifs à des turbulences fortes dans le secteur ont pu progressivement amener l'équipage à sous-estimer ce risque. Il a par conséquent autorisé le démarrage du service commercial au cours de la montée puis sa poursuite jusqu'à la rencontre de turbulences fortes à proximité d'une zone à risque identifiée au travers d'un SIGMET.

#### Enseignements de sécurité

Cet accident confirme la difficulté de prédire avec précision les zones de turbulences en ciel clair. Un volume à risque identifié, par exemple au travers d'un SIGMET, doit être considéré comme une indication, relativement imprécise. Si les contraintes opérationnelles conduisent à se rapprocher d'un tel volume, alors l'équipage doit prendre les précautions appropriées pour éviter d'exposer les PNC et les passagers à un risque de blessure.

Les comptes rendus météorologiques de pilotes (PIREP) sont encouragés pour permettre le partage d'informations à l'attention d'autres pilotes susceptibles d'être exposés au même phénomène dangereux dans une zone et dans une période proches. Si l'existence d'un PIREP peut amener un équipage à renforcer sa vigilance, l'absence de PIREP ne garantit pas l'absence de risque.

### 4 - ACTIONS PRISES DEPUIS L'ACCIDENT

Depuis l'accident, l'exploitant a déployé, en complément des exigences réglementaires, un système de plan de vol électronique permettant une présentation plus adaptée des informations météorologiques (mise en couleur et réagencement). Une fonctionnalité a également été ajoutée permettant l'insertion des coordonnées géographiques et donc la visualisation des zones concernées par les SIGMET, sur les cartes de la documentation électronique utilisée en préparation du vol.