



## Incident grave

survenu à l'avion EMBRAER - ERJ170 immatriculé **F-HBXX**  
et l'avion AIRBUS - A320 immatriculé **OO-SNE**  
le 21 octobre 2020  
à Paris-Charles de Gaulle (95)

Heure	Vers 10 h 20 <sup>1</sup>	
Exploitants	HOP! (ERJ170)	Brussels Airlines (A320)
Nature des vols	Transport commercial de passagers	
Personnes à bord	Commandant de bord (PM), copilote (PF), 2 membres d'équipage de cabine, 58 passagers	Commandant de bord (PF), copilote (PM), 4 membres d'équipage de cabine, 35 passagers
Conséquences et dommages	Aucun	

Note : Les définitions des sigles et abréviations se trouvent également dans le [glossaire disponible sur le site Internet du BEA](#).

## Alarme Windshear en approche finale, déviation de trajectoire lors de l'approche interrompue, rapprochement anormal avec un avion au décollage sur piste parallèle, avis de résolution TCAS

### 1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des enregistreurs de vol phonique (CVR) et de paramètres (FDR) de l'ERJ170 et du FDR de l'A320, des témoignages et des enregistrements des radiocommunications.

L'équipage de l'ERJ170 réalise un vol en provenance de l'aéroport Brest-Bretagne (29) à destination de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle. Lors de la préparation de l'approche, il prend en compte les conditions météorologiques particulières du jour qui incluent un fort vent de travers et des turbulences modérées à sévères sous 1 500 ft. En particulier, l'équipage se remémore la procédure *Windshear*. Il s'assure que le vent annoncé est compatible avec la limitation vent de travers à l'atterrissage et décide d'effectuer l'atterrissage avec les volets en position 5 et une vitesse d'approche majorée à 142 kt.

Lorsque l'équipage de l'ERJ170 s'annonce établi en finale 26L, le contrôleur LOC annonce un vent du 190° pour 22 kt avec des rafales à 32 kt et l'autorise à l'atterrissage.

<sup>1</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter 2 h pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

L'équipage de l'A320, qui réalise un vol au départ de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle à destination de l'aéroport Bruxelles-National (Belgique), prend contact avec le contrôleur et s'annonce prêt au départ. Le contrôleur l'autorise à s'aligner en piste 26R et attendre.

À bord de l'ERJ170, après le passage 1 000 ft radiosonde, la copilote, PF, déconnecte le pilote automatique.

Alors que l'ERJ170 passe 500 ft radiosonde, le contrôleur annonce un vent de 21 kt du 200° avec des rafales à 36 kt à l'équipage de l'A320 et l'autorise au décollage en piste 26R.

À la hauteur de décision (DH) de 200 ft, la vitesse indiquée de l'ERJ170 passe de 139 kt à 125 kt en deux secondes. Le commandant de bord, PM annonce « vitesse ». Simultanément, l'alarme *Windshear* se déclenche (voir *Figure 1*, point ①). Le PM annonce « windshear ». La PF en fait de même et débute les actions de la procédure correspondante avec le positionnement des manettes de poussée sur le cran MAX et une action à cabrer sur le manche. Le mode WINDSHEAR du directeur de vol (FD) s'engage.

À 10 h 21 min 38, l'alarme *Windshear* s'arrête huit secondes après son activation alors que l'avion passe 580 ft<sup>2</sup> en montée (point ②).

Pendant l'application initiale de la procédure *Windshear*, le cap de l'ERJ170 augmente de quelques degrés vers la droite, puis est maintenu.

À 10 h 21 min 49, onze secondes après la fin de l'alarme *Windshear*, le PM annonce « fin de windshear » (point ③).

À bord de l'ERJ170, les alertes *Bleed 1 overpressure* et *Bleed 2 overpressure* surviennent. L'équipage éteint le bouton-poussoir lumineux *Master Caution* et reporte sans le verbaliser le traitement de ces alertes.

Pendant ce temps, l'équipage de l'A320 effectue la rotation au décollage.

---

<sup>2</sup> Sauf mention contraire, les altitudes dans le rapport sont des altitudes QNH.

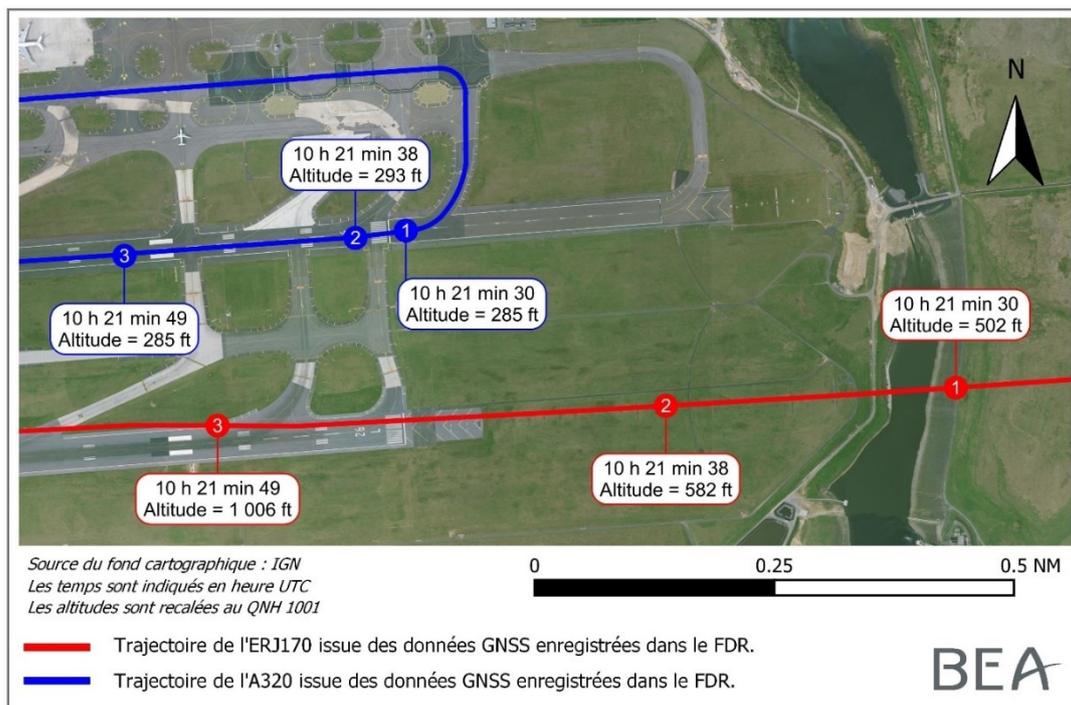


Figure 1 : trajectoires de l'ERJ170 (rouge) et de l'A320 (bleue)

À 10 h 21 min 57, huit secondes après l'annonce « fin de windshear », alors que l'ERJ170 approche 1 500 ft en montée, le PM indique à la PF qu'il « passe en heading ». À 10 h 21 min 59, il informe le contrôleur qu'ils ont remis les gaz dans l'axe vers 4 000 ft en raison du cisaillement de vent (voir Figure 2, point 4). Le mode HDG est engagé avec un cap sélectionné de 259° correspondant au cap courant. Le contrôleur lui répond qu'il le rappellera.

Sous l'influence du vent se renforçant avec l'altitude et des évolutions en vitesse de l'ERJ170 pendant la manœuvre, la trajectoire dévie vers la droite et se rapproche de la piste 26R.

L'équipage de l'ERJ170 rentre ensuite les volets sur la position 3 puis le train d'atterrissage, conformément à la fin de la procédure *Windshear*. À 10 h 22 min 14, alors qu'il termine de reconfigurer l'avion, un avis de trafic (TA) est généré par le système anti-abordage TCAS à bord de l'ERJ170, accompagné du message vocal : « Traffic Traffic » (point 5). Simultanément, l'équipage de l'A320 reçoit le même message. Au même instant, le contrôleur demande à l'équipage de l'ERJ170 de tourner immédiatement à gauche au cap 240° - ce message intervient dix secondes après la précédente communication. L'équipage collationne, sélectionne le cap 240° et débute le virage à gauche.

Le contrôleur effectue la coordination avec le service de contrôle aérien de Paris-Le Bourget pour faire virer l'ERJ170 en direction de leur espace.

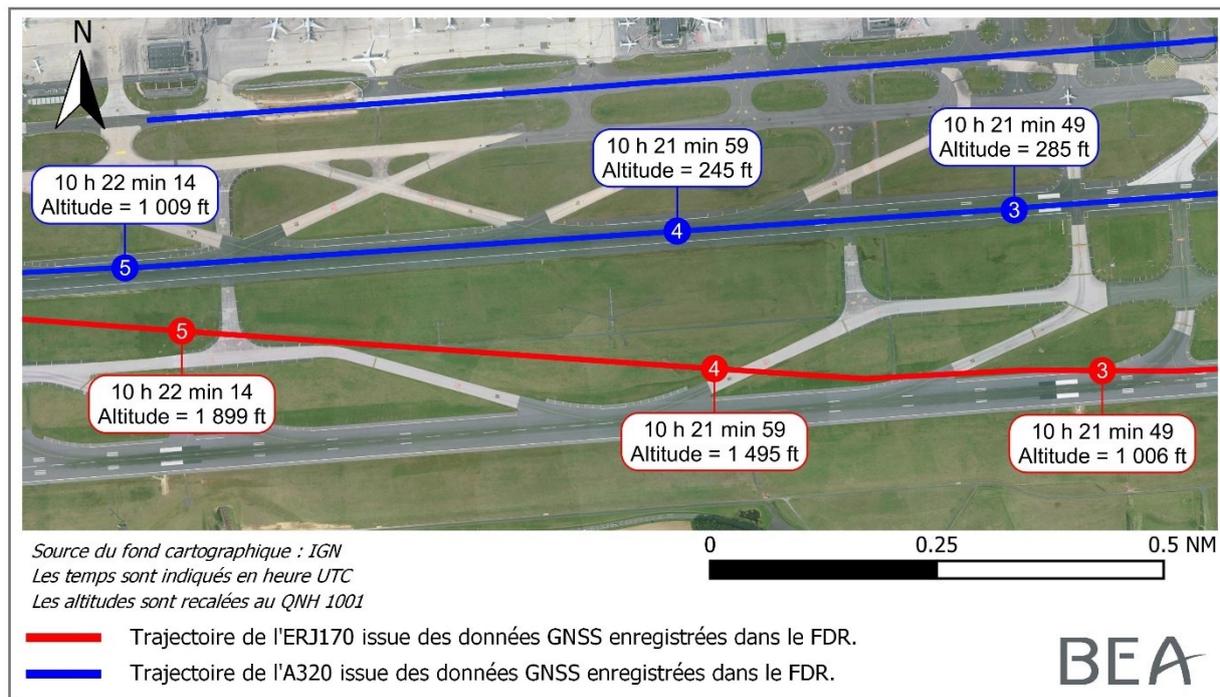


Figure 2 : trajectoires de l'ERJ170 (rouge) et de l'A320 (bleue)

Sur la visualisation radar du contrôleur, une alerte dite Filet de sauvegarde (STCA) se déclenche, avisant celui-ci d'un potentiel conflit de trajectoire entre l'ERJ170 et l'A320.

Une seconde après, à 10 h 22 min 23, alors que l'ERJ170 passe 2 150 ft en montée, le TCAS émet un avis de résolution (RA) à monter avec le message vocal : « Climb Climb » (voir Figure 3, point 6). La PF de l'ERJ170 exécute la procédure associée et ajuste l'assiette. De plus, elle positionne la manette de poussée sur le cran TOGA. Elle met les ailes à plat et maintient le cap 250°, avec une route moyenne d'environ 263°.

Simultanément, alors que l'A320 passe 1500 ft en montée, le TCAS émet un avis de résolution « Level off ». L'équipage déconnecte le pilote automatique et ajuste l'assiette en application de la procédure TCAS et de la consigne affichée sur son PFD. Il maintient l'axe de piste et une altitude d'environ 2 000 ft.

À 10 h 22 min 26, le contrôleur demande à l'équipage de l'A320 d'arrêter la montée : « stop climb altitude euh stop climb present altitude please ». L'équipage lui répond « TCAS RA ».

L'équipage de l'ERJ170 informe le contrôleur par le message « on a eu un TCAS RA aussi ».

Après cet échange de communication, le message vocal « Clear of conflict » (point 8) est généré à bord de l'ERJ170.

Alors que l'équipage de l'ERJ170 n'a pas encore informé formellement le contrôleur de la fin de l'avis de résolution du TCAS, le contrôleur lui demande de poursuivre le virage à gauche au cap 200°. L'équipage collationne, sélectionne le cap 200° et reprend le virage.

Le contrôleur répète ensuite la demande d'arrêter la montée à l'équipage de l'A320. Celui-ci lui répond « affirm ».

Il ne l'avise pas qu'il est encore en train de suivre une résolution de trafic émise par son TCAS. L'ordre d'arrêter la montée est cohérent avec l'avis de résolution de trafic.

Au même moment, l'alerte STCA de la visualisation radar du contrôleur s'arrête (point 9).

Quelques secondes plus tard, l'avis de résolution de trafic s'arrête à bord de l'A320 (point 10). L'équipage n'informe pas le contrôleur de la fin de cette alarme.

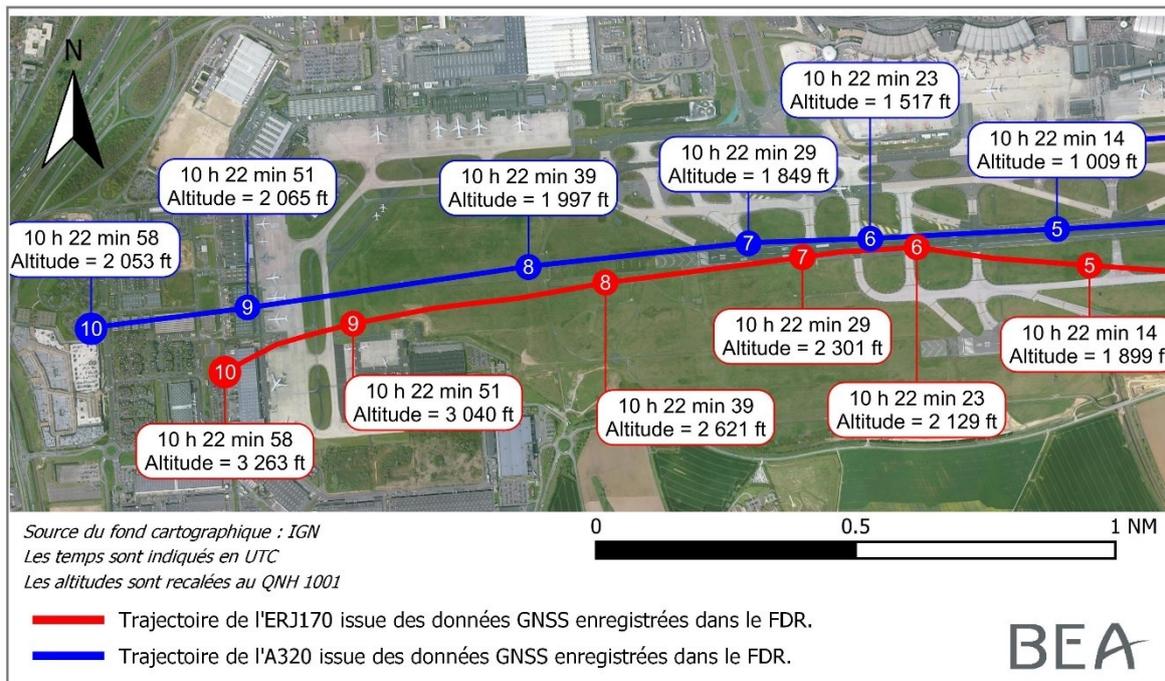


Figure 3 : trajectoires de l'ERJ170 (rouge) et de l'A320 (bleue)

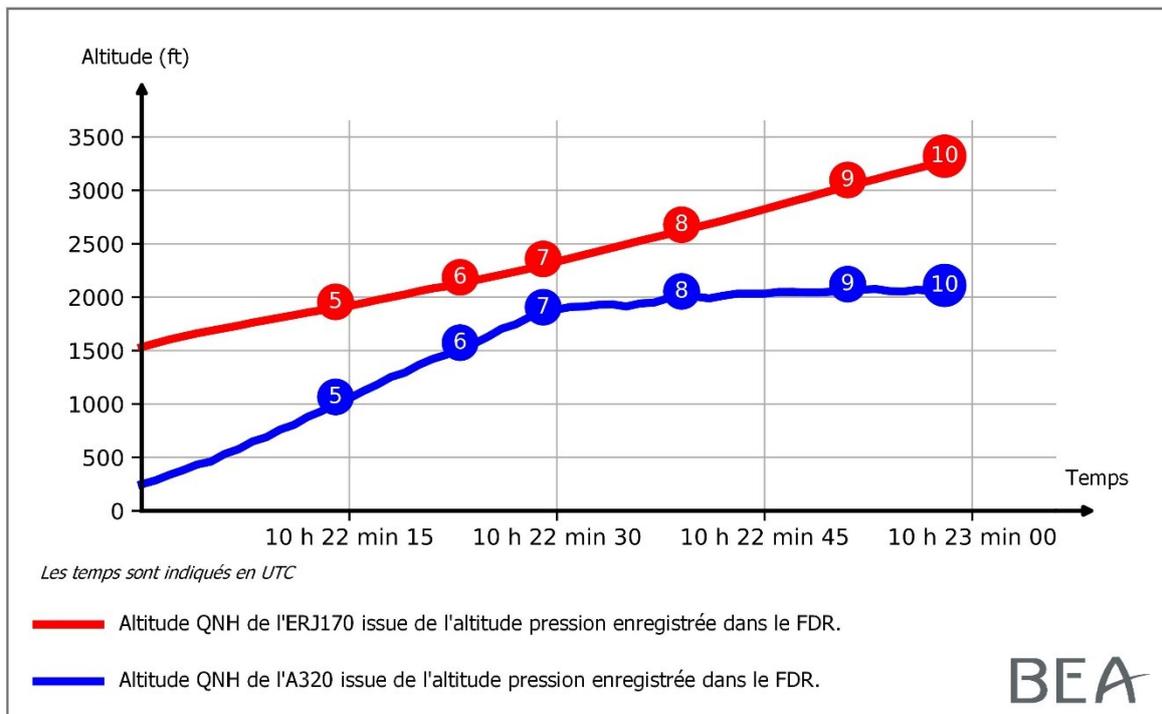


Figure 4 : séparation verticale entre l'ERJ170 (rouge) et l'A320 (bleue)  
 (Le graphe ne représente pas la séparation horizontale des deux avions)

À 10 h 23 min 01, le contrôleur demande à l'équipage de l'A320 de tourner à droite au cap 360°. L'équipage collationne.

L'équipage de l'A320 poursuit son vol vers sa destination.

L'équipage de l'ERJ170 réalise une deuxième approche sans événement particulier.

La séparation minimale<sup>3</sup> entre les deux avions au cours de l'incident atteint 0,09 NM latéralement et 460 ft verticalement (point 7).

## 2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Renseignements météorologiques

Une dépression marquée circule du golfe de Gascogne vers la mer du Nord entraînant un net renforcement des vents sur la région Île-de-France.

Le radiosondage de Trappes montre la présence d'un courant-jet avec des vents atteignant les 45 à 50 kt dès 1 500 ft. Les vitesses augmentent régulièrement pour atteindre les 70 kt à 10 000 ft. Cependant, il n'est pas observé de changement brutal de direction du vent entre 0 et 10 000 ft.

L'ATIS en vigueur au moment de l'incident comportait les informations météorologiques suivantes :

- WIND 220/26 KT / 31 KT
- VIS 10 KM
- CLD FEW 3 300 FT BKN 4 000 FT
- T+20 DP+12
- QNH 1 001
- MOD TO SEV TURB BLW 1 500 FT

### 2.2 Témoignage des membres d'équipage

#### 2.2.1 Équipage de l'ERJ170

*Note : Un entretien a été conduit avec les deux membres d'équipage technique de l'ERJ170.*

L'équipage a indiqué qu'en raison de l'analyse des conditions météorologiques, il s'était préparé mentalement à l'éventualité du cisaillement de vent pendant l'approche.

L'équipage indique qu'il a attendu d'atteindre 1 500 ft pour débiter les actions postérieures à la procédure *Windshear*, conformément à son manuel d'exploitation.

Pendant l'alerte TCAS, la PF n'a pas su quel était le trafic en rapprochement. Le PM a inclus dans ses tâches de surveillance (*monitoring*) l'analyse de la position du trafic affiché sur son écran ND. Il n'a toutefois pas compris de quel trafic il s'agissait. Il ajoute qu'il pensait qu'il s'agissait d'un trafic de l'aéroport Paris-Le Bourget. Cette incompréhension a duré jusqu'après le vol.

---

<sup>3</sup> Ces valeurs ont été calculées sur la base de l'enregistrement FDR de la position GNSS des deux avions.

Cette situation et sa dynamique ont été ressenties comme nécessitant d'importantes ressources mentales. La survenue des alertes *Bleed 1 overpressure* et *Bleed 2 overpressure* à ce moment-là a été ressentie comme dérangeante, mais a rapidement été écartée en termes de priorités.

### 2.2.2 Équipage de l'A320

*Note : Les informations suivantes sont issues du compte-rendu rédigé par l'équipage de l'A320.*

L'équipage de l'A320 a souligné la rapidité des événements successifs au cours de l'incident, liée à l'accumulation des tâches normales (gestion de l'énergie de l'avion au décollage) et anormales (gestion du TCAS-RA et des altérations de trajectoire demandées par le contrôle aérien).

## 2.3 Gestion d'une alarme *Windshear* sur l'ERJ170

### 2.3.1 Description du système

Le système de détection du cisaillement de vent sur l'ERJ170 est actif entre une hauteur radiosonde comprise entre 10 ft et 1 500 ft pendant les phases de décollage, de remise-des-gaz et d'approche finale.

En cas de détection d'un cisaillement de vent, le système provoque une alerte (*caution*) ou une alarme (*warning*) en fonction des caractéristiques du cisaillement. Dans le cas d'une alarme, le texte **WSHEAR** est affiché sur les écrans PFD et un message vocal « *WINDSHEAR, WINDSHEAR, WINDSHEAR* » est généré.

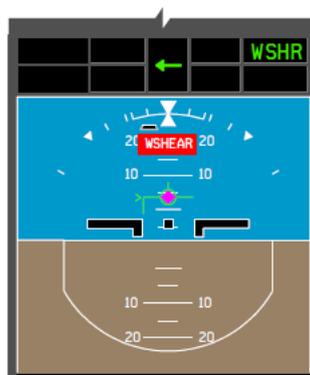


Figure 5 : affichage de l'alarme *Windshear* et du mode FMA associé sur ERJ170  
(Source : Embraer)

Lorsqu'il s'active, le mode *Windshear Escape Guidance* fournit à travers le directeur de vol (FD) un ordre à cabrer et un ordre à maintenir les ailes à plat, de façon à limiter la perte d'altitude et de vitesse pendant la traversée de la zone du cisaillement de vent.

Lorsqu'une alarme *Windshear* se déclenche, elle est maintenue pendant une durée de huit secondes après la fin de détection des conditions du cisaillement.

## 2.3.2 Procédure

La procédure *Windshear* décrite dans la partie B relative à l'ERJ170 du manuel d'exploitation de HOP! est la suivante :

ALARME WINDSHEAR	
WINDSHEAR / POUSSÉE MAX	
En cas d'alarme <b>Windshear rouge</b> sur le PFD associée à l'alarme vocale « WINDSHEAR » ou sur décision du Commandant de Bord :	
Le CDB ordonne « WINDSHEAR / POUSSÉE MAX ».	
PF	THRUST LEVERS.....MAX
PF	Boutons TOGA.....PRESSER
PF	SUIVRE LE DIRECTEUR DE VOL (WSHR vert au FMA).
<p>☞ L'assiette à cabrer peut être bien au-dessus des angles normaux.</p> <p>☞ Si le <i>Windshear</i> amène une amélioration des performances, s'attendre à une très forte dégradation des performances dans les secondes à venir.</p> <p>Maintenir la configuration de l'avion. Ne pas changer la position du train et des volets jusqu'à une hauteur suffisante.</p> <p>Lorsque l'avion a atteint une altitude de sécurité et est sorti de la zone de <i>Windshear</i>, adapter la configuration de l'avion.</p>	

Figure 6 : procédure *Windshear* (Source : HOP!)

Dans la version détaillée de la procédure, le manuel précise de « maintenir la configuration actuelle (train d'atterrissage et flaps) jusqu'à 1 500 ft AGL<sup>4</sup> avec la clairance du terrain assurée. »

La procédure du manuel d'Embraer pour l'ERJ170 exige de maintenir la configuration initiale jusqu'à 1 500 ft AGL ou tant que l'alarme *Windshear* est présente.

## 2.3.3 Rôle du PM en cas de cisaillement de vent

Le rôle du PM dans le cas particulier du cisaillement de vent n'est pas précisé dans les procédures HOP! applicables à cette situation pour l'ERJ170. L'unique mention liée au rôle du PM est l'annonce des déviations dans le paragraphe suivant de la version détaillée de la procédure de la partie B du manuel d'exploitation de HOP! applicable à l'ERJ170 :

Être toujours bien conscient de la vitesse, de l'orientation et de la vitesse verticale. L'équipage doit suivre de près les instruments de trajectoire de vol verticale, comme par exemple la vitesse verticale et les altimètres. Annoncer chaque déviation.

À titre de comparaison, la description détaillée de la procédure *Windshear* de HOP! applicable à un autre type d'aéronef publiée dans la partie B correspondante du manuel d'exploitation de la compagnie inclut les aspects suivants :

### Rôle du PM pendant un *windshear*

- Il surveille attentivement aux instruments les évolutions dans le plan vertical et la cohérence de la poussée affichée.
- Il annonce toute variation significative de vitesse, de «speed trend», de taux de montée/descente, d'assiette, de poussée ou d'altitude.
- Si nécessaire, il fait des commentaires ou émet des directives appropriées, tels que : «l'altitude diminue», «la vitesse augmente», «remonte le nez de l'avion», etc.
- [...]
- Il annonce la sortie de *windshear* et le cas échéant fera les annonces relatives à la configuration, à l'assiette de l'avion et à la vitesse indiquée.

<sup>4</sup> Au-dessus du niveau du sol.

Cette description établit de manière plus complète et plus active le rôle du PM pendant l'application de la procédure, y compris l'annonce relative à la sortie de la situation de *windshear* et aux actions associées.

Au cours de l'incident, le PM de l'ERJ170 a informé la PF de la fin du cisaillement de vent, alors que l'avion passait 1 000 ft en montée, onze secondes après la fin de l'alarme, puis a débuté les actions de la fin de la procédure, huit secondes plus tard, passant 1 500 ft.<sup>5</sup>

## **2.4 Gestion d'un avis de résolution TCAS (TCAS RA) – interaction pilote - contrôleur**

### **2.4.1 Principe**

En cas de survenue d'un avis de résolution TCAS, la procédure associée prévoit que les équipages en informent le contrôleur afin que celui-ci ait connaissance de cette situation. Le contrôleur n'est alors plus responsable de la séparation entre les trafics. Ainsi, il n'intervient plus sur la trajectoire des aéronefs impliqués dans le conflit et laisse les équipages suivre les avis de leur TCAS respectif.

Lorsque l'alarme TCAS se termine, les équipages doivent également en aviser le contrôleur. Les rôles et responsabilités habituels des uns et des autres sont alors rétablis.

### **2.4.2 Inhibition**

La fonctionnalité du TCAS générant les avis de résolution est inhibée sous 1 000 ft ( $\pm 100$  ft) radiosonde.

### **2.4.3 Phraséologie associée**

Selon les règles de l'air établies par l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA)<sup>6</sup>, lorsqu'un équipage dévie d'une autorisation ou une instruction ATC pour suivre un avis de résolution émis par un TCAS, il doit en informer le contrôleur avec qui il est en fréquence par le message « TCAS RA ».

Si un équipage reçoit une autorisation ou une instruction contraire à un avis de résolution TCAS en cours, il doit continuer à suivre l'avis de résolution et aviser le contrôleur par le message « Unable, TCAS RA ».

Lorsque l'avis de résolution est terminé, l'équipage doit l'annoncer au contrôleur par le message « Clear of conflict ».

---

<sup>5</sup> Il est probable qu'il y a eu une confusion à ce moment du point de vue de la référence d'altitude à utiliser pour le critère de fin d'application de la procédure (AGL vs QNH).

<sup>6</sup> Section 14 – *Voice Communication Procedures*, Annexe 1 à l'AMC SERA.14001.

## 2.5 Services de la navigation aérienne

### 2.5.1 Opérations parallèles spécialisées

#### 2.5.1.1 Définition

Selon le manuel SOIR<sup>7</sup>, les mouvements parallèles sur pistes spécialisées correspondent aux opérations simultanées sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles au cours desquelles une piste sert exclusivement aux approches et l'autre piste exclusivement aux départs.

La spécification de certification européenne relative à la conception des aérodromes et s'appliquant à l'aéroport Paris-Charles de Gaulle fait référence dans le guide associé (GM1 ADR-DSN.B.055) à ce manuel parmi d'autres comme source d'« informations sur les procédures et les exigences relatives aux procédures et installations nécessaires aux opérations simultanées sur pistes parallèles ».

#### 2.5.1.2 Configuration à Paris-Charles de Gaulle

Dans la configuration du doublet de pistes sud de Paris-Charles de Gaulle, le Règlement de la Circulation Aérienne (RCA) établit que des opérations parallèles spécialisées peuvent être conduites si l'espace minimum entre les axes de piste est de 850 m<sup>8</sup>. Toutefois, ce règlement ajoute que des pistes parallèles dont la distance entre axes est inférieure à cette valeur peuvent être mises en service simultanément sous réserve d'approbation par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne d'une étude tenant compte de la géométrie du dispositif de piste et des moyens de contrôle associés.

Note : Le RCA, en vigueur à la date de l'événement, a été abrogé en mars 2022. Depuis cette date, c'est l'exigence ATS.TR.255 développée dans l'IR ATM/ANS<sup>9</sup> qui s'applique pour les aspects relatifs aux opérations sur pistes parallèles. Les normes d'espace minimum entre axes de piste dans ce règlement sont identiques à celles préalablement définies par le RCA.

La norme OACI aborde aussi la divergence entre les trajectoires de départ et de remise de gaz, mais cet aspect n'est pas traité dans le présent rapport car l'ERJ170 n'a pas suivi la procédure normalisée de remise de gaz en raison de l'application de la procédure *Windshear*.

La distance entre les axes des pistes 26R et 26L est de 384 m.

Les Services de la Navigation Aérienne de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle, consultés sur cet aspect, indiquent qu'au moment de la mise en service des doublets de piste, les études de sécurité sous leur forme actuelle n'existaient pas. Elles n'ont été introduites qu'avec la séparation entre prestataire, régulateur et services de certification et de surveillance introduite dans le cadre de la mise en conformité avec la réglementation Ciel unique européen au cours des années 2000.

---

<sup>7</sup> Doc 9643 de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), Manuel sur les opérations *simultanées sur pistes aux instruments parallèles ou quasi-parallèles (SOIR)*, 2<sup>ème</sup> édition, 2020.

<sup>8</sup> Cette valeur résulte de la prise en compte du décalage des seuils de piste : la distance minimale de 760 m entre les deux pistes doit être augmentée de 30 m pour chaque 150 m de décalage du seuil de la piste à l'atterrissage vers l'aval du début de piste au décollage.

<sup>9</sup> Règlement d'exécution (UE) 2017/373 de la Commission du 1<sup>er</sup> mars 2017 établissant des exigences communes relatives aux prestataires de services de gestion du trafic aérien et de services de navigation aérienne ainsi que des autres fonctions de réseau de la gestion du trafic aérien, et à leur supervision ([Version en vigueur le jour de l'incident](#)).

En 1999, à l'époque de la mise en service du premier doublet de piste, le processus d'évolution des procédures consistait à établir un dossier réalisé par les services Études de la Circulation Aérienne qui était transmis à la Direction de la Navigation Aérienne pour approbation. Ce dossier se basait sur des études techniques et statistiques, réalisées en interne, ou s'appuyait sur des études externes (CENA<sup>10</sup>), y compris sur des études réalisées lors de l'introduction de procédures similaires sur des aéroports étrangers (études FAA<sup>11</sup>, MITRE...). Le dossier incluait systématiquement les projets de consignes opérationnelles liées aux évolutions de procédures dont il faisait l'objet.

Aucun document n'a pu être fourni par les Services de la Navigation Aérienne sur la prise en compte du risque associé au *windshear* lors de la mise en place des opérations parallèles spécialisées.

Une recherche bibliographique a montré que, lors des études réalisées pour la mise en place des premières opérations parallèles au niveau international, une attention particulière avait été portée sur le risque lié à la turbulence de sillage. Des conditions de vent traversier ont pour effet de déplacer la turbulence de sillage sur l'axe de la piste parallèle. Aucun élément de réflexion n'a été trouvé dans ces études sur le risque lié à l'application de la procédure *Windshear*, pour laquelle la procédure bord limite la liberté de manœuvre dans le plan latéral.

### 2.5.1.3 Démonstration de conformité

En raison de la mise en application de l'exigence ATS.TR.255 en mars 2022, en particulier du moyen acceptable de mise en conformité associé, AMC4, lié à la distance minimum entre axes de pistes et la divergence entre les trajectoires de départ et de remise de gaz pour des opérations parallèles spécialisées, la Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA) a présenté un dossier de moyen de conformité alternatif (AltMOC)<sup>12</sup>, qui a été approuvé en juin 2022 par la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC). Ce dossier<sup>13</sup> inclut un argumentaire censé démontrer un niveau de sécurité équivalent dans la configuration de piste particulière de Paris-Charles de Gaulle.

Cet argumentaire s'appuie sur les points suivants :

- possibilité, en raison de zones d'altitude minimale de guidage relativement basses (1 500 puis 2 000 ft) et de la performance des aéronefs, d'une reprise en guidage radar quasi immédiate en cas d'approche interrompue et de départ simultanés, avec une mise en virage, dès la détection de la remise de gaz ;
- possibilité, en raison de zones d'altitude minimale de guidage relativement basses, de retrouver une séparation verticale relativement rapidement en arrêtant la montée d'un des aéronefs à cette altitude minimale de guidage ;
- application d'une marge supplémentaire sur le doublet sud, en cas d'opérations face à l'ouest, lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas au contrôleur LOC de voir les aéronefs en finale à 1 NM ;
- analyse des trajectoires d'approche interrompue de juillet 2020 à juin 2021 selon présence ou non de départ simultané ;

---

<sup>10</sup> Centre d'Études de la Navigation Aérienne, organisme français chargé d'études et de recherche appliquée dans le domaine de la gestion du trafic aérien jusqu'à 2005, date à laquelle il a été intégré au sein de la Direction Technique et de l'Innovation (DTI) de la DSNA.

<sup>11</sup> Autorité des États-Unis en charge de l'Aviation civile.

<sup>12</sup> *Alternative means of compliance*. Le règlement AESA prévoit la possibilité pour les autorités nationales d'autoriser un exploitant à utiliser un AltMOC pour démontrer la conformité à une exigence réglementaire.

<sup>13</sup> AltMOC 2022/06/21-IR ATM/ANS-AMOC FR n° 015 lié au point particulier de la conformité à l'AMC4 ATS.TR.255.

- niveaux de performance du moyen de surveillance radar :
  - précision de positionnement de l'ordre de 72 m horizontalement,
  - cycle de rafraîchissement adapté à une perception visuelle de l'évolution en temps réel de la situation aérienne et aux temps de réaction du contrôleur pour la surveillance des trafics.

Si on évalue les points précédents de l'argumentaire, en les confrontant aux circonstances particulières de cet incident, liées à une interruption d'approche en raison d'un cisaillement de vent, on peut noter les éléments contradictoires suivants :

- la stratégie de résolution du conflit utilisée par le contrôleur était conforme à l'esprit des arguments utilisés dans cette démonstration ;
- l'efficacité de la reprise en guidage radar quasi immédiate avec mise en virage peut être remise en question dans le cas d'un aéronef appliquant la procédure *Windshear* ;
- dans le cas du doublet sud, l'argumentaire s'appuie sur une reprise en guidage radar quasi immédiate avec mise en virage qui ne semble pas prendre en compte les délais induits par la coordination avec le secteur du Bourget.

On peut cependant relever que le nombre d'événements similaires connus est relativement faible.

#### **2.5.1.4 Comparaison opérations approches parallèles / opérations parallèles spécialisées**

Dans le manuel SOIR (Doc 9643), l'OACI définit les approches parallèles indépendantes comme des approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi-parallèles, sans minimum règlementaire de séparation entre les aéronefs sur ces axes d'approche.

L'OACI recommande dans son manuel PANS-ATM (Doc 4444, § 6.7.3.3) que les opérations d'approches parallèles indépendantes sur des pistes parallèles séparées de moins de 1 525 m soient suspendues lorsque certaines conditions météorologiques indiquées par les autorités ATS compétentes<sup>14</sup> (cisaillement du vent, turbulence, courant descendant, vent traversier ou autre phénomène météorologique significatif, comme un orage) risquent de causer une augmentation des écarts par rapport à la trajectoire d'approche finale, au point que la sécurité puisse être compromise. Cette recommandation est reprise dans le manuel SOIR (§2.2.3.1 a)

De même, l'OACI considère dans le manuel SOIR (§1.1.1) qu'en régime de vol aux instruments, la sécurité des opérations simultanées en direction de pistes parallèles dépend de plusieurs facteurs, tels que la précision avec laquelle les aéronefs peuvent naviguer en direction des pistes, la précision du système de surveillance du service de la circulation aérienne, la capacité des contrôleurs à intervenir quand un aéronef s'écarte de l'alignement ou de la trajectoire d'approche finale, et les délais de réaction des contrôleurs, des pilotes et des aéronefs.

---

<sup>14</sup> Autorité appropriée désignée par l'État chargé de fournir les services de la circulation aérienne dans un espace aérien donné.

Le règlement d'exécution (UE) 2020/469 du 14 février 2020<sup>15</sup> concernant des exigences applicables aux services de gestion du trafic aérien et aux services de navigation aérienne, à la conception des structures d'espace aérien et à la qualité des données, et à la sécurité sur les pistes, applicable au 27 janvier 2022, ainsi que les AMC et GM (*Guidance Material, guide*) attenantes, introduisent les notions précédentes dans les textes européens<sup>16</sup>.

### 2.5.2 Procédures à Paris-Charles de Gaulle

L'analyse des procédures et consignes opérationnelles en vigueur sur l'aérodrome Paris-Charles de Gaulle, met en évidence les points suivants liés au thème de la séparation entre trafics en remise de gaz et au décollage sur un doublet.

En dehors de conditions nécessitant l'application des procédures basse visibilité (LVP), l'autorisation de décollage peut être donnée quelle que soit la position du trafic en approche, en respectant toutefois les normes de séparation liées à la turbulence de sillage.

En cas d'approche interrompue avec un trafic au départ conflictuel, la résolution du conflit s'effectue en fournissant un guidage radar de façon à obtenir rapidement une séparation radar minimale et une information de trafic. La procédure prévoit également, dans le cas d'une remise de gaz du doublet sud interférant avec un trafic du Bourget, de coordonner avec Le Bourget en privilégiant l'interphone.

Le manuel d'exploitation décrit que quelques situations rares peuvent rendre temporairement impossible l'exécution de la procédure d'approche interrompue, en citant des difficultés liées au suivi de la trajectoire RNAV.

Dans ce cas, il est prévu que le contrôleur reprenne dès que possible l'aéronef en guidage radar, par exemple par une demande de maintien temporaire de l'axe de piste<sup>17</sup>.

Les procédures incluent la possibilité, en cas d'urgence, d'utiliser une séparation verticale minimale temporaire de 500 ft en cas de remise de gaz sur une piste avec un décollage sur la piste parallèle.

Les services de navigation aérienne, interrogés sur ce sujet, soulignent l'importance de l'information de trafic pour la courte finale sur le départ en cours, avec si nécessaire une délivrance anticipée d'instructions à suivre en cas de remise de gaz. Ils précisent toutefois qu'il s'agit là d'une pratique générale, basée sur l'expérience du contrôleur.

Les mesures précédentes sont applicables quelles que soient les conditions de vent. Les conditions de vent fort sont intégrées dans les consignes opérationnelles. Il y est ainsi demandé d'écarter le trafic en remise de gaz de 30° minimum de l'axe de piste en intégrant le vent dans le cap donné. De plus, il est possible de différer une autorisation de décollage dans l'attente de l'atterrissage assuré du trafic en courte finale ou de la déviation effective vers l'extérieur du trafic en remise de gaz.

---

<sup>15</sup> Règlement de la Commission concernant des exigences applicables aux services de gestion du trafic aérien et aux services de navigation aérienne, à la conception des structures d'espace aérien et à la qualité des données, et à la sécurité sur les pistes ([Version en vigueur le jour de l'incident](#)).

<sup>16</sup> GM5 (*Safety assessment*) et GM7 (Suspension of operations due to meteorological conditions) de l'AMC2 ATS.TR.255

<sup>17</sup> Côté équipage, la carte d'approche inclut une consigne similaire en cas d'impossibilité de suivre la procédure d'approche interrompue RNAV.

En cas de vent traversier supérieur à 25 kt, le manuel d'exploitation prévoit la possibilité de suspendre les départs simultanés, si le chef de tour constate que les conditions de sécurité ne sont plus garanties. Aucune mention similaire n'est faite pour les opérations parallèles spécialisées.

### 2.5.3 Prise en compte du cisaillement de vent par les services de la navigation aérienne

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'exigence réglementaire « MET.OR.235 Avertissements d'aérodrome et avertissements et alertes concernant le cisaillement du vent » introduite par le règlement d'exécution (UE) 2017/373, il a été déterminé à l'issue d'une analyse de Météo-France que l'aérodrome Paris-Charles de Gaulle devait être équipé de moyens d'avertissements et d'alertes concernant le cisaillement de vent.

La mise en place de tels moyens était prévue pour janvier 2023. À la date de l'événement, ces outils n'étaient pas disponibles. Le contrôleur ne pouvait donc avoir connaissance de la présence de cisaillement de vent que par PIREP (*Pilot Report*).

Le système mis en place pour la détection des cisaillements de vent pour répondre à l'exigence réglementaire précitée s'appuie sur les techniques actuelles permettant une telle détection uniquement sous précipitation. Il ne permet donc pas la prédiction des cisaillements de vent.

### 2.5.4 Témoignage du contrôleur LOC

Il était conscient de la situation météorologique particulière liée au fort vent traversier. Il n'avait pas eu connaissance d'une remise de gaz avant celle de l'événement ni d'annonce de cisaillement de vent par d'autres équipages.

Il a vu l'avion effectuer une remise de gaz. Il savait que, selon les consignes opérationnelles en vigueur, la séparation avec le décollage en cours pouvait être assurée à partir du moment où il y avait une instruction rapide de sa part.

En raison de l'habitude de travailler avec les deux doublets en service, son projet d'action était de faire virer l'avion en remise de gaz vers le sud. Afin de pouvoir faire tourner le trafic, il a jugé nécessaire de se coordonner avec la tour de l'aéroport Paris-Le Bourget, dont l'espace est contigu, en leur faisant un message à l'interphone pour vérifier qu'il n'y avait pas de trafic conflictuel. Ayant eu un doute sur le bon fonctionnement de l'interphone et n'ayant pas reçu de réponse, il a demandé à l'équipage de l'ERJ170 de tourner puis a effectué une coordination par téléphone. Il pense avoir perdu « 5 ou 10 secondes » en raison du doute sur le fonctionnement de l'interphone. Lorsqu'il a demandé à l'équipage de l'ERJ170 de tourner, il a utilisé la phraséologie d'urgence pour lui donner un cap 240 à gauche. Bien que sa demande avait été collationnée, il n'a pas constaté de changement de cap effectif sur son écran. Il a pensé que c'était à cause du vent traversier et que le cap 240 qu'il avait donné était insuffisant pour que la trajectoire de l'ERJ170 s'oriente vers le sud.

Le contrôleur a alors pensé à arrêter la montée de l'avion au décollage. Il se rappelle avoir ordonné par deux fois à l'équipage de l'A320 d'arrêter sa montée et que celui-ci lui a répondu en lui annonçant l'avis de résolution de trafic du TCAS en cours. Il explique qu'il a eu l'impression que l'A320 n'avait pas arrêté sa montée.

Le contrôleur indique que les deux trafics étaient tellement proches sur son écran radar que leurs étiquettes étaient confondues et qu'il ne pouvait pas les différencier. Toutefois il précise que cette confusion liée à l'affichage ne l'a pas induit en erreur.

Le contrôleur ajoute avoir eu un sentiment d'impuissance après le déroulement de l'événement : bien que l'équipage de l'avion en remise de gaz avait collationné l'ordre de tourner à gauche au cap 240, la trajectoire de l'avion ne s'est pas orientée au sud. De même, l'équipage au décollage a répondu à sa demande d'arrêter la montée par l'annonce de la résolution TCAS et il a eu l'impression qu'il a maintenu son taux de montée.

Après l'événement et après avoir eu une conversation téléphonique avec le commandant de bord de l'ERJ170, il s'est rappelé avoir vu en formation continue une information relative au thème des ailes à plat en application de la procédure *Windshear*. Il précise avoir réalisé au vu de cet événement qu'il n'avait pas intégré l'application de cette information dans un contexte opérationnel.

Le contrôleur n'avait jamais vécu une situation similaire à celle de l'événement, que ce soit en situation réelle ou en simulateur pendant un entraînement périodique de maintien de compétence.

### 2.5.5 Événements similaires

Interrogée sur la récurrence d'événements comparables, la DSNA n'a pas fourni d'information à ce sujet.

L'interrogation de la base de données d'événements de la DSAC a mis en évidence trois événements de perte de séparation survenus au cours des cinq dernières années, présentant des facteurs similaires à celui de l'événement faisant l'objet de ce rapport. Deux événements ont eu lieu sur l'aérodrome Paris-Charles de Gaulle et un sur celui de Toulouse-Blagnac (31).

Date	Lieu	Éléments d'information sur l'événement
12/2020	LFPG	Remise de gaz en raison d'un cisaillement de vent en approche, alerte STCA impliquant un avion au décollage de la piste parallèle. Info ATIS : vent 210°/24kt max 32kt, turbulence modérée en finale.
12/2019	LFPG	Remise de gaz en raison d'un cisaillement de vent, alerte STCA impliquant un avion au décollage de la piste parallèle. Perte de séparation, 0.42 Nm, 900 ft, vitesse de rapprochement nulle. Info ATIS : vent du 190 / 22 kt, cisaillement de vent en finale.
10/2017	LFBO	Remise de gaz, alerte STCA impliquant un avion au décollage de la piste parallèle. Conditions météo impliquant des changements de QFU successifs, vent très perturbé avec fort cisaillement de vent.

Dans tous ces événements, un avion effectue une remise de gaz alors qu'un autre avion décolle d'une piste parallèle, dans des conditions de vent particulières (fort vent de travers et/ou cisaillements de vent reportés).

Dans tous les cas, le filet de sauvegarde STCA s'est déclenché sur l'écran du contrôleur<sup>18</sup>.

Dans l'un de ces événements, le contrôleur avait fourni une autorisation anticipée de trajectoire non standard en cas de remise des gaz à l'équipage de l'avion en approche, qui a pu contribuer à la diminution de la gravité de la perte de séparation.

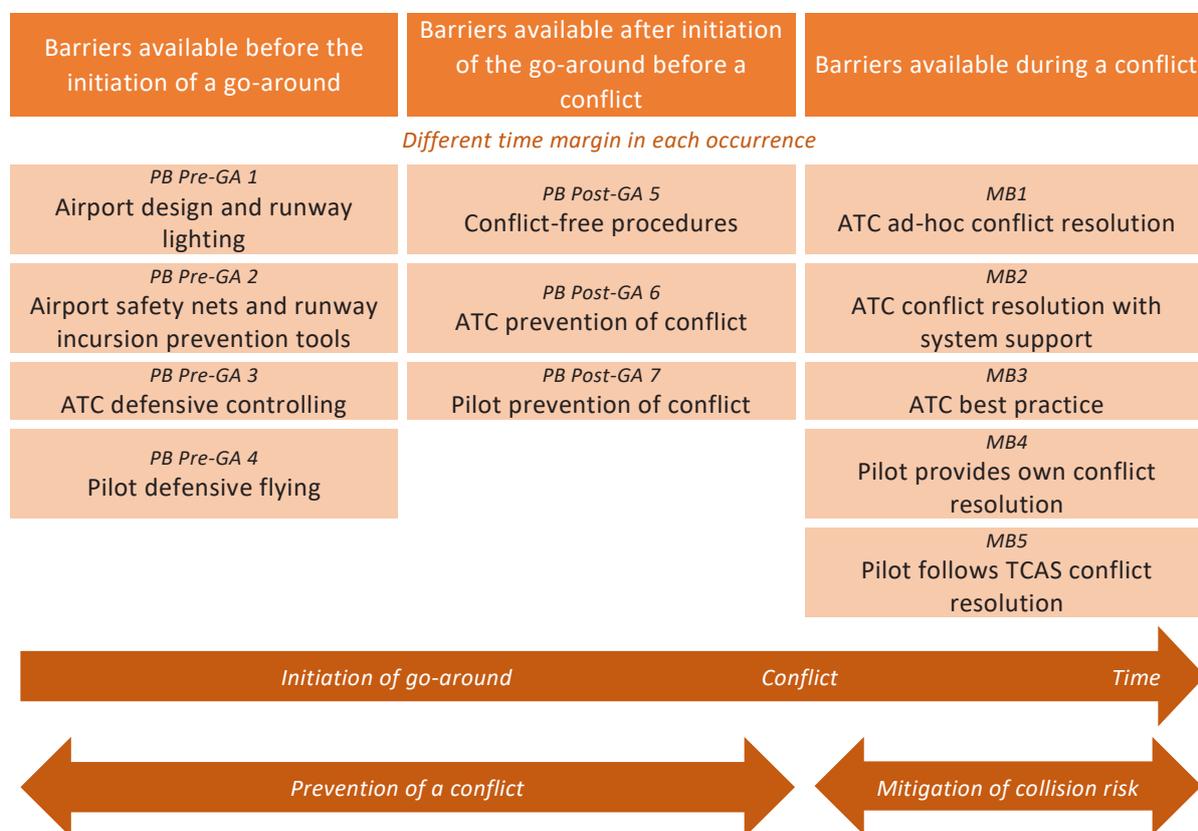
<sup>18</sup> Les éléments retrouvés sur ces événements ne permettent pas de savoir si les équipages ont reçu un avis de résolution de leur TCAS.

## 2.6 Étude de sécurité opérationnelle « Low Level Go Around » d’Eurocontrol

En raison de l’identification en 2017 du risque associé aux cas de perte de séparation à la suite d’une remise de gaz à faible hauteur, une [étude de sécurité](#) a été conduite par Eurocontrol et publiée en 2019.

Si cette étude ne prend pas en compte spécifiquement le cas particulier d’une interruption d’approche en raison d’un cisaillement de vent, ce cas présente suffisamment de similarités avec celui d’une remise de gaz pour que les barrières de prévention identifiées par l’étude soient évaluées dans le contexte de l’événement.

Cette étude identifie de manière systématique les mesures de prévention du conflit (PB, *preventive barriers*) avant (pre-GA) ou après (post-GA) la remise de gaz et les mesures d’atténuation du risque de collision lors de la survenue du conflit (MB, *mitigating barriers*), comme indiqué dans la *Figure 7* ci-dessous.



*Figure 7 - Ensemble des barrières de prévention et d’atténuation du risque de conflit en cas de remise de gaz à faible hauteur (adapté du document d’Eurocontrol)*

L’étude d’Eurocontrol indique pour différents scénarios types, quelles barrières de prévention ou d’atténuation sont applicables. L’un des scénarios étudiés est celui d’un conflit entre un avion en remise de gaz et un avion au départ sur une piste parallèle.

Les mesures de prévention et les mesures d’atténuation du risque applicables à ce scénario particulier sont énumérées dans le tableau qui suit. En regard de chaque barrière figure un élément d’analyse du BEA indiquant si la barrière était applicable ou non dans le cas particulier de l’incident du 21 octobre 2020.

Modèle étude Eurocontrol			Analyse BEA
Code barrière	Description	Explication	Applicabilité/efficacité dans le contexte de l'événement
PB Pre-GA 3	ATC defensive controlling	<i>ATC defensive controlling involves a range of ATC ways of working which can prevent low-level go-arounds primarily caused by less-than-optimum controlling</i>	Non applicable car la remise de gaz n'est pas due à un contrôle non optimal
PB Pre-GA 4	Pilot defensive flying	<i>Informing ATC of the likelihood of a go-around, thus providing an early warning and time for ATC to plan a conflict-free path.</i>	Applicable mais n'a pas été mise en œuvre par l'équipage
PB Post-GA 5	Conflict-free procedures	<i>Procedures may exist which provide sufficient separation between a go-around aircraft and other traffic such that safety margins are maintained.</i>	Procédure existante mais non efficace en raison de l'impossibilité de suivre la trajectoire publiée par l'équipage de l'ERJ170, du fait de l'application de la procédure <i>Windshear</i> combinée au vent traversier
PB Post-GA 6	ATC prevention of conflict	<i>Prevention of post-go-around conflicts involving a range of actions by one or more controllers to maintain safety margins on or following a low-level go-around</i>	Réalisée mais peu efficace dans le contexte en raison du délai mis par le contrôleur pour donner le premier ordre de modification de trajectoire. Ce délai est dû au temps nécessaire à la coordination avec le secteur adjacent et la prise de conscience tardive que l'ERJ170 avait dérivé et ne suivait pas la procédure de remise de gaz
PB Post-GA 7	Pilot prevention of conflict	<i>Awareness of potential conflicts and taking independent action in such a manner as to prevent safety margins being eroded. Pilot prevention of conflict is generally limited to VMC flight conditions in order to allow sufficient visual contact with the potentially conflicting traffic to be acquired and maintained.</i>	L'application de la procédure <i>Windshear</i> diminuait la liberté de manœuvre de l'équipage de l'ERJ170 pour effectivement prévenir le conflit. De plus, les deux équipages n'avaient pas une conscience suffisante de la position de l'autre avion qui aurait permis, dans ces phases dynamiques, d'avoir la disponibilité ou la possibilité d'acquérir le visuel sur l'autre trafic. Le positionnement des PM dans chacun des avions a également contribué à empêcher les équipages d'assurer leur propre séparation.
MB1	ATC ad-hoc conflict resolution	<i>Involves impromptu last minute action, once safety margins have already been eroded, by one or more controllers in order to remove the risk of collision and achieve as great a safety margin as practical.</i>	Réalisée mais peu efficace dans le contexte (voir PB Post-GA6 du présent tableau)
MB2	ATC conflict resolution with system support	<i>ATC ad-hoc conflict resolution with system support involves impromptu last-minute action, initiated after an alert signals a go-around in progress, e.g. Go Around Detection System (GARDS). Such alerts may draw the controller's/s' attention to a conflict and mitigation action may be earlier</i>	Le système STCA s'est déclenché. Néanmoins le système TCAS a émis un avis de résolution (RA) une seconde après à bord des deux avions, interdisant toute intervention de la part du contrôleur.

MB3	ATC best practice	<i>ATC conflict resolution actions may mitigate the reduction in safety margins more quickly if such actions and consequent flight profiles on each runway are documented, understood and practised among the ATCOs. * Best practice actions can only be identified for the most common situations, which are not complex.</i>	Non applicable car situation peu commune et complexe (voir § 2.5.5)
MB4	Pilot provides own conflict resolution	<i>Pilots can deviate from any ATC clearance to perform their own manoeuvres to avoid collisions with other conflicting traffic. Pilot collision avoidance is generally limited to VMC flight conditions in order to allow visual contact with the conflicting traffic to be acquired and maintained.</i>	Inefficace dans le contexte (voir PB Post-GA 7)
MB5	Pilot follows TCAS conflict resolution		Appliquée et efficace.

Il ressort de l'analyse de l'application des barrières de prévention ou d'atténuation de l'étude au cas de l'incident grave du 21 octobre 2020 que :

- la seule barrière appliquée et efficace était celle du TCAS (MB5 - *Pilot follows TCAS conflict resolution*) ;
- hormis la barrière PB Pre-GA 4 (*Pilot defensive flying*), les barrières liées aux pilotes n'étaient pas applicables pour différentes raisons, liées à la charge de travail dans les phases de vol associées (application d'une procédure *Windshear* et, à moindre mesure, phases intermédiaires du décollage), au fait que les équipages ne savaient pas où se trouvait l'autre avion et au fait que dans chaque avion, le PM était du côté opposé à l'autre avion ;
- PB Post-GA 6 (*ATC prevention of conflict*) : le contrôleur, qui a essayé de résoudre le conflit, n'a pu obtenir de résultats en raison de la rapidité de la séquence des événements et du délai nécessaire à la coordination avec le secteur adjacent, et de la prise de conscience tardive de la déviation de trajectoire de l'ERJ170. De plus, lorsqu'il a donné des ordres d'évitement, les équipages ont rapidement reçu l'avis de résolution de leur TCAS respectif et ne pouvait plus suivre ses consignes, en application de la procédure TCAS ;
- comme indiqué dans son témoignage, l'équipage de l'ERJ170, qui était conscient et préparé à réaliser une remise de gaz en raison de sa conscience du risque de cisaillement de vent, aurait pu avertir le contrôleur de cette éventualité (PB Pre-GA 4). Cette information aurait pu fournir un avertissement et du temps au contrôleur pour envisager et prévenir le conflit à venir, voire également envisager de retarder l'autorisation de décollage de l'A320. Cependant, si ce type de pratique est envisagé dans l'étude d'Eurocontrol, son applicabilité dans la réalité n'a pas été évaluée dans le cadre de ce rapport.

Il est possible d'ajouter, comme mode défensif de contrôle, l'application d'une séparation supplémentaire entre trafic au décollage et à l'approche lorsque les conditions météorologiques risquent de causer une augmentation des écarts par rapport aux trajectoires publiées, au point que la sécurité peut être compromise. Cette barrière préventive est dans le même esprit que la recommandation de l'OACI et de l'AESA de suspendre les approches parallèles dans de telles conditions (voir § 2.5.1.4).

De même, le recours à la pratique consistant à délivrer de façon anticipée des instructions à suivre en cas de remise de gaz aurait pu constituer une barrière préventive de type PB Pre-GA 3 (*ATC defensive controlling*) supplémentaire en s'affranchissant des délais liés à la coordination avec les services de contrôle de Paris-Le Bourget et de ceux liés aux communications avec l'équipage du trafic en remise de gaz. Ce dernier aurait ainsi pu, dès la fin de l'application de la procédure *Windshear*, modifier sa trajectoire en initiant le virage vers un cap préautorisé par le contrôleur.

## 2.7 Mesures prises

### 2.7.1 Par l'exploitant HOP!

À la suite de cet incident, la procédure *Windshear* décrite dans la partie B relative à l'ERJ170 du manuel d'exploitation de HOP! a été modifiée. La fin d'application de la procédure *Windshear* n'est plus conditionnée de manière exclusive à un critère de hauteur. Elle est désormais basée sur le fait que l'avion soit « sorti de la zone de windshear et dégagé des obstacles ».

Cette modification rend la procédure de l'exploitant cohérente avec la procédure d'Embraer. De plus, l'application de la procédure *Windshear*, limitant la liberté de manœuvre de l'équipage dans le plan latéral en raison de la consigne de garder les ailes à plat, pourra permettre de recouvrer cette liberté de manœuvre dans un temps plus court.

### 2.7.2 Par les services de navigation aérienne de Paris-Charles de Gaulle

À la suite de cet incident, les services de navigation aérienne de Paris-Charles de Gaulle ont informé le BEA que les mesures suivantes avaient été prises :

- émission d'une information de sécurité spéciale sur le risque lié au cisaillement de vent en cas d'opérations simultanées sur pistes parallèles ;
- réintégration du thème cisaillement de vent dans la formation initiale dans le cadre d'une journée de formation consacrée aux phénomènes météorologiques ;
- dans le cadre de la formation continue, le cas du cisaillement de vent en cas d'opérations simultanées sur pistes parallèles est évoqué dans la partie de la formation consacrée aux situations inhabituelles ;
- la menace liée au cisaillement de vent en cas d'opérations simultanées sur pistes parallèles est intégrée à la prise de vacation dans l'item consacré à la gestion des menaces et des erreurs (TEM).

## 3 CONCLUSIONS

*Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.*

### Scénario

Les opérations d'atterrissage et de décollage sur l'aéroport Paris-Charles de Gaulle se déroulaient sur le doublet sud, dans des conditions météorologiques particulières, avec un fort vent traversier et des turbulences modérées à sévères sous 1 500 ft.

L'ERJ170 était à 500 ft en courte finale sur la piste 26L lorsque l'équipage de l'A320 a été autorisé à décoller en piste 26R.

À une hauteur de 200 ft, une alarme *Windshear* s'est déclenchée à bord de l'ERJ170. L'équipage a appliqué la procédure associée à cette alarme, en interrompant l'approche et en maintenant les ailes à plat.

Après huit secondes, alors que l'ERJ170 passait 580 ft en montée, l'alarme *Windshear* s'est arrêtée. L'équipage a identifié la fin de situation de cisaillement de vent alors que l'avion passait 1 000 ft, onze secondes après la fin de l'alarme. L'équipage a poursuivi la procédure en maintenant les ailes à plat huit secondes de plus, jusqu'à une altitude de 1 500 ft, en application des consignes opérationnelles de l'exploitant pour l'ERJ170 (voir § 2.3.3 note 5). Il a ensuite informé le contrôleur du cisaillement de vent et de la remise de gaz.

En raison de l'application de la procédure *Windshear* et du fort vent de travers, l'ERJ170 a dérivé vers le nord se rapprochant de l'A320 au décollage de la piste 26R.

Le contrôleur a cherché à résoudre le conflit en utilisant la phraséologie d'urgence pour ordonner à l'ERJ170 de tourner au cap 240°, une dizaine de secondes après l'information de remise de gaz de l'ERJ170. L'équipage a collationné, mais la demande d'altération de cap du contrôleur n'a pas été suivie. En effet, en application de la procédure TCAS, l'équipage a interrompu le virage alors qu'il passait le cap 250° et sa route s'est orientée au 263°. L'équipage de l'ERJ170 n'a pas informé le contrôleur immédiatement de l'avis de résolution TCAS en raison de l'occupation de la fréquence.

Le contrôleur a ensuite demandé à l'équipage de l'A320 d'arrêter sa montée, sans utiliser la phraséologie d'urgence. Celui-ci lui a répondu en l'informant qu'il était en train de suivre un avis de résolution de son TCAS.

L'équipage de l'ERJ170 a alors informé de manière ambiguë qu'il avait également eu un avis de résolution TCAS.

Les équipages ont suivi l'ordre de l'avis de résolution fourni par leur système TCAS respectif. La séparation minimale atteinte au cours de l'incident a été de 0,09 NM et 460 ft.

Aucun des équipages n'a informé le contrôleur de la fin de l'avis de résolution TCAS respectif, en utilisant le message standard établi par les règles de phraséologie. L'utilisation du passé dans le message non standard de l'équipage de l'ERJ170, « on a eu un TCAS aussi », a pu faire croire au contrôleur que l'avis de résolution était terminé. Le contrôleur a alors donné des ordres aux équipages malgré l'avis de résolution en cours.

## **Facteurs contributifs**

Ont pu contribuer au rapprochement anormal entre les deux avions et à l'émission d'avis de résolution TCAS :

- une prise en compte insuffisante, dans la mise en œuvre des procédures associées aux opérations parallèles spécialisées, de la combinaison des risques liés à une situation de fort vent de travers et de l'application par un équipage d'une procédure *Windshear* ;
- l'application de la procédure *Windshear* jusqu'à une altitude de 1 500 ft, indépendamment de la présence effective des conditions de cisaillement de vent, qui a pu retarder les actions de séparation ultérieures par les acteurs.

## Enseignements de sécurité

### Phraséologie TCAS

La phraséologie relative au TCAS et les procédures à suivre sont de manière générale bien connues des équipages et des contrôleurs. Cet incident illustre que dans certaines situations, en raison de la charge de travail et de la rapidité des événements, les acteurs n'utilisent pas de manière adéquate la phraséologie standard. Si cela n'a pas eu de conséquence dans cet incident, cela peut avoir pour effet de diminuer la conscience de la situation chez certains des acteurs, voire de leur en donner une conscience erronée.

### Rôle du PM en cas de cisaillement de vent

Le rôle du PM est fondamental pour la sécurité des vols. En particulier, lors de l'application d'une procédure *Windshear*, celui-ci doit contribuer à la conscience situationnelle du PF de manière active par la surveillance des instruments, l'annonce des déviations et l'annonce de la sortie du cisaillement de vent.

La version détaillée de la procédure *Windshear* de la partie B du manuel d'exploitation de HOP! applicable à l'ERJ170 fournit des informations générales sur le rôle du PM dans ces circonstances. Cette procédure pourrait être complétée en décrivant de manière plus complète et plus active le rôle du PM pendant l'application de la procédure, y compris l'annonce relative à la sortie du cisaillement de vent.

À la suite de cet incident, l'exploitant a informé le BEA qu'il a décidé de modifier son manuel d'exploitation dans le sens de ces observations.

## 4 RECOMMANDATIONS

*Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.*

### 4.1 Risque de rapprochement anormal en cas de remise de gaz lors d'opérations parallèles spécialisées en prenant en compte le cas d'un aéronef qui applique une procédure *Windshear* et les situations de fort vent traversier

La distance entre les axes de piste du doublet sud de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle est inférieure à la valeur minimum entre les axes de piste établie par le RCA dans le cas des opérations parallèles spécialisées.

Toutefois, cette réglementation prévoit que des pistes parallèles dont la distance entre axes est inférieure à cette valeur peuvent être mises en service simultanément sous réserve d'approbation par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne d'une étude tenant compte de la géométrie du dispositif de piste et des moyens de contrôle associés.

Le BEA n'a pas connaissance d'une étude qui ait pris en compte le risque combiné associé au cas d'un aéronef qui interrompt l'approche en raison d'une alarme de cisaillement de vent et d'une situation météorologique de fort vent traversier lorsque les opérations spécialisées ont été mises en place à Paris-Charles de Gaulle.

En raison de la mise en application en mars 2022 de l'exigence ATS.TR.255 du règlement (UE) 2017/373 établissant des exigences communes relatives aux prestataires de services de gestion du trafic aérien et de services de navigation aérienne<sup>19</sup>, la Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA) a présenté le dossier de moyen de conformité alternatif (AltMOC) 2022/06/21-IR ATM/ANS-AMOC FR n° 015 pour démontrer un niveau de sécurité équivalent dans la configuration de piste particulière de Paris-Charles de Gaulle. Ce dossier a été approuvé en juin 2022 par la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC).

Les arguments de démonstration de conformité présentés dans l'AltMOC de la DSNA sont mis en défaut par cet événement dans le cas particulier d'une interruption de l'approche en raison d'une situation de cisaillement de vent.

Dans une telle situation, en raison de l'application de la procédure opérationnelle, l'équipage doit maintenir les ailes à plat et la trajectoire de l'aéronef dans le plan horizontal dépend des conditions environnantes. En raison du fort vent de travers, la trajectoire de l'aéronef est déviée de la trajectoire de remise de gaz publiée. Cette déviation de trajectoire peut résulter en une perte de séparation avec un trafic au décollage sur la piste parallèle. Cette situation peut devenir critique lorsque l'espacement entre les pistes est inférieur aux normes prescrites par l'OACI et le règlement européen.

Le BEA a mis en évidence au moins trois événements de perte de séparation survenus au cours des cinq dernières années, présentant des facteurs similaires.

*En conséquence, le BEA recommande que :*

- *considérant que lors de l'application d'une procédure Windshear, l'équipage doit maintenir les ailes à plat et ne peut pas répondre à une éventuelle instruction de guidage latéral du contrôleur ;*
- *considérant que les arguments de démonstration de conformité présentés dans le dossier de moyen de conformité alternatif (AltMOC) 2022/06/21-IR ATM/ANS-AMOC FR n°015 pour démontrer un niveau de sécurité équivalent dans la configuration de piste particulière de Paris-Charles de Gaulle sont mis en défaut dans le cas particulier d'une interruption de l'approche en raison d'une situation de cisaillement de vent ;*

*la DSNA révisé la démonstration de conformité à l'exigence réglementaire ATS.TR.255 du règlement (UE) 2017/373, en particulier le point relatif à la distance minimum entre axes de pistes et la divergence entre les trajectoires de départ et de remise de gaz pour des opérations parallèles spécialisées, pour qu'elle prenne en compte les observations mises en évidence par cet incident ; [Recommandation FRAN 2023-013]*

*la DSAC réévalue sa décision d'approbation de l'AltMOC présenté par la DSNA sur le point particulier du moyen de conformité alternatif à l'AMC4 ATS.TR.255. [Recommandation FRAN 2023-014]*

---

<sup>19</sup> [Version en vigueur à cette date.](#)

## 4.2 Adaptation des opérations spécialisées

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) dans les documents qu'elle a publiés sur les opérations sur pistes parallèles ou quasi parallèles recommande que les opérations d'approches parallèles indépendantes sur des pistes parallèles séparées de moins de 1 525 m soient suspendues lorsque certaines conditions météorologiques indiquées par les autorités ATS<sup>20</sup> compétentes (cisaillement du vent, turbulence, courant descendant, vent traversier ou autre phénomène météorologique significatif, comme un orage) risquent de causer une augmentation des écarts par rapport à la trajectoire d'approche finale, au point que la sécurité peut être compromise.

Elle n'effectue pas de recommandation équivalente pour le cas des opérations spécialisées sur pistes parallèles ou quasi parallèles.

L'incident grave objet de ce rapport démontre que des conditions météorologiques peuvent être à l'origine d'écarts de trajectoire pouvant causer des pertes de séparation entre trafics pendant les opérations spécialisées sur pistes parallèles ou quasi parallèles.

Le BEA a mis en évidence au moins trois événements de perte de séparation survenus au cours des cinq dernières années, présentant des facteurs similaires.

Si la distance entre axes de pistes à Paris-Charles de Gaulle est inférieure à la norme recommandée par l'OACI, un scénario similaire reste envisageable pour des opérations sur des pistes respectant cette norme. Dans un tel cas, la distance entre axes de pistes fournit des marges plus importantes, mais le BEA n'a pas connaissance d'une étude qui démontre que la perte de séparation serait évitée quelles que soient la distance entre axes de pistes et les conditions météorologiques.

*En conséquence, le BEA recommande que :*

- *l'OACI évalue l'opportunité de recommander l'adaptation des opérations parallèles spécialisées lorsque certaines conditions météorologiques indiquées par les autorités ATS compétentes (cisaillement du vent, turbulence, courant descendant, vent traversier ou autre phénomène météorologique significatif, comme un orage) risquent de causer une augmentation des écarts par rapport aux trajectoires établies, au point que la sécurité peut être compromise. [Recommandation FRAN 2023-015]*

**Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.**

---

<sup>20</sup> L'autorité appropriée désignée par l'État chargé de fournir les services de la circulation aérienne dans un espace aérien donné