

## Point sur l'enquête de l'accident du vol AF 447 survenu le 1<sup>er</sup> juin 2009

<sup>(1)</sup>Le temps universel (TU) est la référence de temps utilisée dans l'aviation. Il convient d'enlever 3 heures pour obtenir l'heure au Brésil et d'ajouter 2 heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'accident.

<sup>(2)</sup>En cas de perte de contact d'un avion, l'alerte doit être donnée par les centres de contrôle aérien afin de déclencher les secours. Il existe plusieurs niveaux d'alerte.

Le dimanche 31 mai 2009 à 22 h 29 TU<sup>(1)</sup> (soit 19 h 29 à l'heure de Rio), l'Airbus A330-203 immatriculé F-GZCP exploité par la compagnie Air France et portant le n° de vol AF447 décolla de l'aéroport de Rio de Janeiro Galeão à destination de l'aéroport de Paris Charles de Gaulle. L'avion emportait 216 passagers appartenant à 32 nationalités ainsi que 12 membres d'équipage. Environ 3 h 45 min après le décollage, l'avion s'est abîmé dans l'océan Atlantique à environ 435 milles marins dans le NNE de l'île Fernando de Noronha, en pleine nuit et sans qu'aucun message de détresse n'ait été émis. Le dernier contact entre l'avion et le contrôle aérien brésilien avait été effectué environ 35 minutes avant.

### Les opérations de recherche en mer

Le déclenchement de l'alerte<sup>(2)</sup> par les centres de contrôle aérien intervint près de 7 heures après le dernier contact avec l'avion. S'engagea alors une première phase de recherche avec des moyens navals et aériens importants fournis par les forces armées brésiliennes, françaises et américaines.

Le 6 juin, soit 5 jours après l'accident, les premiers débris flottant à la surface furent identifiés. Au total, plus de 1000 débris matériels et les corps de cinquante personnes furent retrouvés. Ces opérations furent interrompues le 26 juin, aucun débris ou corps n'ayant plus été retrouvé depuis plusieurs jours.

Les corps furent acheminés à Recife pour y être autopsiés par les autorités brésiliennes.

A partir du 10 juin se déroulèrent des opérations de recherches sous-marines avec des moyens acoustiques fournis par la France et l'US Navy, destinées à localiser les balises attachées aux enregistreurs de vol et dont la durée d'émission est de 30 jours. Ces opérations furent interrompues le 10 juillet, sans qu'il ait été possible de localiser les balises.

Les débris matériels furent ensuite acheminés dans les locaux du Centre d'études aéronautiques de Toulouse (CEAT) pour y être examinés par les autorités françaises.

Puis une nouvelle phase de recherches sous-marines fut menée du 27 juillet au 17 août avec des moyens différents puisque les balises acoustiques n'émettaient plus : il s'agissait cette fois de sonars et de robots sous-marins. Cette nouvelle phase s'est avérée, elle aussi, infructueuse.

### Organisation et déroulement de l'enquête

Dès l'accident connu, le Bureau d'enquêtes et d'analyse pour la sécurité de l'aviation civile français (BEA) a été chargé de l'enquête technique. Conformément aux dispositions internationales de l'Annexe 13 à la Convention de Chicago régissant les enquêtes aéronautiques, il est en effet compétent pour effectuer les enquêtes concernant les accidents survenus aux avions exploités par les compagnies françaises lorsqu'ils se produisent dans les eaux internationales. C'est à ce titre qu'il a dirigé les opérations de recherche sous-marines. Des représentants accrédités des homologues brésilien, allemand, américain et britannique du BEA ont été associés à cette enquête.

Faute d'avoir retrouvé les enregistreurs de vol et d'avoir pu examiner l'épave, les principaux éléments disponibles à ce jour, utiles à l'enquête, portent sur :

1. l'équipage
2. l'avion
3. les conditions météorologiques
4. la préparation du vol
5. le déroulement du vol
6. les messages de maintenance ACARS transmis automatiquement par satellite au siège de la compagnie aérienne
7. les débris matériels
8. les autopsies
9. les évènements liés à des incohérences de mesure de vitesse

## 1. L'équipage

Pour les vols long-courriers, l'équipage de conduite, normalement de deux pilotes, est renforcé. Il se composait donc pour ce vol d'un commandant de bord et deux copilotes, possédant tous les qualifications et l'entraînement requis. Sur ce type de vol, le commandant de bord prend normalement son repos pendant la phase de croisière, à un moment laissé à son initiative, afin d'être dispos à l'arrivée. De ce fait, au moment de l'accident, le commandant de bord pourrait avoir été au repos ou aux commandes, ce que l'enquête n'a pas permis encore de déterminer avec certitude.

## 2. L'avion

L'état technique de l'avion était normal au moment du décollage. Masse et centrage étaient dans les limites autorisées. Les actions de maintenance requises avaient été effectuées. L'emport de carburant était supérieur à la consommation prévue pour le vol et autorisait un allongement de plus d'une heure de vol, laissé à la décision du commandant de bord. Enfin, un émetteur VHF sur les 3 était hors service, sans que ceci ait de conséquence opérationnelle.

## 3. Les conditions météorologiques

La route de l'avion traversait la zone de convergence intertropicale, connue pour être le siège d'orages fréquents. Les analyses météorologiques faites par Météo-France, complétées par des observations de satellites de la NASA, indiquent que l'avion a traversé une barrière de cumulonimbus continue, siège de turbulences mais pas d'éclairs, et dont le développement n'a pas été brutal. Rien n'indique qu'il s'agissait d'une situation exceptionnelle.

## 4. La préparation du vol

### • **La préparation au sein de la compagnie aérienne**

Le dossier de vol avait été préparé par le service d'études central de la compagnie et par l'escale de Rio. Il avait été remis à l'équipage avant le départ. Celui-ci disposait notamment des dernières informations météorologiques et avait la possibilité de consulter depuis l'escale des cartes météo et des photos satellites via le serveur d'Air France. La préparation du vol s'est faite normalement.

### • **Le plan de vol**

Sur la base des éléments fournis par les compagnies, et selon les règles en vigueur au Brésil, le plan de vol au départ est déposé avant chaque départ par les services brésiliens de navigation aérienne auprès des centres de contrôle survolés. Or, le centre de contrôle de Dakar n'a pas reçu le plan de vol : ce centre n'avait donc pas été informé du départ de l'avion. Cependant, les éléments concernant le vol ont été transmis oralement par le contrôle aérien brésilien au contrôle aérien de Dakar environ 45 minutes avant l'entrée prévue dans la zone de Dakar.

## 5. Le déroulement du vol

Le dernier contact avec le contrôle aérien brésilien a eu lieu à 1 h 35 min 15 TU, en limite de portée radar : jusque-là, rien n'est à signaler. A 2 h 01 TU, l'équipage a essayé en vain pour la troisième fois de se connecter au système ADS-C du contrôle aérien de Dakar. Cet échec résulte d'une mauvaise transcription par le contrôleur aérien de Dakar de l'immatriculation de l'avion fournie par le contrôle aérien brésilien.

Jusqu'au dernier point de report de position transmis automatiquement par les messages ACARS, l'avion n'a pas dévié de la route prévue de plus de 1 mille nautique. Une éventuelle altération de la route, à l'instar de celles faites par d'autres vols traversant la zone dans la même période, n'aurait pu intervenir que dans les 5 dernières minutes du vol.

## 6. Les messages de maintenance ACARS

Le premier des messages ACARS, lié à un problème d'incohérence de mesure de vitesse, est envoyé à 2 h10 TU, en même temps que le dernier message de position.

Les messages ACARS sont transmis automatiquement, sans intervention du pilote, au siège de la compagnie aérienne à des fins de maintenance. Leur contenu et leur fréquence sont du ressort de la compagnie ; ils ne contiennent pas d'informations sur les paramètres du vol, mais uniquement sur l'état des systèmes et sur la position de l'avion.

L'origine de l'ensemble des messages ACARS reçus est maintenant comprise ; la quasi-totalité de ceux-ci est liée à des défauts de mesure de vitesse.

## 7. Les débris matériels

L'examen des débris matériels indique que l'avion a touché violemment la surface de l'eau, avec une légère assiette à cabrer et sans inclinaison. A l'exception possible d'éléments mineurs, l'avion était intact au moment de l'impact car les débris retrouvés provenaient de l'ensemble de la cellule. L'avion était pressurisé et aucune préparation n'avait été faite pour un amerrissage. La voilure était en configuration de croisière.

## 8. Les autopsies

L'identification des victimes permet d'établir qu'elles étaient réparties dans l'ensemble de la cabine.

Les autopsies indiquent que la plupart des blessures est compatible avec un choc violent de bas en haut.

## 9. Les événements liés à des incohérences de mesure de vitesse

Les sondes Pitot sont des tubes permettant de mesurer la vitesse de l'avion par rapport à l'air. Elles sont l'un des éléments d'une chaîne de mesures permettant de déterminer également la température de l'air et le nombre de Mach (rapport de la vitesse de l'avion à la vitesse du son). Ce sont donc des équipements essentiels à la conduite du vol.

Les avions sont équipés de 3 sondes Pitot dont les indications sont comparées. C'est l'incohérence des mesures qui déclenche la déconnection de différents systèmes de conduite du vol : pilote automatique, auto-poussée et directeur de vol.

### • La certification des sondes Pitot

Lors de la certification de type des avions, la conformité des différents systèmes aux critères de certification est vérifiée au moyen de calculs et d'essais. Toutes les sondes équipant les Airbus répondaient non seulement aux critères en vigueur, mais aussi à des spécifications plus sévères établies par le constructeur et, de ce fait, approuvées par les autorités de certification.

Néanmoins, ces critères ne couvrent pas la totalité des situations que peuvent rencontrer les avions long-courriers modernes. En effet, ceux-ci croisent à niveaux de vol très élevés pour lesquels la composition des masses nuageuses n'est pas prise en compte avec précision.

#### • **Historique des sondes Pitot sur A330/A340**

Les incidents d'incohérence de mesure de vitesse <sup>(3)</sup> liés au blocage des sondes Pitot par la glace n'étaient pas, jusqu'ici, systématiquement reportés par les équipages à leurs compagnies <sup>(4)</sup>, car en général considérés comme des événements contrôlables. Ceux qui étaient reportés à Airbus et l'AESA avaient été classés comme ne justifiant pas de mesure immédiate. Néanmoins, en raison de l'augmentation du nombre d'incidents reportés à partir de septembre 2008, un certain nombre de mesures ont été prises successivement par Airbus et les compagnies aériennes, antérieurement à l'accident, visant à changer les modèles de sonde.

C'est ainsi que le premier lot de sondes Thales modèle BA destiné à remplacer le modèle AA, équipant l'avion accidenté est arrivé à Air France 6 jours avant l'accident.

#### • **Analyse des incidents antérieurs**

Dans le cadre de l'enquête, le BEA a analysé de façon approfondie 13 événements significatifs concernant 5 compagnies aériennes exploitant des A330/A340. Une quarantaine d'autres événements reportés n'ont pu être exploités complètement faute d'éléments suffisants.

Les événements analysés présentent un certain nombre de similitudes :

- Ils sont survenus dans des masses d'air qui étaient fortement instables et le siège de phénomène de convection profonde ;
- Le pilote automatique s'est désengagé dans tous les cas ;
- La durée maximale d'invalidité continue des vitesses enregistrées est de trois minutes et vingt secondes ;
- Les variations d'altitude non commandées sont restées dans un intervalle de plus ou moins mille pieds ;
- L'avion est toujours resté dans son domaine de vol.

#### **En résumé**

A ce stade de l'enquête, et malgré les analyses approfondies menées par le BEA à partir des éléments disponibles, il n'est toujours pas possible de comprendre les causes et les circonstances de l'accident.

Le BEA confirme que le phénomène d'incohérence de mesure de vitesse a été l'un des éléments d'une chaîne d'événements ayant conduit à l'accident, mais ne peut l'expliquer à lui seul.

Le BEA note que plusieurs mesures portant sur l'entraînement des équipages et le remplacement des sondes Pitot des A330/A340 ont déjà été prises par des compagnies aériennes et Airbus.

Néanmoins, il est nécessaire de faire, à ce stade, deux recommandations :

- la première s'appuie sur les travaux d'un groupe international initié par le BEA, et vise à améliorer l'efficacité des équipements de localisation des avions et le recueil des données enregistrées aux fins d'analyse des accidents aériens, lorsqu'ils se produisent en mer. Il s'agit de pouvoir disposer plus rapidement et plus sûrement des données nécessaires à la compréhension de l'accident ;
- la seconde vise à mieux caractériser la composition des masses nuageuses à haute altitude dans lesquelles évoluent les avions long-courriers et à en tirer les conséquences en matière de certification des avions.

## **La poursuite de l'enquête**

Le BEA poursuit ses investigations à partir des éléments à sa disposition aujourd'hui.

Cependant, la compréhension de l'accident nécessite l'analyse des données provenant des enregistreurs de vol et, à défaut, l'examen de l'épave. C'est la raison pour laquelle le BEA a lancé les travaux préparatoires à la réalisation d'une nouvelle phase de recherches en mer avec comme objectif de les débiter en février 2010.

<sup>(3)</sup>En anglais : UAS ou « unreliable air speed ».

<sup>(4)</sup>Les pilotes ont l'obligation de reporter à leur compagnie les événements mettant en jeu la sécurité. Celles-ci en retour en informent les autorités et le constructeur de l'avion en fonction de leur gravité.