

Rapport

Accident survenu le **15 novembre 2007**
sur l'**aérodrome de Toulouse Blagnac**
à l'**Airbus A340-600** numéro de série **856**

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 L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Avertissement

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

Juridiquement, cet événement ne constitue pas un accident d'aviation, aucune des personnes à bord n'ayant eu l'intention d'effectuer un vol. Le terme accident sera cependant utilisé dans ce rapport, dans son acception habituelle.

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
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	7
ORGANISATION DE L'ENQUETE	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	9
1.1 Déroulement de l'essai	9
1.2 Tués et blessés	9
1.3 Dommages à l'aéronef	9
1.4 Autres dommages	9
1.5 Renseignements sur le personnel	10
1.5.1 Personnes en poste de pilotage	10
1.6 Renseignements sur l'aéronef	11
1.7 Conditions météorologiques	12
1.8 Télécommunications	12
1.9 Renseignements sur l'aérodrome	12
1.10 Enregistreurs de bord	13
1.10.1 CVR	13
1.10.2 FDR	13
1.10.3 Exploitation des enregistreurs	13
1.11 Renseignements sur le site et l'épave	15
1.12 Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.13 Essais et recherches	17
1.14 Renseignements sur les organismes et la gestion	18
1.15 Renseignements supplémentaires	20
1.15.1 Témoignages	20
2 – ANALYSE	23
2.1 Réalisation des essais	23
2.2 Réactions dans le poste de pilotage	23
2.3 Contrôle de l'activité	23

3 - CONCLUSIONS	25
3.1 Faits établis par l'enquête	25
3.2 Causes de l'accident	25
3.3 Mesures prises à la suite de l'accident	25
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	27

Glossaire

AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AMM	Aircraft Maintenance Manual – Manuel de maintenance avion
CAM	Customer Acceptance Manual
CEV	Centre d’Essais en Vol
CVR	Cockpit Voice Recorder – Enregistreur phonique
EPR	Engine Pressure Ratio – Rapport de pression moteur
FDR	Flight Data Recorder – Enregistreur de paramètres
GSAC	Groupement pour la Sécurité de l’Aviation Civile
JAR	Joint Aviation Rules
UTC	Universal Time Coordinated – Temps universel coordonné

Synopsis

Date de l'accident

jeudi 15 novembre 2007 à 16 h10⁽¹⁾

Lieu de l'accident

Aérodrome de Toulouse Blagnac (31)

Nature du vol

Essais au point fixe

Aéronef

Airbus A 340-600
immatriculé F-WWCJ

Propriétaire

Airbus

Personnes à bord

9

⁽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.

Résumé

Lors d'essais au point fixe réalisés à forte poussée, l'avion commence à avancer. Il heurte un des murs anti-souffle qui bordent l'aire d'essais.

Conséquences

	Blessures			Matériel
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune	
Membres d'équipage	-	4	5	détruit
Passagers	-	-	-	
Autres personnes	-	-	-	

ORGANISATION DE L'ENQUETE

L'A340-600 est en exploitation commerciale depuis plusieurs années. L'A340-600 n° 856, portant les marques réservées aux essais réception F-WWCJ, était en phase de livraison au client. Dans ces conditions, et compte tenu des conséquences de l'événement, le BEA, en concertation avec son homologue militaire le Bureau enquête accidents défense air (BEAD-air), a ouvert une enquête.

Une équipe de trois enquêteurs du BEA s'est rendue sur place, ils ont été rejoints le lendemain par un enquêteur du BEAD-air.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement de l'essai

Le 15 novembre 2007, l'Airbus A 340-600 F-WWCJ faisait l'objet d'essais au point fixe sur l'aérodrome de Toulouse Blagnac. L'essai en cours consistait à tester différents systèmes avec des techniciens de la compagnie aérienne qui avait commandé l'avion. Il se déroulait moteurs en fonctionnement sans cales de roue. A l'issue de ces tests, après avoir arrêté et inspecté les moteurs, les techniciens les ont redémarrés pour un nouveau point fixe à puissance élevée, pour rechercher l'origine de suintements d'huile.

Environ trois minutes après la mise en puissance, l'avion a commencé à avancer. Le technicien en place gauche a perçu le mouvement et a informé le technicien d'essais en place droite. Ce dernier a agi sur les freins situés aux palonniers puis a relâché le frein de parc. Le DFDR montre ensuite un relâchement de l'ordre de freinage au palonnier. L'avion continuant à avancer, il a essayé de dévier sa trajectoire en utilisant le volant de direction. Le train avant s'est rapidement mis en travers alors que l'avion accélérât.

L'avion a heurté le plan incliné du mur anti-souffle. Sa partie avant s'est brisée et a basculé de l'autre côté.

Il s'est écoulé treize secondes entre le début de mouvement de l'avion et le choc avec le mur.

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Légères / Aucune
Membres d'équipage	-	4	5
Passagers	-	-	-
Autres personnes	-	-	-

1.3 Dommages à l'aéronef

Avion détruit.

1.4 Autres dommages

Mur anti-souffle endommagé.

1.5 Renseignements sur le personnel

Les essais au sol en phase de réception client s'effectuaient sous la responsabilité d'un seul technicien d'essais sol, employé d'Airbus. Celui-ci était généralement accompagné d'une ou de plusieurs personnes représentant le client, et parfois d'autres employés d'Airbus. Airbus n'avait pas d'exigence particulière de qualification envers les représentants du client qui assistent aux essais. Les représentants du client assis en poste de pilotage avaient normalement des rôles d'observateurs, mais il pouvait arriver que le technicien d'essais sol fasse participer un représentant du client, par exemple en lui laissant effectuer le roulage.

Au cours de cet essai-là, le technicien d'essais sol responsable de l'essai était assis en place droite, un technicien aéronautique représentant le client était assis en place gauche et un expérimentateur navigant d'essais se trouvait en siège service. Le représentant du client et l'expérimentateur navigant d'essais n'avaient aucune fonction définie pour le maniement de l'avion. Le rôle du représentant du client consistait à observer les paramètres lors des essais afin de s'assurer de leur conformité aux attentes du client.

1.5.1 Personnes en poste de pilotage

1.5.1.1 Technicien d'essais sol assis en place droite

Homme, 41 ans, employé d'AIRBUS, responsable de l'essai.

- ☐ Technicien piste depuis 1992
- ☐ Technicien essais sol depuis 1998
- ☐ Cours essais et points fixes moteurs A 330 - A 340 réalisé en 1998
- ☐ Cours familiarisation réacteurs Rolls-Royce Trent 500 en mai 2000
- ☐ Rattaché au département Essais en Vol / Réception depuis 2004
- ☐ Navigant d'essais cabine depuis 2004
- ☐ Certificat sécurité sauvetage de 2004
- ☐ Maintien de compétence essais moteurs A 330 - A 340 en octobre 2006

1.5.1.2 Technicien aéronautique assis en place gauche

Homme, 36 ans, employé d'une société de maintenance (GAMCO) qui entretient et réceptionne les avions de la compagnie Etihad.

- ☐ Technicien dans la société GAMCO depuis 1997
- ☐ Cours chez Lufthansa Technik et Airbus en 2002
- ☐ Formation points fixes sur A 340-600 en 2006

1.5.1.3 Expérimentateur navigant d'essais assis en siège service

Homme, 42 ans, employé d'Airbus.

- ☐ Expérimentateur navigant d'essais en 2000
- ☐ Rattaché au département Essais en Vol / Réception depuis 2000
- ☐ Autorisé à réaliser les essais moteurs sur les avions de la gamme Airbus
- ☐ Pilote professionnel avion de 1998
- ☐ Qualification de type A 320 de 2004
- ☐ Qualification de type ATR 42 de 2006

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Cellule

- ☐ Constructeur : Airbus
- ☐ Type : A340-600
- ☐ Numéro de série : 856
- ☐ Marques d'immatriculation provisoire : F-WWCJ

Moteurs

	Moteur n° 1	Moteur n° 2	Moteur n° 3	Moteur n° 4
Constructeur	Rolls-Royce	Rolls-Royce	Rolls-Royce	Rolls-Royce
Type	Trent 556A2-61	Trent 556A2-61	Trent 556A2-61	Trent 556A2-61
Numéro de série	71492	71490	71491	71493
Temps de fonctionnement	24 h	26 h	24 h	23 h

Paramètre de conduite du moteur

La poussée des moteurs de l'A340-600 est exprimée à l'aide du rapport de pression EPR (Engine Pressure Ratio) qui représente le rapport de pression totale entre la sortie de la turbine et l'entrée compresseur. Ce rapport varie approximativement entre 1 (ralenti sol) et 1,41 (pleine poussée, soit 28 000 daN environ).

Masse et centrage

L'avion était à une masse de 223 tonnes dont 40 tonnes de carburant, et le centrage à 25,8 %. Les essais sol sont généralement réalisés avec quatre-vingts tonnes de carburant. La masse maximale certifiée au décollage est de 380 tonnes.

Système de freinage

Description du système

L'Airbus A340-600 possède deux trains principaux, un à droite et un à gauche, un train central et un train avant. Les trains principaux et le train central possèdent chacun quatre roues. Le train central est légèrement en arrière des deux trains principaux. Chaque roue des trains principaux et du train central est équipée d'un système de freinage, et chaque frein est alimenté par deux circuits hydrauliques indépendants. La pression de freinage dite NORMAL est contrôlée par le biais du circuit vert. Le circuit bleu alimente le système de freinage dit ALTERNATE.

Lorsque le frein de parc est serré, le circuit bleu est en pression sur les deux trains principaux avec une valeur de 175 bars (2500 psi). Les roues du train central ne sont pas freinées par le frein de parc.

Lorsque les pédales de frein sont enfoncées, le circuit vert est mis en pression sur les deux trains principaux et le train central avec une consigne dépendant de la position des pédales. La mise en pression du circuit vert est inhibée tant que le frein de parc est actif.

Si l'on relâche le frein de parc et que l'on freine simultanément avec les palonniers, le système permet aux deux circuits d'être en pression ensemble, le temps que le circuit ALTERNATE se dépressurise. Cela concerne seulement les deux trains principaux et la somme des pressions des deux circuits est limitée à 191 bars (2770 psi).

Par ailleurs, le freinage sur les roues du train central est réduit automatiquement dès que les roues du train avant sont braquées. A partir d'un ordre de braquage de 20°, le freinage du train central est complètement inhibé.

Norme de certification

Le règlement de certification JAR 25.735d indique que le frein de parc doit être conçu pour éviter que l'avion bouge sur une piste sèche et revêtue avec un moteur à la poussée maximale, les autres étant à la poussée ralenti sol. Dans ces conditions, le frein de parc de l'A 340-600 doit développer une force de freinage minimale de 28 000 daN soit 3 500 daN par roue freinée. Le système a été dimensionné pour développer une force de freinage de 8 500 daN par roue freinée avec une pression de freinage de 175 bars (2 500 psi).

1.7 Conditions météorologiques

A 16 h 00, les conditions météorologiques mesurées sur l'aérodrome de Toulouse Blagnac étaient :

- ❑ Vent 330° / 16 kt, visibilité supérieure à 10 km, FEW 4100 ft, température 5 °C, température du point de rosée - 5°C, QNH 1019 hPa.

1.8 Télécommunications

Le technicien d'essais sol, qui assurait le roulage, était en contact avec un contrôleur sol de la vigie St-Martin. Cette fréquence, propre à Airbus, permet de réguler le trafic lors du roulage des avions sur le site d'Airbus de l'aérodrome de Toulouse Blagnac.

1.9 Renseignements sur l'aérodrome

L'accident s'est produit sur l'aire BIKINI. Cette aire, dédiée aux essais, fait partie des installations du constructeur.

Aucune valeur d'adhérence relative au revêtement de l'aire d'essai n'était disponible avant l'accident. Afin de permettre une analyse quantitative de la performance de freinage, il a été nécessaire de procéder à des mesures de glissance. Ces mesures se sont déroulées dans des conditions proches de celles du jour de l'accident. Les coefficients de frottement mesurés sont compris entre 0,65 et 0,68. Ces valeurs correspondent aux coefficients d'une piste sèche en bon état.

1.10 Enregistreurs de bord

Conformément à la réglementation, cet avion était équipé d'un enregistreur phonique (CVR) et d'un enregistreur de paramètres (FDR).

1.10.1 CVR

Le CVR est un enregistreur à mémoire statique capable de restituer au moins les deux dernières heures d'enregistrement :

- ❑ Marque : L3-Communications
- ❑ Modèle : FA2100
- ❑ Numéro de type : 2100-1020-02
- ❑ Numéro de série : 455462

Les pistes suivantes sont enregistrées :

1. VHF et microphone à bouche du troisième homme (place arrière),
2. VHF et microphone à bouche du commandant de bord (place gauche),
3. VHF et microphone à bouche de l'officier pilote de ligne (place droite) et signal *FSK*,
4. Microphone d'ambiance.

L'enregistrement est de bonne qualité et dure un peu plus de deux heures. Il contient l'événement dans sa totalité.

1.10.2 FDR

Le FDR est un enregistreur à mémoire statique capable de restituer au moins les vingt-cinq dernières heures d'enregistrement :

- ❑ Marque : L3-Communications
- ❑ Modèle : FA2100
- ❑ Numéro de type : 2100-4043-02
- ❑ Numéro de série : 440952

Les données sont de bonne qualité et l'événement a pu être identifié en fin d'enregistrement.

Les courbes des paramètres significatifs enregistrés figurent en annexe.

1.10.3 Exploitation des enregistreurs

Le CVR et le FDR ont été synchronisés grâce au temps UTC enregistré dans le FDR et au paramètre « Master Caution » que l'on reconnaît sur le CVR sous la forme d'une alarme sonore « Single Chime ».

L'avion arrive sur l'aire BIKINI vers 14 h 19. Il est au cap magnétique 312°. Le frein de parc est serré et actif.

Lors des essais réalisés entre 14 h 19 et 14 h 58, les valeurs maximales d'EPR sont comprises entre 1,04 et 1,22.

Le dernier essai moteur est entrepris à 15 h 58. L'avion est toujours à l'arrêt.

⁽²⁾64 psi est la résolution d'enregistrement des paramètres de pression de freinage.

⁽³⁾La résolution du paramètre GROUND SPEED (vitesse sol) est de 1 kt.

Entre 15 h 58 min 10 et 15 h 59 min 03, la poussée est augmentée progressivement du régime ralenti jusqu'à une valeur stabilisée de 1,25 EPR. Ce régime moteur correspond à une position des manettes de puissance intermédiaire entre MCT (Max Continuous Thrust) et MTO (Max TakeOff Thrust).

Les valeurs de pression (ALTERNATE) sont voisines de 2 600 psi pour les roues 1, 2, 5, 6 (train gauche) et 3, 4, 7, 8 (train droit). Elles sont de 64 psi pour les roues 9, 10, 11 et 12 (train central)⁽²⁾.

A 16 h 02 min 06, la personne en place droite commence une phrase mais est interrompue à 16 h 02 min 08 par la personne en place gauche qui annonce « euh... cabin is... aircraft is moving forward ».

On observe les premières valeurs significatives du paramètre LONGITUDINAL ACCELERATION montrant une accélération de l'avion vers l'avant aux alentours de 16 h 02 min 07 s. La vitesse sol enregistrée commence à augmenter à 16 h 02 min 09⁽³⁾.

Entre 16 h 02 min 08 et 16 h 02 min 13, la vitesse sol enregistrée passe de 0 à 4 kt.

A 16 h 02 min 11, la personne en place gauche répète : « Aircraft is moving forward ».

On note une action sur les pédales de frein à partir de 16 h 02 min 11 environ.

Le frein de parc est désactivé vers 16 h 02 min 13, la personne en place droite annonce « parking brake off ».

A partir du moment où le frein de parc est relâché :

- ☐ les pédales de freins sont brièvement relâchées à deux reprises,
- ☐ les pressions de freinage du circuit ALTERNATE passent en-dessous de 192 psi,
- ☐ les pressions de freinage du circuit NORMAL des trains principaux sont cohérentes avec les positions des pédales de freins, aussi bien à droite qu'à gauche, et augmentent de 300 à 2 500 psi en une seconde.
- ☐ les pressions de freinage du circuit NORMAL du train central atteignent un maximum de 192 psi à 16 h 02 min 14 s puis diminuent vers 64 psi et se stabilisent à cette valeur,
- ☐ les valeurs des vitesses des roues qui jusque là étaient enregistrées à zéro (les capteurs ne fonctionnent qu'à partir d'une vitesse de roue de 3 à 5 kt) deviennent positives et sont cohérentes avec la vitesse sol enregistrée et les mouvements de l'avion,
- ☐ la vitesse sol enregistrée augmente rapidement, passant de 4 à 31 kt en sept secondes.

Entre 16 h 02 min 13 et 16 h 02 min 15, l'ordre donné au NOSE WHEEL STEERING (volant de direction) côté droit passe de 0° à - 75° (butée à droite). L'évolution de l'angle du train avant jusqu'à l'impact est cohérente avec cet ordre. A partir de 16 h 02 min 15, le cap magnétique de l'avion commence à augmenter ; il passe de 312° à 349° en sept secondes.

L'angle du train avant atteint 77° à droite à 16 h 02 min 19 ; il conserve cette valeur jusqu'à la fin de l'enregistrement. A partir de 16 h 02 min 18, on entend sur le CVR des bruits de fortes vibrations suivis de bruits d'impact.

Les manettes de puissance ne bougent pas jusqu'à 16 h 02 min 20. Elles sont alors ramenées en position IDLE. Les valeurs d'EPR des quatre moteurs commencent à baisser immédiatement après.

L'accélération longitudinale devient significativement positive, indiquant une décélération de l'avion, vers 16 h 02 min 20,5.

L'arrêt du FDR a lieu entre 16 h 02 min 21 et 16 h 02 min 22. Celui du CVR à 16 h 02 min 23.

1.11 Renseignements sur le site et l'épave

L'avion est entré en collision avec le mur anti-souffle situé au nord de l'aire BIKINI. Il s'est immobilisé en appui sur le mur, au cap nord. Le cône de queue et l'extrémité de la voilure droite sont en contact avec le sol. Seul le train d'atterrissage principal droit touche le sol.



Montage photo représentant la position de l'avion au début de l'essai

L'avion a heurté le mur anti-souffle sous un angle d'environ 30°. Le dessous de la cabine avant s'est déchiré sur une quinzaine de mètres et s'est plié vers le bas lors du passage du mur anti-souffle.

Le poste de pilotage s'est écrasé contre le sol au nord du mur. La soute électronique contenant la plupart des calculateurs de vol, située sous le poste de pilotage, a été totalement détruite.



Les moteurs 1 et 2 sont entrés en contact avec le mur et présentent de nombreux dommages. Le pylône n° 2 est tordu. Les moteurs 3 et 4 fonctionnaient après l'impact et leur arrêt n'a pas été immédiat. Il n'a été possible de les arrêter ni en actionnant les poignées coupe-feu, ni en

positionnant sur OFF les leviers de commande. La projection d'eau et de mousse sur le moteur 4 a provoqué son arrêt par étouffement à 18 h 48. La proximité du mur n'a pas permis de faire ingérer au moteur 3 une quantité d'eau et de mousse suffisante pour l'éteindre. Il s'est arrêté seul le 16 novembre à 1 h 25 lorsqu'il a eu consommé le contenu de sa nourrice.

Le train avant est rompu et désolidarisé de la cellule. Les roues sont orientées vers la droite et présentent un angle de braquage proche de la valeur maximale. Les pneumatiques du train avant sont entaillés et présentent des marques de frottement perpendiculaires à la bande de roulement.

Traces de pneumatiques au sol

Pour les descriptions qui vont suivre, la référence en distance est prise au point d'impact avec le mur, en remontant la trajectoire.

Une première trace de pneumatique correspondant à une des roues internes du train principal droit est visible à partir de cent vingt mètres sur une longueur d'environ dix mètres. La trace des pneumatiques externes est présente mais moins marquée. Ces marques sont orientées suivant un axe au cap magnétique 330°. Aucune trace des pneumatiques du train principal gauche n'a été observée.



A quatre-vingt-trois mètres, on aperçoit les premières marques laissées par le train avant. Elles s'orientent vers un cap nord, sont d'abord parallèles puis, à cinquante mètres, convergent pour ne plus former qu'une trace. Le train avant n'est alors plus du tout directif.

Des traces de freinage symétrique des deux trains principaux sont présentes depuis environ soixante mètres jusqu'au mur.

1.12 Renseignements médicaux et pathologiques

L'enquête n'a pas mis en évidence d'anomalies médicales susceptibles d'avoir altéré les capacités des occupants.

1.13 Essais et recherches

Caméra vidéo

L'enregistrement d'une caméra vidéo filmant en permanence l'aire BIKINI a été exploité. Il permet de voir l'avion lors du dernier test. On perçoit une translation lente de l'avion vers l'avant, puis un mouvement qui s'accélère brusquement. Alors que la trajectoire commence à s'infléchir à droite, la roue avant se place en travers. L'avion continue sur sa trajectoire jusqu'au mur. La partie avant s'élève, retombe sur le mur et le fuselage se brise. Il y a des flammes au niveau des moteurs un et deux et sur la partie arrière de l'avion.

En observant des prises de vue enregistrées plusieurs jours avant l'accident, on peut constater que certains essais sont réalisés roues calées et d'autres pas.

Analyse de la force de freinage et de l'adhérence

Le système de freinage de l'avion a été modélisé afin de mieux comprendre la cause de la mise en mouvement. La modélisation reprend le fonctionnement théorique du système décrit au paragraphe 1.6 et se base sur les valeurs des paramètres de pressions de freinage enregistrées dans le FDR. Les paramètres EPR des quatre réacteurs sont également utilisés pour déterminer la force de poussée totale.

Force de freinage

Pour chacune des roues freinées, la force maximale de freinage créée par la pression de freinage est déterminée sur la base de la spécification des freins, en fonction de la pression enregistrée. La force de freinage globale est obtenue en faisant la somme des forces de freinage des douze roues. Lorsque le frein de parc seul est utilisé, la pression de freinage sur les roues du train central est nulle et seules les roues des trains principaux contribuent au freinage.

Force de résistance au glissement

Pour chacune des roues freinées, la force de résistance au glissement est égale au poids supporté par cette roue multiplié par le coefficient μ de friction pneu / bitume. La simulation permet de calculer la valeur limite du coefficient de friction au dessous de laquelle les roues glissent, sous certaines hypothèses de répartition de masse. De la même façon, les forces de résistance au glissement des roues sont additionnées pour obtenir une force de résistance au glissement globale.

Poussée des moteurs

La poussée des moteurs a été calculée à partir des valeurs des paramètres d'EPR enregistrés et de données du constructeur, sur la base des conditions du jour (320 ft, vitesse nulle, ISA -9 °C, pas de prélèvement d'air sur les moteurs). Elle se stabilise aux alentours de 83 500 daN.

Résultats

Le modèle permet de calculer théoriquement les évolutions de la force de poussée, de la force de freinage maximale développée par le système de freinage et de les comparer à la force limite de glissement, force à partir de laquelle les roues glissent. Pour que l'avion reste immobile, il faut que la poussée soit inférieure à la fois à la force maximale de freinage développée par le système et à la force limite de glissement.

Pendant toute la durée du dernier essai, la poussée des réacteurs et la force maximale de freinage sur le frein de parc sont à des niveaux très proches. Pour obtenir dans les mêmes conditions une force limite de glissement égale à la force de poussée, un coefficient de frottement μ de 0,687 est nécessaire. Compte tenu des valeurs de coefficient de frottement mesurées, il est raisonnable de penser que l'avion a très rapidement été à la limite du glissement.

Le fait qu'un équilibre, même fragile, ait existé pendant environ trois minutes confirme que les freins fonctionnaient conformément à leurs spécifications.

Ainsi, la modélisation a permis d'établir, avec un niveau de confiance raisonnable, qu'au cours du dernier essai les forces de poussée et de freinage se neutralisaient mais que l'équilibre de ces forces était particulièrement précaire.

L'avion est donc resté immobile avec huit roues freinées par le frein de parc, puis s'est mis en mouvement. Plusieurs facteurs ont pu contribuer à la mise en mouvement de l'avion, notamment :

- ☐ les vibrations créées par les moteurs,
- ☐ la diminution du poids due à la consommation de carburant (environ 1 270 kg),
- ☐ une faible baisse locale de pression de freinage sur l'une des roues.

Lorsque le frein de parc a été retiré, l'application du freinage avec les pédales de frein n'a jamais permis d'atteindre le même niveau de freinage alors que les douze roues devenaient freinées. Cela est dû à deux facteurs : d'une part, les actions sur les pédales de frein n'ont pas été continues au niveau maximal et, d'autre part, l'action sur le volant de direction a très rapidement conduit à inhiber le freinage du train central. Le freinage au cours du roulement ainsi constaté a évolué entre 65 % et 95 % du niveau de freinage obtenu avant le mouvement de l'avion.

1.14 Renseignements sur les organismes et la gestion

L'avion avait terminé les essais nécessaires pour la délivrance du certificat de navigabilité. Il était dans la phase de livraison au client.

La livraison de l'avion au client se fait sur la base du CAM (Customer Acceptance Manual) élaboré par Airbus. Ce manuel comprend trois sections. La première concerne les vérifications à effectuer au sol, moteurs arrêtés. La deuxième concerne les essais moteurs au sol. Enfin la troisième traite du vol de réception. Le manuel se présente comme une liste d'actions et de vérifications que le constructeur propose de réaliser en présence du client. En pratique, ce dernier peut demander des vérifications complémentaires.

Dans le manuel de livraison, la place occupée par le représentant du client lors des essais au sol n'est pas spécifiée. En pratique, le représentant du client est généralement assis en place gauche. Il relève avec les techniciens d'Airbus les valeurs des paramètres à contrôler.

Le manuel de maintenance avion (AMM) et le CAM précisent que les essais moteurs doivent être réalisés avec des cales au niveau des trains principaux.

Le CAM fait appel à des tâches répertoriées dans l'AMM. Ainsi, il existe dans l'AMM une procédure de recherche de fuite d'huile appelée « The Fuel and Oil Leak Test ». Cette procédure demande de faire les essais avec deux moteurs en fonctionnement. Ces moteurs doivent être les moteurs symétriques de chaque aile. Pour le moteur sur lequel la fuite d'huile est recherchée, il faut afficher la valeur maximale de puissance du jour (1,25 EPR ce jour-là, correspondant à la valeur maximale pour ce type d'essais). Pour l'autre moteur la valeur d'EPR à afficher est de 1,145. Ces actions sont réalisées de mémoire.

La surveillance de la production

Le Groupement pour la Sécurité de l'Aviation Civile (GSAC) assurait jusqu'au 21 juillet 2008 pour le compte de la DGAC⁽⁴⁾ la surveillance de la production d'Airbus en France dans les phases suivantes :

- ☐ fabrication d'éléments d'avions,
- ☐ assemblage des avions,
- ☐ essais au sol et en vol,
- ☐ livraisons aux clients.

Cette surveillance s'exerce jusqu'à la délivrance du certificat de navigabilité (avion destiné à une immatriculation française), du certificat de navigabilité pour export (avion exporté hors de l'UE) ou du certificat de conformité au type (avion exporté dans un pays de l'UE). La délivrance de ces documents a lieu après la phase d'essais au sol et en vol, le ou les vols de livraison au client et le transfert de propriété. La surveillance du GSAC a pour but de s'assurer que l'avion livré est conforme à une définition théorique certifiée et qu'il est en état de navigabilité. Elle ne vise pas à assurer la sécurité des phases d'essais au sol et en vol.

Le GSAC ne dispose pas d'agents ayant des compétences spécifiques pour la supervision des essais au sol et en vol. En France, le Centre d'Essais en Vol (CEV) assure la tutelle des activités d'essais d'aéronefs civils et militaires. Un arrêté du 1^{er} juin 1999 demande aux organismes effectuant des essais et réceptions d'aéronefs de déposer auprès du directeur du CEV un manuel d'opérations

⁽⁴⁾Cette surveillance est aujourd'hui de la responsabilité de l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne, le GSAC continuant à intervenir sous contrat de l'AESA en tant que sous-traitant de la DGAC.

fixant les règles et procédures à appliquer afin que ces activités aériennes d'essais et de réceptions soient conduites dans des conditions satisfaisantes de sécurité. Cet arrêté ne prévoit pas de surveillance par l'autorité de l'application des procédures décrites dans le manuel. Le manuel déposé par Airbus ne traite pas de la réalisation des essais au sol.

La formation des techniciens d'essais sol

Après une phase théorique de familiarisation sur les systèmes de l'avion, les recherches de pannes et les tests fonctionnels, les techniciens d'essais sol suivent les cours de formation du personnel de cabine, des cours de radiotéléphonie et de roulage.

La phase suivante est une phase d'application pendant laquelle le stagiaire travaille avec un tuteur. Les points suivants sont notamment abordés :

- ☐ conduite d'essais sol,
- ☐ roulage basse vitesse,
- ☐ participation aux accélérations-arrêts,
- ☐ vols de production,
- ☐ conduite des essais du CAM et tests associés,
- ☐ utilisation de la documentation technique et des logiciels,
- ☐ entraînement aux essais de pressurisation.

Les parties pratiques de ces formations sont réalisées sur avion et sur simulateur.

Une session de rafraîchissement est effectuée en simulateur tous les deux ans pour chacun des techniciens d'essais sol.

1.15 Renseignements supplémentaires

1.15.1 Témoignages

Le technicien d'essais sol assis en place droite :

Après avoir réalisé les essais sol, les techniciens de la compagnie cliente avaient remarqué un suintement d'huile sur la tuyauterie d'un moteur. Le technicien d'essais sol a donc décidé de faire un nouvel essai avant de repartir. Il a augmenté la puissance de façon à faire chauffer l'huile des moteurs. Après trois minutes environ, alors qu'il regardait à l'intérieur du poste de pilotage, il a entendu la personne assise à gauche annoncer que l'avion bougeait. Il a à son tour perçu le mouvement. Il a enlevé le frein de parc afin d'utiliser le freinage normal. L'avion continuant à avancer il a pensé avoir un problème de frein. Il a alors essayé de modifier la trajectoire de l'avion en utilisant le volant de direction. Il précise qu'il a souvent réalisé ce genre d'essai, mais à une masse supérieure.

Le technicien aéronautique assis en place gauche :

Pendant un dernier essai à forte poussée, il a perçu le mouvement de l'avion en regardant dehors. Il a senti des à-coups provoqués d'après lui par les freins. Il a noté l'inefficacité de l'action sur le volant de direction. Il n'a touché à aucune commande.

Il précise que l'essai à forte poussée était réalisé afin de fluidifier l'huile. Cela devait permettre de détecter un suintement.

L'expérimentateur navigant d'essais assis en siège service :

Il assistait en tant qu'observateur à sa première livraison d'A 340-600. Lors du dernier essai à forte puissance, il a entendu la personne assise en place gauche annoncer que l'avion bougeait. Compte tenu de l'environnement vibratoire généré par la forte poussée affichée, il n'était pas en mesure de percevoir les accélérations provoquées par le mouvement de l'avion. Il se souvient uniquement d'avoir attrapé et réduit les manettes de puissance en voyant le mur très proche.

Les agents au sol :

Ils ont assisté à la fin des essais. Avant de quitter l'aire d'essais, le technicien assis en place droite leur a dit qu'il allait y avoir un dernier essai à forte poussée et il leur a demandé de s'éloigner. Ils se sont positionnés avec leur véhicule devant l'avion puis se sont écartés lorsque la poussée a été installée. Ils ont alors vu l'avion bouger, d'abord doucement puis plus vite. Ils l'ont vu heurter le mur. Ils ont donné l'alerte.

L'utilisation des cales n'est pas systématique car leur utilisation est contraignante. Il arrive en particulier qu'elles restent coincées sous les pneus après les essais. Ceci impose alors le repoussage de l'avion pour pouvoir les enlever.

Remarque : il ressort des discussions avec d'autres techniciens du constructeur que ce genre d'essais, y compris sur les quatre moteurs à forte puissance, est fréquent. Tous confirment que l'utilisation des cales n'est pas systématique. Enfin beaucoup soulignent la pression exercée par les clients afin d'aller contrôler certains détails. Cela les amène parfois à réaliser des essais qui sortent du cadre du CAM.

2 – ANALYSE

2.1 Réalisation des essais

Bien que les documents de référence imposent la mise en place de cales lors des essais des moteurs, l'enquête a montré qu'elles n'étaient pas systématiquement utilisées. De même, lors des essais pour la recherche de fuite d'huile, il semble fréquent que la procédure qui consiste à n'appliquer la poussée que sur deux moteurs ne soit pas respectée.

Les enjeux industriels et commerciaux auxquels sont associées les activités de livraison peuvent induire une pression temporelle sur les opérateurs chargés des essais pendant cette phase.

La présence de représentants du client à bord lors des phases de livraison peut créer des pressions incitant les opérateurs à sortir de leur cadre de référence.

2.2 Réactions dans le poste de pilotage

Les ressources du technicien d'essais sol se sont mobilisées pendant environ dix secondes sur le système de freinage. Il n'a pas pensé à reculer les commandes de puissance. Ceci peut s'expliquer par une focalisation sur le problème de freinage, par la dynamique de la situation et par le manque de formation à ce genre de situation.

Le technicien aéronautique et l'expérimentateur navigant d'essais n'étaient présents qu'à titre d'observateurs. Le technicien aéronautique assis en place gauche n'est pas intervenu sur les commandes jusqu'à l'impact. L'expérimentateur navigant d'essais est intervenu, mais tardivement, pour réduire les commandes de puissance. Ceci peut s'expliquer par son statut, la crainte d'interférer avec les actions du technicien ainsi que par la dynamique de la situation.

2.3 Contrôle de l'activité

La réglementation relative aux essais et réceptions ne prévoit pas de surveillance par l'autorité des activités d'essais et réceptions. Ainsi le contrôle de ces activités est implicitement délégué au constructeur.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

- ❑ L'avion et notamment son système de freinage fonctionnaient conformément aux spécifications.
- ❑ L'accident s'est produit en phase de livraison au cours d'un essai non programmé.
- ❑ La procédure n'était pas conforme à la tâche « The Fuel and Oil Leak Test » répertoriée dans l'AMM. Elle a été réalisée en particulier à forte poussée et tous moteurs en fonctionnement sans utiliser les cales.
- ❑ Les témoignages et les enregistrements vidéo indiquent que des essais moteurs sans cale sont régulièrement pratiqués.
- ❑ La poussée appliquée sur les moteurs était du même ordre que la capacité de freinage nominale du frein de parc.
- ❑ Alors que l'avion commençait à avancer, le technicien d'essais sol a appuyé sur les pédales de frein et a desserré le frein de parc.
- ❑ Le technicien d'essais sol a braqué le volant de direction à droite. Ce braquage, en inhibant le freinage sur le train central, a limité l'efficacité du freinage.
- ❑ Les actions sur les pédales de frein n'ont pas été continues au niveau maximal.
- ❑ L'expérimentateur navigant d'essais a réduit les commandes de puissance au moment où l'avion heurtait le mur anti-souffle.

3.2 Causes de l'accident

L'accident est dû à la réalisation sans cales et sur les quatre moteurs à la fois d'un essai au cours duquel la poussée était voisine de la capacité du frein de parc de l'avion.

L'absence de système de détection et de correction des dérives dans la réalisation des essais au sol, dans un contexte de pression industrielle et commerciale permanente, a favorisé la réalisation d'un essai en dehors des procédures établies.

La surprise a amené le technicien d'essais sol à se focaliser sur le système de freinage ; de ce fait, il n'a pas pensé à réduire la poussée des moteurs.

3.3 Mesures prises à la suite de l'accident

Le Customer Acceptance Manual a été révisé (mai 2008) afin de renforcer les consignes à suivre lors de la conduite d'un point fixe. Il demande notamment :

- ❑ l'installation des cales devant toutes les roues des trains principaux (ainsi que celles du train central si applicable),
- ❑ la présence obligatoire de deux personnes qualifiées aux commandes lors du point fixe et lors des phases de roulage.

Dans cette même révision du CAM les conditions de réalisation des essais moteurs à forte puissance sur les quadri-réacteurs ont été modifiées. Ils se font dorénavant deux moteurs symétriques à la fois uniquement.

Une note interne (EVR 473.0025/08) a été diffusée à tous les opérateurs avion en janvier 2008. Elle rappelle qu'il ne doit plus y avoir de reprises d'essais au cours d'un point fixe client (par exemple pour recherche de suintements d'huile comme c'était le cas le jour de l'accident). Ces essais supplémentaires doivent faire l'objet d'un nouveau point fixe après traitement du problème au centre de livraison.

La phraséologie radio avec St-Martin Trafic pour les opérations à Toulouse et Finki Tower pour les opérations à Hambourg Finkenwerder a été améliorée afin de s'assurer que les essais moteurs ne débiteront qu'une fois les cales mises en place : l'opérateur avion doit désormais annoncer le début des essais moteur après avoir confirmé que les cales sont en place. Cette modification a été mise en place en juin 2008 pour Toulouse et en juillet 2008 pour Hambourg Finkenwerder et est documentée au travers de notes internes (ME 0818073 et EVRG 473.4215/2008)

Airbus a indiqué qu'il allait créer un nouveau document consacré aux essais sol. Ce document, intitulé « Ground Operations Manual », est en cours de rédaction.

En ce qui concerne la formation, la session « de rafraîchissement » sur la conduite d'essais moteurs effectuée au simulateur (une fois tous les deux ans) sera complétée pour chaque technicien d'essais sol par un audit interne effectué au cours d'un point fixe par un technicien « senior », ceci afin de favoriser le retour d'expérience. De plus, la séance au simulateur sera enrichie par le traitement et l'analyse de cas de pannes pouvant se produire lors des essais du type « point fixe client ».

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

L'enquête a mis en évidence des dérives répétitives par rapport aux procédures opérationnelles écrites au sein de la direction des essais pour la réalisation des essais au sol.

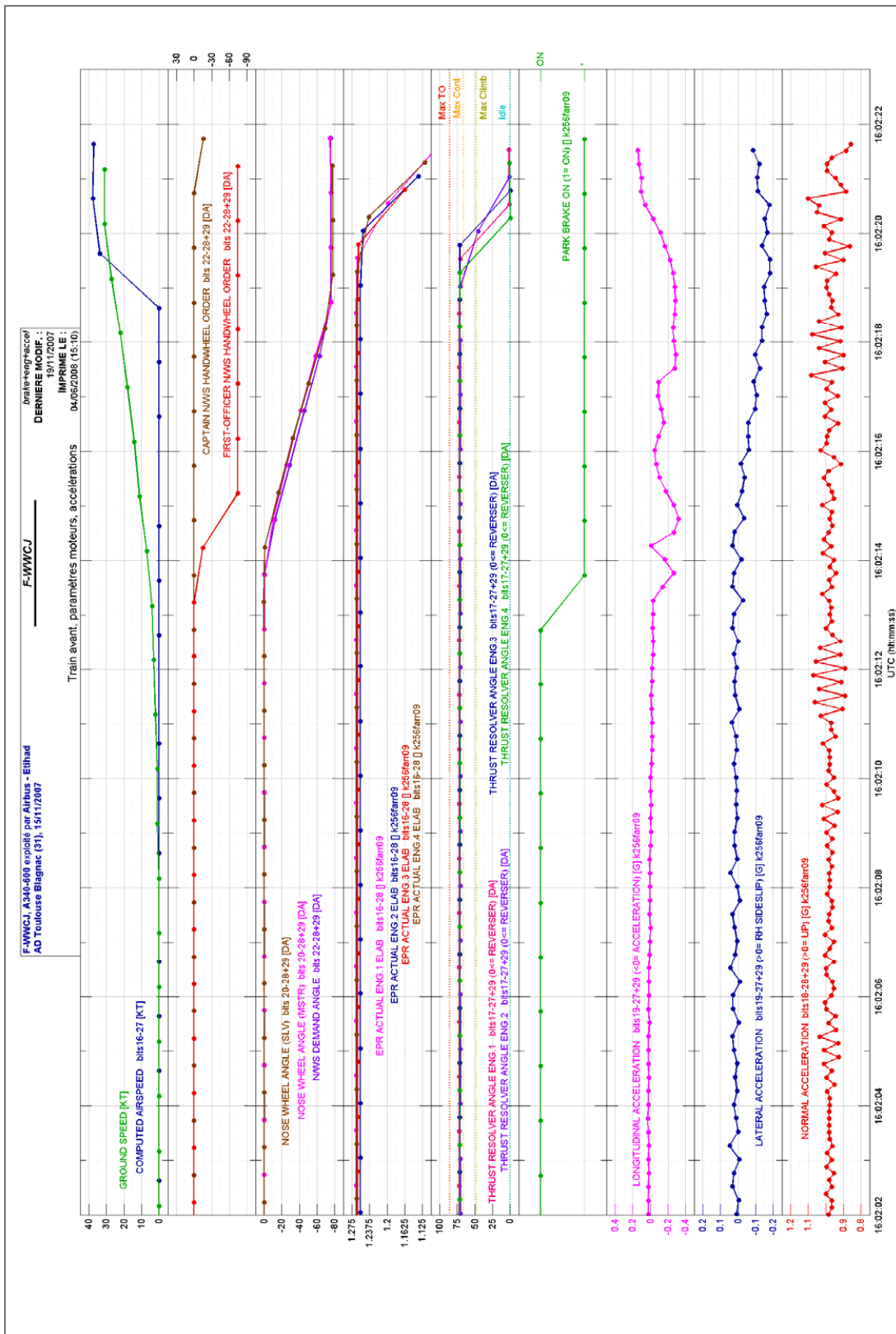
Compte tenu du risque que comportent ces dérives, il est nécessaire de garantir que les procédures sont efficaces et appliquées, y compris pour les autres étapes de la livraison. La livraison fait partie du processus de production supervisé par l'AESA et les essais au sol et en vol d'aéronefs sont placés, en France, sous la tutelle du CEV.

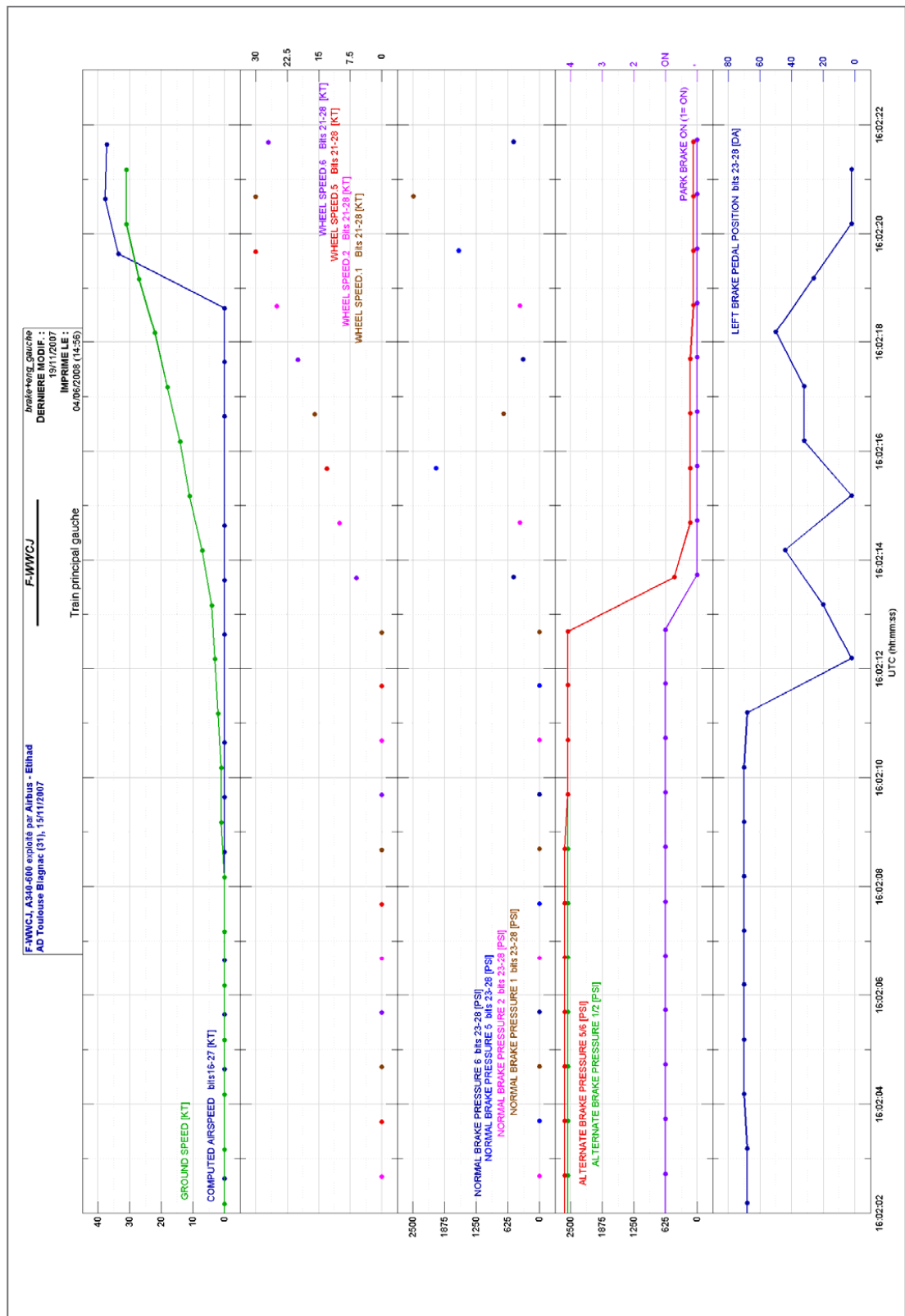
En conséquence le BEA et le BEAD-Air recommandent :

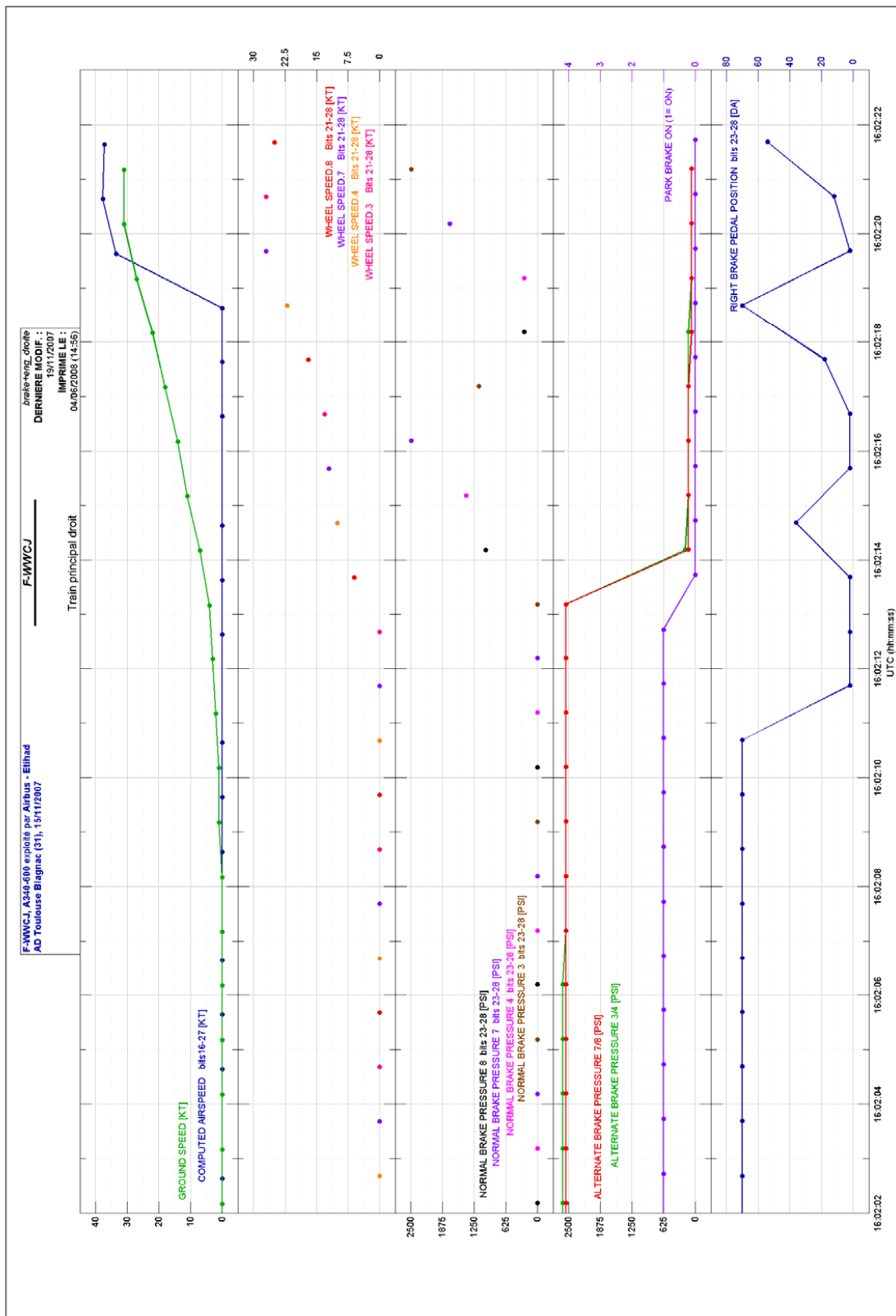
- **que l'AESA et le CEV évaluent les procédures utilisées lors des essais au sol et des vols de livraison clients, et contrôlent leur bonne application.**

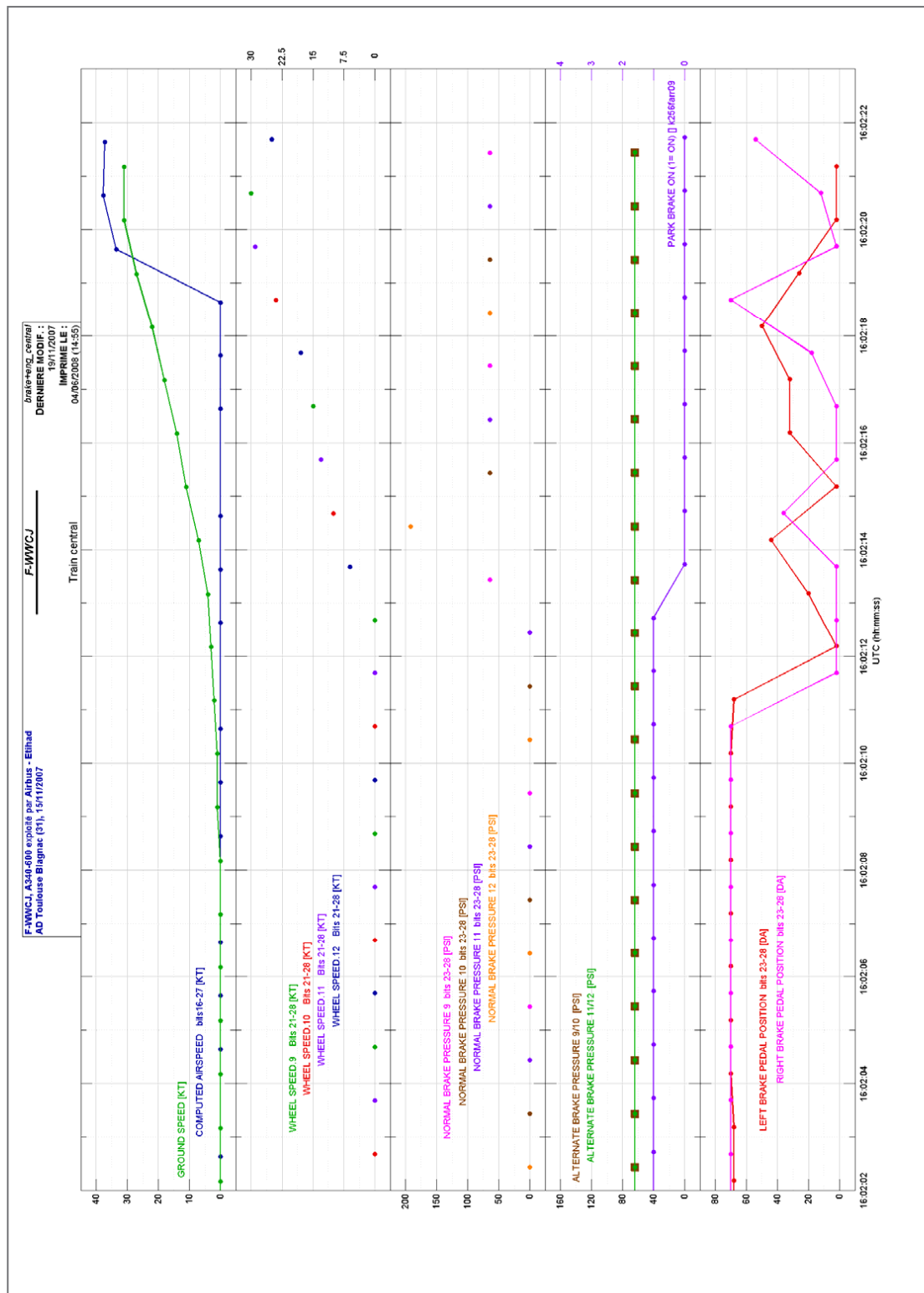
ANNEXE

Courbes de paramètres









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