Parution : octobre 2013

Rapport

Incident grave survenu le **29 juin 2010**
à proximité de l'aérodrome de Bâle-Mulhouse (68)
entre l'**Airbus A319** immatriculé **HB-JZQ**
exploité par **easyJet Switzerland**
et l'**Airbus A319** immatriculé **F-GRHA**
exploité par **Air France**

BEA

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

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Les enquêtes de sécurité

Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.

Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ 2

GLOSSAIRE 5

SYNOPSIS 7

RÉSUMÉ 7

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE 9

1.1 Déroulement des vols[(2)] 9

1.2 Tués et blessés 12

1.3 Dommages à l'aéronef 12

1.4 Autres dommages 12

1.5 Renseignements sur le personnel 12

1.5.1 Equipage de conduite du vol DS1058 12

1.5.2 Equipage de conduite du vol AF7343 13

1.5.3 Personnel des services de contrôle de la circulation aérienne de Bâle-Mulhouse 14

1.6 Renseignements sur l'aéronef 14

1.6.1 Principes de fonctionnement du TCAS II 14

1.6.2 Présentation de l'équipement TCAS sur Airbus 15

1.7 Renseignements météorologiques 16

1.8 Aides à la navigation 16

1.9 Télécommunications 17

1.10 Renseignements sur l'aérodrome 17

1.11 Enregistreurs de bord 18

1.11.1 Enregistreurs de bord DS1058 18

1.11.2 Enregistreurs de bord AF7343 18

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact 19

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques 19

1.14 Incendie 19

1.15 Questions relatives à la survie des occupants 19

1.16 Essais et recherches 19

1.16.1 Actions inverses au RA TCAS 19

1.16.2 Virage lors du suivi du RA 19

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion 20
1.17.1 Procédures TCAS 20
1.17.2 Formation et entraînement au TCAS chez EasyJet Switzerland 21
1.17.3 Mode AP/FD TCAS 22
1.17.4 Contrôle aux procédures classiques et formation associée 23
1.17.5 Transfert d'espace et études de sécurité associées 23
1.18 Renseignements supplémentaires 25
1.18.1 Témoignage du contrôleur-instructeur 25
1.18.2 Témoignage du contrôleur-stagiaire 25
1.18.3 Témoignage de l'instructeur, PF en place droite au cours du vol DS1058 26
1.18.4 Témoignage du stagiaire CdB, PNF en place gauche au cours du vol DS1058 27
1.18.5 Témoignage de l'équipage du vol AF7343 27
2 - ANALYSE 28
2.1 Gestion de la séquence par les contrôleurs 28
2.2 Etude de sécurité préalable à un changement 28
2.3 Vitesse verticale à l'approche du niveau de stabilisation 29
2.4 Gestion de la séquence par l'équipage du vol DS1058 30
2.5 Equipement et procédures TCAS 31
3 - CONCLUSION 33
4 - RECOMMANDATIONS 34
4.1 Automatisation des résolutions ACAS 34
4.2 Avis de résolution préventifs 34
4.3 Utilisation de l'image radar lors du contrôle aux procédures 34
4.4 Lissage de la trajectoire verticale à l'approche d'un niveau 35
ANNEXE 36

Glossaire

ACAS	Airborne Collision Avoidance System
AEL	Adaptation En Ligne
AP	Automatic Pilot Pilote automatique
ATHR	Auto Thrust Auto-poussée
CdB	Commandant de Bord
CRNA	Centre Régional de la Navigation Aérienne (DSNA)
CTR	Control zone Zone de contrôle
CVR	Cockpit Voice Recorder Enregistreur de conversations de poste de pilotage
DAR	Direct Access Recorder Enregistreur de maintenance
DME	Distance Measuring Equipment
DO	Direction des Opérations (DSNA)
DSAC	Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile
DSNA	Direction des Services de la Navigation Aérienne
DTI	Direction Technique de l'Innovation (DSNA)
DV	Directeur de Vol
EPISTIL	Evaluation Préliminaire d'Impact sur la Sécurité Technique Informatique et Logiciel
ER	Evénement Redouté
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FCU	Flight Control Unit
FD	Flight Director
FDR	Flight Data Recorder Enregistreur de données de vol
FL	Flight Level Niveau de vol
Ft	Feet Pieds
IFR	Instrument Flight Rules Règles de vol aux instruments
ILS	Instrument Landing System Système d'atterrissage aux instruments
Kt	Knots Nœuds
ND	Navigation Display
NM	Nautical Mile Mille marin
NOTAM	Notice to Airmen Avis aux navigateurs aérien

OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OPL	Officier Pilote de Ligne
PA	Pilote Automatique
PF	Pilot Flying
PFD	Primary Flight Display
PNC	Personnel Navigant Commercial
PNF	Pilot Non Flying
QFU	Magnetic bearing Orientation magnétique de la piste (en dizaines de degrés)
RA	Resolution Advisory Avis de résolution
SIV	Service d'Information de Vol
SNA	Service de la Navigation Aérienne
SOP	Standard Operational Procedures
STCA	Short Term Conflict Alert Système de détection de conflit à court terme
TA	Traffic Advisory Avis de trafic
TCAS	Traffic alert and Collision Avoidance System
TMA	Terminal Control Area Zone de contrôle terminal
TRI	Type Rating Instructor Instructeur de qualification de type
VFR	Visual Flight Rules Règles de vol à vue
V/S	Vertical Speed Vitesse verticale
VSI	Vertical Speed Indicator Indicateur de vitesse verticale

Synopsis

Aéronefs	(1) Airbus A319 immatriculé HB-JZQ (2) Airbus A319 immatriculé F-GRHA
Date et heure	29 juin 2010 vers 17 h 30[(1)]
Exploitants	(1) Easy Jet Switzerland (2) Air France
Lieu	13 NM au sud-ouest de l'aérodrome de Bâle-Mulhouse
Nature des vols	Transport public régulier de passagers
Equipages de conduite	(1) Instructeur (PF), place droite ; stagiaire ; commandant de bord (PNF), place gauche (2) Commandant de bord (PNF) ; copilote (PF)
Conséquences et dommages	Blessures légères

[(1)]Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

RÉSUMÉ

L'équipage du vol AF7343 décolle de la piste 15 de Bâle-Mulhouse à destination de Paris Orly. Peu après, il est autorisé à monter au FL110 par le contrôleur d'approche. Environ une minute plus tard, le contrôleur autorise l'équipage, du vol DS1058, en provenance de Palma et en approche pour la piste 15, à descendre au même niveau. Un avis de trafic se déclenche à bord des deux avions suivi par une succession d'avis de résolution (RA TCAS) incluant une inversion de consigne. Au cours de ces manœuvres, le facteur de charge vertical enregistré à bord du vol DS1058 oscille entre - 0,19 g et 2,04 g. Un membre du personnel de cabine est légèrement blessé.

Cette perte de séparation a constitué un incident grave. L'enquête a montré qu'elle a résulté du lapsus d'un contrôleur-stagiaire ayant attribué un même niveau de vol à deux avions, l'un en montée et l'autre en descente, sans que le contrôleur-instructeur ne détecte l'erreur.

Ont pu contribuer à ce lapsus et à sa non-détection :

- une étude de sécurité inadéquate ayant conduit à la mise en place d'unités centrales dont les capacités insuffisantes avaient provoqué une panne non-résolue du système radar au moment de l'incident grave ;
- un contexte inhabituel de contrôle aux procédures classiques pour les deux contrôleurs, dans un contexte de demandes d'évitement pour raisons météorologiques ;

- la combinaison inadéquate d'un contrôle aux procédures classiques et de l'utilisation d'un radar déclaré inopérant ;
- le rôle d'interlocuteur exercé par le contrôleur-instructeur entre le contrôleur-stagiaire et le contrôleur-coordinateur, peu propice à la supervision du contrôleur-stagiaire.

Il est possible que la vitesse verticale de l'AF7343 ait joué un rôle dans la séquence d'apparition du TA puis du RA.

L'aggravation de la perte de séparation, matérialisée par l'inversion des avis de résolution, est consécutive à la conjonction :

- de la tendance à la diminution du taux de montée de l'AF7343 à la suite d'une instruction du contrôleur-stagiaire demandant à l'équipage de maintenir le FL100, instruction antérieure au déclenchement du RA TCAS « *maintain vertical speed, crossing maintain* » invitant au contraire l'équipage à maintenir un taux de montée constant ;
- d'une brève action à cabrer de la part du PF du vol DS1058 lors de la déconnexion du PA à la survenue du RA TCAS « *monitor vertical speed* » invitant l'équipage à ne pas monter.

La blessure légère d'un PNC du vol DS1058 est consécutive aux manœuvres franches du PF, alors soumis à un niveau de stress croissant, en réponse aux RA TCAS successifs.

Les dysfonctionnements du système de visualisation radar résultent de l'inadéquation entre l'équipement tel qu'il a été configuré et le trafic susceptible d'être pris en compte. La coordination inadaptée entre les services puis les contraintes temporelles n'ont pas favorisé la détection de cette anomalie lors des études menées antérieurement à l'incident.

Le BEA a émis quatre recommandations sur :

- l'automatisation des résolutions ACAS ;
- les avis de résolution préventifs ;
- l'utilisation de l'image radar lors du contrôle aux procédures ;
- le lissage de la trajectoire verticale à l'approche d'un niveau.

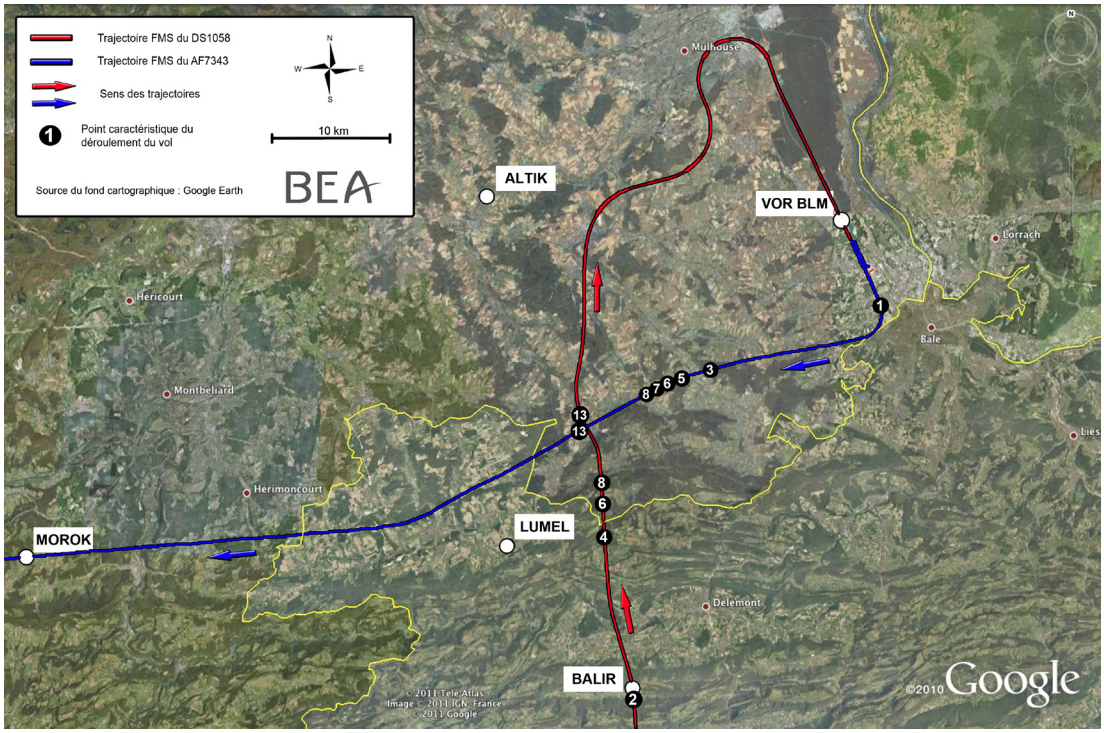
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement des vols[2]

A 17 h 24 min 24, l'équipage du vol DS1058 en provenance de Palma contacte le contrôleur d'approche de Bâle-Mulhouse en descente vers le FL120. Un instructeur (TRI) est pilote en fonction (PF) en place droite. Le contrôleur demande à l'équipage de poursuivre par BALIR puis ALTIK et de prévoir une approche ILS 15 après un arc DME (12 NM BLM).

Depuis trois jours, le contrôle aérien de Bâle-Mulhouse s'effectue « aux procédures » en raison d'une incertitude quant à la fiabilité de la visualisation radar. L'écran de la position approche est toutefois allumé. Un contrôleur-stagiaire est sur cette position ; son instructeur est positionné sur le poste adjacent.

A 17 h 26, l'AF7343 décolle de la piste 15 de Bâle-Mulhouse pour suivre un départ LUMEL 5T à destination de Paris Orly. Le commandant de bord est PNF. A 17 h 27 min 40 (1), le contrôleur d'approche lui demande de monter au FL110. L'équipage collationne et sélectionne le FL110 sur son panneau de commande (FCU)[3].



A 17 h 28 min 46 (2), l'équipage du DS1058 s'annonce à la verticale de BALIR et demande une approche à vue. Le contrôleur lui demande de descendre au FL110, refuse l'approche à vue et lui demande s'il peut rejoindre ALTIK. L'équipage indique qu'il a besoin d'altérer son cap de 10° par la droite pour éviter une cellule orageuse. Le contrôleur l'autorise et lui demande de rappeler lorsqu'il pourra rejoindre directement ALTIK.

A 17 h 30 min 01 (3), l'équipage de l'AF7343 demande l'autorisation de prendre le cap 230° par la gauche pour éviter une cellule orageuse. Le contrôleur l'autorise et lui demande de rappeler lorsqu'il pourra rejoindre directement MOROK.

[2]Chronologie établie à partir de la synchronisation des données issues des enregistreurs de paramètres de l'AF7343 et du DS1058, de l'enregistreur phonique de l'AF7343, des données radar et des télécommunications avec le contrôle aérien.

[3]Les communications s'effectuent en français entre le contrôleur-stagiaire et l'équipage du F-GRHA (vol AF7343), et en anglais entre le contrôleur-stagiaire et l'équipage du HB-JZQ (vol DS1058).

A 17 h 30 min 10 (4), le DS1058 est au FL110. A 17 h 30 min 18 (5), l'AF7343 passe le FL100 en montée. Sa vitesse verticale est supérieure à 3 000 ft/min[4].

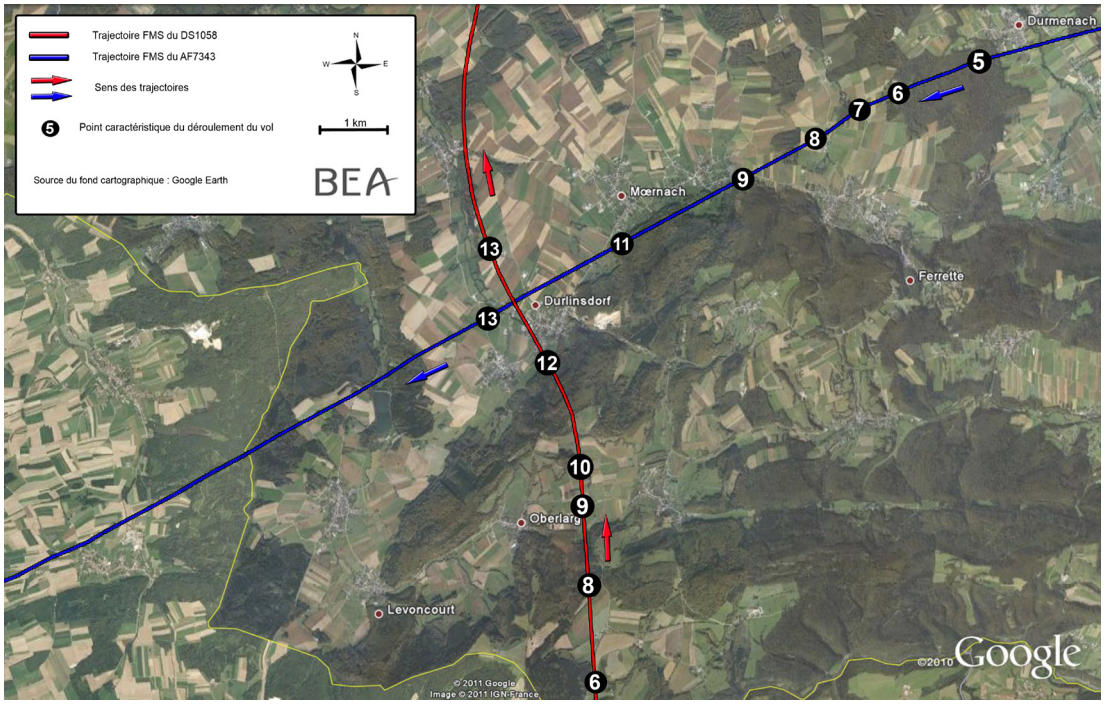
Le contrôleur informe l'équipage du DS1058 que l'approche à vue est impossible en raison d'un départ. A 17 h 30 min 27 (6), un avis de trafic réciproque apparaît sur les TCAS de l'AF7343 et du DS1058. A bord de l'AF7343, le PNF annonce « *TCAS tu pilotes, FD OFF* » ; les deux directeurs de vol (DV) sont désactivés.

A 17 h 30 min 30, le système de détection de conflit (STCA) se déclenche sur l'écran radar de la position approche.

A 17 h 30 min 31, le contrôleur demande à l'équipage de l'AF7343, alors à 10 600 ft[5], d'arrêter la montée au FL100 (7). L'équipage collationne en indiquant qu'il descend au FL100. Le pilote automatique (PA) de l'AF7343 est déconnecté à 17 h 30 min 35. Le PF agit à piquer. L'assiette évolue de 4,6° vers 2,1°.

A 17 h 30 min 37 (8), alors que l'AF7343 atteint environ 10 750 ft en montée, un avis de résolution (RA) correctif « *maintain vertical speed, crossing maintain* » se déclenche, invitant l'équipage à maintenir au minimum la vitesse verticale évaluée à 1 500 ft/min. Le PF agit à cabrer ; l'assiette évolue de 2,1° vers 6,7°. Le PNF annonce « *TCAS climb* » au contrôleur.

Dans le même temps, à bord du DS1058, le RA préventif « *monitor vertical speed* » se déclenche, invitant l'équipage à ne pas monter. Le PF agit brièvement à cabrer tandis que le PA est déconnecté ; l'assiette évolue de 2,8° vers 5,3°. Les DV sont maintenus activés, l'auto-poussée (ATHR) est désengagée et les manettes de poussée sont déplacées vers l'avant. Environ deux secondes après sa première action, le PF agit à piquer ; l'assiette évolue de 5,3° vers - 5,6° et le facteur de charge vertical atteint - 0,19 g.



[4]Paramètre calculé à partir de l'altitude enregistrée dans le FDR

[5]Les altitudes sont indiquées en fonction de la pression de référence 1013 hPa.

A 17 h 30 min 45 (9), l'altitude du DS1058 atteint un maximum d'environ 11 050 ft. Les manettes de poussée sont déplacées jusqu'au cran IDLE. L'ATHR est désengagée. Un RA correctif « *descend, crossing descend* » est enregistré transitoirement pendant une à deux secondes, puis le RA correctif « *climb climb now* » se déclenche. Le PF agit à cabrer et débute un virage par la gauche avec une inclinaison d'environ 30°. L'assiette augmente de - 5,6° vers 13,8° et le cap diminue de 355° vers 329°. Simultanément, le RA correctif « *descend descend now* » se déclenche à bord de l'AF7343. Le PF agit à piquer ; l'assiette évolue de 6,7° vers - 5,3°.

Trois secondes plus tard (10), l'altitude de l'AF7343 atteint 11 040 ft. Le PNF annonce « TCAS descend » au contrôleur. A bord du DS1058, tandis que l'altitude atteint un minimum d'environ 10 870 ft, le RA correctif « *increase climb* » se déclenche, invitant l'équipage à prendre une vitesse verticale d'environ 2 500 ft/min. Les manettes de poussée sont avancées dans le cran TOGA. Le facteur de charge vertical atteint 2,04 g. Le PNF annonce le déclenchement d'une résolution TCAS au contrôleur.

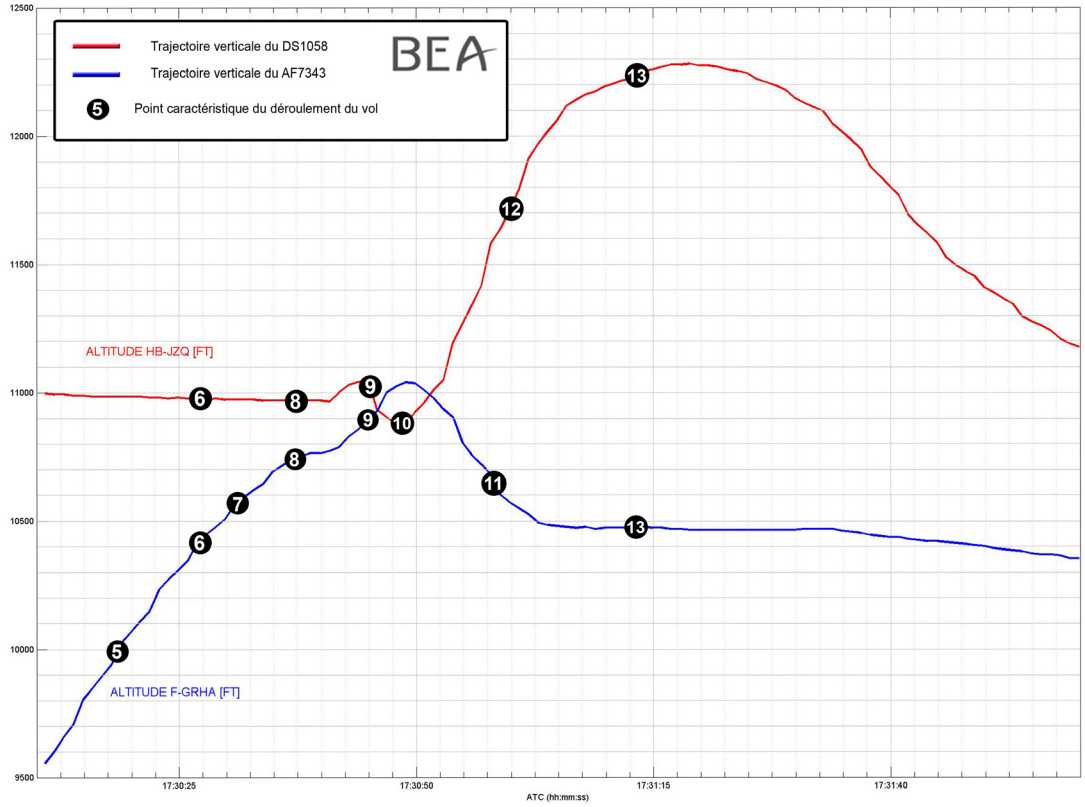
A 17 h 30 min 58 (11) puis 17 h 31 min (12), le RA correctif « *adjust vertical speed* » se déclenche respectivement à bord de l'AF7343 puis du DS1058.

La séparation oblique minimale au cours de la séquence est enregistrée à 17 h 31 min 08 et correspond à une séparation de 0,29 NM dans le plan horizontal et 1 760 ft dans le plan vertical. A 17 h 31 min 13 (13), les messages « *clear of conflict* » se déclenchent à bord des deux avions. L'altitude de l'AF7343 est d'environ 10 480 ft. Quatre secondes plus tard, l'altitude du DS1058 atteint un maximum d'environ 12 280 ft.

Lors de l'incident, l'AF7343 en départ standard LUMEL et le DS1058 en arrivée par BALIR se sont trouvés au même niveau pour la seconde fois à une distance horizontale de 2,2 NM, soit un temps de vol d'environ seize secondes avec une vitesse de rapprochement d'environ 500 kt.

Les consignes opérationnelles en cas de contrôle aux procédures indiquaient que : « *le départ vers LUMEL est séparé de tous les secteurs d'attente SAUF BALIR* ». Il y a donc eu perte de séparation.

Le risque de collision en vol se caractérise par le double déclenchement du TCAS et celui du STCA.



Le DS1058 atterrit à Bâle-Mulhouse à 17 h 39. A 18 h 14, l'AF7343 atterrit à Paris Orly.

1.2 Tués et blessés

Un membre de l'équipage commercial du vol DS1058 est légèrement blessé lors de la succession de manœuvres d'évitement.

1.3 Dommages à l'aéronef

Sans objet.

1.4 Autres dommages

Sans objet.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage de conduite du vol DS1058

1.5.1.1 Instructeur PF

- ❒ Licence de pilote de ligne avion délivrée le 19 novembre 1998.
- ❒ Qualification de type A320 obtenue le 16 décembre 2003.
- ❒ Stage commandant de bord effectué en octobre 2005.
- ❒ Stage instructeur effectué en mai 2008, familiarisation et qualification place droite en juin 2008.
- ❒ Certificat d'aptitude médicale délivré le 6 mai 2010, valide jusqu'au 19 mai 2011.

- Dernier contrôle hors ligne effectué le 21 avril 2010. Au cours de ce dernier contrôle, l'instructeur a été amené à réaliser un exercice TCAS en tant que PNF. Il lui a simplement été suggéré de revoir la phraséologie à employer avec le contrôle aérien.
- De manière générale, les comptes rendus des derniers contrôles du PF font état d'un bon niveau de compétences. Son comportement fait l'objet d'observations positives, notamment dans des situations d'urgence.
- Expérience :
  - totale : 9 418 heures de vol, dont 5 000 en qualité de commandant de bord ;
  - sur type : 4 374 heures de vol ;
  - dans les trois derniers mois : 139 heures ;
  - dans les 24 heures : 5 heures.

1.5.1.2 Stagiaire commandant de bord

- Licence de pilote de ligne avion délivrée le 1er décembre 2003.
- Qualification A320 en cours de validité.
- Qualification de type antérieure : ERJ145.
- Heures de vol :
  - totales : 7 090 heures de vol, dont 221 en qualité de commandant de bord ;
  - sur type : 3 350 heures de vol, dont 10 en qualité de stagiaire commandant de bord.

1.5.2 Equipage de conduite du vol AF7343

1.5.2.1 CdB PNF

- Licence de pilote de ligne avion délivrée le 18 mai 1992.
- Qualification de type A320 obtenue le 15 mai 1999.
- Stage commandant de bord effectué en 1999.
- Certificat d'aptitude médicale délivré le 4 décembre 2009, valide jusqu'au 31 décembre 2010.
- Dernier contrôle hors ligne effectué le 17 mars 2010.
- Expérience :
  - totale : 6 667 heures de vol, dont 3 519 en qualité de commandant de bord ;
  - sur type : 2 289 heures de vol ;
  - dans les trois derniers mois : 97 heures ;
  - dans les 24 heures : 3,5 heures.

1.5.2.2 OPL PF

- Licence de pilote de ligne avion délivrée le 11 août 2008.
- Qualification de type A320 obtenue le 7 octobre 2003.
- Certificat d'aptitude médicale délivré le 16 décembre 2009, valide jusqu'au 31 décembre 2010.

- Dernier contrôle hors ligne effectué le 4 mars 2010.
- Expérience :
  - totale : 3 643 heures de vol ;
  - sur type : 3 481 heures de vol ;
  - dans les trois derniers mois : 74 heures ;
  - dans les 24 heures : 3,5 heures.

1.5.3 Personnel des services de contrôle de la circulation aérienne de Bâle-Mulhouse

1.5.3.1 Contrôleur-instructeur

- Mention d'unité obtenue le 22 janvier 2001, valide jusqu'au 18 janvier 2011.
- Mention d'instructeur en cours de validité.
- Simulations « panne de visualisation radar » effectuées le 7 octobre 2009 et le 4 février 2010.

1.5.3.2 Contrôleur-stagiaire

- Affecté à Bâle-Mulhouse depuis le 31 décembre 2007.
- Certificat Aptitude à la Fonction de contrôleur LOC obtenu le 5 septembre 2009.
- En formation pour la qualification de premier contrôleur (cinquième phase sur sept à la coordination et septième phase sur neuf au radar).

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Principes de fonctionnement du TCAS II

Le système TCAS II est le seul à répondre aux normes ACAS imposées par l'OACI. Les spécifications du TCAS II version 7.0 sont énoncées dans le document RTCA DO-185A.

Le système est conçu de sorte à émettre d'une part un avis de circulation (TA) pour prévenir l'équipage de menaces possibles et, d'autre part, un avis de résolution (RA) pour assurer une séparation adéquate en fonction des menaces. Les critères de déclenchement sont établis de manière à ce que les critères relatifs au TA soient satisfaits avant ceux du RA[6].

Il existe deux types de RA : préventif et correctif. L'avis préventif n'exige pas de modification de la trajectoire par l'équipage. L'avis correctif exige cette correction.

[6] L'avis de circulation est prévu pour se déclencher 35 à 48 secondes avant l'instant de rapprochement minimal calculé tandis que l'avis de résolution est prévu pour se déclencher 15 à 35 secondes avant.

Sont notamment définis dans le RTCA DO-185A les différents RA ainsi que la formulation des annonces sonores :

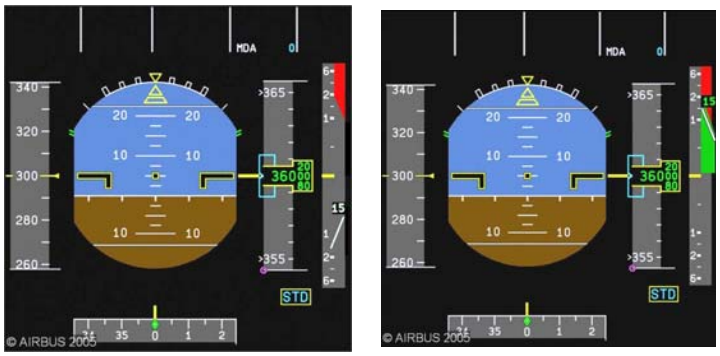
Avis	Type	Annonce sonore
Liste des RA TCAS émis[7] à bord du DS1058		
Limit Climb (Do Not Climb)	Préventif	Monitor Vertical Speed
Altitude Crossing Descend	Correctif	Descend, Crossing Descend -- Descend, Crossing Descend
RA Reversal (Descend to Climb)	Correctif	Climb, Climb NOW -- Climb, Climb NOW
Increase Climb	Correctif	Increase Climb, increase Climb
Weakening of Positive RAs (After Up Sense RA)	Correctif	Adjust Vertical Speed, Adjust
Clear of conflict		Clear of conflict
Liste des RA TCAS émis à bord de l'AF7343		
Altitude Crossing Maintain Rate (Maintain Climb Rate)	Correctif[8]	Maintain Vertical Speed, Crossing Maintain
RA Reversal (Climb to Descend)	Correctif	Descend, Descend NOW -- Descend, Descend NOW
Weakening of Positive RAs (After Down Sense RA)	Correctif	Adjust Vertical Speed, Adjust
Clear of conflict		Clear of conflict

Liste des RA TCAS émis lors de l'incident, tels que définis dans le DO-185A

1.6.2 Présentation de l'équipement TCAS sur Airbus

Sur les avions Airbus, les informations visuelles relatives au TCAS sont présentées sur les écrans de navigation (ND) et sur les indicateurs de vitesse verticale des écrans primaires (PFD). La représentation sur le ND permet de visualiser la position horizontale, le statut, l'altitude relative et la vitesse verticale d'un aéronef présentant une menace potentielle. Dans le cas d'un RA, l'indicateur de vitesse verticale (VSI) indique la plage de vitesse verticale à éviter (avis de type préventif ou correctif) et la plage d'évolution requise (avis correctifs uniquement).

Information TCAS sur le ND



Informations TCAS sur le VSI
(cas d'un avis préventif à gauche, correctif à droite)

[7]Les données du CVR du DS1058 n'ayant pas été conservées, il n'est pas possible de confirmer le déclenchement des annonces sonores de l'ensemble de ces avis, parmi lesquels certains semblent transitoires à la lecture des paramètres.

[8]Théoriquement, les avis « *maintain vertical speed* » devraient être considérés comme des avis préventifs. Ils étaient d'ailleurs considérés comme tels dans des versions précédentes des spécifications TCAS. La modification en avis de type correctif s'est faite à l'occasion de la version 7.0 de façon à permettre pour ces avis la représentation visuelle de la plage d'évolution requise (plage verte).

1.7 Renseignements météorologiques

Les prévisions météorologiques ont été élaborées le matin de l'incident par le centre régional de Météo France de Strasbourg. Elles faisaient état *« d'une masse d'air instable par évolution diurne associée au passage d'un petit thalweg. Le faible flux d'altitude et la présence d'air chaud de basses couches sont propices au développement de cellules orageuses isolées, peu mobiles et localement assez fortes touchant surtout le relief et ses abords dans l'après-midi ».*

Les images satellite au moment de l'incident faisaient apparaître *« d'importants développements convectifs sur les Hautes-Vosges avec une présence probable de cumulonimbus. Des nuages non convectifs sont également présents dans la région de Bâle-Mulhouse (altocumulus et cirrus) »*.

A 17 h 00, des cumulonimbus sont observés à 5 600 ft (2/8), des altocumulus à 9 900 ft (3/8) et des cirrus à 19 800 ft (7/8).

A 18 h 00, des cumulonimbus sont observés à 5 600 ft (1/8), des altocumulus à 13 100 ft (4/8) et des cirrus à 18 100 ft (7/8).

A 17 h 30, le METAR de l'aérodrome de Bâle-Mulhouse est le suivant :

METAR LFSB 291730Z 29006KT 9999 FEW056CB SCT100 BKN180 26/16 Q1018 NOSIG

1.8 Aides à la navigation

La visualisation radar du trafic aérien de l'approche de Bâle-Mulhouse s'effectue au moyen du dispositif IRMA 2000.

Le 22 mai 2010, des dysfonctionnements apparaissent sur IRMA 2000 : retards d'affichage et redémarrages intempestifs se produisent sur les écrans des positions TMA, Vigie et LOC en raison d'un nombre trop important de pistes à traiter. Le 3 juin, une solution temporaire est mise en place consistant à supprimer les sources mono-radar de La Dôle et Nevers. Celles-ci ont été réintégrées le 22 juin à la suite de l'installation d'une mise à jour logicielle.

Le même type d'anomalies est réapparu le 26 juin 2010 sur les positions de contrôle INFO SIV, ORG BM, RAD-INI. IRMA 2000 a été déclaré inutilisable et Bâle-Mulhouse est passé au contrôle aux procédures classiques. Un NOTAM a été émis mentionnant « *service radar non assuré dans les CTR, TMA et SIV de Bâle-Mulhouse* ». Le 30 juin, les sources de La Dôle et Nevers ont été à nouveau supprimées pour permettre une remise en service du dispositif.

Les commissions de sécurité locale et nationale de la DSNA ont évoqué les avantages et inconvénients que présente l'utilisation de visualisation peu fiable en situation de contrôle aux procédures (filets de sauvegarde, visualisation des cartes, visualisation des positions avion/image non fiable, « pseudo » contrôle aux procédures, filets de sauvegarde non sûrs). Aucune méthode n'a été définie ou privilégiée.

Ces deux dysfonctionnements sont considérés comme « graves » par la DSNA. Ils sont survenus lors de weekends de printemps au cours desquels de nombreux trafics VFR ont été observés. Lors de l'extension du SIV Bâle dans le cadre de la reprise des espaces inférieurs du CRNA Est, les unités centrales (UC) d'IRMA ont été changées en prévision de l'augmentation du nombre de sources radar à intégrer. Néanmoins, à la date de l'incident, la DTI n'avait pas déterminé, pour les matériels dédiés à IRMA 2000, de seuils de saturation valables en conditions opérationnelles. Des valeurs de charge excessive avaient été mesurées en usine mais n'étaient pas considérées comme représentatives du fonctionnement opérationnel.

Date	Sources IRMA 2000 à Bâle-Mulhouse				
	DACOTA	STR	Sources mono-radar (secondaires)	Sources mono-radar (primaires)	Total
22/05/2010	500	270	1 500	80	2 350
26/06/2010	360	258	1 514	79	2 211

Récapitulatif fourni par la DTI du nombre[9] de pistes traitées lors des deux dysfonctionnements

[9]Les chiffres présentés ci-dessus correspondent aux valeurs crête des sources alimentant les postes IRMA au moment des dysfonctionnements. Dans les moments proches du dysfonctionnement le 26 juin (± 30 min), le nombre de pistes est compris entre 1 970 et 2 211.

1.9 Télécommunications

Entre 16 h 36 et 17 h 36, les équipages de dix avions à l'arrivée et quatre avions au départ ont été en contact avec l'approche de Bâle-Mulhouse.

Le contrôleur-stagiaire a émis son premier message sur la fréquence à 16 h 44 ; trois avions étaient alors en approche.

Un maximum de quatre avions simultanés sur la fréquence a été atteint à 17 h 03 puis 17 h 33.

A 17 h 27 min 43, lorsque le contrôleur-stagiaire a autorisé l'équipage de l'AF7343 à monter au FL110, trois avions étaient sur la fréquence de l'approche.

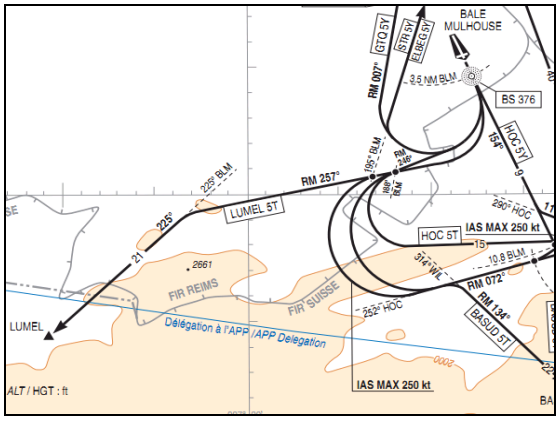
1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Bâle-Mulhouse est un aérodrome contrôlé ouvert à la circulation aérienne publique.

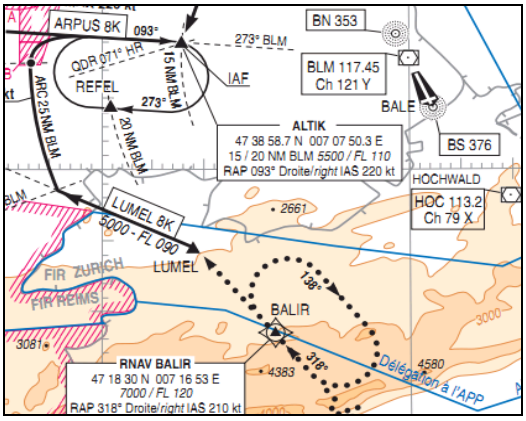
Il se compose de deux pistes :

- la 08/26 a une longueur de 1 820 mètres et une largeur de 60 mètres. Elle ne dispose pas de moyens d'approche aux instruments.
- la 15/33 a une longueur 3 900 mètres et une largeur de 60 mètres. Les deux QFU de cette piste disposent d'un ILS.

Les espaces aériens associés comprennent une zone de contrôle (CTR) de classe D et une région de contrôle terminale (TMA) qui comporte plusieurs parties, de classe D ou E.



Itinéraire normalisé de départ piste 15



Itinéraire normalisé d'arrivée

1.11 Enregistreurs de bord

1.11.1 Enregistreurs de bord DS1058

L'avion était équipé d'un enregistreur de paramètres (FDR) et d'un enregistreur phonique (CVR) conformément à la réglementation en vigueur.

Le FDR de marque Honeywell, modèle 4700, est un enregistreur à mémoire statique (SSFDR) d'une capacité d'enregistrement d'au moins 25 heures. Cet enregistreur a été lu par EasyJet Switzerland et le fichier obtenu a été transmis au BEA. Ce fichier contient un peu plus de 53 heures de données dont celles de l'événement. Le document de décodage utilisé pour transformer les données brutes en données ingénieur renseigne environ 500 paramètres.

Les données du CVR relatives à l'événement n'ont pas été préservées car l'enregistreur a été utilisé à la suite de cet incident pendant une durée supérieure à sa capacité d'enregistrement.

1.11.2 Enregistreurs de bord AF7343

L'avion était équipé d'un FDR et d'un CVR conformément à la réglementation en vigueur.

Le FDR n'a pas été déposé par la compagnie à la suite de l'incident. En revanche, l'avion était aussi équipé d'un enregistreur de maintenance (DAR) dont le contenu de la mémoire a été lu par Air France. Les données du vol de l'événement ont ensuite été transmises au BEA. Le document de décodage utilisé pour transformer les données brutes en données ingénieur décrit environ trois cent soixante-dix paramètres.

Le CVR, de marque TEAM, p/n AP71232101, est un enregistreur à mémoire statique (SSCVR) d'une capacité d'enregistrement de deux heures. Ayant fait l'objet d'une action de préservation de la part de l'équipage, il a été réceptionné au BEA le 2 juillet 2010 pour y être lu. Cependant, le banc de lecture fourni par le constructeur n'a pas permis de récupérer l'ensemble des données. Il a donc été décidé de se rendre dans les locaux de TEAM le 9 juillet 2010 pour lire le CVR avec leur propre banc de lecture. L'ensemble des données, comprenant celles de l'événement, a pu être récupéré. Un dysfonctionnement interne du banc de lecture fourni au BEA a été mis en évidence.

TEAM a mis en place un plan d'actions correctives afin de remédier au problème identifié. A la date de rédaction de ce rapport, le plan d'actions est en cours d'application.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Actions inverses au RA TCAS

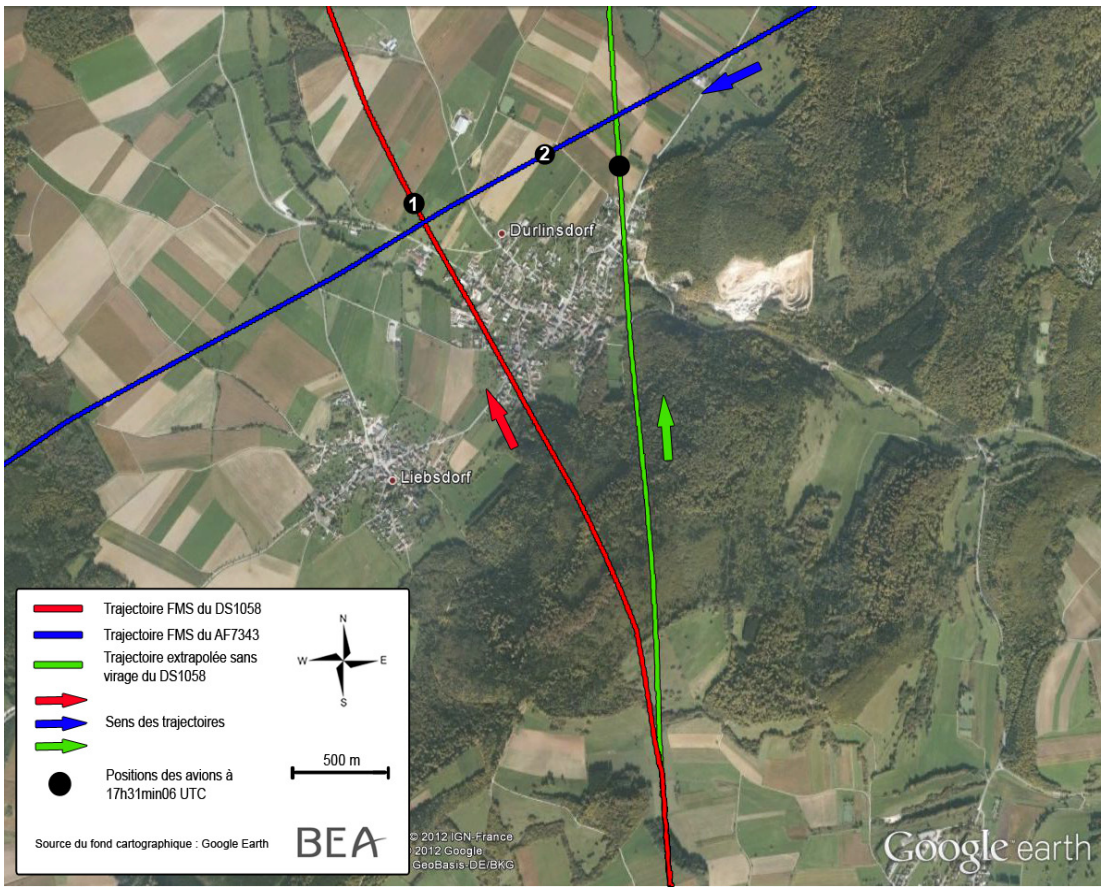
En 2003, une enquête du BEA sur un incident grave[10] avait conclu à une réaction inverse du pilote en réponse au RA « *adjust vertical speed* ». Cette erreur était due à la difficulté qu'avait rencontrée l'équipage pour interpréter l'alerte, ce qui avait conduit notamment à une réaction instinctive de la part du pilote en fonction. L'ergonomie des alarmes TCAS, combinée au stress de l'équipage, avait été jugée comme un facteur contributif. Depuis de nombreuses modifications ont été apportées sur les standards ACAS ainsi que sur le dispositif installé sur les avions Airbus. En outre, les corrections inverses ont fait l'objet d'une attention particulière de la part de certains exploitants.

[10] 23 mars 2003 : rapprochement entre deux avions Airbus immatriculés F-GPMF et F-GHQA.

Le BEA a cherché à identifier les différents types de RA conduisant à des actions erronées de l'équipage, en particulier « *monitor vertical speed* ». Les exploitants EasyJet Switzerland et Air France ont été sollicités pour une exploitation du résultat de leur analyse systématique des données de vols. Dans les deux cas, les algorithmes utilisés n'ont pas permis la détection de corrections inverses pour ce type de RA.

1.16.2 Virage lors du suivi du RA

L'analyse des trajectoires montre que le virage entrepris par le pilote du DS1058 a fait passer son avion devant AF7343 et non derrière comme cela aurait été le cas s'il avait conservé une trajectoire rectiligne.



Ce schéma représente la position des avions deux secondes avant la séparation oblique minimale. Au moment de la séparation, soit deux secondes plus tard, la distance entre les points 1 et 2 est inférieure. En virant à gauche, le DS1058 n'a donc pas augmenté la séparation avec l'AF7343.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Procédures TCAS

La procédure TCAS Airbus pour les avions des familles A320 et 330/A340 ne prévoit pas d'actions particulières au moment de l'apparition du TA hormis l'acquisition visuelle du trafic concerné. La déconnection du PA et des DV[(11)] intervient au déclenchement du RA. EasyJet Switzerland a intégré dans sa documentation la procédure TCAS Airbus sans la modifier.

TCAS WARNINGS

■ **Traffic advisory : "TRAFFIC" messages**

Do not maneuver based on a TA alone.
Attempt to see the reported traffic.

■ **Resolution advisory : All "CLIMB" and "DESCEND" or "MAINTAIN VERTICAL SPEED MAINTAIN" or "ADJUST VERTICAL SPEED ADJUST" or "MONITOR VERTICAL SPEED" type messages**

– AP (if engaged) ..... OFF
– BOTH FDs ..... OFF
– Respond promptly and smoothly to an RA by adjusting or maintaining the vertical speed, as required, to reach the green area and/or avoid the red area of the vertical speed scale.

Extrait procédure TCAS

En 2003 et en 2004, Air France a amendé la procédure TCAS pour ses avions Airbus A320 puis A330/A340. La nouvelle procédure prévoit le désengagement des DV dès la survenue du TA. Aucun document formel interne à la compagnie n'a pu être fourni au BEA concernant les raisons de cette modification ou la réalisation d'une étude préalable. En 2010, le service en charge de la sécurité des vols chez Air France a réalisé une analyse de la procédure prenant en compte l'expérience en exploitation. L'analyse conclut à la nécessité de corriger cette divergence.

(11) La déconnection des DV après celle du PA permet le maintien de l'ATHR en mode SPEED.

Plusieurs arguments sont avancés, notamment :

- la procédure modifiée n'apporte aucun avantage déterminant ;
- les RA peuvent ne pas être précédés de TA. Dans ce cas la procédure peut contribuer à l'oubli du désengagement des DV.
- le désengagement anticipé des DV sans engagement du PA est identifié par la compagnie comme un facteur contribuant à des écarts de trajectoire. Ceux-ci favorisent souvent le déclenchement de RA de type « *adjust vertical speed* » ou « *monitor vertical speed* », pour lesquels la réaction de l'équipage est jugée moins fiable.

Par ailleurs, cette procédure va à l'encontre du principe de fonctionnement du nouveau dispositif développé par Airbus, le mode AP/FD TCAS, déjà installé sur A380.

Enfin, afin d'éviter l'émission de RA inutiles en présence d'un trafic potentiellement conflictuel :

- Airbus recommande de limiter à 1 500 ft/min la vitesse verticale de l'avion lorsque ce dernier se trouve à moins de 2 000 ft de l'altitude à atteindre ;
- Air France précise, dans son manuel d'exploitation, qu'il faut limiter le taux de montée ou de descente à 1 000 ft/min à l'approche du niveau autorisé.

1.17.2 Formation et entraînement au TCAS chez EasyJet Switzerland

Lors de la formation initiale, le TCAS est abordé de manière théorique dans les cours au sol et les formations assistées par ordinateur. Sur le plan pratique, trois exercices sont effectués en simulateur de vol.

Dans le cadre de la formation continue et du contrôle des compétences, des exercices TCAS sont programmés deux années sur trois (2007, 2008 et 2010). Les critères de réussite concernent les compétences « techniques » (suivi des SOP, phraséologie, précision et douceur des manœuvres, utilisation adéquate des automatismes) et « non techniques » (conscience préalable du trafic conflictuel, pertinence des actions immédiates, surveillance des actions par le PNF, conscience de la position relative de l'autre aéronef durant la manœuvre).

Entre 2007 et 2011, EasyJet Switzerland a recensé vingt-et-un cas de répétition de l'exercice TCAS en simulateur, ce qui représente moins de 2,2 % de l'ensemble des exercices TCAS réalisés. Neuf d'entre eux n'ont pas été détaillés par les instructeurs-examinateurs dans leur compte rendu. Neuf autres sont attribués à un défaut de suivi de la procédure. Parmi ceux-ci figurent une absence de désengagement du PA et des DV et une surveillance inadéquate des actions du PF de la part du PNF. Enfin, trois cas sont associés à la conduite de la trajectoire parmi lesquels une incursion dans la zone à éviter et une action longitudinale excessive.

EasyJet Switzerland a indiqué au BEA que le simulateur permet de s'entraîner aux procédures TCAS :

- dans un environnement IFR uniquement ;
- selon des scénarios très classiques et faciles à anticiper pour les équipages ;

- dans un environnement très différent des conditions mixtes rencontrées dans les cas réels, avec des successions inattendues de TA et RA très rapprochées, et surtout un contexte VMC qui modifie la perception de l'environnement TCAS.

Par ailleurs, EasyJet Switzerland a également indiqué au BEA avoir établi les processus SGS suivants :

- le suivi statistique des données TCAS ;
- le suivi individuel de performance des pilotes ;
- l'intégration de ces informations dans le *Safety Management System* de la compagnie ;
- l'utilisation d'une matrice de risque et de seuils (*Safety Index*) comme base de décision pour les actions préventives.

1.17.3 Mode AP/FD TCAS

Airbus a développé un nouveau dispositif nommé « mode AP/FD TCAS ». En complément de l'annonce sonore et de la plage d'évolution requise, toujours représentée sur le VSI, ce mode de guidage du PA permet :

- au PA, s'il est engagé au moment du déclenchement du RA, de guider l'avion dans la plage d'évolution requise ;
- aux DV d'indiquer[12] au pilote l'assiette permettant de rejoindre ou de rester dans la plage d'évolution requise.

[12]Dans le cas ou les DV sont désactivés, ils seront automatiquement réactivés au moment du déclenchement de l'avis de résolution.

Exemple de représentation d'un RA TCAS
« *adjust vertical speed* » sur un avion disposant du mode AP/FD TCAS

En cas de RA préventif, le mode TCAS est armé pour attirer l'attention de l'équipage. Les modes longitudinaux courants du PA et du DV sont maintenus s'ils garantissent le maintien de la vitesse verticale. Dans le cas contraire, les modes passent en V/S avec pour cible la vitesse verticale courante.

Le mode AP/FD TCAS est installé de série sur les Airbus A380 et proposé en retrofit sur les Airbus des familles A320 et A330/340 depuis 2011.

1.17.4 Contrôle aux procédures classiques et formation associée

En situation de contrôle aux procédures classiques, le croisement de deux aéronefs s'effectue en maintenant la séparation verticale réglementaire[13] tant qu'ils ne se sont pas considérés comme en éloignement de points situés en aval du croisement.

[13]Dans la TMA Bâle, la norme de séparation verticale est 1 000 ft.

Ce type de contrôle est au programme de la formation initiale dispensée à l'ENAC à l'occasion du premier module. Dans les organismes de contrôle tels que Bâle-Mulhouse, il fait l'objet d'un entraînement s'inscrivant dans le cadre de la « formation aux situations inhabituelles ». Des scénarios de simulation sont prévus à cet effet. Les contrôleurs peuvent demander à effectuer autant de sessions de simulation qu'ils le souhaitent. A la date de l'incident, le contrôleur-stagiaire et son instructeur avaient effectué des simulations de panne radar. Aucun d'eux n'avait réellement contrôlé aux procédures classiques avant le début de leur cycle de vacations au cours duquel l'incident est survenu.

Les particularités du contrôle aux procédures à Bâle-Mulhouse figurent dans une consigne opérationnelle de 2006 et sont en partie reprises dans la consigne opérationnelle remise aux contrôleurs le jour de l'incident. Dans cette seconde consigne il est rappelé que les départs LUMEL standards ne sont pas séparés du secteur d'attente de BALIR. Les capacités et les cadences dans ces cas sont également mentionnées. Les conditions météorologiques particulières pouvant amener un écart par rapport aux trajectoires classiques ne sont pas prises en compte.

Rien ne restreint la possibilité d'effectuer de l'instruction en situation de contrôle aux procédures.

1.17.5 Transfert d'espace et études de sécurité associées

En 2004, la Direction des Opérations (DO) de la DSNA a initialisé un projet visant à transférer certaines parties de l'espace inférieur depuis le Centre en Route de la Navigation Aérienne Est (CRNA Est) vers les organismes du SNA Nord-Est de Bâle-Mulhouse, Strasbourg et Metz-Nancy-Lorraine. L'objectif était d'une part d'augmenter les capacités du CRNA Est en espace supérieur, et d'autre part d'étendre et joindre les secteurs d'information de vol (SIV) afin d'améliorer la compatibilité VFR/IFR.

Le transfert de cet espace vers Bâle-Mulhouse était prévu pour le 22 octobre 2009. Considérant les délais de publication, la date limite d'acceptation du changement par la DSAC a été fixée au 24 septembre 2009.

En vue de ce changement, conformément au règlement européen n°2096/2005 et aux procédures internes à la DSNA, le SNA Nord-Est a conduit à partir d'avril 2008 une étude de sécurité. Celle-ci a fait l'objet de trente-quatre réunions et conférences téléphoniques référencées entre avril 2008 et août 2009. En outre, le dossier de sécurité fait référence à dix-huit autres études de sécurité relatives à des modifications connexes à l'évolution de l'espace aérien, conduites par différentes entités de la DSNA, destinées à compléter le dossier de sécurité.

La démarche a débuté par la définition du périmètre de l'étude volontairement restreint « aux nouveautés induites par la spécificité du travail du contrôleur en route ». Elle s'est poursuivie en octobre 2008 par la détermination des ER (événements redoutés) sur la base d'une réflexion associant des personnels de la Mission Sécurité, Qualité et Sûreté (MSQS) de la DSNA, du SNA Nord-Est et du CRNA Est.

Les quatre ER identifiés sont des situations opérationnelles indésirables associées à la perte de séparation et au rapprochement avec le relief.

L'organisme de Bâle-Mulhouse et le CRNA Est ont poursuivi la démarche avec l'élaboration d'arbres des causes. L'ensemble des causes recensées a été réparti en quatre familles : technique, humaine, procédures, pilote. Douze causes techniques ont été associées au radar ; aucune d'entre elles ne concernait la capacité en charge du matériel de visualisation de Bâle-Mulhouse dans la configuration à venir, intégrant le nouvel espace aérien. Sur la base des causes identifiées, il a été déterminé « des moyens en réduction de risque de prévention et de protection » de manière à diminuer la probabilité d'occurrence et la gravité potentielle des ER. Ces moyens ont constitué des exigences de sécurité pour lesquelles il a été demandé à différentes entités de fournir des preuves de leur maîtrise. La Direction de la Technique et de l'Innovation (DTI) a été chargée de fournir huit preuves couvrant six exigences de sécurité. Ces preuves ont fait l'objet du volet technique du dossier de sécurité rédigé par la DTI.

En juillet 2009, la DTI a estimé nécessaire de remplacer les unités centrales IRMA2K de Bâle-Mulhouse à la suite de problèmes de performance. Cette problématique a été considérée comme « non liée au dossier de sécurité ». Le remplacement a été envisagé le plus tôt possible pour que les contrôleurs puissent se familiariser avec les nouveaux systèmes avant le transfert de l'espace. L'installation a eu lieu le 4 août 2009. Le remplacement de ce matériel a fait l'objet d'une EPISTI[14] dont la première version a été finalisée postérieurement le 15 septembre 2009. L'EPISTIL a été référencée dans le volet technique mais n'a pas été inscrite dans la liste des preuves à fournir pour le dossier de sécurité. La version du 12 octobre 2009 a été remise au BEA. Elle ne tient pas compte de l'évolution de l'espace aérien concomitante au changement de matériel. Deux ER ont été déterminés. Une seule cause possible a été identifiée et associée à l'un d'entre eux. Il s'agit de la défaillance de l'unité centrale IRMA 2K. Sur cette base, l'évaluation du risque associée à ces deux ER par la DSNA ne rendait pas nécessaire la rédaction d'un dossier de sécurité pour le changement de matériel.

[14]Evaluation Préliminaire d'Impact sur la Sécurité Technique Informatique et Logiciel.

L'EPISTIL relative au changement des unités centrales IRMA aurait dû théoriquement être réalisée avant leur mise en service. Toutefois, une autre EPISTIL, relative à la modification de la mosaïque STR en vue du transfert d'espace vers Bâle et rédigée antérieurement le 29 mai 2009, identifiait comme cause d'un ER l'augmentation des flux de données radar entraînant un retard de traitement des informations. La DTI avait considéré que l'ER nécessitait comme réponse des mesures de charges RENAR et IRMA2000. Ces mesures ont été réalisées et jugées satisfaisantes.

Le seuil de charge excessive avait été évalué en usine et mentionné dans le volet technique du dossier de sécurité relatif au transfert d'espace. Bien que considéré comme peu représentatif de la réalité, il a été estimé acceptable au regard du nombre de pistes habituellement issues des sources DACOTA et STR. Celles-ci étaient considérées alors comme prédominantes en termes de capacité de charge.

La DSAC a émis un avis positif le 17 septembre 2009 concernant le « transfert de secteur du CRNA Est vers Bâle-Mulhouse ». En raison de la dissociation par la DSNA du problème relatif au changement des UC, ce changement n'est pas mentionné dans l'analyse et l'approbation de la DSAC.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignage du contrôleur-instructeur

Le contrôleur-instructeur explique que l'incident est survenu à la fin de sa deuxième vacation d'un cycle de trois jours travaillés après trois jours de repos. Il a rejoint le contrôleur-stagiaire qui était déjà sur la position d'approche. Il a branché son casque sur la platine adjacente pour ne pas gêner le contrôleur-stagiaire et bénéficier d'une meilleure communication avec le contrôleur-coordinateur. Le contexte était marqué, d'une part par l'indisponibilité de la visualisation radar depuis plusieurs jours, et d'autre part, par des conditions orageuses. Le début de la séance a été chargé en raison du trafic et des coordinations associées. L'instructeur a d'abord décidé d'éteindre l'écran pour éviter que le contrôleur-stagiaire ne soit tenté de le regarder pour fournir des instructions de trajectoires. Peu avant le décollage de l'AF7343 et l'arrivée du DS1058, il a décidé de le rallumer afin d'effectuer un petit débriefing avec le stagiaire.

Il se souvient avoir entendu la clairance initiale au FL110 communiquée par le stagiaire à l'AF7343, niveau cohérent avec la présence du DS1058 stable au FL120. Selon lui, le contrôleur-stagiaire a pris en compte le strip d'un second avion à l'arrivée, alors au FL120, et a ainsi demandé à l'équipage du DS1058 de descendre du FL120 au FL110. Il était alors en train de gérer le changement de trajectoire du DS1058 avec le contrôleur-coordinateur et n'a pas noté tout de suite cette autorisation. Lorsqu'il s'en est rendu compte, il a observé que cela était cohérent avec le FL100 entouré sur le strip de l'AF7343. Peu après, une discussion s'est engagée entre lui et le contrôleur-stagiaire au sujet des méthodes de séparation horizontale. Sur l'écran, il a alors vu l'AF7343 franchir le FL100 et a détecté le conflit avec le DS1058. Il a alerté le contrôleur-stagiaire qui a demandé à l'AF7343 de maintenir le FL100. L'alerte visuelle STCA est apparue approximativement au même moment.

1.18.2 Témoignage du contrôleur-stagiaire

Le contrôleur-stagiaire explique qu'il a travaillé les deux jours précédant le jour de l'incident ; la visualisation radar était déjà indisponible. Le jour de l'incident, il a passé une heure sur une position pour laquelle il était déjà qualifié. Il a ensuite rejoint la position d'approche pour le reste de sa vacation. Il avait effectué une pause d'une quinzaine de minutes environ une heure avant l'incident. Au moment de l'incident, l'écran radar était allumé.

Il a autorisé l'équipage de l'AF7343 à monter au FL110 en pensant dire FL100. Il n'a pas prêté attention au collationnement de l'équipage car il réfléchissait à la stratégie à adopter concernant un second avion à l'arrivée et en descente au FL120, qu'il venait de visualiser sur l'écran radar. Finalement, pour intégrer ce nouvel avion, il a décidé de demander à l'équipage du DS1058 de descendre au FL110.

Lors du conflit, il n'a pas communiqué d'information de trafic car il ne pouvait pas donner d'altitude relative compte tenu de l'absence de visualisation radar. Par ailleurs, il précise que l'alerte visuelle du STCA a été activée mais que cela était habituel dans le cas d'une stabilisation avec une séparation prévue de 1 000 ft.

Même si la journée n'était pas particulièrement chargée en ce qui concerne le trafic, l'absence de radar engendrait une mobilisation plus importante des ressources. Le contrôleur-stagiaire a déjà eu l'occasion de contrôler sans radar, au simulateur, ou de contrôler par conditions orageuses. En revanche, il n'a jamais vécu une situation réunissant les deux conditions. Il explique notamment que les scénarios de simulation dédiées aux pannes de visualisation radar ne prévoient jamais d'excursions hors des trajectoires classiques. Il indique que la séparation verticale se fait à 1 000 ft mais qu'il n'existe pas de procédures, à Bâle-Mulhouse, relatives à la séparation horizontale en situation de contrôle aux procédures. Pour lui, la méthode à employer est assez floue.

1.18.3 Témoignage de l'instructeur, PF en place droite au cours du vol DS1058

L'instructeur du vol DS1058 était PF en place droite lors du vol de l'incident, à l'occasion d'une Adaptation En Ligne (AEL) du stagiaire CdB. Il explique que lors de l'arrivée à Bâle-Mulhouse, ils ont demandé un cap d'évitement à droite pour éviter une cellule orageuse. Peu après, il a entendu l'équipage de l'AF7343 faire une demande d'évitement par la gauche. Il a également entendu l'instruction du contrôleur concernant la montée de cet avion mais ne se souvient plus du niveau de vol.

Cette configuration (arrivée du sud et départ du QFU 15) est habituelle à Bâle-Mulhouse et identifiée comme propice aux pertes de séparation. Ainsi, il n'a pas été surpris par l'apparition du TA. Il a d'abord observé l'AF7343 au TCAS. Notamment parce qu'il avait conscience que les services de la navigation aérienne ne disposaient pas de radar, il a considéré cette situation comme exceptionnellement inquiétante au regard des événements TCAS qu'il a pu connaître auparavant. Il a été surpris par l'apparition rapide du RA après le TA et par la nature même du premier RA. La séquence comprenant successivement le TA puis les différents RA s'est déroulée rapidement selon lui.

Compte tenu de la trajectoire supposée de l'AF7343 ainsi que des informations disponibles au TCAS quant à sa position relative, il s'attendait à un RA l'invitant à monter ou à ne pas descendre. Pour autant, il explique ne pas avoir agi intentionnellement à cabrer à l'apparition du premier RA : « *monitor vertical speed* » *(don't climb)*. Par la suite, au cours de la séquence des RA, il a essentiellement suivi les indications TCAS sur le VSI. Concernant les annonces sonores, il ne se souvient clairement que de l'annonce « *increase climb* ». L' inversion du mode TCAS puis l'augmentation de la vitesse verticale demandée sur le VSI l'ont confirmé dans son idée que la situation était critique.

La procédure TCAS de sa compagnie est celle du constructeur. Elle prévoit à l'apparition du RA la déconnexion du PA par le PF et celle des DV par le PNF sur demande du PF. En raison de la rapidité de la séquence et de son état de stress, il a désactivé le PA mais n'a pas désactivé ni demandé au PNF de désactiver les DV. Alors, étant conscient du maintien de l'engagement des DV et de la conséquence possible sur la gestion de la poussée sur l'ATHR, il a décidé de revenir à un « pilotage manuel » : il a désactivé l'ATHR puis manipulé les manettes de poussée au cours des différentes manœuvres de résolution. Lors de la qualification de type A320 chez le constructeur, certains équipages de la compagnie ont développé une pratique, se distinguant de la procédure du constructeur et de la compagnie par la déconnexion des DV dès l'apparition du TA, pour ne pas surcharger l'équipage à l'apparition du RA. Selon lui, les instructeurs ne se sont pas opposés à cette pratique.

Ayant conscience de la position du conflit sur sa droite, il a effectué volontairement un virage à gauche, dans le but d'augmenter la séparation. Il a observé l'AF734 lors de ce virage.

Il a craint un abordage lors de cet incident. Après l'atterrissage, il a demandé la relève de l'équipage en coordination avec un pilote de la compagnie ayant des fonctions de cadre de permanence à Bâle-Mulhouse. L'instructeur précise qu'il n'a pas pensé à préserver le CVR et que cette action ne lui a pas été suggérée par le cadre de permanence.

Sans pouvoir en mesurer précisément l'influence, il pense que plusieurs éléments ont pu contribuer à sa gestion de la trajectoire :

- l'apparition de l'annonce orale « *monitor vertical speed* » associée à une plage rouge sur le VSI alors que ce RA requiert de ne pas manœuvrer ;
- la difficulté pour apprécier l'amplitude des manœuvres à réaliser sur le VSI, compte tenu de l'échelle logarithmique ;
- son positionnement en place droite alors que les derniers exercices TCAS ont été faits en place gauche.

1.18.4 Témoignage du stagiaire CdB, PNF en place gauche au cours du vol DS1058

Le stagiaire CdB indique qu'au déclenchement du TA, il annonce au PF : « *you have control* ». Parmi les annonces sonores du TCAS, il se souvient avoir entendu le TA puis un avis « *à descendre* », suivi d'un avis « *à monter* ». Il ne se souvient pas que le PF lui ait demandé de déconnecter les DV. Il pense qu'à la survenue du premier RA (i.e. « *monitor vertical speed* »), le PF a agi à cabrer.

La séquence des RA s'est déroulée très rapidement selon lui. Les fortes accélérations verticales, notamment l'accélération négative, l'ont amené à perdre de vue les instruments. Il estime avoir subi la situation et a été surpris par différents éléments tels que l'inversion du RA ou encore le virage à gauche entrepris par le PF. A posteriori, il se demande s'il n'aurait pas dû intervenir, notamment pour modérer l'amplitude des manœuvres.

1.18.5 Témoignage de l'équipage du vol AF7343

L'équipage du vol AF7343 estime que la séquence des RA et TA a été extrêmement dense et rapide. Les RA ont essentiellement été suivis par le PF sur la base des indications visuelles du VSI.

2 - ANALYSE

2.1 Gestion de la séquence par les contrôleurs

Le contrôleur-stagiaire et le contrôleur-instructeur n'avaient jamais contrôlé aux procédures classiques à Bâle-Mulhouse avant le début du cycle de vacations. A l'issue de l'incident, le contrôleur-stagiaire a fait part de son incertitude quant à la manière d'opérer dans ces conditions. Ce contexte particulier ainsi que la présence de cellules orageuses ont pu mobiliser fortement les ressources de ces agents pendant la séance d'instruction.

Le stagiaire a pris en compte l'arrivée d'un nouvel avion sur la base de la visualisation radar qui avait été rallumée par l'instructeur. Dans cette perspective, il a pu envisager de faire descendre le DS1058 vers le FL110. Alors qu'il n'avait pas encore fourni cette instruction, il a commis un lapsus en autorisant l'équipage de l'AF7343 à monter à ce niveau en pensant indiquer le FL100. Il n'a pas pris en compte le collationnement. Finalement, près d'une minute plus tard, il a demandé au DS1058 de descendre au FL110.

Dans ces conditions particulières, le contrôleur-instructeur s'est positionné entre le stagiaire et le contrôleur-coordinateur de manière à faciliter les échanges entre les deux postes. En effectuant cette communication, il n'a plus assuré une supervision complète du contrôleur-stagiaire. Il n'a pas entendu l'autorisation de descente vers le FL110 donnée par le stagiaire au DS1058. Il n'a pas pu vérifier de façon continue la cohérence de ses actions.

Les contrôleurs, bien qu'en situation de contrôle aux procédures et dans le cadre d'une instruction, se sont appuyés sur la visualisation radar incertaine qu'ils avaient activée. Il faut souligner que les contrôleurs ne pouvaient être certains que l'image présentée était fiable. Les commissions de sécurité locale et nationale de la DSNA ont évoqué sans conclusion les avantages (filets de sauvegarde, visualisation des cartes, visualisation des positions avion) et inconvénients (image non fiable, « pseudo » contrôle aux procédures, filets de sauvegarde non sûrs) que présente cette pratique. De manière générale, à l'issue de cet incident, la DSNA a estimé nécessaire d'engager, au niveau national, une réflexion sur la formation relative au contrôle aux procédures et aux consignes associées.

L'utilisation simultanée du contrôle aux procédures et d'une image radar incertaine a augmenté la charge de travail des contrôleurs et a pu contribuer à générer de la confusion sur la position des aéronefs.

2.2 Etude de sécurité préalable à un changement

Les dysfonctionnements du système de visualisation radar de Bâle-Mulhouse apparus le 22 mai et le 26 juin 2010 étaient graves : le ralentissement de l'image radar sur plusieurs positions pouvait notamment ne pas être détecté par les contrôleurs. Dans le cadre de l'incident, l'indisponibilité de la visualisation radar a pu contribuer à la gestion imprécise de la séquence au niveau du contrôle aérien. Le fait que l'équipage du vol DS1058 avait connaissance de cette indisponibilité a pu jouer un rôle stressant lorsque le RA s'est déclenché.

Ces dysfonctionnements résultent de l'inadéquation du système de visualisation radar aux caractéristiques du trafic. Ce dernier avait augmenté à la suite du transfert d'une partie de l'espace aérien depuis le CRNA Est vers l'organisme de Bâle-Mulhouse quelques mois auparavant.

Dans la perspective de ce changement, une étude de sécurité d'ampleur a été conduite par la DSNA. Elle a débuté plusieurs mois avant la date fixée pour le transfert et les preuves exigées dans le cadre de cette étude ont constitué des éléments de décision pour la poursuite du projet. Toutefois, dès le début, le périmètre de l'étude et les événements redoutés ont été maintenus au niveau opérationnel par des entités essentiellement opérationnelles du CRNA Est et de l'organisme de Bâle-Mulhouse. La DTI a été intégrée à l'étude pour confirmer sa maîtrise des « moyens en réduction des risques » déterminés par ces entités opérationnelles. Ces dernières ont également déterminé les « causes techniques ». A ce stade, il n'a pas été entrepris, dans le cadre de l'étude de sécurité, de démarche amenant la DTI à rechercher d'éventuelles causes techniques supplémentaires susceptibles d'induire de nouvelles conséquences opérationnelles.

Indépendamment de cette étude, la DTI a identifié tardivement la nécessité de remplacer les unités centrales du système de visualisation. Le remplacement a ainsi dû être rapidement organisé afin de respecter le calendrier de transfert d'espace. L'étude de sécurité afférente a donc été conduite parallèlement à l'installation elle-même et n'a pas été intégrée à l'étude de sécurité globale. Ce contexte d'urgence a conduit à l'absence de prise en compte des limites en termes de représentativité attribuées aux tests sur le matériel effectués en usine, et au manque de coordination avec les organismes opérationnels pour connaître les modalités réelles de mise en œuvre du matériel. De fait, l'identification des événements redoutés a été incomplète, en particulier ceux potentiellement liés au ralentissement de l'image radar sur plusieurs postes.

Par ailleurs, la pression temporelle a également conduit à des écarts réglementaires notamment dans la réalisation d'études de sécurité postérieure à l'installation de nouveaux matériels.

L'autorité de tutelle n'a pas mentionné dans son analyse les changements d'unités centrales. Il n'a pas été possible de déterminer si la DSNA avait informé la DSAC de ce changement avant qu'il ne soit effectif. Le traitement du dossier à un échelon central par la DSAC a pu compliquer le règlement d'un problème essentiellement local.

2.3 Vitesse verticale à l'approche du niveau de stabilisation

L'équipage du vol AF7343 était autorisé à monter vers le niveau 110. En passant le niveau 100, sa vitesse verticale était supérieure à 3 000 ft/min alors que le DS1058 représentait un trafic potentiellement conflictuel. Bien qu'aucun TA ni RA ne se soit encore déclenché, cette vitesse verticale était excessive au regard des procédures d'Air France et des recommandations d'Airbus qui demandent, en cas de trafic potentiellement conflictuel, de la limiter à l'approche du niveau autorisé. Elle a donc pu avoir une influence sur l'apparition du TA d'une part, et sur l'intervalle entre le TA et le RA d'autre part. Toutefois, elle n'est pas à l'origine de l'inversion de RA.

Airbus étudie une nouvelle loi de capture d'altitude en cas de trafic conflictuel (apparition d'un TA) qui permettrait de lisser la trajectoire à l'approche du niveau assigné, de diminuer ainsi la vitesse verticale et de limiter le risque d'apparition de RA intempestifs. Cette limitation automatique est une amélioration pour la sécurité dont le principe pourrait être étudié par les autorités de certification afin de l'étendre à l'ensemble des aéronefs de transport public modernes.

2.4 Gestion de la séquence par l'équipage du vol DS1058

L'équipage du vol DS1058 est basé à Bâle-Mulhouse. L'instructeur PF connaît la configuration relative aux départs LUMEL et aux arrivées BALIR ALTIK simultanés et la considère comme propice aux pertes de séparations. Le jour de l'incident, l'indisponibilité de l'image radar pour les contrôleurs ainsi que la présence de cellules orageuses et la probable nécessité de dévier des trajectoires classiques, étaient connues du PF. Dans ce contexte, la trajectoire de l'AF7343 l'a alerté. L'attention dès lors particulière qu'il a portée sur ce conflit potentiel a été justifiée à l'apparition du TA. Plusieurs éléments ont pu accroître son niveau de stress :

- ❒ l'enchaînement rapide entre le TA et le premier RA ;
- ❒ l'apparition du RA initial qui ne correspondait pas à la résolution du conflit qu'il avait anticipé ;
- ❒ l'inversion des modes TCAS suivie du RA « *increase climb* » confirmant l'aggravation de la situation au cours du temps.

Note : lorsque les TA sont apparus, l'AF7343 était en virage d'évitement de cellule orageuse. L'évolution de la situation consécutive à la poursuite de ce virage, ainsi que le taux de montée supérieur à 3 000 ft/min ont pu accélérer le déclenchement des premiers RA. Par ailleurs, l'interprétation par le PF du DS1058 du croisement dans le plan vertical ne prend pas en compte l'ensemble des caractéristiques dans les trois dimensions car il s'est basé sur la visualisation en deux dimensions des deux aéronefs sur le ND. Il n'avait pas l'information du croisement vertical qu'avait l'équipage de l'AF7343 à travers le RA « maintain vertical speed, crossing maintain ». Enfin, concernant l'inversion des avis du TCAS, celle-ci peut survenir à la suite d'actions jugées minimes. Au moment du déclenchement des premiers RA, l'AF7343 diminuait sa vitesse verticale conformément à l'instruction du contrôleur (maintien du FL100) alors que, du côté du DS1058, l'action à cabrer du PF la faisait augmenter. Ces deux tendances étaient contraires à la logique de résolution initiale du système TCAS. Bien qu'elles furent brèves, elles ont pu contribuer à atteindre les seuils à partir desquels une inversion devenait nécessaire.

Plusieurs actions du PF semblent indiquer une dégradation de son niveau de performance due à un stress croissant et à la pression liée aux actions immédiates à exécuter :

- ❒ la non-application de la procédure TCAS prévue ;
- ❒ le positionnement du mini-manche à cabrer pendant deux secondes lors de la déconnexion du PA ;
- ❒ le retour à un « pilotage manuel » de la poussée peut témoigner autant de son besoin profond de maîtrise de la situation que de ses préoccupations relatives aux DV ;
- ❒ l'action importante à piquer puis à cabrer et le virage par la gauche à l'opposé de la position du trafic conflictuel.

Concernant le virage à gauche au cours de la manœuvre de résolution, le PF explique que son intention était d'augmenter les marges de séparation. Il n'a pas réalisé qu'un virage dans le même sens n'aidait pas à résoudre le conflit et que, moins prononcé, il aurait même pu aggraver la situation. Cette manœuvre du PF a reposé sur des signaux parcellaires à partir desquels il s'est représenté la situation. D'ailleurs, la position relative du trafic conflictuel telle que présentée par le TCAS ne peut constituer à elle seule une information suffisante pour manœuvrer dans le plan horizontal ; le TCAS n'est pas conçu dans ce but. De manière générale il faut suivre la trajectoire prévue dans le plan horizontal lors de la survenue d'un RA. L'enquête[15] sur l'incident survenu le 1er août 2011 aux aéronefs immatriculés F-GPYO et LX-FUN décrit une séquence au cours de laquelle le virage entrepris sur la base des informations du TCAS a diminué la séparation dans le plan horizontal.

[15] http://www.bea.aero/docspa/2011/f-yo110801/pdf/f-yo110801.pdf.

Le PNF n'a pas été inclus dans la manœuvre du fait de l'arrêt immédiat du travail en équipage. La rapidité et l'intensité des actions ne lui a pas permis de réintégrer lui-même le processus, notamment pour surveiller les actions du PF.

Le PF du vol DS1058 a reçu la formation requise pour l'exercice de ses fonctions de commandant de bord et d'instructeur. Il est expérimenté et compétent au regard des contrôles qu'il a effectués. L'incident montre que ces critères ne garantissent pas un niveau de performance constamment élevé, notamment lorsque le pilote est sujet au stress. Dans ce cas, l'enquête n'a pas permis de cerner l'ensemble des raisons profondes et circonstanciées du stress dont il a été l'objet. Par ailleurs, il est probable que la formation TCAS au simulateur ne reflète pas les situations opérationnelles réalistes telles que celles rencontrées lors de cet événement.

L'analyse des données de vol repose sur l'utilisation de requêtes peu propices à la détection de nouveaux facteurs de risques ou à leur analyse approfondie. L'analyse de ces informations reste un enjeu pour l'amélioration continue des systèmes ainsi que des procédures opérationnelles et organisationnelles. La détection et l'analyse de sources d'informations diverses dont les signaux peuvent parfois être faibles est donc un axe d'amélioration possible dans le fonctionnement global du SGS.

2.5 Equipement et procédures TCAS

Compte tenu du risque de collision en vol, le contexte de survenue d'un RA TCAS est propice au stress des équipages. Les procédures TCAS prévoient indistinctement pour les RA préventifs et correctifs la déconnexion du PA afin de surveiller la trajectoire ou manœuvrer dans le plan vertical. Le brusque changement du pilotage automatique au pilotage manuel a généré un stress qui a provoqué un sur-contrôle aux commandes.

L'automatisation de la résolution TCAS, lorsque le PA est connecté, pourrait atténuer l'exposition au risque de réaction inappropriée (sens et force notamment). Ce type de système est proposé par un constructeur, installé de série sur un type d'avion, et proposé en rétrofit sur d'autres types. Les situations où l'apport pour la sécurité pourrait être maximal, i.e. lorsque les deux avions en conflit sont équipés, sont par conséquent rares.

De plus, le RA « *monitor vertical speed* », de type préventif, ne requiert pas d'action longitudinale et aucune plage d'évolution cible n'est d'ailleurs affichée à cet effet. Son apparition dans le cockpit du vol DS1058 a néanmoins déclenché deux actions opposées du PF. La première, immédiate, brève et concomitante à la déconnexion du PA, a été à cabrer. Elle a amené la vitesse verticale dans la zone d'exclusion. Sans qu'il soit possible de déterminer précisément si cette anomalie à été détectée par le PF, sa seconde action à été menée franchement à piquer. L'initialisation des deux actions évoquées au cours de l'incident ne semble pas découler d'une interprétation et donc d'une confusion qui serait spécifique au mode de représentation de l'information du RA « *monitor vertical speed* ». Le PF dans son témoignage confirme d'ailleurs que l'apparition d'un RA, quel qu'il soit, peut susciter chez lui un besoin de réaction du fait du risque implicite de collision et de l'inquiétude générée par les alarmes sonores et visuelles.

3 - CONCLUSION

La perte de séparation qui caractérise cet incident grave est due au lapsus du contrôleur-stagiaire qui a autorisé l'AF7343 à monter au FL110, niveau de vol auquel il prévoyait d'autoriser l'équipage du DS1058 à descendre et auquel il l'a effectivement autorisé peu après, et de sa non-détection par le contrôleur-instructeur.

Ont pu contribuer à ce lapsus et à sa non-détection :

- ❒ l'étude et la mise en place précipitées d'unités centrales qui étaient en panne au moment de l'incident grave ;
- ❒ le contexte inhabituel pour chacun des deux contrôleurs, combinant contrôle aux procédures classiques, utilisation d'un radar déclaré inopérant et demandes d'évitement pour raisons météorologiques ;
- ❒ le rôle d'interlocuteur exercé par le contrôleur-instructeur entre le contrôleur-stagiaire et le contrôleur-coordinateur, peu propice à la supervision du contrôleur-stagiaire.

Il est possible que la vitesse verticale de l'AF7343 ait joué un rôle dans la séquence d'apparition du TA puis du RA.

L'aggravation de la perte de séparation, matérialisée par l'inversion des RA TCAS, est consécutive à la conjonction :

- ❒ de la tendance à la diminution du taux de montée de l'AF7343 à la suite de l'instruction du contrôleur-stagiaire demandant à l'équipage de maintenir le FL100, instruction antérieure au déclenchement du RA TCAS « *maintain vertical speed, crossing maintain* » invitant l'équipage à maintenir un taux de montée constant ;
- ❒ d'une brève action à cabrer de la part du PF du vol DS1058 lors de la déconnexion du PA à la survenue du RA TCAS « *monitor vertical speed* » invitant l'équipage à ne pas monter.

La blessure légère d'un PNC du vol DS1058 est consécutive aux manœuvres franches du PF, alors soumis à un niveau de stress croissant, en réponse aux RA TCAS successifs.

Les dysfonctionnements du système de visualisation radar résultent de l'inadéquation entre l'équipement tel qu'il a été configuré et le trafic susceptible d'être pris en compte. Au cours d'études de sécurité menées à l'occasion de changements antérieurs à l'incident, la coordination inadaptée entre les services puis les contraintes temporelles n'ont pas favorisé la détection de cette anomalie.

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 Automatisation des résolutions ACAS

L'enquête a montré que malgré les évolutions des normes ACAS, des spécifications et des systèmes TCAS sur la base de l'expérience en exploitation, certaines manœuvres associées à l'apparition d'un avis de résolution restent hasardeuses. Ces manœuvres peuvent conduire à des blessures parmi les occupants lorsqu'elles sont brusques et, dans certains cas, aller jusqu'à compromettre la fiabilité de cette protection ultime face au risque de collision en vol.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'OACI étudie l'inscription en tant que norme ACAS de l'automatisation de la résolution lorsque le pilote automatique est engagé. Une telle étude devrait notamment considérer les effets directs et indirects de l'automatisation sur la capacité des membres d'équipage à rester conscients de la situation et à manœuvrer manuellement lorsque cela est nécessaire. [Recommandation FRAN-2013-058]**

4.2 Avis de résolution préventifs

Le déclenchement d'un avis de résolution préventif, bien qu'il ne requière aucune manœuvre immédiate, incite un pilote à réagir, et ce de manière instinctive.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'OACI étudie l'impact sur la sécurité du classement de tous les avis de résolution (RA) de type préventif en avis de trafic (TA) uniquement. [Recommandation FRAN-2013-059]**

4.3 Utilisation de l'image radar lors du contrôle aux procédures

L'image radar du service de navigation aérienne de Bâle-Mulhouse était déclarée en panne mais elle présentait des informations qui ont été utilisées par le contrôleur-instructeur pour vérifier les actions du contrôleur en formation. Alors que le contrôle aux procédures était en vigueur, les contrôleurs se sont appuyés sur des informations déclarées non fiables mais cohérentes avec le trafic en cours. Il n'existe pas de consignes de la DSNA sur l'utilisation d'une image radar déclarée en panne.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que la DSNA définisse une consigne claire sur l'utilisation de l'imagerie radar lorsque cette dernière est incertaine et que le contrôle aux procédures est en vigueur. [Recommandation FRAN-2013-060]**

4.4 Lissage de la trajectoire verticale à l'approche d'un niveau

L'AF7343 avait un taux de montée de plus de 3 000 ft/min alors qu'il se trouvait à moins de 1 000 ft du niveau autorisé en présence d'un trafic convergent et conflictuel. Ce taux a pu contribuer à raccourcir le délai de déclenchement entre l'alerte TA et l'alerte RA. Airbus est sur le point de mettre en place un système automatique permettant de diminuer progressivement la vitesse verticale à l'approche de l'altitude ou du niveau de vol recherché et sélectionné.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'AESA étudie la mise en place d'une norme visant à lisser la trajectoire verticale des avions à l'approche d'un niveau sélectionné par l'équipage. [Recommandation FRAN-2013-061]**

Annexe

LE BEA a pris en compte les commentaires de son homologue suisse le SUST, qui a été associé à l'enquête de sécurité en tant que représentant de l'Etat de l'exploitant.

Seul le paragraphe suivant n'a pas été pris en compte dans son intégralité. C'est pourquoi il est annexé au présent rapport.

« Dans ce contexte et sans vouloir rentrer dans des détails qui sortiraient du cadre de cette consultation, nous nous permettons de vous faire part des remarques générales suivantes.

Le poids donné aux problèmes liés à la visualisation radar et aux réactions inappropriées aux alarmes TCAS nous semble élevé par rapport à celui apporté au problème de la défaillance de la chaîne de sécurité du contrôle aérien. En premier lieu, le problème radar était déjà connu et déclaré depuis quelques jours ; il conditionnait les méthodes de travail à appliquer, à savoir celles du contrôle aux procédures. Ensuite, les réactions excessives aux alarmes TCAS ne sont pas la cause mais bien la conséquence de ce qui est qualifié dans le projet de rapport de lapsus du contrôleur stagiaire.

Dans la configuration particulière de contrôle au moment de l'incident, la sécurité est garantie d'abord par les règles de séparations systématiques du contrôle aux procédures. Peu d'information sont données dans le projet de rapport à ce sujet et l'utilisation de la visualisation radar incertaine pourrait dès lors être interprétée comme partie intégrante de ce type de contrôle; rappelons qu'elle est en fait à l'origine du lapsus du contrôleur stagiaire. Ensuite, le contrôleur instructeur a une fonction de sécurité dans la paire qu'il forme avec ce dernier. Des informations relatives aux règles et us de cette responsabilité ainsi que l'analyse de leur application pourraient mieux mettre en valeur la complexité et les exigences de cette fonction et expliquer la faille qui s'est produit dans sa sécurité.

En conclusion, des règles de contrôle aux procédures apparemment mal définies ou suivies de manière inappropriées, le recours à la visualisation radar dans ce contexte de contrôle classique et un manque de rigueur dans la supervision d'un contrôleur stagiaire constituent à notre avis la cause première de l'incident. Dans ces conditions, lelapsus commis par le contrôleur stagiaire n'a pas pu être détecté. Le problème technique du radar et les réactions inappropriées aux alarmes TCAS, tous deux commentés avec détails dans le projet de rapport, voilent à notre avis, la cause principale de l'incident.

Dès lors, les recommandations de sécurité proposées ne nous paraissent pas être justifiées au sens de leur définition dans l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale (Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation): d'abord, l'automatisation de la résolution prévient certainement les manœuvres d'évitement hasardeuses mais n'aurait eu aucun effet sur la cause première de l'incident. Ensuite, le maintien à l'état d'avis de circulation des avis de résolution préventif ne ferait que de déplacer, sans le résoudre, le problème des réactions inappropriées aux avis RA. Techniquement, d'autre part, un avis de résolution, même préventif, est de nature différente qu'un avis de circulation puisqu'il entre dans une plage de tau plus petite et qu'il indique une bande de vitesses verticales à éviter. »

BEA

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

200 rue de Paris
Zone Sud - Bâtiment 153
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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE