



Rapport final no. 2145 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

concernant l'incident grave (AIRPROX)

entre l'avion Boeing 737-300, indicatif
d'appel DLH 03K

et l'avion Airbus A319-111, indicatif
d'appel EZY 529Y

survenu le 8 juillet 2010

près de VANAS à 50NM au SSE de
Genève

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service d'enquête sur les accidents (SESA) sur les circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'art. 3.1 de la 10^{ème} édition de l'annexe 13, applicable dès le 18 novembre 2010, de la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur la navigation aérienne, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue française.

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC). Au moment de l'incident grave, l'heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et UTC est: $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$.

Table des matières

Résumé	5
Enquête	6
Synopsis	6
Causes	6
Renseignements de base	7
1.1 Déroulement de l'incident grave	7
1.1.1 Généralités	7
1.1.2 Déroulement de l'incident grave	7
1.1.3 Lieu de l'incident grave	11
1.2 Renseignements sur le personnel	11
1.2.1 Equipage de l'avion DLH 03K	11
1.2.1.1 Commandant	11
1.2.1.1.1 Formation	11
1.2.1.1.2 Expérience de vol	12
1.2.1.2 Copilote	12
1.2.1.2.1 Formation	12
1.2.1.2.2 Expérience de vol	13
1.2.2 Equipage de l'avion EZY 529Y	13
1.2.2.1 Commandant	13
1.2.2.1.1 Formation	13
1.2.2.1.2 Expérience de vol	13
1.2.2.2 Copilote	13
1.2.2.2.1 Formation	13
1.2.2.2.2 Expérience de vol	14
1.2.3 Contrôleurs de la circulation aérienne	14
1.2.3.1 Contrôleur de la circulation aérienne 1	14
1.2.3.2 Contrôleur de la navigation aérienne 2	14
1.3 Renseignements sur les aéronefs	15
1.3.1 DLH 03K	15
1.3.2 EZY 529Y	15
1.4 Renseignements météorologiques	16
1.4.1 Généralités	16
1.4.2 Situation météorologique générale	16
1.5 Enregistreurs de bord	17
1.5.1 Enregistreurs de paramètres de vol (<i>Flight Data Recorder</i> – FDR)	17
1.5.2 Transmission descendante des paramètres de vol	17
1.5.3 Transmission descendante d'avis de résolution TCAS	17
1.6 Procédures ATC	18
1.7 Renseignements supplémentaires	18
1.7.1 Dépôts	18
1.7.1.1 Vol DLH 03K	18
1.7.1.2 Vol EZY 529Y	18
1.7.1.3 Les contrôleurs du secteur L14	18
1.8 Techniques d'investigation utiles ou efficaces	18
1.9 Aspects techniques	21
1.9.1 Transpondeur Mode S <i>Enhanced surveillance</i> – EHS (Mode S enrichi)	21
2 Analyse	22
2.1 Aspects relatifs au contrôle aérien	22
2.2 Aspects relatifs à la conduite des vols	22

2.2.1	Réactions des équipages de conduite face aux alarmes TCAS	22
2.2.2	L'équipage de conduite du vol EZY 529Y	23
2.3	Aspects techniques	23
2.3.1	Systèmes anticollision embarqués	23
2.3.2	Mode S EHS	24
3	Conclusions	25
3.1	Faits établis	25
3.1.1	Cadre général	25
3.1.2	Aspects techniques	25
3.1.3	Equipages	25
3.1.4	Collaborateurs du contrôle aérien	25
3.1.5	Déroulement de l'incident grave	25
3.2	Causes	26

Rapport final

Résumé

DLH 03K

Propriétaire	Deutsche Lufthansa
Exploitant	Deutsche Lufthansa
Constructeur	Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington, USA
Type d'aéronef	Boeing 737-300
Pays d'immatriculation	Allemagne
Immatriculation	D-ABXS
Numéro du vol	LH 4135
Règles de vol	IFR
Type d'exploitation	Vol de ligne
Point de départ	LFMN, Nice
Point de destination	EDDF, Francfort

EZY 529Y

Propriétaire	Easyjet Airline Company Limited
Exploitant	Easyjet Airline Company Limited
Constructeur	Airbus S.A.S, Toulouse, France
Type d'aéronef	A319-111
Pays d'immatriculation	Royaume-Uni
Immatriculation	G-EZLY
Numéro du vol	EZY 5293
Règles de vol	IFR
Type d'exploitation	Vol de ligne
Point de départ	EGKK, London Gatwick
Point de destination	LIMC, Milano Malpensa
Lieu	Près du point de cheminement VANAS, à 50NM au SSE de Genève
Date et heure	08 juillet 2010, 13:41 UTC
Service ATS	GVA ACC
Espace aérien	Classe A
Minima de séparation applicables	5 NM ou 1000 ft
Distances horizontale et verticale minimales	2.2 NM et 125 ft

Enquête

L'incident grave s'est produit le 08 juillet 2010 à 13:41 UTC. Il a été annoncé le 9 juillet 2010 à 14:53 UTC. Après avoir réuni les informations pertinentes relatives au cas, le Bureau fédéral d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA) a ouvert une enquête le 26 juillet 2010 à 15:09 UTC.

L'incident grave a eu lieu dans l'espace aérien français. La France a délégué l'enquête à la Suisse. Le BEAA l'a notifié aux autorités du Royaume-Uni, de l'Allemagne et de la France.

Le rapport d'enquête est publié par le Service d'enquête suisse sur les accidents SESA.

Synopsis

L'incident a eu lieu à proximité du point de cheminement VANAS au niveau de vol FL 320. Il a été provoqué par le rapprochement dangereux entre un avion qui est descendu plus bas que son niveau de vol autorisé, au même niveau qu'un appareil qui croisait sur une route perpendiculaire à la sienne.

Causes

L'incident grave est dû au rapprochement dangereux entre un avion qui est descendu plus bas que son niveau de vol autorisé, au même niveau de vol occupé par un avion croisant sur une route perpendiculaire à la sienne.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'incident :

- Un niveau de vol erroné a été introduit dans le système de gestion de vol par l'équipage de conduite d'EZY 529Y.
- Le contrôleur n'a pas relevé que l'équipage de conduite a annoncé un niveau de vol autorisé erroné lors de la première prise de contact sur sa fréquence.
- Lors de cette prise de contact, l'équipage de conduite n'a pas effectué la vérification appropriée du niveau de vol qu'il a correctement collationné.

Renseignements de base

1.1 Déroulement de l'incident grave

1.1.1 Généralités

Le déroulement de l'incident grave a été établi à l'aide des enregistrements des communications radiotéléphoniques, des tracés radar, des données Mode S et d'après les dépositions des membres d'équipages de conduite et des contrôleurs aériens.

Au moment de l'incident grave les secteurs L1, L2, L3, L4 de l'ACC (*Area Control Center*) de Genève étaient regroupés sous l'appellation L14 et les secteurs L5, L6 sous l'appellation L56.

Sectorisation au moment de l'incident grave:

L6	FL 375 +	L56
L5	FL 355 – FL 374	
L4	FL 335 – FL 354	L14
L3	FL 315 – FL 334	
L2	FL 285 – FL 314	
L1	FL 245 – FL 284	

1.1.2 Déroulement de l'incident grave

Le 8 juillet 2010 à 13:31:11 UTC, l'équipage de conduite du Boeing 737-300 effectuant le vol DLH 03K de Nice à Francfort, appelle le secteur regroupé L14 sur la fréquence 134.850 MHz. L'avion approche le point de cheminement IRMAR et passe le niveau de vol FL 220 en montée vers FL 260. Le contrôleur de la circulation aérienne l'autorise à suivre la route IRMAR-KINES-DITON et à poursuivre sa montée dans un premier temps vers le niveau de vol FL 300, puis vers FL 320.

Au secteur adjacent L56, les pilotes de l'Airbus A319 du vol EZY 529Y de Londres-Gatwick à Milan-Malpensa sont autorisés à 13:35:43 UTC à quitter le niveau de croisière FL 390 pour descendre initialement à FL 380. L'avion se trouve à ce moment près du point de cheminement GIRKU. Le contrôleur leur demande ensuite de garder leur cap puis à 13:37:14 UTC de descendre vers le niveau de vol FL 370.

Trente secondes plus tard, EZY 529Y est autorisé, après coordination avec le secteur L14, à poursuivre sa descente vers le niveau de vol FL 330 à une vitesse verticale supérieure ou égale à 2000 ft/min; l'instruction est collationnée correctement.

A 13:38:20 UTC, l'équipage de conduite d'EZY 529Y signale à l'ATC qu'un trafic se trouve en dessous de lui; l'Airbus A319 passe à ce moment au travers du niveau de vol FL 366 avec un taux de descente moyen de 1200 ft/min. Le contrôleur répond qu'il s'agit d'un avion qui se trouve à plus de 5 NM, au niveau FL 360. Les pilotes précisent que ce dernier a généré une alarme TCAS (*Traffic Alert/Collision Avoidance System*) et que pour cette raison ils ont réduit leur taux de descente. Le contrôleur les enjoint alors de poursuivre: "The traffic is at three

six zero, so you'd better continue". L'équipage de conduite obtempère mais signale que le trafic était trop proche et qu'il a été obligé de réduire le taux de descente pour éviter l'émission d'un avis de résolution (*resolution advisory* – RA).

A 13:39:12 UTC, le vol EZY 529Y est transféré au secteur L14 sur la fréquence 126.050 MHz. Le contact est pris à 13:40:25 UTC: "*Easy five two nine Yankee, descending flight level three two zero on radar heading one three three*". Le contrôleur ne relève pas que ce niveau de vol annoncé n'est pas le niveau FL 330 autorisé par le secteur L56 précédent; il identifie le trafic et lui demande de maintenir le niveau FL 330. L'équipage de conduite collationne cette autorisation correctement: "*Maintain three three zero when reaching, Easy five two nine Yankee.*"

A 13:40:49 UTC, le filet de sauvegarde *short time conflict alert* STCA s'active au secteur L14 pour signaler un conflit potentiel entre EZY 529Y en descente au travers du niveau FL 326 et DLH 03K qui maintient le niveau de vol FL 320. L'enregistrement des tracés radar montre que la distance horizontale entre les deux appareils est à ce moment de 12.2 NM.

Pendant l'émission de cette alarme le contrôleur est en communication radio téléphonique avec deux autres trafics; il appelle ensuite d'un ton interrogateur DLH 03K à 13:41:15 UTC, uniquement en mentionnant son indicatif de vol.

La transmission descendante du transpondeur mode S indique qu'au même moment (13:41:17 UTC) un avis de résolution vers le haut ("*CLIMB, CLIMB*") est émis par le système anti collision embarqué du Boeing DLH 03K.

Sans attendre la réponse de DLH 03K, les pilotes d'EZY 529Y signalent à l'ATC qu'un trafic se trouve à 5 NM, puis quelques secondes plus tard à 4 NM devant eux, au même niveau de vol. Le contrôleur acquiesce l'information et leur ordonne avec la phraséologie d'urgence de tourner immédiatement à droite au cap 190°. Il somme dans la foulée DLH 03K de redescendre au niveau de vol FL 320 dont ce dernier s'était écarté d'environ 300 pieds pour suivre son avis de résolution. Le Boeing DLH 03K est à ce moment déjà en cours de ré-acquisition de son niveau de croisière et son équipage de conduite répond qu'il a eu un avis de résolution RA.

Le contrôleur ne collationne pas cette information et s'adresse directement aux pilotes d'EZY 529Y pour leur demander s'ils sont à présent "dégagés" du trafic. Ces derniers acquiescent et précisent qu'ils n'ont eu qu'un avis de circulation (*traffic advisory* – TA), sans avis de résolution RA.

Un peu plus tard, à la demande de l'ATC ils confirmeront qu'ils avaient bien été autorisés à descendre au niveau de vol FL 320 par le contrôleur du secteur précédent. Ils préciseront qu'ils y ont été également impliqués dans un rapprochement dangereux "*close encounter*".

Les distances entre DLH 03K et d'EZY 529Y ont été minimales à 13:41:48 UTC; les avions avaient alors des trajectoires déjà divergentes et sont passés à 2.2 NM horizontalement et 125 pieds verticalement l'un de l'autre.

Enregistrement des tracés radar du vol EZY 529Y et du vol croisant au FL 360, au secteur de contrôle L56

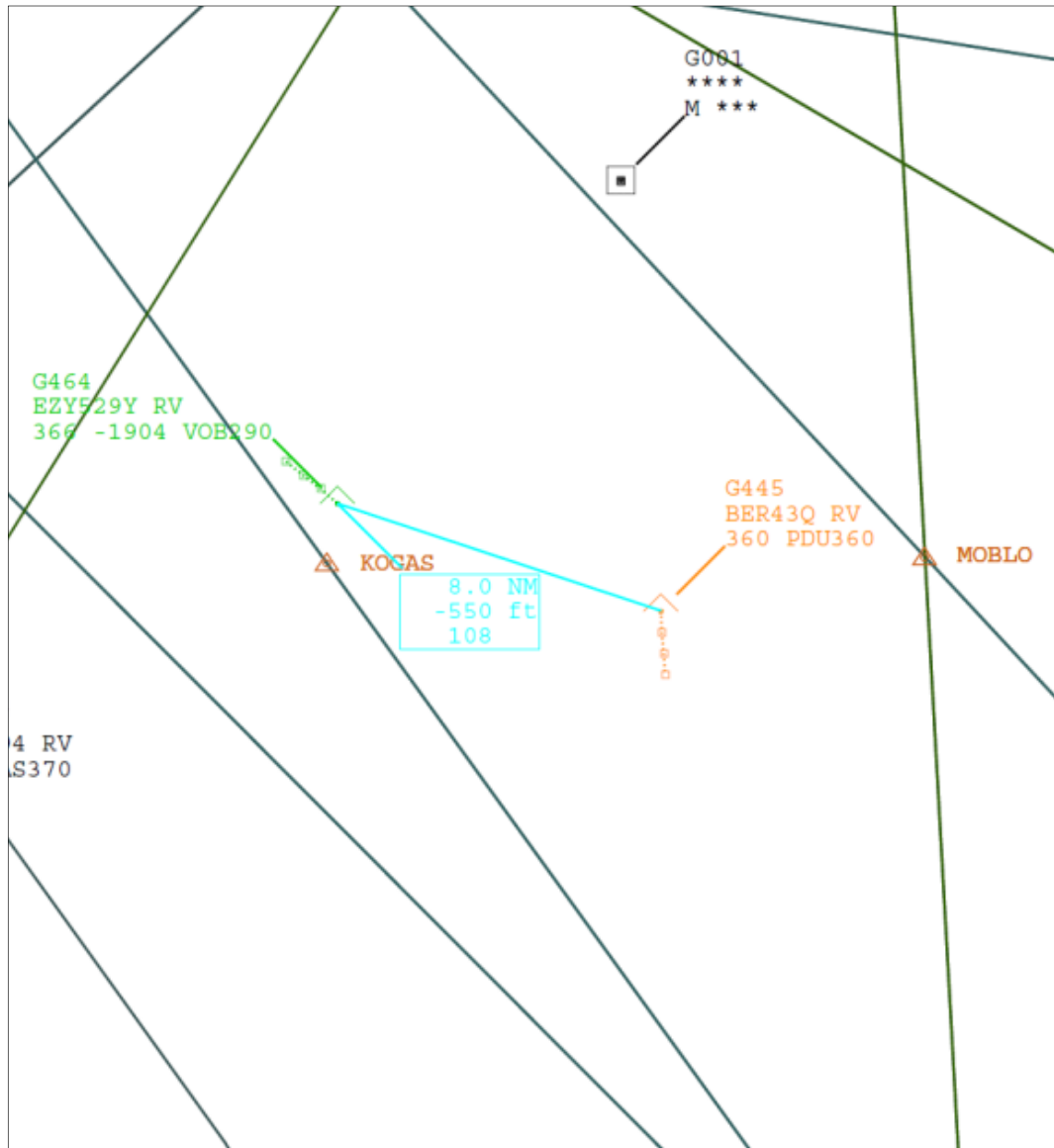


Figure 1

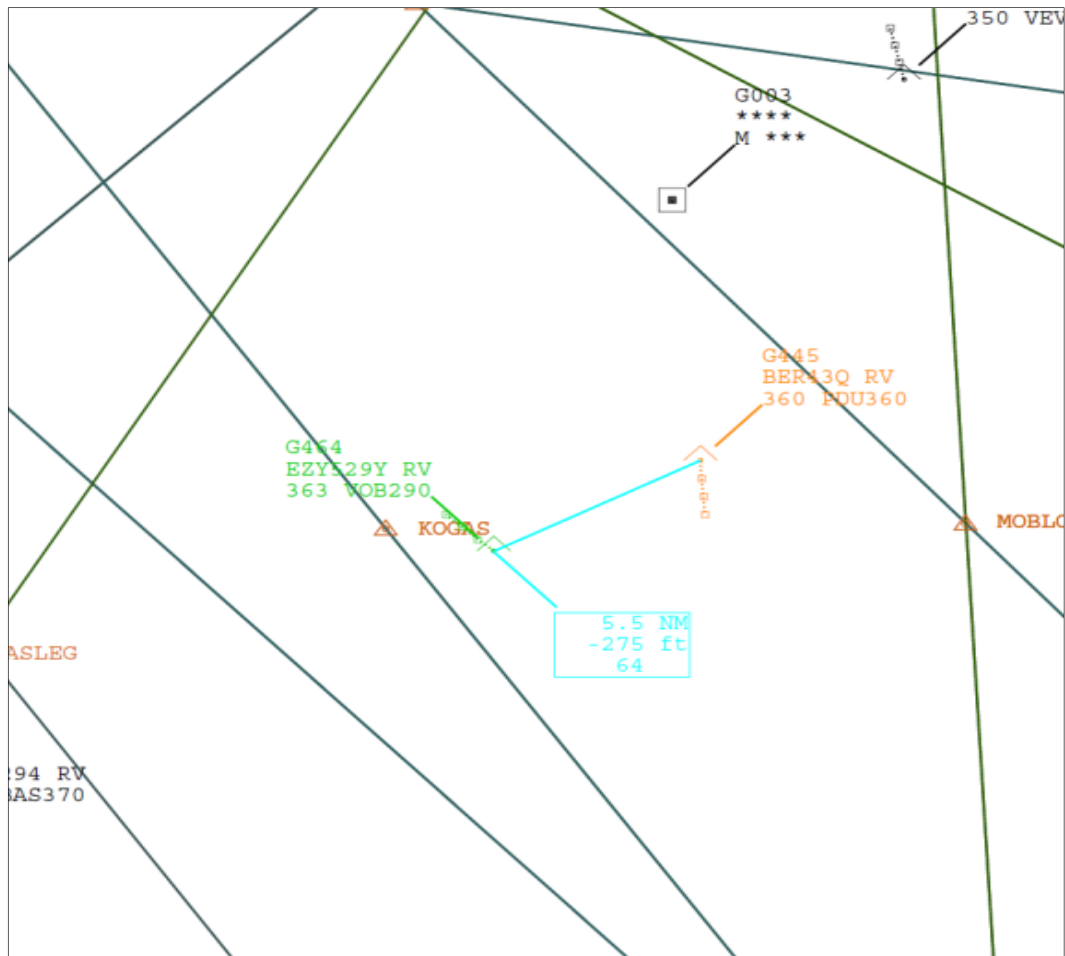
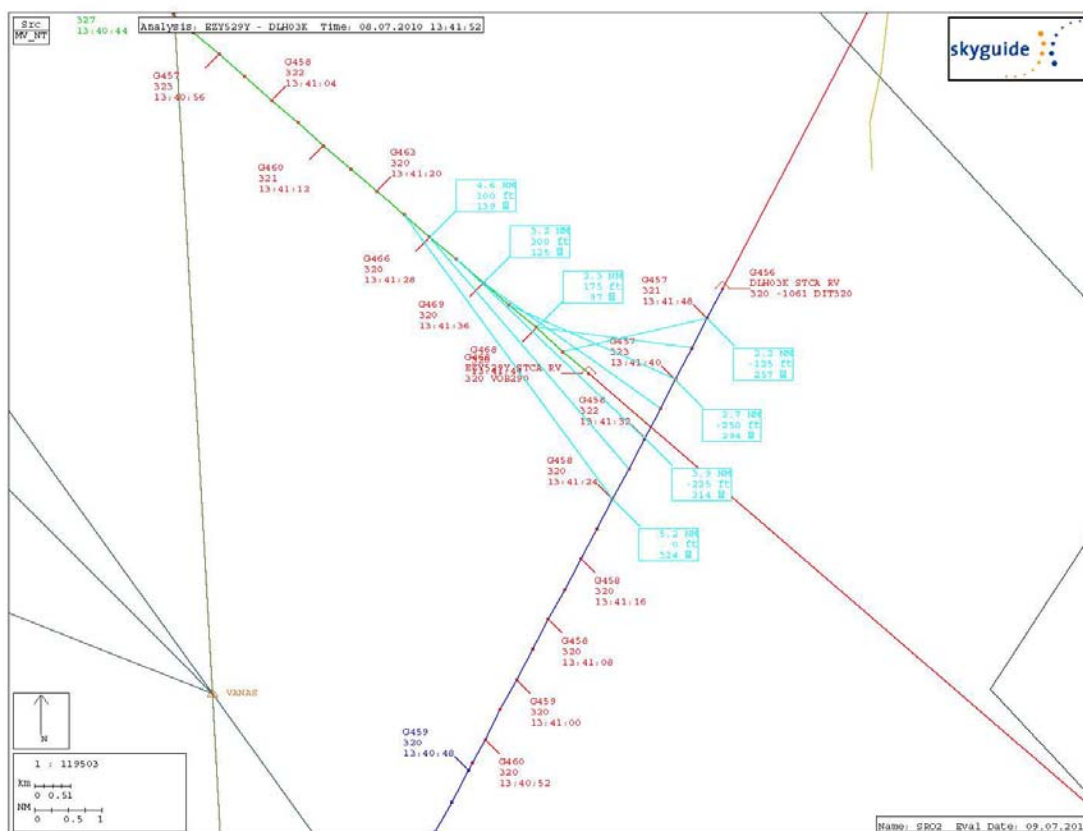


Figure 2

Cette situation de trafic n'a pas été la cause d'une perte de séparation et n'a pas généré d'avis de résolution, ni d'alarme STCA.

Enregistrement des tracés radar au moment du conflit au secteur L14



1.1.3 Lieu de l'incident grave

Position géographique	Près de VANAS, 50 NM SSE de Genève
Date et heure	8 juillet 2010 à 13:41 UTC
Conditions d'éclairage	Jour
Coordonnées de VANAS	45 27 25.8 N, 006 44 48.8 E
Altitude ou niveau de vol	FL 320

1.2 Renseignements sur le personnel

1.2.1 Equipage de l'avion DLH 03K

1.2.1.1 Commandant

1.2.1.1.1 Formation

Personne	Citoyen allemand, né en 1964
Licence	Pilote de ligne ATPL(A) (<i>air transport pilot licence aeroplane</i>) selon <i>Joint Aviation Requirements (JAR)</i> , établie la première fois par le <i>Luftfahrt-Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland</i> le 14 février 1990 et valable jusqu'au 11 février 2015

	Qualifications Classe/Type	Type Boeing 737 300-900 commandant de bord (PIC), valable jusqu'au 30 novembre 2010 Qualification pour les approches de catégorie III, valable jusqu'au 30 novembre 2010 <i>English Level 4</i> , valable jusqu'au 3 mai 2013
	Qualifications	Vol aux instruments IR(A) de catégorie III sur Boeing 737 300-900, valable jusqu'au 30 novembre 2011
	Dernier test d'aptitudes	3 mai 2010
	Certificat médical	Classe 1 / 2, sans restriction Valable du 21 octobre 2009 et jusqu'au 30 novembre 2010, respectivement 30 novembre 2011
	Dernière visite médicale	21 octobre 2009
1.2.1.1.2	Expérience de vol	
	Heures totales IFR	5807:42 h
1.2.1.2	Copilote	
1.2.1.2.1	Formation	
	Personne	Citoyen allemand, né en 1983
	Licence	Pilote de ligne ATPL(A) (<i>air transport pilot licence aeroplane</i>) selon <i>Joint Aviation Requirements (JAR)</i> , établie la première fois par le <i>Luftfahrt-Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland</i> le 30 juillet 2007 et valable jusqu'au 27 novembre 2014
	Qualifications Classe/Type	Type Boeing 737 300-900 copilote (COP), valable jusqu'au 14 novembre 2010 Qualification pour les approches de catégorie III, valable jusqu'au 14 novembre 2010 <i>English Level 4</i> , valable jusqu'au 24 avril 2013
	Qualifications	Vol aux instruments IR(A) de catégorie III sur Boeing 737 300-900, valable jusqu'au 30 novembre 2011
	Dernier test d'aptitudes	Non communiqué
	Certificat médical	Classe 1 / 2, sans restriction Valable du 18 novembre 2009 jusqu'au 17 décembre 2010, respectivement le 17 décembre 2014
	Dernière visite médicale	18 novembre 2009

1.2.1.2.2	Expérience de vol	
	Heures totales IFR	1547:16 h
1.2.2	Equipage de l'avion EZY 529Y	
1.2.2.1	Commandant	
1.2.2.1.1	Formation	
	Personne	Citoyen anglais, né en 1953
	Licence	Pilote de ligne ATPL(A) (<i>air transport pilot licence aeroplane</i>) selon <i>Joint Aviation Requirements (JAR)</i> , établie la première fois par <i>United Kingdom Civil Aviation Authority</i> le 3 octobre 2008 et valable jusqu'au 2 octobre 2013
	Qualifications Classe/Type	CP-A319, A321, A320, FO-A320, A321, A319 Language Proficiency: <i>English</i>
	Fonction	Line Trng Capt
	Qualification	Vol aux instruments IR(A), valable jusqu'au 2 octobre 2013
	Dernier test d'aptitudes	<i>LPC Licence Proficiency Check, OPC Operational Control</i> 12 janvier 2010, valables jusqu'au 31 janvier 2011, <i>LOE Line Operational Evaluation</i> 18 juillet 2010 valable jusqu'au 31 juillet 2011
	Certificat médical	Valable jusqu'au 01 mars 2011
	Dernière visite médicale	2 février 2010
1.2.2.1.2	Expérience de vol	
	Heures totales	Environ 17 000 h
1.2.2.2	Copilote	
1.2.2.2.1	Formation	
	Personne	Citoyen anglais, né en 1976
	Licence	Pilote de ligne ATPL(A) (<i>air transport pilot licence aeroplane</i>) selon <i>Joint Aviation Requirements (JAR)</i> , établie la première fois par <i>United Kingdom Civil Aviation Authority</i> le 19 février 2009 et valable jusqu'au 18 février 2014
	Qualifications Classe/Type	FO-A320, A319 Language Proficiency: <i>English</i>
	Qualifications	Vol aux instruments IR(A)

	Dernier test d'aptitudes	LPC Licence Proficiency Check, <i>OPC Operational Control</i> 7 mars 2010, valables jusqu'au 31 mars 2011, <i>LOE Line Operational Evaluation</i> 15 septembre 2010 valable jusqu'au 30 septembre 2011
	Certificat médical	Valable jusqu'au 26 juin 2011
	Dernière visite médicale	7 juin 2010
1.2.2.2	Expérience de vol	
	Heures totales	450:36 h
1.2.3	Contrôleurs de la circulation aérienne	
1.2.3.1	Contrôleur de la circulation aérienne 1	
	Fonction	RE <i>Radar Executive</i> , secteur L14
	Personne	Citoyen italien, né en 1977
	Début de service le jour de l'incident	13:30 UTC
	Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne (<i>Air Traffic Controller Licence</i>) basée sur la directive 2006/23 de la communauté européenne, établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 23 septembre 2005 et valable jusqu'au 20.04.2011
	Qualification de poste	Rating: ACS – <i>Area Control surveillance</i> Rating endorsement : RAD - Radar, OJTI – <i>On the job training instructor</i> Language endorsement : <i>English Level 4</i> , valable jusqu'au 13 avril 2012
	Certificat médical	<i>Licence valid accompanied with medical certificate</i>
1.2.3.2	Contrôleur de la navigation aérienne 2	
	Fonction	RP <i>Radar Planner</i> , secteur L14
	Personne	Citoyen serbe, né en 1969
	Début de service le jour de l'incident	08:00 UTC

Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne (<i>Air Traffic Controller Licence</i>) basée sur la directive 2006/23 de la communauté européenne, établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 14 juin 2000 et valable jusqu'au 8 juin 2011
Qualification de poste	Rating : ACS Rating endorsement : RAD , OJTI Language endorsement : <i>English Level 4</i> , valable jusqu'au 17 mars 2012
Certificat médical	<i>Licence valid accompanied with medical certificate</i>

1.3 Renseignements sur les aéronefs

1.3.1

DLH 03K	
Immatriculation	D-ABXS
Type d'aéronef	Boeing 737-300
Caractéristique	Biréacteur court et moyen-courrier
Constructeur	Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington, USA
Année de construction	1989
N° de série	24280
Propriétaire	Deutsche Lufthansa AG, Köln
Exploitant	Deutsche Lufthansa AG, Köln
Equipement	TCAS II, Rockwell-Collins

1.3.2

EZY 529Y	
Immatriculation	G-EZLY
Type d'aéronef	Airbus 319 - 111
Caractéristique	Biréacteur court et moyen-courrier
Constructeur	Airbus S.A.S., Toulouse, France
Année de construction	2005
N° de série	2636
Propriétaire	Easyjet Airline Company Limited
Exploitant	Easyjet Airline Company Limited
Equipement	TCAS Honeywell

1.4 Renseignements météorologiques

1.4.1 Généralités

Les informations contenues dans le chap. 1.4.2. ont été fournies par MétéoSuisse. La traduction française a été réalisée par le BEAA.

1.4.2 Situation météorologique générale

Situation générale

Une zone de haute pression centrée au-dessus de l'Europe de l'Est engendrait dans la région des Alpes suisses ainsi que dans les Alpes françaises un temps estival stable.

Prévisions et dangers

AIRMET

Aucun AIRMET n'était publié pour ce jour.

SIGMET

L'incident grave a eu lieu au-dessus du territoire français. Aucun SIGMET pour la région de l'incident n'était publié pour ce jour.

Carte du temps significatif, carte des vents valables à 12 UTC:

La carte du temps significatif (*Significant Weather Chart - SWC*) (FL100 – FL450) émise par le WAFC Londres ne présente pas de particularité dans la région de l'incident.

La carte des vents au FL 340 indiquait pour cette région des vents d'ouest de 30 kts ainsi qu'une température de -48 °C. Celle relative au FL 300 montrait également du vent d'ouest, d'une vitesse de 25 kts et une température de -38 °C.

Valeurs mesurées et observées

Ballon sonde de Payerne

Valeurs indiquées à l'altitude de l'incident (FL 320)

Sonde	Heure	Direction et vitesse du vent kt	Temperature °C	Point de rosée °C
Payerne	12z	280/35	-40	-54

Image radar

Aucun écho de précipitation n'est visible dans la région de l'incident.

Image satellite

L'image satellite montre très peu de nébulosité dans la région de l'incident.

Conclusions

Sur la base de ces informations, les conditions météorologiques suivantes régnaient dans la région et au moment de l'incident:

Nuages:	4-6/8 à 28'000 ft AMSL
Temps:	-
Visibilité:	inconnue, présence de cirrus
Vent:	vent d'ouest à 35 kts
Temp. / Pt de rosée:	-40°C / -54°C
Pression atmosphérique:	sans objet
Position du soleil:	azimut 238°, élévation 56°
Dangers:	pas de dangers perceptibles
Conditions d'éclairage naturel:	jour

1.5 Enregistreurs de bord

1.5.1 Enregistreurs de paramètres de vol (*Flight Data Recorder* – FDR)

La compagnie EasyJet n'a pas remis au BEAA les données des enregistreurs de paramètres du vol EZY 529Y.

1.5.2 Transmission descendante des paramètres de vol

Le niveau de vol sélectionné dans la fenêtre d'altitude du pilote automatique fait partie des paramètres répertoriés dans les transmissions descendantes du transpondeur mode S - downlink mode S. A 13:38:00 UTC le niveau de vol 320 a été affiché à bord de l'Airbus EZY 529Y et y est resté jusqu'à 13:42:17 UTC où il a été remplacé par la valeur 290.

1.5.3 Transmission descendante d'avis de résolution TCAS

Lorsqu'un avis de résolution est déclenché, le TCAS transfère à son transpondeur mode S, pour transmission au sol dans une réponse " Comm-B ", un compte rendu d'avis de résolution. Les avis de circulation ne sont pas répertoriés.

Le conflit entre EZY 529Y et DLH 03K n'a généré un avis de résolution qu'à bord du Boeing de Lufthansa. La lecture du compte rendu de cet avis révèle qu'il a été émis de 13:41:17 à 13:41:27 UTC, qu'il était du type positif, correctif et vers le haut, c'est-à-dire correspondant à l'émission de l'alarme visuelle et parlée "CLIMB, CLIMB" dans le cockpit. Il indique que les systèmes anticollision des deux avions ont communiqué entre eux mais qu'aucun avis de résolution complémentaire n'a été généré à bord du vol EZY 529Y.

1.6 Procédures ATC

Selon la lettre d'accord entre les centres de contrôle de Genève et Milan et Rome, les vols à destination de l'aéroport de Milan-Malpensa doivent être transférés au contrôle de Milan au niveau de vol FL 290 maximum.

1.7 Renseignements supplémentaires

1.7.1 Dépositions

1.7.1.1 Vol DLH 03K

Dans son rapport "*flight report cockpit*" l'équipage de conduite du vol DLH 03K déclare avoir suivi un avis de résolution RA vers le haut "*CLIMB, CLIMB*".

1.7.1.2 Vol EZY 529Y

Dans son rapport "*occurrence - flight safety*", l'équipage de conduite du vol EZY 529Y déclare avoir eu seul un avis de circulation TA; le système anticollision embarqué n'a pas émis d'avis de résolution RA.

1.7.1.3 Les contrôleurs du secteur L14

Les contrôleurs du secteur L14 ont déclaré qu'au moment de l'incident la charge de travail était élevée et la gestion du trafic complexe. Le *radar planner* - RP a ajouté que l'occupation de la fréquence était importante.

Le contrôleur *radar executive* – RE a déclaré qu'il ne se souvenait pas avoir entendu d'alarme sonore STCA.

1.8 Techniques d'investigation utiles ou efficaces

Diagrammes "TA/RA range tau" et "TA/RA vertical tau"

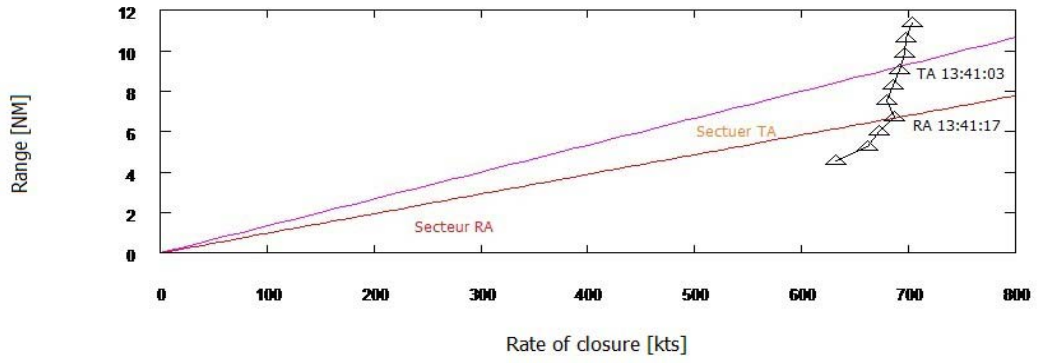
Le système TCAS est basé sur le concept du temps "tau" que mettra l'avion qui en est équipé, pour parcourir la distance au point de rencontre le plus proche (*Closest Point of Approach* - CPA) avec l'avion conflictuel. Le temps mis pour franchir la distance oblique qui les sépare est appelé le "range tau", celui pour arriver à la même altitude, le "vertical tau". Lorsque ces deux temps passent simultanément en dessous de valeurs seuils qui sont fonction de la tranche d'altitude dans laquelle évoluent les avions conflictuels, des avis de circulation / résolution sont émis; ce paramètre qui définit la sensibilité du système TCAS en fonction de l'altitude est appelé "niveau de sensibilité" (*Sensitivity Level* - SL).

Les secteurs d'alarmes peuvent être visualisés sur des diagrammes appelés "TA/RA range tau" et "TA/RA vertical tau", qui permettent de représenter la séquence d'apparition des avis TA et RA; en réalité les frontières de ces secteurs sont un peu modifiées en raison d'exigence d'alarmes dont il faut tenir compte dans les cas de menaces à faible taux de rapprochement.

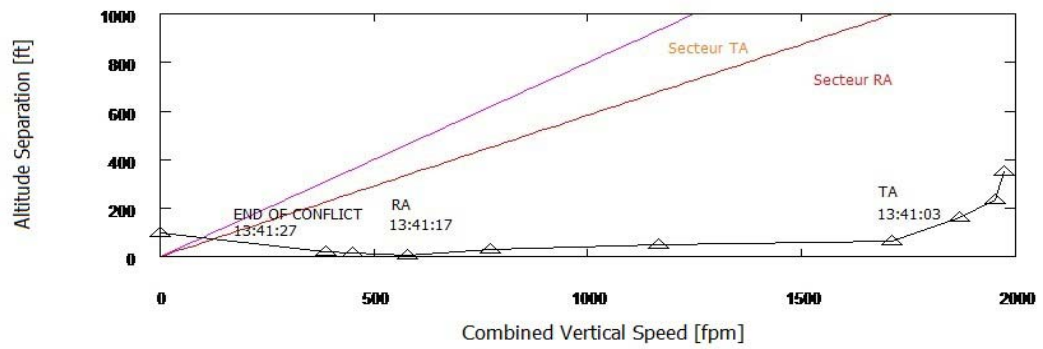
Sur la base des enregistrements des tracés radar, on a reporté sur ces diagrammes "TA/RA" les paramètres des positions relatives des avions conflictuels pendant la phase critique de l'incident, ceci à la cadence des 4 secondes du taux de rafraîchissement radar.

On détermine ainsi qu'ont été réunies à 13:41:03 UTC les conditions à l'émission d'un avis de circulation (TA) et à 13:41:17 UTC celles d'un avis de résolution (RA). Le conflit a pris fin 10 secondes plus tard (13:41:27 UTC).

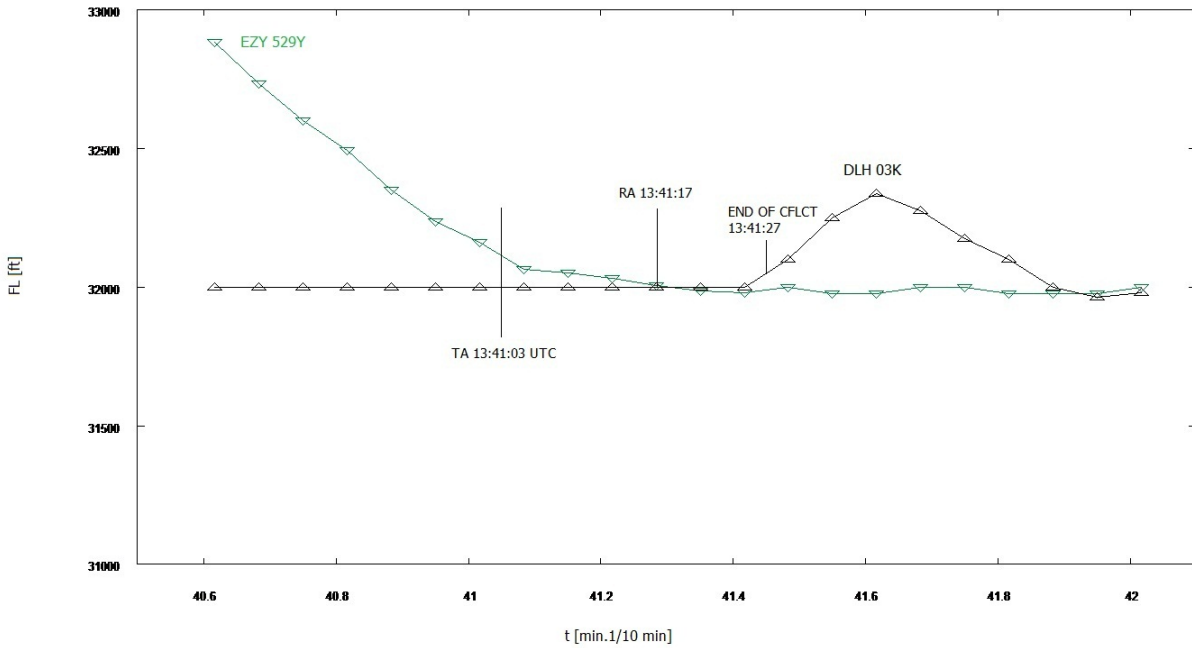
TA/RA RANGE TAU, SL7



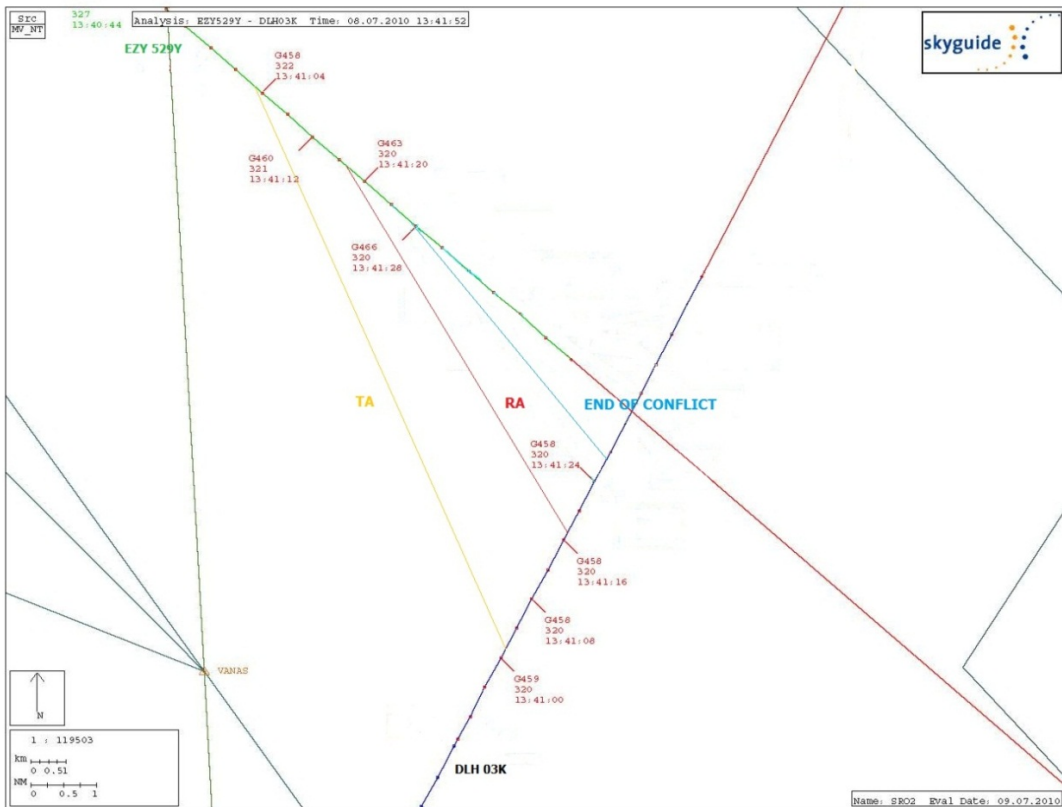
TA/RA VERTICAL TAU, SL 7



PROFILS DE VOL DE DLH 03K ET EZY 529Y



Profils de vol des avions conflictuels,



Vue en plan, émissions des avis de circulation et de résolution

Les données radar ont permis d'établir les profils vols de DLH 03K et EZY 529Y au moment de l'incident; les émissions des avis de circulation et de résolution y sont représentées

1.9 Aspects techniques

1.9.1 Transpondeur Mode S *Enhanced surveillance* – EHS (Mode S enrichi)

En mode S EHS le transpondeur transmet un certain nombre de paramètres *downlink aircraft parameters* – DAPs, parmi lesquels l'altitude sélectionnée dans le système de gestion de vol.

Fixed wing aircraft that can provide the list of 8 Downlink Aircraft Parameters (DAPs) displayed in the following table are considered to be Mode S EHS capable.

BDS Register	Basic DAP Set
....	
<i>BDS 4.0</i>	<i>Selected Altitude</i>
....	

Note: Binary Data Store (BDS)

S'ils sont équipés à cet effet, ces données peuvent être exploitées dans les systèmes ATC de manière à ce qu'une alarme soit activée à la position de contrôle au cas où le niveau de vol introduit par le pilote dans son système de gestion de vol est différent de celui qui a été introduit par le contrôleur dans le système "*air traffic management* – ATM." De tels systèmes sont déjà en vigueur dans des centres de contrôle européens.

2 Analyse

2.1 Aspects relatifs au contrôle aérien

Lors du premier appel sur la fréquence du secteur L14, le pilote du vol EZY 529Y a reporté le niveau de vol FL 320 introduit dans son système de gestion de vol. Le contrôleur de la circulation aérienne ne relève pas que ce niveau de vol annoncé n'est pas le niveau FL 330 autorisé par le secteur L56 précédent. Il identifie le trafic et lui demande de maintenir le niveau FL 330; cette autorisation est collationnée correctement.

L'enregistrement des communications radio téléphonique révèle que la phrase *“Easy five two nine Yankee, descending flight level three two zero on radar heading one three three”* est distinctement perceptible; le contrôleur portait en outre un casque d'écoute, ce qui amoindrit l'éventualité d'une compréhension erronée causée par le bruit environnant.

Par contre, au moment de l'incident les éléments propices à une erreur commise par “biais de confirmation” étaient réunis: la charge de travail était élevée, la gestion du trafic complexe et l'occupation de la fréquence importante. De plus, la présence répétée du chiffre “three” dans la fin du collationnement *“... flight level three two zero on radar heading one three three.”* a pu provoquer un renforcement du rôle réducteur de la pensée dans ces conditions de travail stressantes: le contrôleur ne retient que ce qui justifie son schéma mental, à savoir le niveau de vol FL 330 coordonné préalablement avec le secteur L56 et visualisé sur son écran radar. C'est ce que définit un “biais de confirmation”.

Au secteur L14, l'alarme STCA s'est déclenchée alors que le vol EZY 529Y avait déjà dépassé son niveau de vol autorisé d'environ 400 pieds. Le contrôleur n'entend pas d'alarme sonore; il semble avoir tardivement pris conscience du conflit car ce n'est que 26 secondes après l'alerte qu'il s'adresse d'un ton interrogateur à DLH 03K, simplement en mentionnant son indicatif de vol et sans ordonner une manœuvre d'évitement. Ce n'est qu'au moment où les pilotes d'EZY 529Y attirent son attention sur un trafic éventuellement conflictuel qu'il donna à ces derniers un cap d'évitement. C'est probablement là une preuve supplémentaire d'un stress et d'un effet tunnel liés à une charge de travail très importante.

2.2 Aspects relatifs à la conduite des vols

2.2.1 Réactions des équipages de conduite face aux alarmes TCAS

L'avis de circulation émis à bord des avions conflictuels a pour but de signaler aux équipages de conduite qu'un intrus particulier constitue une menace possible et donc de leur permettre de se préparer à réagir à un éventuel avis de résolution.

L'équipage de conduite du vol DHL 03K a suivi l'avis de résolution *“CLIMB, CLIMB”* de manière appropriée. La manœuvre recommandée par le système anticollision a été initiée en moins de 5 secondes et l'écart par rapport au niveau de vol de croisière FL 320 a été de moins de 400 pieds, cohérent avec un avis de fin de conflit survenu 10 secondes après l'émission du RA.

Les pilotes du vol EZY 529Y ont également été attentifs à la menace possible, au point d'en signaler leur rapprochement au contrôleur de la circulation aérienne.

2.2.2 L'équipage de conduite du vol EZY 529Y

Dans le contexte de cette enquête, l'équipage de conduite du vol EZY 529Y a montré qu'il réagissait aux avis de circulation d'une manière plus prononcée que celle de la préparation à un éventuel avis de résolution. Alors qu'il était géré par le secteur de contrôle L56, il avait réduit son taux de descente assigné de 2000 ft/min à l'occasion de l'émission d'un avis TA, sans prendre en compte le fait que cette restriction en vitesse verticale était demandée par le contrôleur pour garantir la séparation du trafic. Il a signalé d'autre part cette inquiétude à l'ATC et réagit de la même façon à l'avis de circulation qu'il eut plus tard alors qu'il descendait au travers de son niveau de vol autorisé FL 330 dans le secteur de contrôle L14.

C'est certainement la focalisation sur une situation de trafic à l'origine d'une "alarme TCAS" ("*TCAS warning*") et interprétée comme conflictuelle, qui a perturbé l'attention des pilotes de EZY 529Y alors qu'ils étaient autorisés à descendre au niveau de vol FL 330 (13:37:44 UTC). L'instruction a été collationnée correctement mais il est possible que cette réponse ait été machinale en raison de l'attention particulière attribuée à l'avis de circulation; le niveau de vol FL 320 a été introduit par erreur dans le système de gestion de vol.

La prise de contact avec le secteur suivant L14 s'est faite conformément à la phraséologie standard, avec les mentions du niveau de vol (FL320) et du cap. Dans sa réponse le contrôleur n'a pas relevé et corrigé l'erreur commise sur le niveau de vol mais a autorisé par contre le vol EZY 529Y au niveau correct FL 330. L'équipage de conduite a collationné cette instruction à nouveau de façon machinale. Dans un Airbus A319, la boucle de vérification par les pilotes d'un niveau de vol attribué par l'ATC consiste à confirmer que ce dernier est correctement introduit dans le système de gestion de vol: le pilote en fonction (PF) affiche le niveau dans la fenêtre d'altitude du pilote automatique, en vérifie la valeur reportée sur son écran principal PFD (*Primary Flight Display*) et le pilote non en fonction (PNF) en confirme l'exactitude sur son PFD. Cette opération n'a manifestement pas été réalisée puisque le niveau FL 330 collationné n'est pas le niveau FL 320 auquel l'équipage de conduite a déclaré avoir été autorisé à 13:42:20 UTC. Il s'agit d'une inapplication de la procédure de pilotage relative aux changements de niveaux de vol.

2.3 Aspects techniques

2.3.1 Systèmes anticollision embarqués

Les diagrammes "TA/RA range tau" et "TA/RA vertical tau" restituent un avis de résolution au même moment que celui détecté par la transmission descendante Mode S du transpondeur de DLH 03K (13:41:17 UTC). Aucune alarme de ce type n'a été enregistrée pour EZY 529Y et son équipage de conduite a déclaré n'avoir eu qu'un avis de circulation.

Cette particularité est expliquée par les deux facteurs atténuateurs suivants: le diagramme des profils de vol révèle que l'avis de résolution a été émis à bord de DLH 03K au moment où EZY 529Y effectuait l'acquisition du niveau FL 320; son suivi a provoqué une divergence rapide des deux avions dès lors désormais plus conflictuels. L'avis a cessé alors que DLH 03K ne s'était écarté verticalement que d'une centaine de pieds de son niveau de croisière. Ensuite, la vue en plan montre que les trajectoires ont un point de rapprochement maximum de plus de 2 NM, situé après le croisement des deux avions.

Dans le diagramme "TA/RA vertical tau" une telle géométrie de rencontre est caractérisée par une courbe des positions relatives des avions qui se trouve à l'intérieur des secteurs TA/RA mais juste à quelques secondes de leurs sorties. La logique de détection des menaces des TCAS version 7.0 détecte ces rapprochements potentiellement peu conflictuels et réduit au moyen de filtres HMD (*horizontal miss distance*) l'émission de RA envers un avion intrus dont la distance au point de rapprochement maximum sera élevée.

2.3.2 Mode S EHS

Si l'équipement ATM de l'ACC de Genève était en mesure d'exploiter les données des transpondeurs en mode S EHS, une alarme aurait été activée à la position de contrôle pour signaler la différence entre les niveaux de vol introduits à bord d'EZY 529Y et dans le système ATM. Elle aurait vraisemblablement pu permettre au contrôleur de prendre des mesures avant qu'un rapprochement dangereux se produise. Ce système est en cours d'implémentation à l'ACC de Genève.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Cadre général

- L'incident a eu lieu près du point de cheminement VANAS, 50 NM au sud-sud est Genève, dans l'espace aérien de classe A.
- Au moment de l'incident, les secteurs L1, L2, L3, L4 étaient regroupés sous l'appellation L14.

3.1.2 Aspects techniques

- Les deux avions impliqués dans l'incident grave étaient équipés de système anti collision embarqués TCAS.
- La transmission descendante du transpondeur mode S indique qu'à 13:41:17 UTC un avis de résolution vers le haut ("*CLIMB, CLIMB*") est émis par le système anti collision embarqué du Boeing DLH 03K.
- Le conflit n'a pas généré d'avis de résolution RA à bord de l'Airbus EZY 529Y.
- A 13:40:49 UTC, le STCA s'active au secteur L14 pour signaler un conflit potentiel entre EZY 529Y en descente au travers du niveau FL 326 et DLH 03K qui maintient le niveau de vol FL 320.
- L'équipement ATM de l'ACC de Genève n'est pas en mesure d'exploiter les données des transpondeurs en mode S EHS.

3.1.3 Equipages

- Les pilotes des vols EZY 529Y et DLH 03K étaient titulaires de licences adéquates.
- L'équipage de conduite du vol EZY 529Y a précisé sur la fréquence qu'il n'a eu qu'un avis de circulation TA, sans avis de résolution RA.

3.1.4 Collaborateurs du contrôle aérien

- Les contrôleurs de la circulation aérienne des secteurs L56 et L14 étaient titulaires de licences adéquates.
- Les contrôleurs du secteur L14 ont déclaré qu'au moment de l'incident la charge de travail était élevée, la gestion du trafic complexe et l'occupation de la fréquence importante.
- Il s'est écoulé 26 secondes entre l'alarme STCA et la première intervention sur la fréquence du contrôleur RE du secteur L14.

3.1.5 Déroulement de l'incident grave

- A 13:37:50 UTC le contrôleur du secteur L56 autorise le vol EZY 529Y à descendre au niveau de vol FL 330.
- Les transmissions descendantes du transpondeur mode S montrent qu'à 13:38:00 UTC le niveau de vol FL 320 a été affiché à bord de l'Airbus EZY

529Y et y est resté jusqu'à 13:42:17 UTC où il a été remplacé par la valeur 290.

- A 13:41:32 UTC, le contrôleur du secteur L14 a ordonné à l'équipage de conduite du vol EZY 529Y de virer immédiatement à droite au cap 190°.
- A 13:41:48 UTC, les distances entre les deux avions étaient de 2.2 NM horizontalement et de 125 ft verticalement.

3.2 Causes

L'incident grave est dû au rapprochement dangereux entre un avion qui est descendu plus bas que son niveau de vol autorisé, au même niveau de vol occupé par un avion croisant sur une route perpendiculaire à la sienne.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'incident :

- Un niveau de vol erroné a été introduit dans le système de gestion de vol par l'équipage de conduite d'EZY 529Y.
- Le contrôleur n'a pas relevé que l'équipage de conduite a annoncé un niveau de vol autorisé erroné lors de la première prise de contact sur sa fréquence.
- Lors de cette prise de contact, l'équipage de conduite n'a pas effectué la vérification appropriée du niveau de vol qu'il a correctement collationné.

Payerne, 30 octobre 2012

Service d'enquête suisse sur les accidents

Ce rapport final a été approuvé par la direction du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA (art. 3 al. 4g de l'Ordonnance sur l'organisation du Service d'enquête suisse sur les accidents du 23 mars 2011).

Berne, 8 novembre 2012