

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT,
DES TRANSPORTS ET DU DESENCLAVEMENT

SECRETARIAT GENERAL

COMMISSION D'ENQUETE SUR LES
ACCIDENTS ET INCIDENTS
D'AVIATION CIVILE

REPUBLIQUE DU MALI
UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI

RAPPORT D'ETAPE

Accident
survenu le 24 juillet 2014
dans la région de Gossi au Mali
à l'avion McDonnell Douglas DC-9-83 (MD-83)
immatriculé EC-LTV
exploité par Swiftair S.A.



Approuvé le 20 septembre 2014

N'Faly CISSE

AVERTISSEMENT

L'objectif d'une enquête de sécurité sur les accidents et incidents d'aviation civile est d'établir les faits, les conditions et les circonstances de l'accident ou de l'incident afin d'en déterminer les causes probables de telle façon que les mesures appropriées puissent être prises pour empêcher qu'un autre accident ou incident du même type et les facteurs qui l'ont provoqué ne se reproduisent.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, l'enquête de sécurité n'est pas conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents ou incidents.

Le présent rapport d'étape a été établi sur la base des premiers éléments rassemblés au cours de l'enquête, sans analyse. Certains des points traités peuvent encore évoluer. Rien dans la présentation de ce rapport d'étape ou dans les points qui y sont abordés ne peut être interprété comme une indication sur les orientations ou a fortiori les conclusions de l'enquête.

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	6
ORGANISATION DE L'ENQUETE	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	8
1.1 Déroulement du vol	8
1.2 Tués et blessés	11
1.3 Dommages à l'aéronef	11
1.4 Autres dommages	11
1.5 Renseignements sur le personnel	11
1.5.1 Equipage de conduite	11
1.5.2 Equipage de cabine	13
1.5.3 Mise en place des équipages de Swiftair S.A. dans la cadre de l'affrètement	13
1.6 Renseignements sur l'aéronef	13
1.6.1 Cellule.....	14
1.6.2 Moteurs.....	16
1.6.3 Masse et centrage	16
1.6.4 Description des automatismes.....	17
1.6.5 Radar météorologique de bord	21
1.7 Renseignements météorologiques	21
1.7.1 Situation générale.....	21
1.7.2 Conditions rencontrées.....	21
1.8 Aides à la navigation	23
1.9 Télécommunications	23
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	24
1.10.1 Caractéristiques de l'aérodrome de Ouagadougou	24
1.10.2 Procédures de départ de l'aérodrome de Ouagadougou	25
1.11 Enregistreurs de bord	26
1.11.1 Opérations d'ouverture et de lecture des enregistreurs de bord	26
1.11.2 Exploitation des données du FDR	31
1.11.3 Exploitation des données du CVR.....	32

1.12 Renseignements sur l'épave et sur le lieu de l'impact	33
1.12.1 Description du lieu de l'accident	33
1.12.2 Répartition de l'épave	34
1.12.3 Commandes et gouvernes.....	37
1.12.4 Moteurs.....	38
1.12.5 Portes	38
1.12.6 Balise de détresse	38
1.12.7 Synthèse.....	38
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	38
1.14 Incendie.....	38
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	38
1.16 Essais et recherches.....	39
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion.....	39
1.17.1 L'exploitant Swiftair S.A.	39
1.17.2 La préparation du vol	39
1.17.3 Les conditions de l'affrètement	40
1.18 Témoignages	40
1.18.1 L'agent d'opérations de la Régie Administrative Chargée de la Gestion et de l'Assistance en Escale (RACGAE)	40
1.18.2 L'agent commercial d'Air Algérie à Ouagadougou	40
1.18.3 Le contrôleur aérien en poste à la Tour de Ouagadougou	41
1.18.4 Equipage du vol AH 5005	41
2 - PREMIERS FAITS ETABLIS.....	42
LISTE DES ANNEXES	43

GLOSSAIRE

AAIB	Air Accident Investigation Board (Royaume Uni)
AP	Auto Pilot (pilote automatique)
CCR	Centre de Contrôle en Route
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (Espagne)
CSMU	Crash Survivable Memory Unit
CTA	Certificat de Transport Aérien
CVR	Cockpit Voice Recorder
DFGC	Digital Flight Guidance Computer
EPR	Engine Pressure Ratio
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FCOM	Flight Crew Operations Manual
FD	Flight Director
FDR	Flight Data Recorder
FGCP	Flight Guidance Control Panel
FL	Flight Level
FMA	Flight Mode Annunciator
LMC	Last Minute Change
ND	Navigation Display
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)
PHR	Plan Horizontal Réglable
PNC	Personnel Navigant Commercial
PFD	Primary Flight Display
SAT	Static Air Temperature
STC	Supplemental Type Certificate
TAT	True Air Temperature
TRP	Thrust Rating Panel

SYNOPSIS

Aéronef	Avion MD-83 ¹ Immatriculé EC-LTV
Date et heure	24 juillet 2014 à 1 h 47 ²
Exploitant	Swiftair S.A.
Lieu	80 km au sud-est de Gossi, Mali
Nature du vol	Transport public de passagers Vol régulier Air Algérie AH5017 Ouagadougou (Burkina Faso) - Alger (Algérie)
Personnes à bord	Commandant de bord; copilote; 4 PNC; 110 passagers
Conséquences et dommages	116 personnes décédées, aéronef détruit

L'avion décolle de nuit de l'aéroport de Ouagadougou vers 1 h 15 à destination d'Alger. Lors de la montée, l'équipage fait plusieurs altérations de cap pour éviter une zone orageuse avant d'atteindre le niveau de croisière FL 310. Quelques minutes plus tard, la vitesse de l'avion décroît, l'avion perd de l'altitude puis chute brusquement en virage par la gauche. Il heurte le sol avec une grande vitesse.

¹ Bien que la désignation officielle soit McDonnell Douglas DC-9-83, par souci de simplification l'abréviation MD-83 sera utilisée.

² Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en Temps Universel Coordonné (UTC) qui est aussi l'heure légale au Mali le jour de l'accident.

ORGANISATION DE L'ENQUETE

Le jeudi 24 juillet 2014, sans nouvelle du vol AH5017 depuis 1 h 44, le Centre de Contrôle en Route (CCR) de Niamey émet un message ALERFA à 3 h 30 puis un message DETRESFA à 4 h 38 à tous les centres concernés par la route planifiée du vol AH5017. Des moyens aériens de recherche repèrent l'épave de l'avion vers 23 h 50 le 24 juillet 2014.

Aussitôt, des cellules de crise ont été mises en place en Algérie, au Burkina Faso, en Espagne, en France et au Mali. Les Hautes Autorités de plusieurs de ces Etats ont effectué le déplacement à Gao ou sur le site de l'accident avec l'assistance des forces françaises ou de la MINUSMA présentes dans la région. A ce titre, il faut noter :

- la visite de Son Excellence Ibrahim Boubacar KEITA, Président de la République du Mali ;
- la visite de Son Excellence Blaise COMPAORE, Président du Burkina Faso ;
- la visite conjointe du ministre algérien des Transports, du ministre malien de l'Equipement, des Transports et du Désenclavement et du ministre malien de l'Intérieur et de la Sécurité ;
- la visite du ministre burkinabé des Infrastructures, des Transports et du Désenclavement.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, une enquête de sécurité a été ouverte par le Mali, Etat d'occurrence, qui a constitué une commission d'enquête, à laquelle ont été associés :

- un représentant accrédité du NTSB (Etats-Unis), l'avion étant de conception, de construction et de motorisation américaine. Ceci permet de bénéficier de l'assistance de conseillers techniques de Boeing et de Pratt & Whitney ;
- un représentant accrédité du CIAIAC (Espagne), l'avion ayant une immatriculation espagnole et étant exploité par une société espagnole ;
- un représentant accrédité de l'Algérie ;
- un représentant accrédité du Burkina Faso ;
- un représentant accrédité du Liban ;
- un expert de l'AAIB (Royaume-Uni), au titre de l'article 5.27 de l'Annexe 13 ;
- un représentant accrédité du BEA (France) que le Président de la Commission a sollicité pour une assistance technique.

Le président de la Commission d'enquête malienne a dépêché quatre enquêteurs de première information sur le site de l'accident. De plus, des enquêteurs de l'Espagne et de la France, pris en charge par les autorités militaires françaises, ont rejoint le site de l'accident dès le 26 juillet au matin. Le contexte géopolitique n'a pas permis aux autres représentants accrédités de s'y rendre. La mission sur le site de l'accident a consisté à la récupération des deux enregistreurs de vol et à l'examen de l'épave ainsi que du site de l'accident.

Dans les jours qui ont suivi l'accident, les enregistreurs ont été transférés par les autorités maliennes au BEA pour être lus et exploités en France. Ce travail a été effectué en présence du représentant accrédité du NTSB et d'un enquêteur du CIAIAC.

A l'issue de ces travaux, une première réunion de la Commission s'est tenue en présence de représentants de l'Algérie, de l'Espagne, des Etats-Unis et du Burkina Faso. Le président de la Commission d'enquête malienne a constitué trois groupes de travail dans les domaines suivants : « *aéronef* », « *exploitation* » et « *systèmes* ». Des enquêteurs des différents pays participent activement aux travaux de ces groupes. Ceux-ci se sont réunis à plusieurs reprises dans les locaux du BEA. Le Président a décidé de la publication d'un rapport d'étape pour la mi-septembre 2014.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Note : les éléments suivants sont issus des données enregistrées dans le FDR, des radiocommunications et des témoignages.

Le 24 juillet 2014, le MD-83 immatriculé EC-LTV est programmé pour effectuer le vol régulier AH 5017 au départ de Ouagadougou et à destination d'Alger. Cent-dix passagers et six membres d'équipage sont à bord.

Le plan de vol déposé prévoit un départ via Niamey (NY), puis ROFER par la route UM608.

A 1 h 02 min 20, l'équipage obtient la mise en route pour un départ de la piste 22 en service.

A 1 h 10 min 14, l'équipage est autorisé à rouler pour la piste 22. Il indique qu'il souhaite le niveau de croisière FL 330 puis se ravise et demande le FL 310 dans un premier temps, en raison de sa masse trop élevée pour le FL 330.

A 1 h 13 min 05, le contrôleur autorise l'équipage à effectuer un départ via EPEPO, vers le FL 310, avec un virage à droite après le décollage. Le contrôleur avait préparé pour ce vol un départ par GAO via le point EPEPO, par lequel l'avion était passé lors de son arrivée sur Ouagadougou en provenance d'Alger. L'équipage collationne GUPOV (25 NM à l'ouest de Ouagadougou) au lieu de EPEPO. Le contrôleur corrige l'erreur. L'équipage collationne correctement.

A 1 h 15 min, l'équipage décolle puis vire à droite et prend un cap 023°. A une altitude d'environ 10 500 ft, le pilote automatique 1 est engagé, l'auto-manette étant active depuis le décollage.

Neuf minutes après le décollage, l'équipage indique qu'il passe le FL 145 et qu'il estime le point EPEPO à 1 h 38, et Alger à 5 h 06.

A 1 h 28 min 09, l'avion est transféré au centre de contrôle en route de Ouagadougou auquel l'équipage indique qu'il vire à gauche au cap 356° du fait d'un évitement en cours.³

Au cours de la montée vers le FL 310, l'équipage réalise trois altérations de cap par la gauche (de 28°, de 4° puis de 8°), puis une altération à droite de 36° pour revenir au cap 019°, proche du cap initial.

A 1 h 37 min 28, l'avion se met en palier au FL 310 à Mach 0.740. Le pilote automatique maintient alors l'altitude et le cap de l'avion, tandis que la vitesse est contrôlée par l'auto-manette. Au même moment, l'avion est transféré vers le centre de contrôle en route de Niamey.

Dans les deux minutes qui suivent cette mise en palier, la vitesse de l'avion augmente.

A partir de 1 h 38 min 34 et pendant 30 secondes environ, l'auto-manette est en mode MACH ATL⁴. L'EPR⁵ des moteurs se stabilise autour de 1,92 et le Mach passe de 0.758 à 0.762. L'auto-manette revient ensuite en mode MACH et l'avion continue d'accélérer jusqu'à Mach 0.775.

³ Le message exact du pilote est le suivant : « *we are turning left heading 356 to avoid* ».

⁴ MACH ATL : se reporter au paragraphe 1.6.4.3 page n° 20 pour la description du système.

⁵ Rapport entre la pression à la sortie du moteur et la pression à l'entrée.

A 1 h 39 min 36, la vitesse de l'avion commence à diminuer. Environ une minute plus tard, l'auto-manette repasse en mode MACH ATL alors que le Mach est de 0.752. Par la suite, l'altitude reste stable, l'assiette et l'EPR augmentent progressivement tandis que le N1⁶ des moteurs reste constant et que la vitesse continue de diminuer.

Entre 1 h 41 min 38 et 1 h 44 min 29, le centre de contrôle en route de Niamey et le vol AH5017 tentent de se contacter, mais n'y parviennent pas. Le vol RAM543K propose de faire le relais. L'équipage du vol AH5017 indique, à 1 h 44 min 29, qu'il est au niveau de vol FL 310 en évitement. Le CCR de Niamey entend ce message radio et lui donne alors le code transpondeur 3235. Il lui demande également de rappeler passant GAO et de transmettre son estimée pour le point MOKAT.

Aucune réponse ni autre message du vol AH5017 ne parvient au CCR de Niamey.

A 1 h 44, des fluctuations d'EPR et de N1 des deux moteurs apparaissent pendant 45 secondes environ. Puis, pendant une vingtaine de secondes, l'EPR diminue puis augmente à deux reprises de 1,6 à 2,5 environ. Les N1 varient entre 70 % et 91 %. Des oscillations en roulis comprises entre 4° à gauche et à droite apparaissent. L'auto-manette est déconnectée entre 1 h 45 min 02 et 1 h 45 min 06⁷. Cette déconnection intervient entre la première et la deuxième variation d'EPR.

A 1 h 45 min 06, la vitesse conventionnelle est de 203 kt, le Mach est de 0.561 et l'avion commence à descendre. L'assiette augmente jusqu'à atteindre 10° à 1 h 45 min 17, puis diminue légèrement tandis que le braquage des gouvernes de profondeur et la position du Plan Horizontal Réglable (PHR) évoluent à cabrer. L'EPR et le régime des moteurs commencent à diminuer vers des valeurs correspondant au régime ralenti. Les oscillations en roulis se poursuivent et la vitesse continue de diminuer.

A 1 h 45 min 35, le pilote automatique est déconnecté. L'altitude a diminué d'environ 1 150 ft par rapport au niveau de croisière, la vitesse conventionnelle est de 162 kt, le Mach est de 0.439 et les deux moteurs sont à un régime proche du régime ralenti. L'assiette de l'avion commence à diminuer et l'inclinaison est en augmentation à gauche.

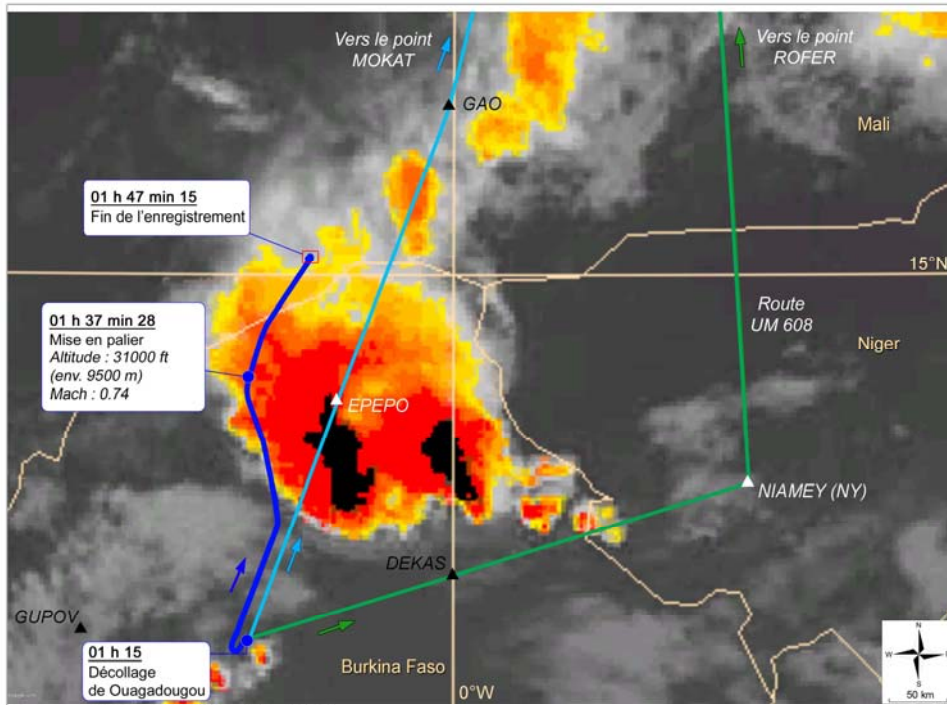
L'assiette et l'inclinaison de l'avion subissent ensuite des changements importants. Elles atteignent respectivement plus de 80° à piquer et 140° en roulis à gauche. L'avion conserve jusqu'au sol une assiette à piquer et une inclinaison à gauche. Le cap diminue de manière continue et les gouvernes restent majoritairement braquées à cabrer et dans le sens d'une inclinaison à droite. Une vingtaine de secondes avant l'impact, le régime et l'EPR des moteurs augmentent de nouveau pour atteindre des valeurs proches de la poussée maximale.

Les dernières valeurs sont enregistrées à 1 h 47 min 15 :

- Altitude pression : 1 601 ft (par rapport à l'isobare 1013 hPa)
- Vitesse conventionnelle : 384 kt
- Assiette : 58° à piquer
- Inclinaison : 10° à gauche
- Cap magnétique: 099°

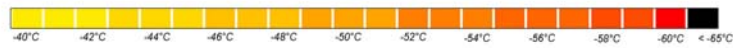
⁶ Le paramètre appelé N1 désigne la vitesse de rotation du compresseur basse pression du moteur, exprimée en pourcentage d'une vitesse de référence.

⁷ Les modes de l'auto-manette ne sont enregistrés que toutes les 4 secondes.



Source du fond cartographique : Google Earth

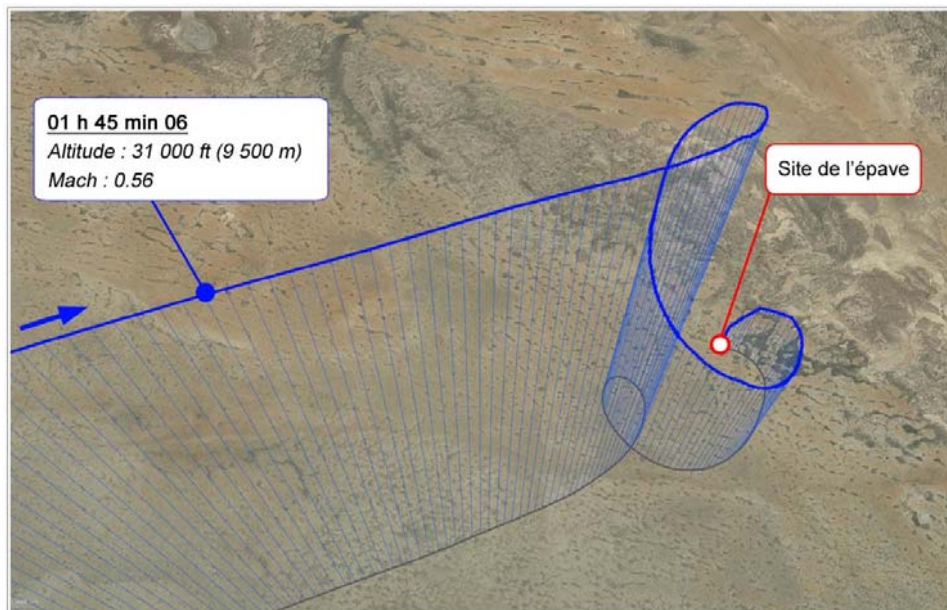
Données météorologiques : Température du sommet des nuages par mesure satellite (source : Météo France)
Cellule nuageuse principale datée à 01h38



- Trajectoire de l'appareil issue du FDR
- Trajectoire attribuée par le contrôle aérien de Ouagadougou
- Trajectoire prévue par le plan de vol
- ▲ Point de navigation

Les heures sont indiquées en UTC

BEA



Source du fond topographique : Google Earth

- Trajectoire de l'appareil issue du FDR

Les heures sont indiquées en UTC

BEA

Trajectoire finale

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune
Membres d'équipage	6	-	-
Passagers	110	-	-
Autres personnes	-	-	-

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion est détruit.

1.4 Autres dommages

Sans objet.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage de conduite

Les données ci-dessous sont extraites des documents transmis par la compagnie Swiftair S.A.. Le nombre d'heures de vol reflète uniquement l'activité du commandant de bord et du copilote dont Swiftair S.A. a eu connaissance. Aussi, ces données feront l'objet de vérifications et d'investigations dans le cadre de l'enquête en cours.

1.5.1.1 Commandant de bord

Homme, 47 ans

- Licence ATPL(A) délivrée le 17 mars 2000 par l'autorité de l'aviation civile espagnole, valide jusqu'au 30 avril 2015
- Licence CPL(A) délivrée le 15 décembre 1989
- Licence PPL(A) délivrée le 24 novembre 1986
- Qualification de type DC9/MD-80 valide jusqu'au 30 avril 2015
- Qualification TRI pour type DC9/MD-80 valide jusqu'au 23 janvier 2015
- Qualification TRE pour type DC9/MD-80 valide jusqu'au 4 octobre 2015
- Aptitude médicale de classe 1 valide jusqu'au 20 septembre 2014

Expérience

- Totale : 14 268 heures de vol dont 9 969 en qualité de commandant de bord
- Sur type : 10 013 heures de vol dont 6 161 en qualité de commandant de bord
- Depuis le 20 juin 2014, date du début des opérations avec Air Algérie, le commandant de bord a effectué 45 vols et 100 heures de vol comprenant :
 - le 21 juillet un vol Alger - Ouagadougou
 - le 22 juillet un vol Ouagadougou - Alger
 - le 23 juillet un vol Alger - Ouagadougou

Historique de la carrière aéronautique

- De 1994 à 1996 : copilote sur MD-80 chez Centennial (CNA)
- De 1997 à 2012 : copilote puis commandant de bord sur MD-80 chez Spanair
- Le 15 juin 2012 : rejoint Swiftair S.A. comme commandant de bord sur MD-80

Expérience de vol en Afrique

Entre 1997 et 2012, le commandant de bord avait desservi, en tant que copilote puis commandant de bord chez Spanair, différents aérodromes situés en Afrique, dont celui de Ouagadougou. Du 12 juillet 2012 au 1^{er} octobre 2013, il avait effectué 456 heures de vol pour l'ONU, en tant que commandant de bord sur MD-80.

1.5.1.2 Copilote

Femme, 42 ans

- Licence ATPL(A) délivrée le 10 mai 2002 par l'autorité de l'aviation civile espagnole, valide jusqu'au 31 mai 2015
- Licence CPL(A) délivrée le 16 juin 1993
- Licence PPL(A) délivrée le 19 juin 1992
- Qualification de type DC9/MD-80 valide jusqu'au 31 mai 2015
- Qualification de type Airbus A320 valide jusqu'au 31 mars 2015
- Aptitude médicale de classe 1 valide jusqu'au 16 juillet 2015

Expérience

- 6 900 heures de vol effectuées en qualité de copilote
- 6 064 heures de vol sur type effectuées en qualité de copilote
- Depuis le 20 juin 2014, date du début des opérations avec Air Algérie, la copilote a effectué 43 vols et 93 heures de vol comprenant :
 - le 21 juillet un vol Alger - Ouagadougou
 - le 22 juillet un vol Ouagadougou - Alger
 - le 23 juillet un vol Alger - Ouagadougou

Historique de la carrière aéronautique

- De 1995 à 1998 : agent d'opérations chez Spanair
- De 1998 à 2012 : copilote sur MD-80 chez Spanair
- Le 1^{er} juin 2013 : rejoint Swiftair S.A. comme copilote sur MD 80

Expérience de vol en Afrique

Entre 1998 et 2012, elle avait desservi, en tant que copilote chez Spanair, différents aérodromes situés en Afrique, dont celui de Ouagadougou.

1.5.2 Equipage de cabine

Les licences, qualifications et aptitudes médicales des quatre membres de l'équipage de cabine étaient à jour.

1.5.3 Mise en place des équipages de Swiftair S.A. dans la cadre de l'affrètement

Trois équipages ont été mis en place à Alger pour la durée de l'affrètement des vols par Air Algérie. Un autre équipage était en renfort à Madrid en cas de besoin.

Depuis le début de l'affrètement, le commandant de bord et la copilote avaient effectué ensemble la quasi-totalité de leurs vols (43 vols sur un total de 45 pour le commandant de bord, la totalité des 43 vols pour la copilote).

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Le premier Boeing MD-80, certifié par la FAA en août 1980, est entré en service en octobre 1980. Cinq différents modèles ont été développés : le MD-81, MD-82, MD-83, MD-87 et MD88. Il a été produit à Long Beach par la division des avions commerciaux de Boeing jusqu'en décembre 1999.

1.6.1 Cellule

1.6.1.1 Caractéristiques (données transmises par Swiftair S.A.)

Constructeur	McDonnell Douglas (Boeing)
Type	MD-83
Numéro de série	53190
Année de construction	1996
Immatriculation	EC-LTV
Certificat d'immatriculation (validité)	25/10/2015
Certificat d'examen de navigabilité (validité)	27/12/2014
Propriétaire	Balcargo S.L
Opérateur	Swiftair S.A.
Fréteur	Avico
Affréteur	Air Algérie
Configuration Maximale Approuvée en Siège Passagers (CMASP)	172
Configuration en siège passagers	165 en une seule classe
Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	85 198.74 lb (38 645 kg)
Masse maximale sans carburant (MZFW)	122 000 lb (55 338 kg)
Masse maximale à l'atterrissage (MLW)	139 500 lb (63 276 kg)
Masse maximale au décollage (MTOW)	160 000 lb (72 574 kg)
Temps de vol total de l'aéronef ⁸	38362 h 55 min
Cycles de vol totaux de l'aéronef ⁵	32390
Dernière inspection de maintenance	19/06/2014 (Check 1A)
Dernier service de maintenance	23/07/2014
Dernière pesée	07/10/2012

⁸ Avant le vol de l'accident.

1.6.1.2 Historique

Date	Opérateur	Propriétaire	Immatriculation	Remarque
1989	AWAS	AWAS	SU-ZCA	Commande de l'avion
23/08/1996	Héliopolis	AWAS		Livraison à Héliopolis Airlines Fusion avec Flash Group (Flash Airlines)
09/12/1997	AWAS	<i>Non connu à ce stade de l'enquête</i>	N190AN	Fin de location Entreposé
10/02/1998	Avianca		HK-4137X	Location
17/08/2000			N190AN	Changement d'immatriculation
02/12/2006	AWAS		N190AN	Fin de location Entreposé
02/12/2006				Rachat
16/01/2007	Austral	AWMS I	LV-BHN	Location
15/05/2008				Entreposé
13/07/2008				Vol de convoyage Entreposé
28/08/2008				Remis en service
01/02/2012				Entreposé
30/03/2012	AWAS	N190AN	N190AN	Entreposé
08/04/2012				Vol de convoyage Entreposé
07/08/2012				Vol de convoyage Entreposé
25/10/2012	Swiftair S.A.	Balcargo, SL	EC-LTV	Rachat et Location
04/12/2012				Vol de convoyage Entreposé
01/01/2013				Vol de convoyage Entreposé
27/02/2013				Délivrance du certificat d'immatriculation
20/06/2014				Sous-location (ACMI ⁹)

⁹ Aircraft Crew Maintenance and Insurance.

1.6.2 Moteurs

L'avion était équipé de deux moteurs du constructeur Pratt & Whitney et de type JT8D-219. Il s'agit de moteurs double corps, à taux de dilution moyen. Le premier moteur de la série D-200 a été certifié le 22 juin 1979. Le JT8D-219 a été certifié le 22 février 1985.

	Moteur n°1	Moteur n°2
Constructeur	Pratt & Whitney	Pratt & Whitney
Modèle	JT8D-219	JT8D-219
Numéro de série	708184	728104
Temps total	44 779 h 04 min	26 161 h 55 min
Cycles totaux	27 728	22 012
Temps depuis la dernière visite	183 h 55 min	3 956 h 55 min
Cycles depuis la dernière visite	100	2 043
Dernière révision	20/03/2013	07/05/2010

Caractéristiques des moteurs

1.6.3 Masse et centrage

L'avion a quitté le poste de stationnement à la masse calculée par l'équipage de 151 697 lb (68 808 kg). Cette masse se répartit comme suit :

- une masse à vide en ordre d'exploitation de 86 924 lb (39 428 kg) ;
- une masse des passagers (99 adultes et 12 enfants) de 19 239 lb (8 726 kg) ;
- une masse en soute (bagages¹⁰) de 6034 lb (2 736 kg) ;
- une masse de carburant de 39 500 lb (17 916 kg).

La masse de carburant estimée pour le roulage était de 500 lb. La masse estimée au décollage était alors de 151 197 lb (68 581 kg). La masse maximale autorisée au décollage est de 160 000 lb (72 574 kg).

Un changement de dernière minute (LMC) a entraîné une correction de l'état de charge définitif pour tenir compte de l'absence d'un passager.

Pour ce vol, la masse et le centrage déterminés par l'équipage de l'avion étaient dans les limites définies par le constructeur.

¹⁰ La fiche de chargement (loadsheets) n'indique aucun fret embarqué sur le vol.

1.6.4 Description des automatismes

1.6.4.1 Généralités

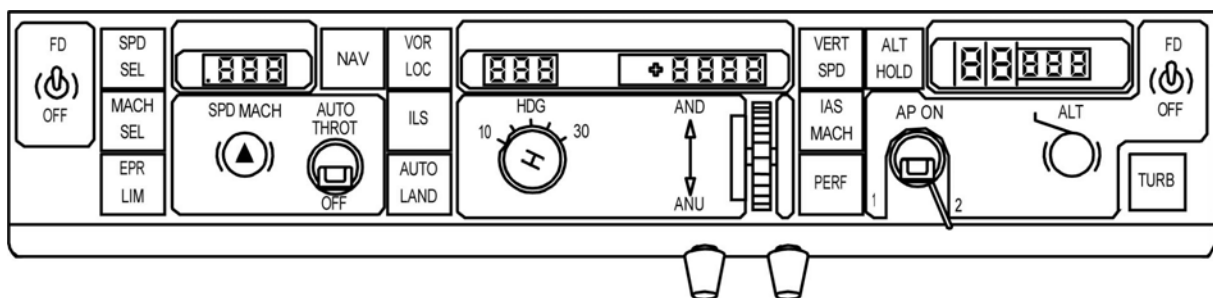
Le MD-83 est équipé de deux Digital Flight Guidance Computer (DFGC) qui élaborent les données nécessaires notamment aux fonctions suivantes :

- calcul des directeurs de vol (FD) ;
- pilotage automatique (AP) ;
- auto-manette ;
- calibrage de la poussée.

En fonctionnement normal, le DFGC1 élabore les ordres du Flight Director (FD) affichés sur le Primary Flight Display (PFD) gauche et le DFGC2 les ordres affichés sur le PFD droit. Pour que les ordres FD soient affichés sur un PFD, il faut que la commande « FD » correspondante, située sur le Flight Guidance Control Panel (FGCP), soit positionnée sur la position FD. Les modes actifs sont ensuite affichés sur le Flight Mode Annunciator (FMA) correspondant.



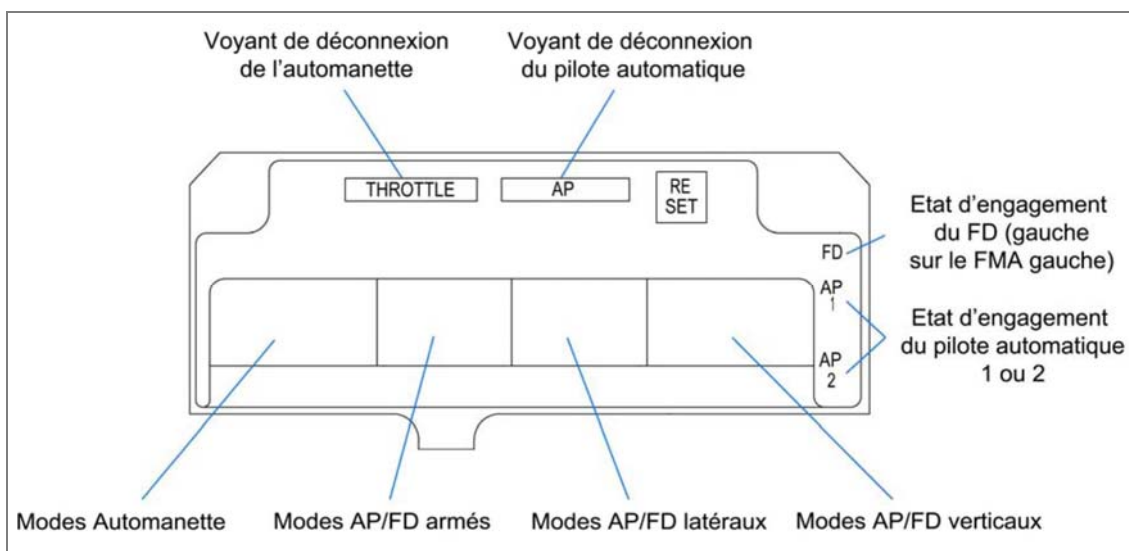
Photo d'un FGCP de MD-83



Flight Guidance Control Panel (FGCP) (Source : FCOM de Swiftair S.A.)



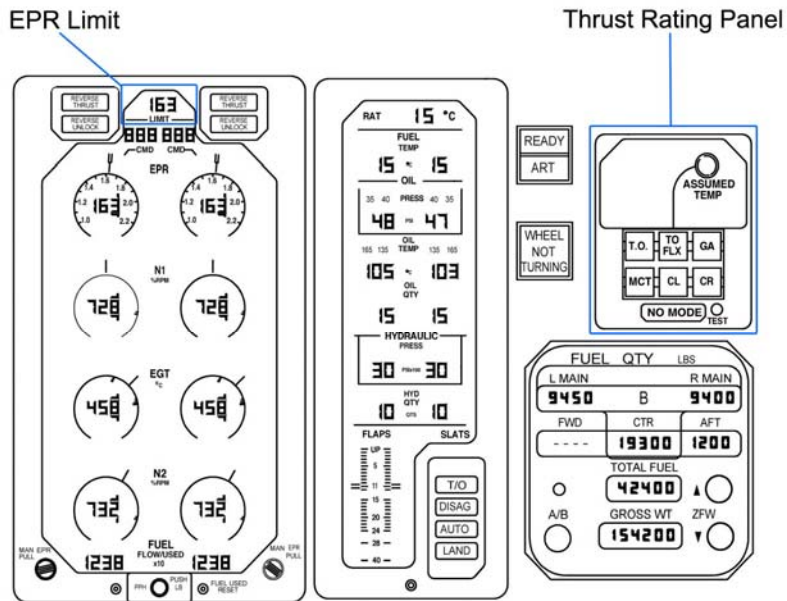
Photo d'un FMA



Flight Mode Annunciator (FMA) (Source : FCOM de Swiftair S.A.)

1.6.4.2 Système de calibrage de la poussée

Le système de calibrage de la poussée (Engine Thrust Rating System) permet de sélectionner un niveau maximum d'EPR correspondant à une phase de vol donnée. Cette sélection est effectuée par l'équipage via le TRP (Thrust Rating Panel). Les modes possibles sont TO (Take Off), TO FLX (Take Off Flex), GA (Go Around), MCT (Maximum Continuous Thrust), CL (Climb) et CR (Cruise). Le DFGC calcule alors la valeur d'EPR Limit en fonction de la température totale, de l'altitude, et des prélèvements d'air sur les moteurs. Cette valeur est affichée sur le panneau central et utilisée par l'auto-manette en fonction du mode actif.



Partie du panneau central relative aux moteurs (Source : FCOM de Swiftair S.A.)

Note : l'EPR est le rapport entre la pression totale en sortie du moteur, mesurée au niveau de la sortie de la turbine basse pression, et la pression totale en entrée du moteur mesurée au niveau du cône de nez du moteur.



Capteur de pression du cône de nez du moteur

L'EPR est une mesure de la poussée délivrée par les moteurs. Elle est affichée pour chaque moteur dans le panneau central. Ce paramètre est utilisé sur ce type d'avion pour contrôler la poussée, manuellement par l'équipage ou de manière automatique par l'auto-manette.

1.6.4.3 Auto-manette

L'auto-manette est engagée en positionnant la commande « *AUTO THROT* » située sur le FGCP, sur la position AUTO THROT. Cette commande reste en position AUTO THROT tant que les conditions d'engagement de l'auto-manette sont réunies. Dans le cas contraire, la commande reprend automatiquement la position OFF et le voyant rouge THROTTLE s'allume sur les FMA gauche et droite. Un appui sur les boutons de déconnection de l'auto-manette situés sur les manettes de poussée, ou bien le repositionnement de la commande AUTO THROT sur la position AUTO THROT permet d'éteindre le voyant.

Trois modes principaux peuvent être sélectionnés par l'équipage sur le FGCP : SPD SEL, MACH SEL et EPR LIM. Des modes dits « *secondaires* » s'activent automatiquement, parmi lesquels le mode MACH ATL. Ces modes sont décrits succinctement ci-dessous.

SPD SEL et MACH SEL	Les modes SPD SEL et MACH SEL peuvent être engagés dans toutes les phases de vol excepté le décollage. Lorsque l'auto-manette est dans l'un de ces modes, elle maintient la vitesse ou le Mach, sélectionné par l'équipage, et qui apparaît dans la fenêtre SPD MACH du FGCP, sauf si la valeur sélectionnée est inférieure à la vitesse « <i>Alpha Speed</i> ¹¹ ». Dans ce cas, l'auto-manette maintient cette vitesse et le FMA indique ALFA SPD.
EPR LIM	Ce mode est engagé par appui sur le bouton EPR LIM du FGCP ou bien lors du décollage ou d'une remise de gaz. Dans ce cas, l'auto-manette maintient une poussée correspondant à la valeur d'EPR Limit issue du régime d'EPR choisi par l'équipage au Thrust Rating Panel (TRP). Lorsque l'altitude sélectionnée est capturée, l'auto-manette passe automatiquement du mode EPR LIM au mode SPD SEL ou MACH SEL, sauf si la poussée TO FLX ou GA est sélectionnée au TRP. L'auto-manette maintient alors la cible de vitesse ou de Mach affichée dans la fenêtre SPD MACH du FGCP.
MACH ATL	Ce mode s'engage automatiquement lorsque l'auto-manette est engagée en mode MACH et que la poussée nécessaire pour atteindre la cible de Mach affichée au FGCP est supérieure à la poussée correspondant à la valeur d'EPR Limit affichée sur le panneau central. La poussée commandée est alors celle correspondant à l'EPR limit. Dès que cette condition cesse, l'auto-manette revient dans le mode qui précédait l'activation du mode MACH ATL.

¹¹ La vitesse Alpha speed est calculée par les DFGC de manière à maintenir une marge par rapport à la vitesse de décrochage de l'avion dans la configuration courante.

1.6.5 Radar météorologique de bord

L'avion était équipé d'un radar météorologique de bord Collins. Les informations issues de ce radar sont affichées sur les ND (Navigation Display) lorsqu'ils sont en mode ARC (ce mode d'affichage donne une indication sur les distances et les caps) ou MAP (ce mode d'affichage permet de visualiser l'avion sur son environnement ainsi que la route suivie).

L'échelle de visualisation des informations du radar est comprise entre 10 et 320 NM. Le radar météorologique est conçu pour détecter l'eau sous forme liquide (pluie ou grêle humide) en mesurant un taux de précipitation. Selon le taux détecté et le gain sélectionné, des échos de couleurs différentes sont présentés sur le ND. Les zones de plus forte concentration en eau liquide sont présentées en rouge, les zones de concentration moyenne en jaune et les zones de plus faible concentration en vert. Lorsque le mode « WX - T » est sélectionné au boîtier de commande du radar, les zones de turbulences sont indiquées en magenta dans un rayon de 50 NM au maximum.

Le radar détecte peu l'eau sous forme solide, comme les cristaux de glace ou la neige sèche.

Le réglage du tilt (inclinaison vers le haut ou le bas du faisceau radar) détermine la zone traversée par le faisceau radar et par conséquent les échos qui sont détectés et affichés sur le ND. Le réglage du gain permet ensuite de s'adapter à la réflectivité des précipitations rencontrées. En fonction du réglage du tilt, les nuages se situant devant l'avion mais non traversés par le faisceau ne sont pas visibles au radar.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Situation générale

Entre mai et octobre, le Front Intertropical (FIT) est présent sur l'Afrique. Ce front est une zone de conflit entre les masses d'air sec sahariennes et les masses d'air humide atlantique. Ce contraste provoque le développement de nuages convectifs épais de type cumulonimbus ainsi que de fortes précipitations (pluies de mousson).

Sur l'Afrique de l'ouest, la mousson est souvent associée à des lignes de grains violents ainsi qu'à de vastes formations nuageuses qui s'étendent sur plusieurs degrés de latitude et longitude. Ces perturbations traversent le continent d'est en ouest avec une périodicité de trois à cinq jours. Ce phénomène est appelé onde d'est. L'activité de ces ondes est soumise aux variations diurnes. Elle se développe entre 12 heures et 18 heures, devient maximale en début de nuit et s'affaiblit entre 3 heures et 9 heures.

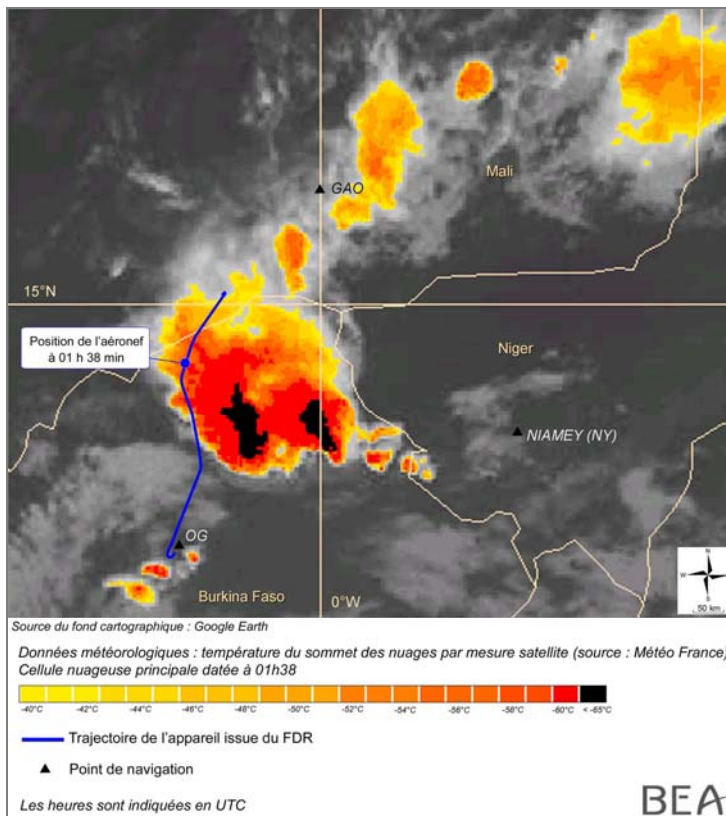
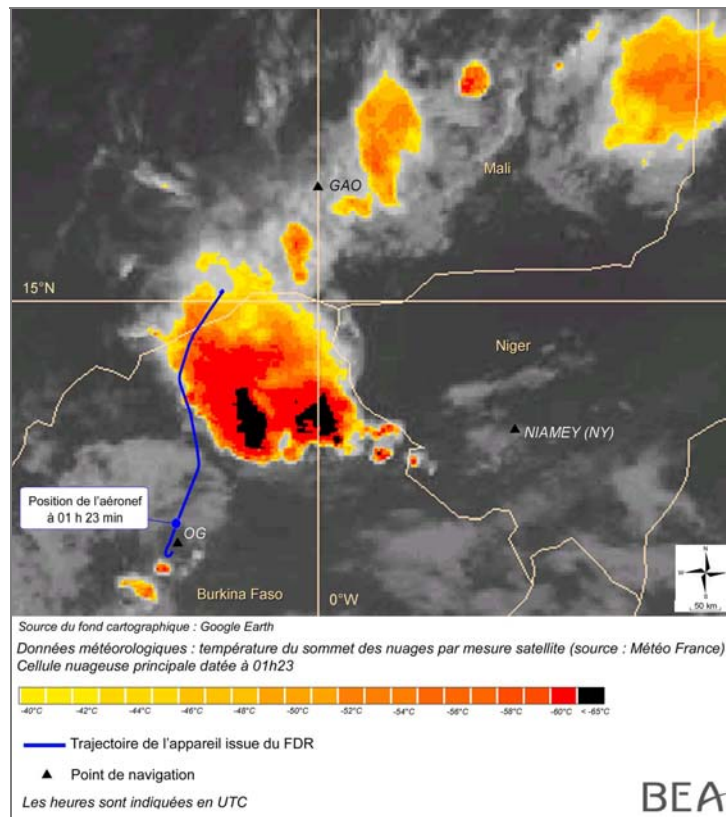
L'importance des contrastes thermiques et la quantité d'humidité présente génèrent des foyers orageux dont la dimension horizontale peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres et dont le développement vertical s'étend sur toute l'atmosphère, dépassant souvent 15 000 mètres.

Dans la soirée et la nuit du 23 juillet 2014, le front intertropical est positionné sur le nord du Mali.

1.7.2 Conditions rencontrées

Les observations satellites de la nuit du 23 au 24 juillet montrent une zone de convection qui se développe à partir de 20 heures sur le nord du Burkina Faso en se déplaçant vers le sud-ouest. Sur l'image ci-après apparaissent deux zones noircies correspondant aux zones les plus froides donc les plus hautes et les plus dynamiques. Elles culminent bien au-dessus du niveau de vol FL 400. Les impacts de foudre sont plus nombreux dans ces zones.

Après le décollage de Ouagadougou l'équipage effectue une altération de cap. La trajectoire de l'avion passe en bordure ouest de la zone de convection. De 1 h 30 à 1 h 45 l'avion vole dans un environnement saturé, probablement dans la couche nuageuse entre 24 000 ft et 31 000 ft.



Images infrarouge et trajectoire superposées

L'exploitation des données du FDR indique que :

- les températures extérieures rencontrées passent de - 16°C à - 32 °C pendant la montée ;
- l'avion ne rencontre pas de turbulences significatives.

Les températures extérieures inférieures à - 20°C sont souvent considérées comme peu propices au givrage de la cellule de l'avion, en particulier pour les nuages stratiformes. Des conditions givrantes ont cependant été observées à des températures plus basses dans les nuages convectifs dynamiques.

Les zones de ce type peuvent être particulièrement actives et possèdent un fort dynamisme générant des risques de givrage fort et/ou de turbulence sévère.

1.8 Aides à la navigation

Aucun dysfonctionnement des moyens de radionavigation au sol associés aux procédures de départ décrites au paragraphe 1.10 n'a été reporté le jour de l'événement.

1.9 Télécommunications

Le vol AH5017 a été successivement en contact radio avec la tour et l'approche de Ouagadougou, regroupées sur la fréquence 118.1 Mhz, puis le Centre de Contrôle en Route (CCR) de Ouagadougou sur la fréquence 120.3 Mhz, et le CCR de Niamey sur 131.3 Mhz.

La retranscription des radiocommunications et des échanges téléphoniques entre postes de contrôle figure en annexe.

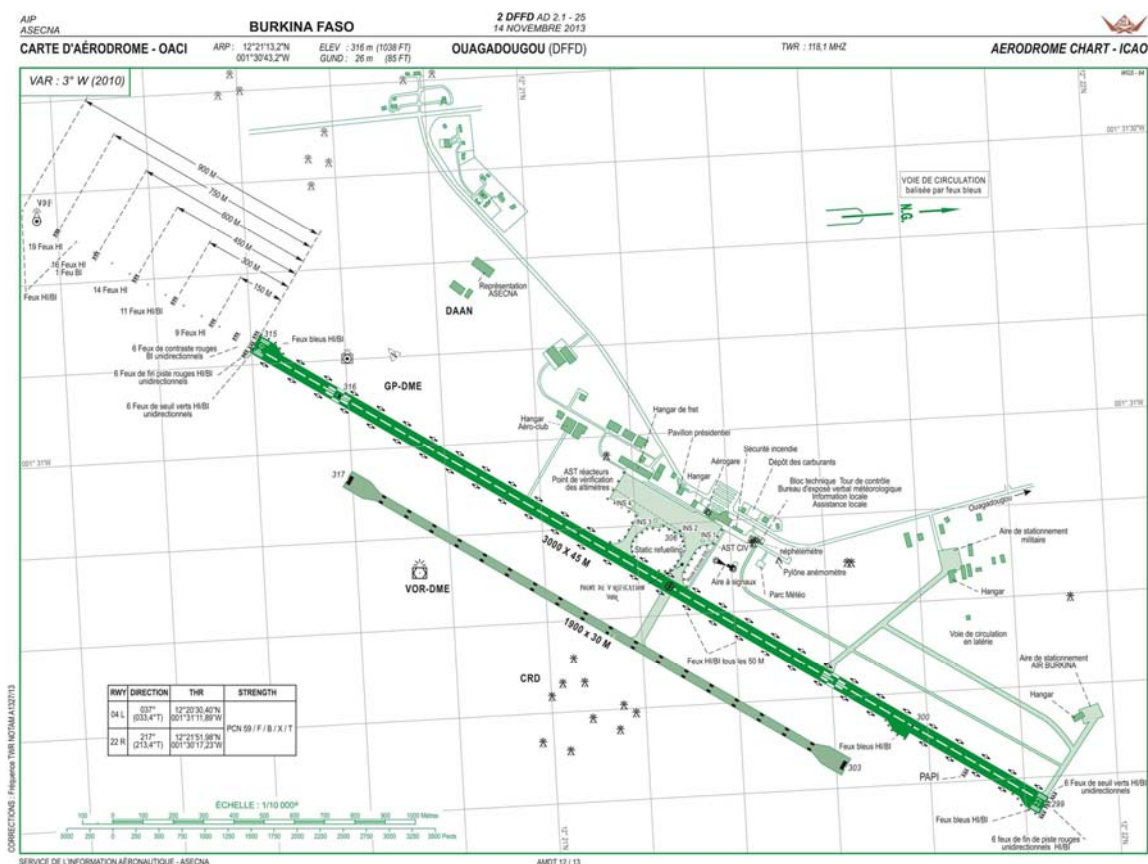
1.10 Renseignements sur l'aérodrome

1.10.1 Caractéristiques de l'aérodrome de Ouagadougou

L'aérodrome de Ouagadougou dispose de deux pistes parallèles :

- une piste principale, 04L/22R, en bitume, d'une longueur de 3 000 m et d'une largeur de 45 m ;
- une piste secondaire, en latérite, d'une longueur de 1 900 m et d'une largeur de 30 m.

L'altitude de référence de l'aérodrome est de 316 m, soit 1 038 ft.



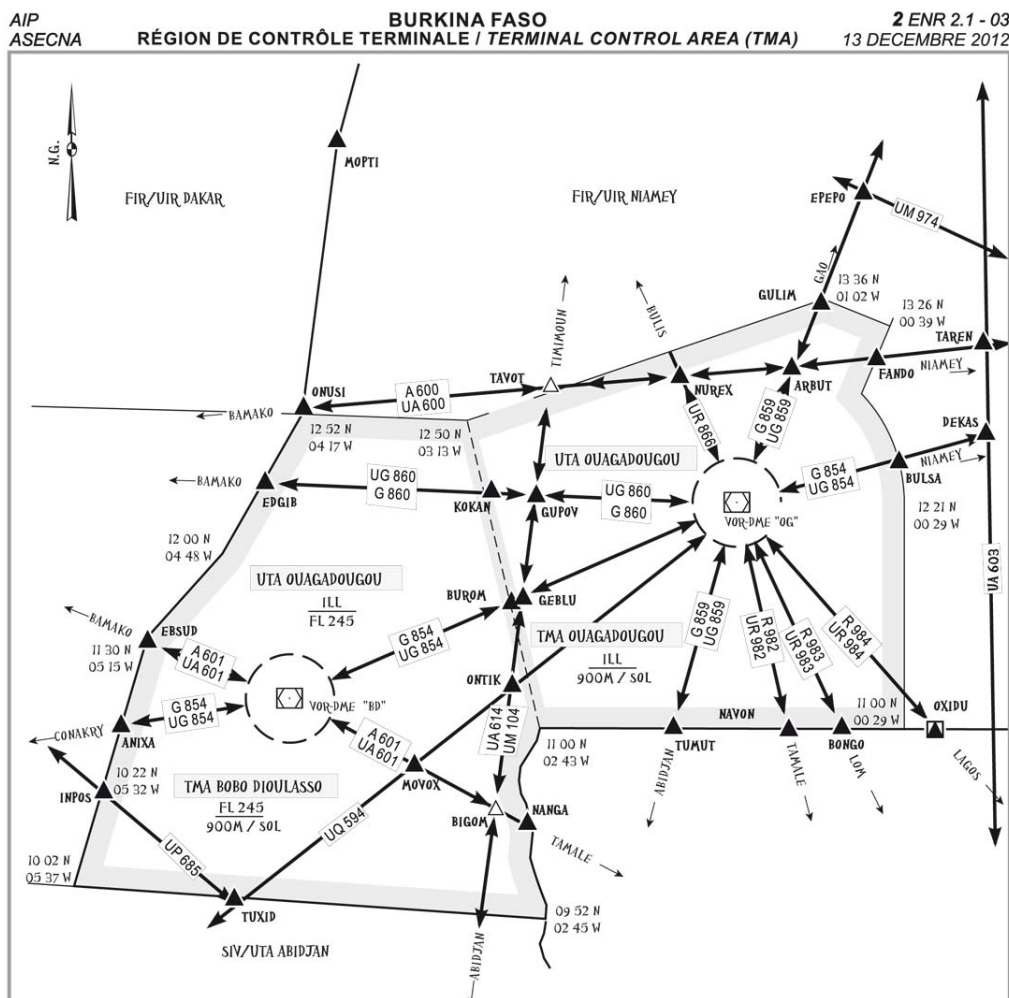
Carte d'aérodrome de Ouagadougou

Le jour de l'événement, la piste 22R était en service.

1.10.2 Procédures de départ de l'aérodrome de Ouagadougou

Les départs IFR sont des départs omnidirectionnels. Pour les vols IFR vers le nord, deux routes sont possibles :

- la route G 854 vers DEKAS puis NIAMEY(NY) ;
- la route G 859 vers EPEPO puis GAO.



Routes aériennes au départ et à l'arrivée de Ouagadougou

1.11 Enregistreurs de bord

1.11.1 Opérations d'ouverture et de lecture des enregistreurs de bord

Les deux enregistreurs réglementaires ont été acheminés au BEA par les autorités judiciaires du Mali et de la France le 28 juillet 2014.



FDR (à gauche) et CVR (à droite)

Enregistreur de paramètres - FDR

- Marque : Honeywell
- Modèle : 4700
- Numéro de type (P/N) : 980-4700-003
- Numéro de série (S/N) : 5139

Seul le boîtier protégé (CSMU ou module mémoire) a été acheminé au BEA. Ce module contient la carte électronique qui enregistre les données de vol. Le boîtier protégé était désolidarisé de son châssis et la balise de localisation subaquatique (ULB) n'était pas présente. Il était légèrement endommagé et présentait quelques traces d'impacts.

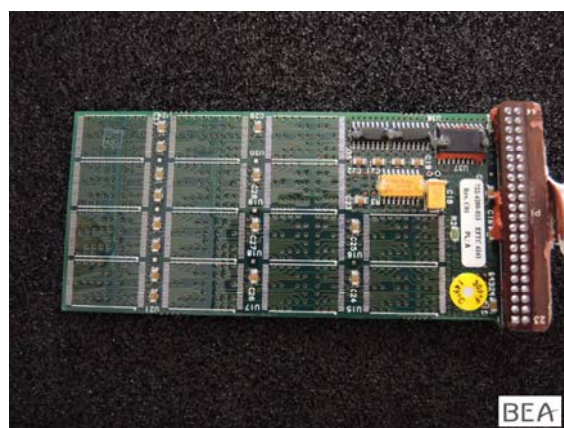
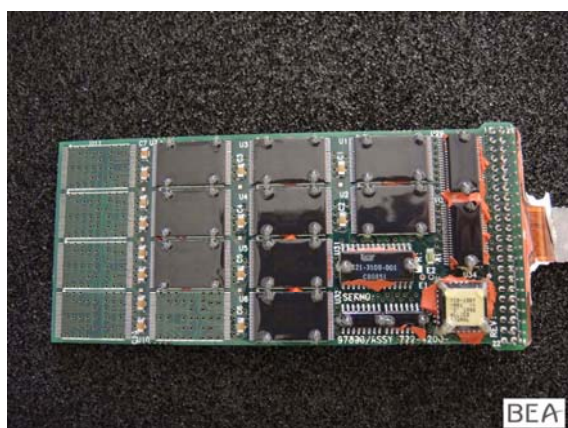
Le boîtier protégé a été ouvert et les différentes couches internes de protection ont été retirées. La carte mémoire a été extraite et son revêtement de protection retiré.



Carte électronique dans le CSMU



Carte électronique avec la couche de protection



Carte électronique sans la couche de protection

Les examens visuels n'ont révélé aucun dommage apparent sur la carte. Des mesures d'impédance d'entrée de la carte électronique ont été effectuées. Les valeurs mesurées étaient conformes aux spécifications du constructeur Honeywell.

La carte électronique a été connectée au châssis de lecture du BEA. La lecture des données a été effectuée avec l'équipement officiel fourni par le constructeur Honeywell (RPGSE). Le fichier brut déchargé contient environ 52 heures de données de vol, dont celles relatives au vol de l'événement.

Enregistreur de conversations – CVR

- Marque : Fairchild
- Modèle : A100
- Numéro de type (P/N) : 93-A100-8X
- Numéro de série (S/N) : illisible

Le CVR était considérablement endommagé. L'enregistreur a été compressé et déformé lors de l'accident. Il n'a cependant pas été exposé au feu.



Etat initial du CVR

Compte tenu de l'état de l'enregistreur, l'accès au module protégé par une opération d'ouverture classique n'a pas été possible. Une découpe du châssis a été nécessaire.



Ouverture du châssis

L'examen visuel du module protégé a révélé que celui-ci a été également endommagé lors de l'accident. Afin d'accéder à la bande magnétique sur laquelle sont enregistrées les données, il a été nécessaire d'ouvrir le module protégé à l'aide d'une disqueuse.



Module protégé après extraction



Protection thermique du support de données

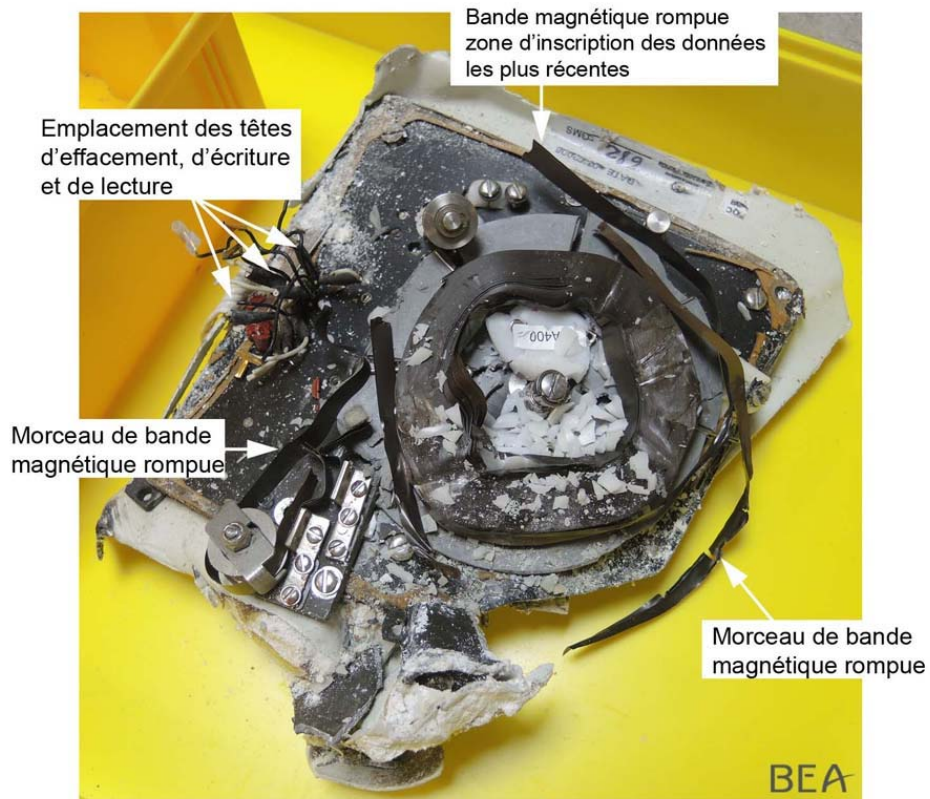
Après avoir enlevé la protection thermique, il a été constaté que le mécanisme de bande était détruit et que la bande magnétique était endommagée. Elle était rompue à plusieurs endroits.



Mécanisme de bande magnétique après extraction



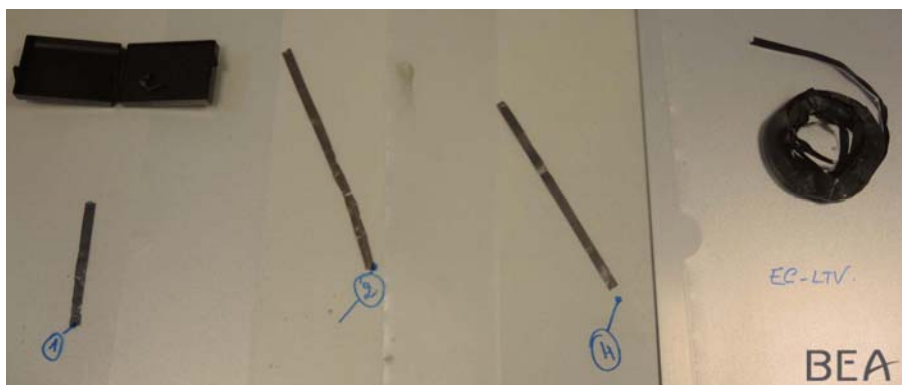
Zoom - mécanisme de bande magnétique



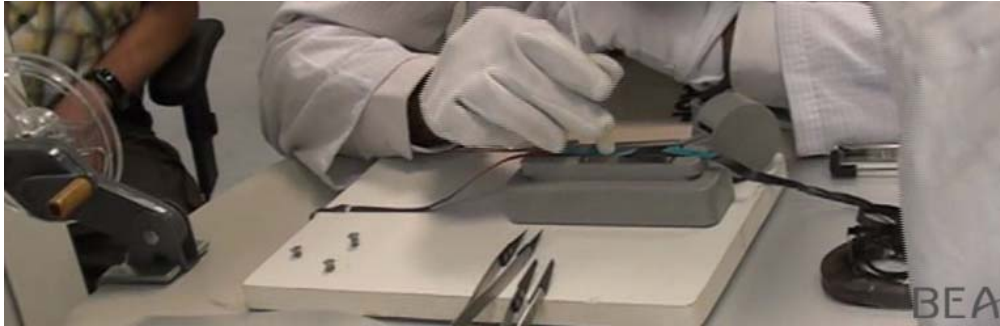
Support magnétique des données

Les différents morceaux de bande magnétique ont été identifiés et numérotés. Afin de lire la bande magnétique dans son intégralité, des opérations de réparation ont été nécessaires.

Ces opérations ont consisté en un renforcement de la bande magnétique aux endroits où les endommagements étaient les plus sévères.



Morceaux de bande magnétique récupérés lors des opérations d'ouverture



Opérations de reconstruction de la bande magnétique

Une fois la bande magnétique reconstituée, une lecture a été réalisée sur un moyen dédié. Les données analogiques contenues sur le support magnétique ont été numérisées.

La lecture de la bande magnétique a permis de récupérer les données contenues sur les quatre pistes de la bande magnétique. Quatre fichiers audio d'une durée de 31 minutes et 54 secondes ont été générés.

1.11.2 Exploitation des données du FDR

1.11.2.1 Décodage des paramètres

Les données contenues dans le fichier brut du FDR ont été décodées à l'aide des documents fournis par l'opérateur et le constructeur de l'avion. L'ensemble des paramètres enregistrés a pu être décodé et exploité, à l'exception des paramètres suivants :

- Angle of attack (incidence) ;
- Control column position (position longitudinale du manche) ;
- Control wheel position (LH / RH) (position latérale du manche) ;
- Rudder pedal position (position des palonniers).

La fonction de décodage de l'incidence renseignée dans les documents fournis par l'opérateur et le constructeur n'est pas valide. Des travaux complémentaires avec le constructeur sont en cours afin de déterminer et de valider cette fonction de décodage.

Les positions des manches et des palonniers sont des paramètres supplémentaires qui n'étaient pas enregistrés à la livraison de l'avion. Ces paramètres ont été rajoutés au travers du STC (Supplemental Type Certificate) ST09949SC délivré en 2002 par la FAA à la société SIP Technical Services. Par conséquent, le constructeur de l'avion n'a pas été en mesure de fournir leurs fonctions de décodage. Ces fonctions n'étant pas renseignées dans les documents de décodage fournis au BEA et dans le dernier rapport de calibration du FDR, des recherches complémentaires sont en cours pour les obtenir.

1.11.2.2 Exploitation des données

L'exploitation des paramètres enregistrés est toujours en cours. A ce stade de l'enquête, un déroulement du vol a pu être rédigé à partir des paramètres FDR décodés et validés. Les courbes des paramètres enregistrés sont disponibles en annexe 1.

Les données FDR ont été synchronisées avec les communications radio entre l'équipage et les centres de contrôle de Ouagadougou et de Niamey (dont les transcriptions sont disponibles en annexes 2 et 3), à l'aide des appuis sur l'alternat VHF enregistrés au FDR.

1.11.3 Exploitation des données du CVR

L'écoute des quatre pistes du CVR a montré que les données présentes sur la majeure partie de la bande magnétique sont difficilement intelligibles, voire totalement inintelligibles à ce stade de l'enquête.

Les travaux préliminaires réalisés sur les enregistrements audio semblent indiquer une défaillance du mécanisme d'effacement, provoquant la superposition de données relatives à un grand nombre de vols.

Note : l'enregistrement des données sur la bande magnétique s'effectue en deux étapes :

- *étape 1 : l'effacement des données les plus anciennes par le passage devant une tête d'effacement ;*
- *étape 2 : l'enregistrement des nouvelles données en remplacement des données effacées par le passage devant une tête d'écriture.*

Des travaux supplémentaires en coopération avec des centres d'expertise extérieurs au BEA sont en cours pour valider ce mode de défaillance et tenter d'améliorer la qualité du signal enregistré.

Un premier travail d'écoute a malgré tout permis de transcrire quelques messages entre l'équipage et des centres de contrôle, sans pouvoir déterminer s'il s'agissait ou non de communications relatives au vol de l'accident. En comparant par la suite avec les communications ATC, plusieurs de ces messages appartiennent bien au vol de l'événement. Cette comparaison permet d'affirmer qu'au cours du vol de l'événement, le CVR enregistrait des données.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur le lieu de l'impact

1.12.1 Description du lieu de l'accident

La zone d'occurrence de l'accident se situe au Mali, dans le cercle de Gourma-Rharous et la région de Tombouctou. Le lieu de l'impact se trouve à environ 80 km au sud-est de la ville de Gossi ; elle-même distante de 160 km dans le sud-ouest de la ville de Gao. Les coordonnées géographiques¹² de l'épave sont : 15°08'N - 1°04'O.

Compte tenu des contraintes locales de sûreté, l'examen de l'épave n'a pu avoir lieu que dans le périmètre sécurisé par les forces armées françaises et s'est déroulé sur trois jours.



Localisation du site de l'accident

La zone est plane, située à une altitude moyenne de 270 m et ne présente comme seul obstacle qu'une végétation clairsemée d'une hauteur maximale de 5 m. Le terrain naturel est un socle rocheux dur recouvert d'une couche de 50 cm environ constituée d'un mélange de sable et d'argile dans des proportions variables.

¹² Dans le référentiel WGS84.

1.12.2 Répartition de l'épave

Lors de l'impact de l'avion avec le sol, un cratère d'environ 35 m sur 11 m, de 1 m de profondeur s'est formé.¹³



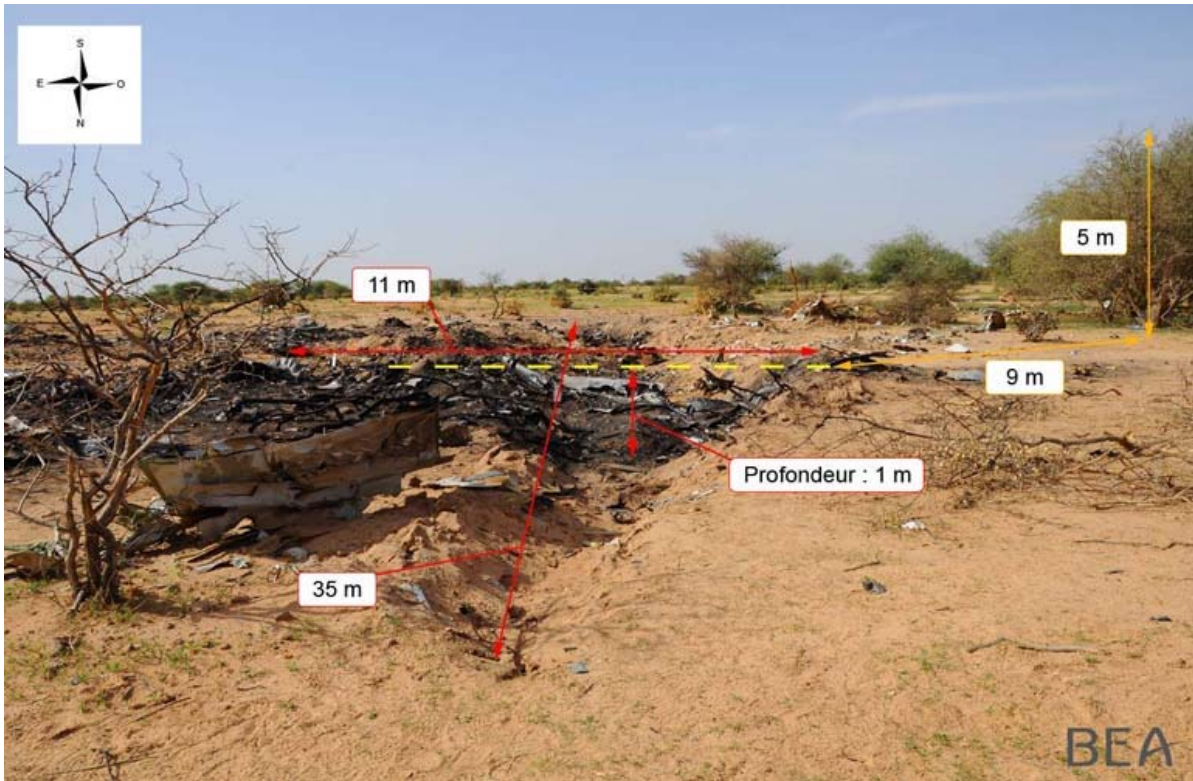
Vue aérienne du cratère

Les débris de l'avion sont répartis sur une surface triangulaire de 420 m de long, dont le centre du cratère d'impact est le sommet¹⁴ pour s'évaser jusqu'à 340 m de large. L'axe moyen de répartition des débris est orienté au 090°.

Des arbres, d'une hauteur d'environ 5 m et situés à une dizaine de mètres en amont du cratère d'impact n'ont pas été éêtés. Quelques éléments de l'empennage, ainsi que la porte arrière et le sabot de queue sont retrouvés à proximité de ces arbres.

¹³ L'envergure de l'avion est de 32,8 m.

¹⁴ Le centre du cratère est la référence des distances du présent paragraphe.



Vue latérale du cratère

A partir du cratère et en se déplaçant vers l'est, trois zones de répartition des débris sont définies :

- la première zone concentre principalement des débris volumineux (de l'ordre du mètre ou supérieur) et de densité moyenne. Ils sont constitués d'éléments des moteurs, de la voilure, de l'empennage et du train avant et des parties supérieures (fûts) des trains principaux ;
- dans la deuxième zone, la taille (de l'ordre de la dizaine de centimètres) et la densité des débris sont inférieures à celles rencontrées précédemment. La majorité des fragments humains ainsi qu'une grande partie des éléments du tableau de bord et du pare-brise y sont retrouvés ;
- enfin, dans la troisième zone, les débris sont d'un volume moyen (décimétrique à métrique) et de forte densité. Ils sont constitués d'éléments des moteurs et des parties inférieures (essieux) des trains principaux.



Vue aérienne du champ de débris

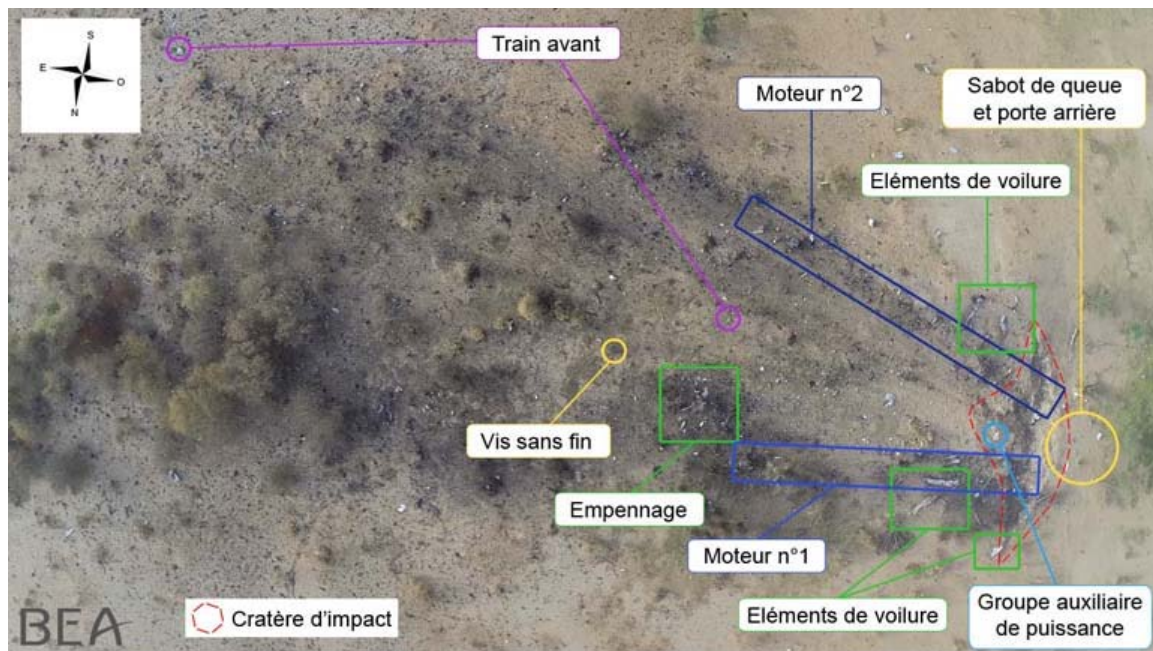
Zone 1

Les débris retrouvés dans le cratère d'impact proviennent principalement de la voilure, du groupe auxiliaire de puissance, ainsi que des nacelles et des accessoires moteurs.

Ces éléments moteurs se sont répandus sur environ 50 m.

La partie supérieure du train avant est retrouvée à 50 m et sa partie inférieure à 125 m du cratère d'impact.

L'empennage se situe à environ 50 m et la vis sans fin du PHR à environ 65 m.



Répartition des débris dans la première zone

Zones 2 et 3

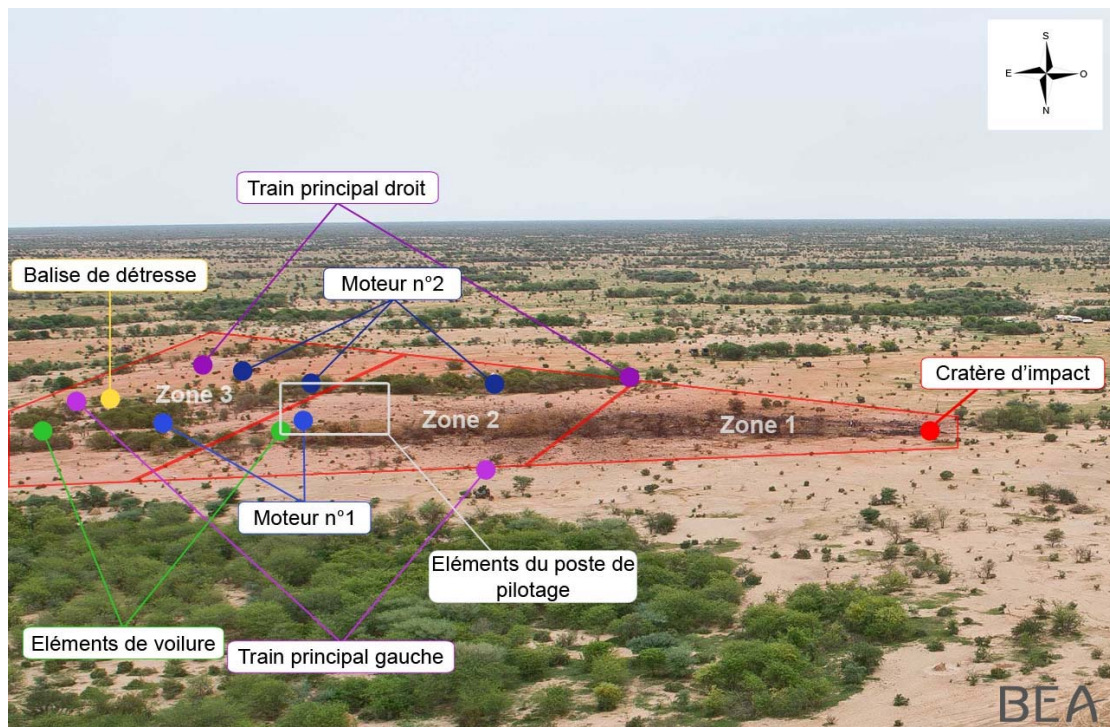
Les parties supérieures des trains principaux sont retrouvées à 120 m du cratère d'impact pour le train gauche et 205 m pour le train droit.

A partir de 130 m, sont répartis les débris les moins volumineux.

Cette zone, comprise entre 170 m et 190 m du cratère d'impact, regroupe des éléments du tableau de bord (altimètre, indicateurs de vitesse, panneau des disjoncteurs) et un morceau de pare-brise.

Des éléments du moteur n° 1 sont retrouvés à 160 m et 230 m. Des éléments du moteur n° 2 sont retrouvés à 185 m, 260 m et 300 m.

Deux éléments de la voilure sont retrouvés à 140 m et 240 m. Les derniers éléments appartiennent aux parties inférieures des trains principaux ; le train gauche se trouve à 295 m et le droit à 375 m.



Répartition des principaux débris dans les zones 2 et 3

Les forces armées françaises ont préservé les enregistreurs de vol dès leur arrivée sur le site.

1.12.3 Commandes et gouvernes

Des éléments du mécanisme de sortie des volets ont été retrouvés. Leur position a été documentée.

La vis de réglage du PHR a été retrouvée. A ce stade de l'enquête, la position du PHR à l'impact n'a pas pu être déterminée.

1.12.4 Moteurs

Les deux moteurs sont détruits. Tous les équipements fixés à la périphérie du carter de fan ont été arrachés et disséminés sur le site.

Toutes les aubes de fan sont rompues. Les éléments tournants des moteurs sont fortement endommagés.

Les éléments des moteurs identifiés ne présentent pas de traces visibles d'incendie.

1.12.5 Portes

La porte arrière a été retrouvée 2 m avant le point d'impact. Elle présente des déformations en compression du bas vers le haut.

1.12.6 Balise de détresse

L'avion était équipé d'une balise de détresse fixe, reliée à une antenne et à déclenchement automatique. Cette balise de détresse a été retrouvée endommagée sur le site. Aucun signal provenant de cette balise n'a été détecté.

1.12.7 Synthèse

La forme du cratère d'impact et la position de celui-ci par rapport à la position des arbres situés en amont montrent que l'avion est entré en collision avec le sol avec une grande vitesse, une inclinaison faible et une forte assiette à piquer. L'avion s'est désintégré à l'impact. Les débris se sont répartis sur une distance de 420 m selon une direction moyenne magnétique de 90°.

L'endommagement des moteurs montre qu'ils délivraient de la puissance.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Compte tenu de la violence de l'impact, il n'a pas été possible d'effectuer d'analyse toxicologique sur les membres d'équipage.

1.14 Incendie

L'examen du site a permis de constater des groupes d'arbres et de buissons brûlés à partir du cratère d'impact, entre les caps 065 et 120, sur une distance d'environ 140 mètres. L'observation des dommages sur la végétation permet de conclure que l'incendie est subséquent à la collision de l'avion avec le sol et ne s'est pas propagé après l'impact.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

La violence de l'impact a provoqué la mort instantanée de tous les occupants de l'avion.

1.16 Essais et recherches

Des travaux complémentaires réalisés en coopération avec le constructeur de l'avion, le constructeur des moteurs ainsi que le NTSB (National Transportation Safety Board) sont en cours. Ces travaux ont notamment pour objectif de déterminer l'origine de la diminution de vitesse peu après le début de la croisière et de préciser les conditions dans lesquelles interviennent la perte d'altitude et les changements d'attitude de l'avion dans les dernières minutes du vol. Pour cela, l'étude des performances de l'avion et des moteurs dans les conditions de vol rencontrées est nécessaire, en particulier l'équilibre entre la poussée délivrée par les moteurs et la traînée de l'avion ainsi que la situation de l'avion par rapport aux limites de son domaine de vol.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 L'exploitant Swiftair S.A.

La compagnie Swiftair S.A. est une compagnie privée espagnole, créée en 1986. Elle est basée à Madrid et emploie environ 500 personnes.

1.17.1.1 Flotte

Au 1^{er} septembre 2014, Swiftair S.A. dispose d'une flotte de 43 avions et effectue des vols passagers et cargo en Europe, en Afrique centrale et au Moyen-Orient. Depuis 2005, elle effectue aussi des vols au profit des Nations Unies.

La flotte est composée de six B737-300, un B737-400, trois MD 83, six ATR 42-300, dix-sept ATR-72, et dix Embraer 120.

1.17.1.2 Organisation

La compagnie dispose d'un CTA (Certificat de Transport Aérien) renouvelé par l'autorité espagnole le 25 avril 2014 conformément à l'Annexe III du Règlement Européen 3922/91.

1.17.2 La préparation du vol

A Ouagadougou, le dossier de vol a été préparé par la Régie Administrative Chargée de la Gestion et de l'Assistance en Escale (RACGAE). L'agent en charge du dossier a collecté tous les éléments nécessaires au départ du vol, notamment ceux nécessaires à l'emport des passagers et du carburant ainsi qu'au calcul de la masse et du centrage. L'équipage a ensuite renseigné puis validé le devis de masse et de centrage, prenant en compte la défection d'un passager au dernier moment.

L'agent de la RACGAE a ensuite retiré le dossier météorologique au bureau météo de l'ASECNA. Ce dossier comportant les informations météorologiques en vigueur à 22 h 30 a été retiré à 22 h 59 puis remis à l'équipage à son arrivée.

Il comprenait entre autres :

- les conditions météorologiques au sol ;
- les cartes des vents à différentes altitudes ;
- TAF et METAR des aérodromes sur la route ;
- une carte satellite IR de la situation météorologique (voir annexe 4).

Le plan de vol comportait les éléments de route suivants :

DFFD 0045
N0463 F290 DCT OG UG854 NY/N0459 F310 UM608 ROFER/N0453 F330 UG859
DAAG 0347

Note : le départ par NY (Niamey) est systématiquement choisi par la compagnie pour les vols de Ouagadougou vers Alger.

1.17.3 Les conditions de l'affrètement

Un contrat d'affrètement de type ACMI (Aircraft/Crew/Maintenance/Insurance ou « wet lease ») a été établi entre Air Algérie et Swiftair S.A. par l'intermédiaire de la société Avico.

Dans le cas présent, le contrat a été établi pour la période du 20 juin au 23 septembre 2014. Il prévoyait la mise en place par Swiftair S.A., à Alger, pour toute la durée du contrat :

- de l'avion immatriculé EC-LTV. Cet avion pouvait être remplacé en cas de besoin ;
- de trois équipages, techniques et commerciaux. Un quatrième équipage était en renfort à Madrid.

1.18 Témoignages

1.18.1 L'agent d'opérations de la Régie Administrative Chargée de la Gestion et de l'Assistance en Escale (RACGAE)

L'agent d'opérations de la RACGAE était en charge de la préparation de ce vol. Il indique que l'avion est arrivé au bloc avec environ 15 minutes de retard en raison de la saturation du parking à cet instant. Ceci n'a pas eu d'impact sur la préparation du vol qui s'est déroulée de manière tout à fait normale. La seule différence avec les autres vols desservant Ouagadougou est que l'équipage de Swiftair S.A. souhaite faire lui-même le plan de chargement et le devis de masse et de centrage. La durée de l'escale est d'environ 50 minutes. L'équipage est calme et consciencieux. Le commandant de bord demande le nombre de bagages à embarquer. La copilote décide de la répartition des bagages en soute en privilégiant le chargement de la soute arrière. Elle effectue ensuite les calculs de masse et de centrage en fonction des données fournies par l'agent d'opérations. L'agent d'opérations va ensuite apporter le plan de vol au Bureau d'Informations Aéronautiques (BIA).

1.18.2 L'agent commercial d'Air Algérie à Ouagadougou

Il ressort de son témoignage que l'équipage ne subit aucune pression et que le vol est préparé normalement.

L'agent commercial d'Air Algérie accueille l'équipage dès son arrivée à Ouagadougou et l'accompagne jusqu'à la fermeture des portes avant le départ.

Il indique que le temps d'escale est tout à fait standard. L'équipage examine attentivement le dossier de vol. Pendant l'avitaillement, le commandant de bord vérifie la quantité de carburant embarquée, puis vérifie lui-même la fermeture des soutes. La copilote remplit attentivement le devis de masse et de centrage et le présente au commandant de bord. Celui-ci l'examine puis le valide en le signant.

1.18.3 Le contrôleur aérien en poste à la Tour de Ouagadougou

Le contrôleur explique que, lors de l'appel téléphonique du contrôleur de Niamey l'informant de l'arrivée du vol AH 5016¹⁵, il ne disposait pas du plan de vol de l'avion. Il ajoute que ceci est très fréquent pour les arrivées d'Alger et ne l'a pas surpris. L'avion est arrivé via EPEPO. Lors de cette coordination téléphonique, le contrôleur a rédigé un strip comportant les éléments du vol puis a préparé manuellement, par anticipation, un strip pour le départ à venir, en y indiquant un départ via EPEPO.

Lorsque le plan de vol déposé par l'équipage a été traité, le contrôleur a reçu un « *strip machine* » mentionnant un départ via Niamey.

Il a choisi de fournir à l'équipage une clearance départ via EPEPO car l'équipage était arrivé par ce point qui est aussi un point de sortie vers Alger.

Conscient que cette route était différente de celle demandée par l'équipage dans son plan de vol, il a précisé que l'équipage pouvait à tout moment exprimer son désaccord.

Il ajoute que les contrôleurs ne disposent pas d'une visualisation radar des conditions météorologiques de la région.

1.18.4 Equipage du vol AH 5005

Le vol AH5005 était sur la route Ouagadougou - EPEPO au FL 370 avec une estimée EPEPO à 1 h 56, soit 18 minutes après le vol AH5017.

L'équipage, contacté pour les besoins de l'enquête, indique que :

- des nuages de type CB étaient présents dans tous les secteurs à l'ouest et au nord-ouest de Niamey et du point EPEPO jusqu'au nord de Gao ;
- au FL 370 la température TAT était de - 22 °C, la SAT de - 48 °C. Au FL 310 la SAT était de - 36 °C.

L'équipage du vol AH 5005 indique qu'il a souvent demandé à changer de cap pour éviter les cellules orageuses et ce pendant 46 minutes, du sud de Ouagadougou jusqu'au nord-ouest de Gao.

Il a entendu un appel du vol AH5017 (voix féminine) sur la fréquence de Niamey (131.3 Mhz). L'équipage annonçait « *abeam GAO, FL 310, request heading 350 to avoid* ». Le centre de contrôle de Niamey n'a pas collationné. Il a appelé l'équipage du vol AH5005 pour effectuer un relais avec le vol AH5017. Le relais a été tenté, plusieurs fois, sans succès, sur toutes les fréquences possibles (4 fréquences VHF et une fréquence HF).

¹⁵ En provenance d'Alger l'indicatif du vol était AH5016.

2 - PREMIERS FAITS ETABLIS

Sur la base des premiers éléments rassemblés au cours de l'enquête, les faits suivants ont été établis :

- L'avion avait un certificat de navigabilité en état de validité.
- L'avion avait décollé de Ouagadougou à destination d'Alger avec 116 personnes à bord.
- La situation météorologique était conforme à celle que l'on peut rencontrer à cette période de l'année dans la zone de convergence intertropicale.
- L'équipage du vol AH5017 a été successivement en contact avec la tour et le centre de contrôle en route (CCR) de Ouagadougou puis avec le CCR de Niamey.
- Lors de la montée au FL 310, l'équipage a effectué des altérations de cap pour éviter une zone orageuse.
- A la mise en palier, le pilote automatique était en mode de maintien d'altitude et de cap tandis que la vitesse était contrôlée par l'auto-manette.
- Environ deux minutes après la mise en palier, la vitesse de l'avion a commencé à diminuer et l'altitude est restée stable alors que l'EPR des moteurs et l'assiette augmentaient progressivement.
- Au cours du vol en palier, l'auto-manette est passée plusieurs fois du mode MACH au mode MACH ATL.
- Après le transfert du vol au CCR de Niamey, le contact radio avec l'avion n'a pas été établi immédiatement. Le vol RAM543K évoluant dans le secteur a fait le relais entre le vol AH5017 et le CCR de Niamey.
- Le contrôleur du CCR de Niamey a alors entendu l'équipage du vol AH5017 s'annoncer au FL 310 et en cours d'évitement.
- Le contrôleur de Niamey a demandé à l'équipage de rappeler en passant le point GAO. Aucune réponse de l'équipage du vol AH5017 n'a été reçue par le CCR de Niamey. Aucun autre message de l'équipage n'a été reçu par le CCR de Niamey par la suite.
- Environ 7 minutes après la mise en palier, des fluctuations d'EPR des deux moteurs sont apparues suivies de deux variations de plus forte amplitude. L'auto-manette est déconnectée au cours de ces deux variations, l'avion a commencé à descendre.
- Une dizaine de secondes après le début de descente l'assiette a atteint un maximum de 10° puis a diminué.
- Le pilote automatique est déconnecté trente secondes environ après la déconnection de l'auto-manette. Les deux moteurs sont alors à un régime proche du régime ralenti.
- Au cours de la descente, l'assiette et l'inclinaison de l'avion ont subi des changements importants. L'avion a conservé jusqu'au sol une assiette à piquer et une inclinaison à gauche. Les gouvernes sont restées majoritairement braquées à cabrer et dans le sens d'une inclinaison à droite.
- Aucun problème n'a été signalé par l'équipage lors de ses contacts avec les contrôleurs aériens de Ouagadougou et Niamey.
- Aucun message de détresse n'a été reçu par les centres de contrôle.
- Les dernières valeurs enregistrées par le FDR sont une assiette de 58 degrés à piquer, une inclinaison de 10 degrés à gauche et une vitesse conventionnelle de 384 kt.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Planches de paramètres

Annexe 2

Extrait de la transcription des communications ATC issues des organismes de contrôle de Ouagadougou

Annexe 3

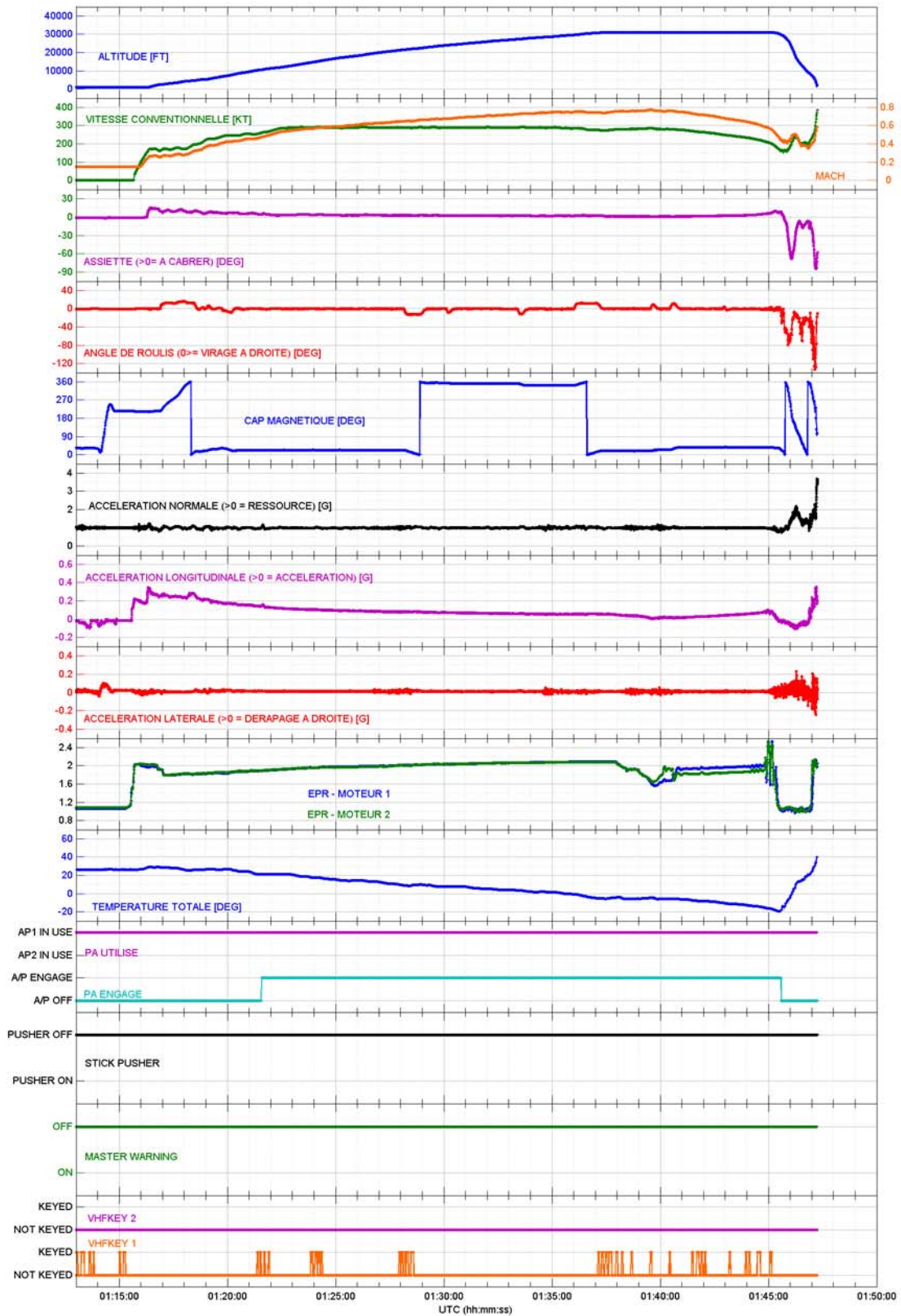
Extrait de la transcription des communications ATC issues du centre de contrôle en route de Niamey

Annexe 4

Carte satellite IR de la situation météorologique

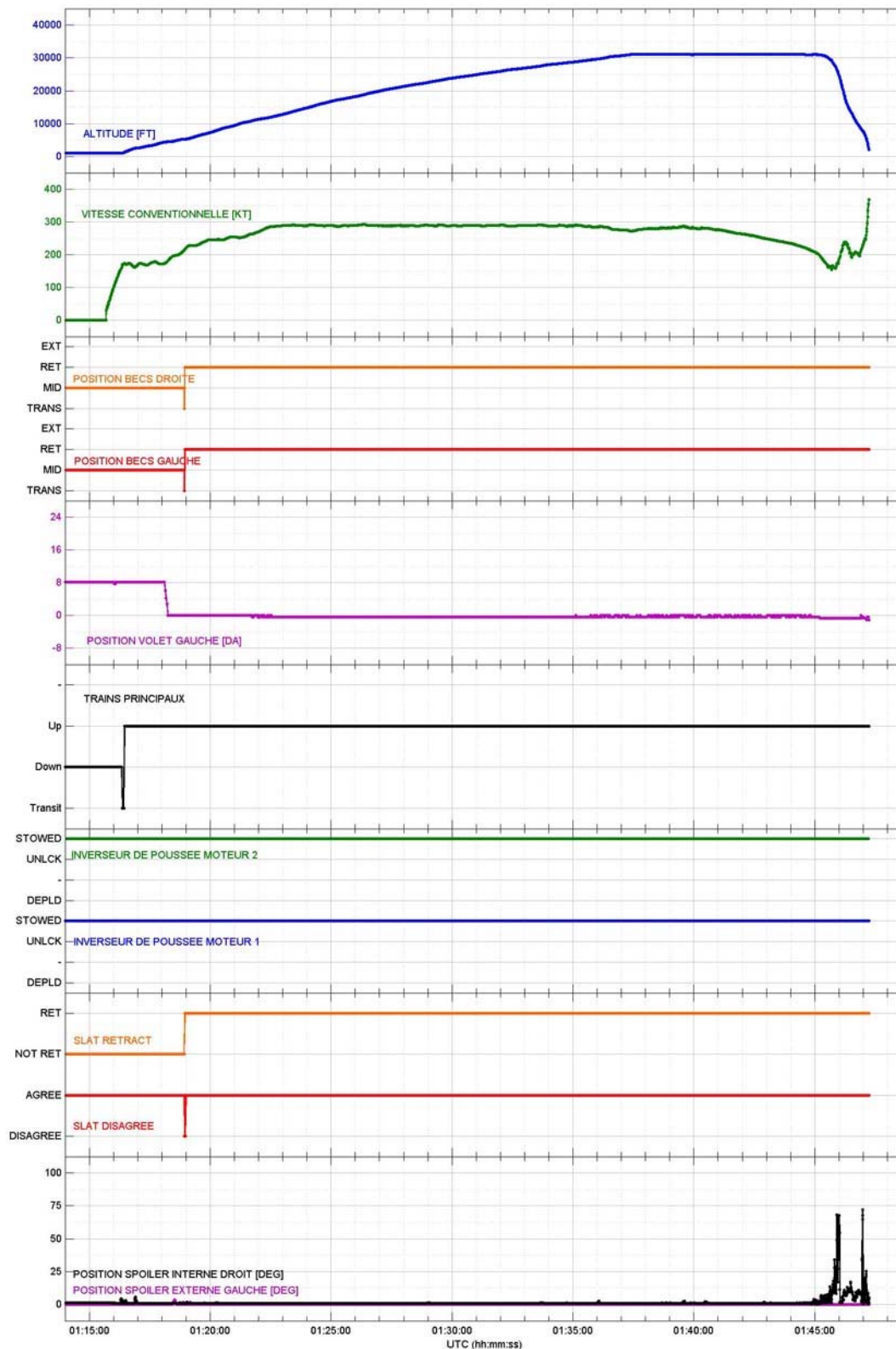
Annexe 1

Planches de paramètres



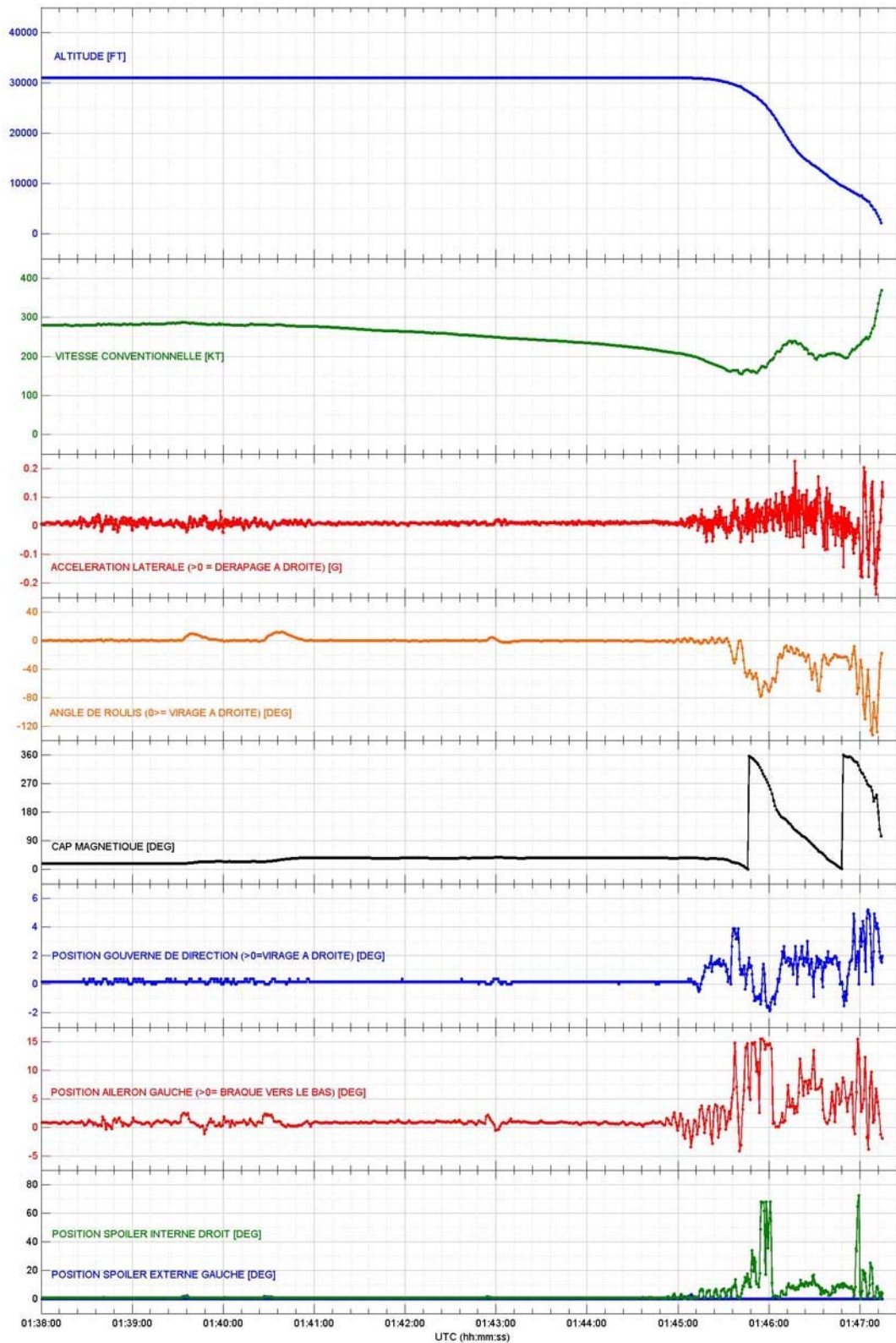
Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Paramètres généraux



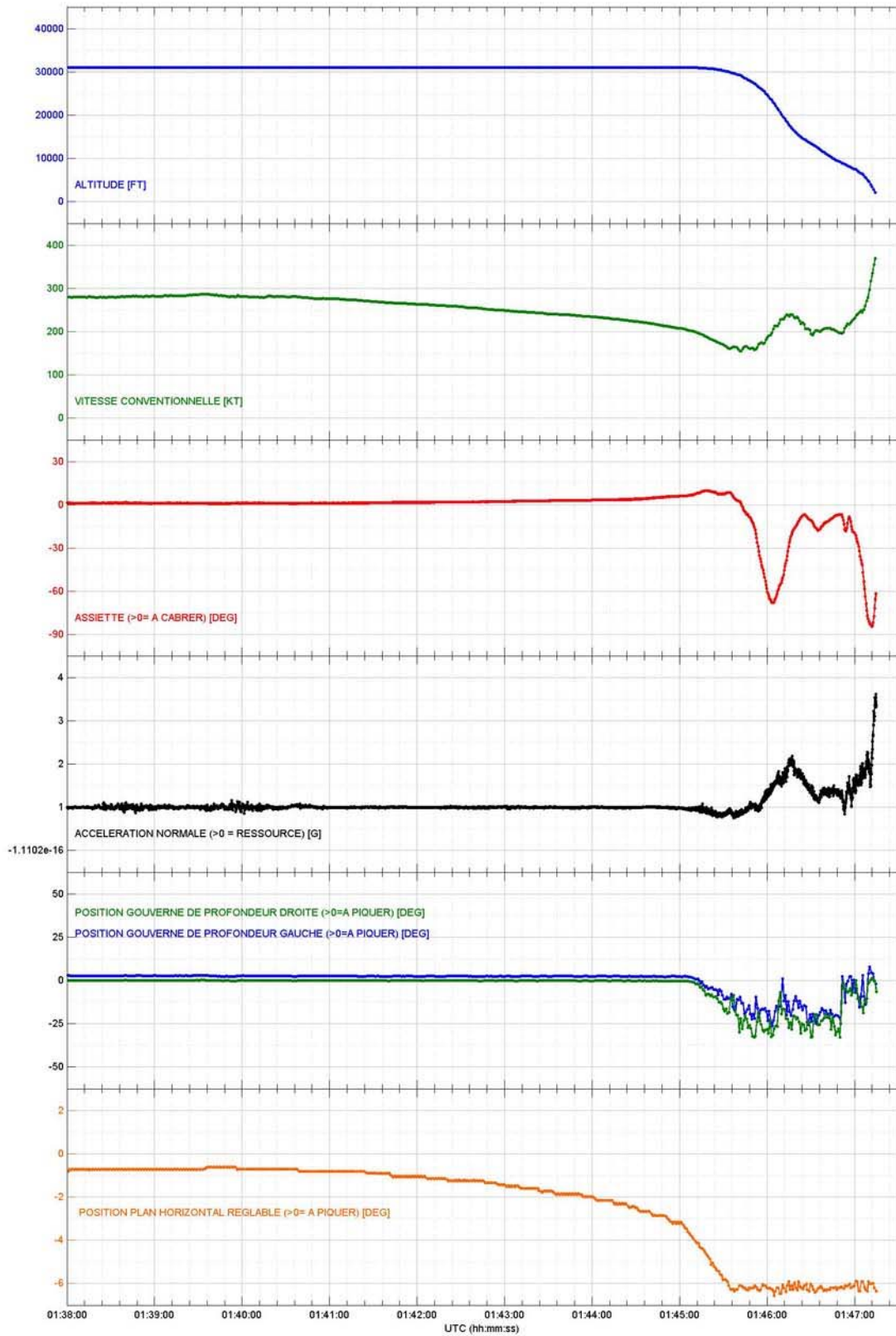
Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Configuration avion



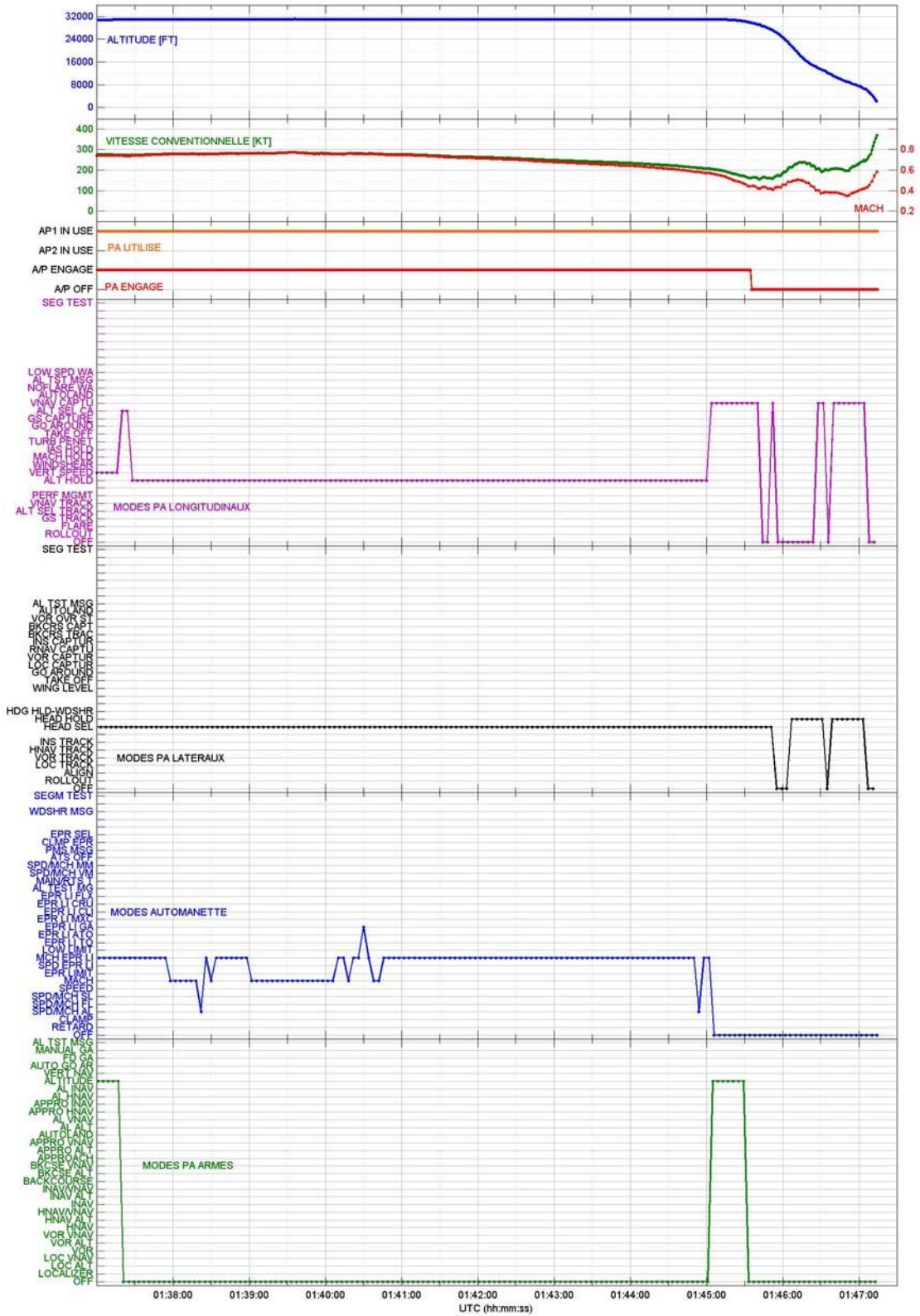
Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Paramètres latéraux



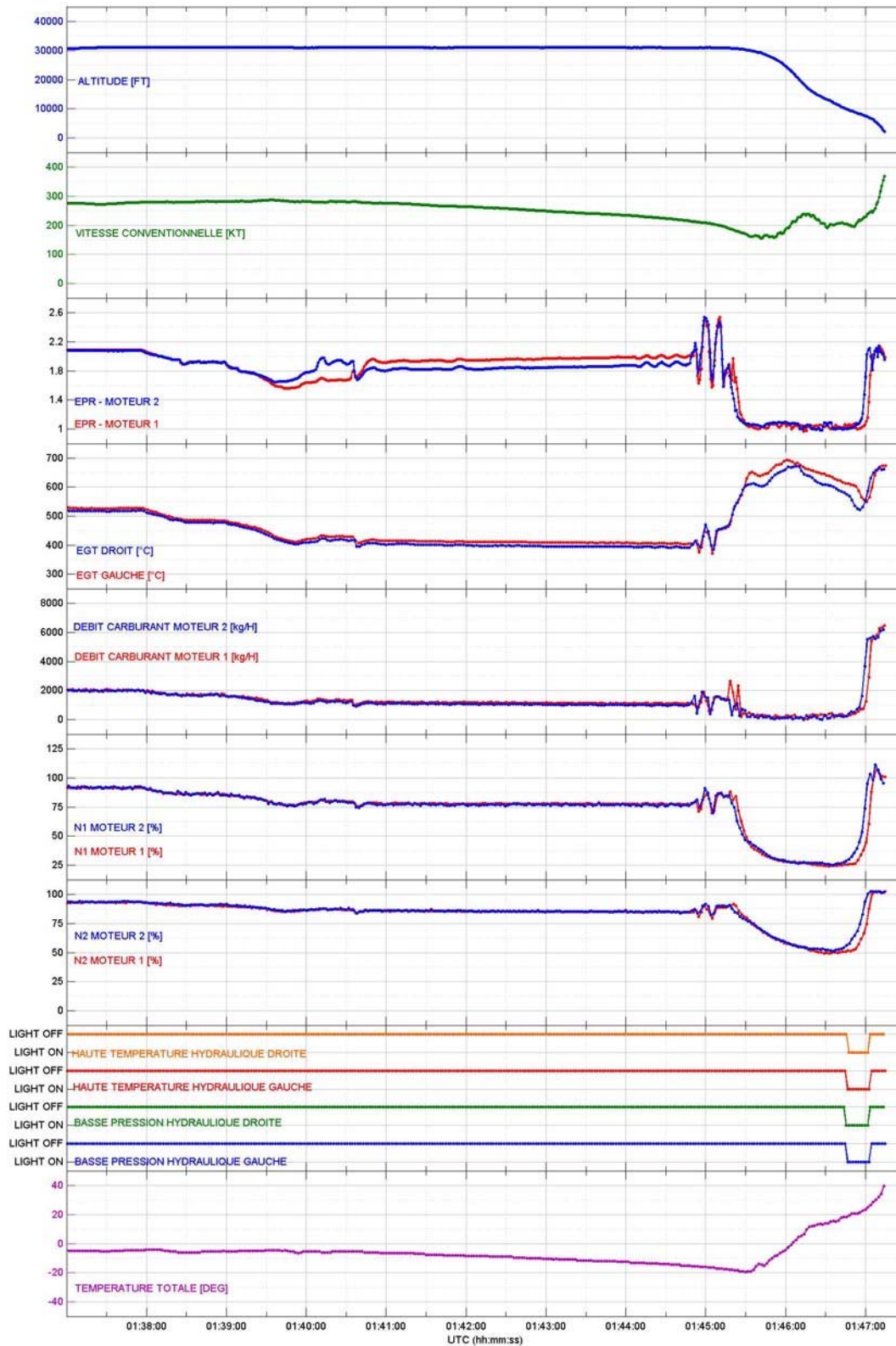
Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Paramètres longitudinaux



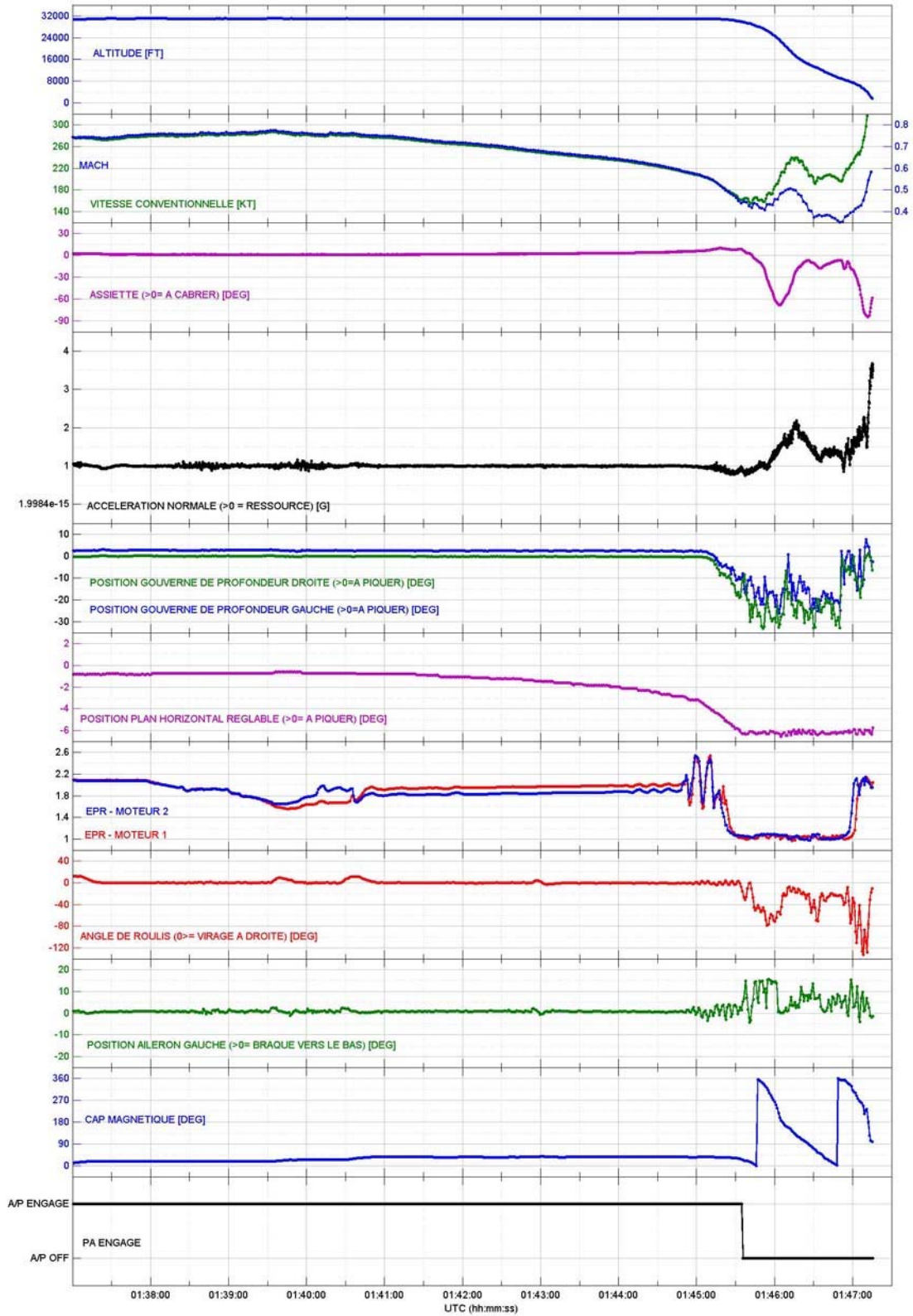
Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Automatismes



Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Paramètres moteurs



Source : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, BEA, France

Planche de synthèse

Annexe 2

Extrait de la transcription des communications ATC issues des organismes de contrôle de Ouagadougou

Avertissement

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris au cours de l'exploitation de l'enregistrement des communications radios d'un ou des organismes de contrôle (ATC).

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un enregistrement ATC ne constituent qu'un reflet partiel des événements. En conséquence, l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence.

Remarque : les temps indiqués sont des temps UTC synchronisés avec l'enregistreur de paramètres (FDR) de l'avion.

Glossaire

Temps UTC	Universal Time Coordinated, heure de référence internationale
[xxx]	Contrôleur de la fréquence utilisée (Par exemple : [TWR] pour Tour).
#xxx#	Conversation téléphonique entre deux centres de contrôle
()	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(*)	Mots ou groupes de mots non compris

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
00 h 48 min 47	Début de transcription		
00 h 48 min 48	AH 5017	Tower salam 'aleïkoun, Algérie five zero one seven	
00 h 48 min 54	[Ouaga TWR] (118.1)	Algérie five zero one seven, Ouaga Tower, good evening, go ahead	
00 h 48 min 58	AH 5017	Yes, we will be ready for the start up in four minutes	
00 h 49 min 03	[Ouaga TWR]	Heu roger, copied. You copy runway 22 in use, wind is 250 degrees, 07 knots, visibility 10 km, temperature 26, dew point 23, QNH 1015. Time check 00 49. Report for start-up	
00 h 49 min 21	AH 5017	We will call you ready for the start-up and QNH 1015, Algérie five zero one seven	
01 h 00 min 52	[Ouaga TWR]	Cargolux 805, airborne 00 58, report for estimates	
01 h 00 min 57	CLX 805	Cargolux 805 I call you back	
01 h 02 min 14	AH 5017	Algérie four zero one seven, ready for the start up	
01 h 02 min 20	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven, start up is approved runway 22, wind 240 degrees, 10 knots. Temperature is 26, dew point 23, QNH 1015, time 01 03, report for taxi	
01 h 02 min 35	AH 5017	Start-up approved Algérie four zero one seven, we will call you ready for taxi	
01 h 02 min 47	CLX 805	Ouaga Cargolux 805	
01 h 02 min 52	[Ouaga TWR]	805, go ahead	
01 h 02 min 53	CLX 805	So we estimate EPEPO at 01 15, GAO 01 33 and MOKAT 02 10 and we climbing now... we passing out of flight level 155 to... for climbing for flight level 370.	
01 h 03 min 12	[Ouaga TWR]	And say estimates for destination	
01 h 03 min 18	CLX 805	Estimate destination 06 00, Cargolux 805	
01 h 03 min 24	[Ouaga TWR]	Roger, contact Control, 120.3, good bye	
01 h 03 min 27	CLX 805	At 120.3, bonne nuit Cargolux 805	
01 h 04 min 04	CLX 805	Ouaga Control good morning Cargolux 805	
01 h 04 min 10	[Ouaga CCR] (120.3)	805, Ouaga Control, good morning, cleared EPEPO, flight level 370, report EPEPO	
01 h 04 min 20	CLX 805	Cleared to EPEPO and climbing flight level 370, I you call back EPEPO, Cargolux 805	
01 h 07 min 07	<i>#Ouaga CCR#</i>	Allô	
01 h 07 min 08	<i>#Niamey CCR#</i>	Oui Ouaga pour le Cargolux qui va au 370, oui allez-y	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 07 min 12	#Ouaga CCR#	Oui EPEPO à 01h15, GAO à 33, niveau 370	
01 h 07 min 21	#Niamey CCR#	D'accord alors à quelle heure il a décollé, s'il vous plait?	
01 h 07 min 23	#Ouaga CCR#	Il a décollé à 00h58 et puis Air Algérie derrière... qui demande niveau 350	
01 h 07 min 33	#Niamey CCR#	C'est Algérie cinq mille cinq?	
01 h 07 min 36	#Ouaga CCR#	Cinq mille..., cinq mille... Algérie five zero one seven, cinq mille dix-sept, il va à Alger	
01 h 07 min 41	#Niamey CCR#	Heu d'accord, lui le 350 approuvé pour lui	
01 h 07 min 46	#Ouaga CCR#	Hum d'accord	
01 h 09 min 54	AH 5017	Algérie five zero one seven, ready to taxi	
01 h 10 min 02	[Ouaga TWR]	Five zero one seven taxi, enter and backtrack runway 22, confirm level	
01 h 10 min 14	AH 5017	Taxi... taxi for holding point runway 22 and backtrack. We request flight level 320... 330	
01 h 10 min 23	[Ouaga TWR]	Roger call you back	
01 h 10 min 29	AH 5017	By the moment 310, too heavy, Algérie five zero one seven	
01 h 10 min 45	[Ouaga TWR]	Please say again, Algérie	
01 h 10 min 46	AH 5017	Yes, flight level 310, 310, Algérie five zero one seven	
01 h 10 min 51	[Ouaga TWR]	Roger	
01 h 12 min 12	#Niamey CCR#	Allô	
01 h 12 min 13	#Ouaga CCR#	Allô Niamey	
01 h 12 min 15	#Niamey CCR#	Oui Ouaga	
01 h 12 min 16	#Ouaga CCR#	Oui heu, le Cargolux demande le niveau 410 et Air Algérie niveau 310	
01 h 12 min 21	#Niamey CCR#	Non le 370 s'il vous plait, j'ai du trafic c'est pour cela que je l'ai limité initialement au 370	
01 h 12 min 27	#Ouaga CCR#	D'accord... et l'Air Algérie, 310?	
01 h 12 min 30	#Niamey CCR#	Air Algérie, 350 initial	
01 h 12 min 32	#Ouaga CCR#	310 qu'il demande	
01 h 12 min 35	#Niamey CCR#	3-10?	
01 h 12 min 35	#Ouaga CCR#	Voilà	
01 h 12 min 37	#Niamey CCR#	Ok lui c'est 3-10 et le Cargolux 370	
01 h 12 min 40	#Ouaga CCR#	Ok	
01 h 12 min 42	#Niamey CCR#	Ok merci	
01 h 13 min 01	AH 5017	Algérie five zero one seven, we are ready to copy	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 13 min 05	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven, clear Ouagadougou to Alger via EPEPO, level 310, after departure runway 22, right turn	
01 h 13 min 15	AH 5017	Heu... clear destination, initially flight level 310. After takeoff, right turn to (GUPOV)	
01 h 13 min 31	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven heu... right turn to EPEPO	
01 h 13 min 37	AH 5017	Heu copied, right turn to EPEPO	
01 h 13 min 41	[Ouaga TWR]	Correct, report ready	
01 h 13 min 49	AH 5017	We will call you ready	
01 h 15 min 01	AH 5017	Ready, Algérie five zero one seven	
01 h 15 min 03	CLX 805	Ouagadougou, Ouaga Control, Cargolux 805	
01 h 15 min 06	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven, clear for takeoff runway 22, wind is 230 degrees, 09 knots, right turn	
01 h 15 min 12	AH 5017	Clear for takeoff, 22 and when airborne, right turn, Algérie five zero one seven	
01 h 15 min 13	[Ouaga CCR]	Cargolux 805, Ouaga, you contact Niamey for higher, Niamey is one three one decimal three. Safe flight	
01 h 15 min 21			DAH 5017 annonce V1 (alternat appuyé)
01 h 15 min 23	CLX 805	Niamey one three one decimal three for higher. Have a good night Cargolux 805. Au revoir.	
01 h 15 min 29	[Ouaga CCR]	Au revoir	
01 h 18 min 25	#BIA#	Oui allô	
01 h 18 min 26	#Ouaga CCR#	Oui Algérie 5017 en vol à 01h17	
01 h 18 min 28	#BIA#	17 minutes...	
01 h 20 min 36	RAM 543K	Tower, Air Maroc 543 Kilo, request taxi	
01 h 20 min 44	[Ouaga TWR]	543 Kilo taxi, enter and backtrack runway 22 and follow... do you have a marshaller?	
01 h 20 min 52	RAM 543K	We have the marshaller, we follow marshaller instruction and we... enter and backtrack runway 22, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 21 min 01	[Ouaga TWR]	Hum confirm level requested	
01 h 21 min 05	RAM 543K	270, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 21 min 09	[Ouaga TWR]	Roger, I call you back for ATC clearance	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 21 min 12	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven, airborne time 01 17, report for estimates	
01 h 21 min 22	AH 5017	Are you calling, Algérie five zero one seven?	
01 h 21 min 25	[Ouaga TWR]	Algérie five zero one seven, correct, report for estimates	
01 h 21 min 31	AH 5017	Say again, Algérie five zero one seven	
01 h 21 min 34	[Ouaga TWR]	Air Algérie five zero one seven, airborne time 01 17, report for estimates	
01 h 21 min 42	AH 5017	Standing by, Algérie five zero one seven	
01 h 21 min 49	[Ouaga TWR]	Five zero one seven, standing by for estimates, standing by	
01 h 21 min 54	AH 5017	Standing by, Algérie five zero one seven	
01 h 22 min 53	RAM 543K	Tower, Royal Air Maroc 543 Kilo, ready to copy (ATC)	
01 h 22 min 59	[Ouaga TWR]	Maroc 543 Kilo is cleared Ouagadougou Niamey via DEKAS level 270, after departure runway 22, climb runway heading, 5 miles, then left turn	
01 h 23 min 13	RAM 543K	Clear to Niamey via DEKAS, we climb flight level 270, after takeoff we maintain runway heading then left turn (*) Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 23 min 26	[Ouaga TWR]	543 Kilo correct, report ready	
01 h 23 min 29	RAM 543K	Call you back when ready, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 23 min 48	[Ouaga TWR]	Air Algérie five zero one seven, say level passing	
01 h 23 min 51	AH 5017	We are passing flight level 145, Algérie four zero one seven	
01 h 23 min 57	[Ouaga TWR]	Roger... and say estimates EPEPO... and arrival time Alger	
01 h 24 min 05	AH 5017	...PO at 01 38, Algérie five zero one seven	
01 h 24 min 10	[Ouaga TWR]	Please, say again estimates EPEPO?	
01 h 24 min 12	AH 5017	01 38, 01 38	
01 h 24 min 16	[Ouaga TWR]	Roger. Estimate arrival time Alger?	
01 h 24 min 20	AH 5017	Estimated time Alger, stand by please	
01 h 24 min 51	RAM 543K	Tower, Royal Air Maroc 543 Kilo, ready for take off	
01 h 24 min 55	[Ouaga TWR]	543 Kilo, clear for takeoff runway 22, wind is 240 degrees, 06 knots	
01 h 25 min 00	RAM 543K	Cleared take off 22, Royal Air Maroc 543 Kilo,	
01 h 25 min 38	<i>#Niamey CCR#</i>	Allô?	
01 h 25 min 39	<i>#Ouaga CCR#</i>	Oui Algérie 5017, en vol à 01h17	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 25 min 42	#Niamey CCR#	Une seconde	
01 h 27 min 10	#Ouaga CCR#	Allô	
01 h 27 min 12	#Niamey CCR#	Oui Ouaga, je t'ai mis en stand-by, tu as préféré quitter?	
01 h 27 min 14	#Ouaga CCR#	Voilà, comme tu étais pris	
01 h 27 min 17	#Niamey CCR#	D'accord, oui on y va	
01 h 27 min 18	#Ouaga CCR#	Donc 01h17 en vol, Algérie 5017	
01 h 27 min 22	#Niamey CCR#	5017, oui	
01 h 27 min 23	#Ouaga CCR#	EPEPO à 01h38, niveau...	
01 h 27 min 26	#Niamey CCR#	S'il te plait, il a décollé à quelle heure?	
01 h 27 min 28	#Ouaga CCR#	01h17	
01 h 27 min 30	#Niamey CCR#	Oui	
01 h 27 min 31	#Ouaga CCR#	EPEPO à 01h38, niveau 310. Et derrière tu as Maroc 543 K, niveau 270 sur DEKAS	
01 h 27 min 44	#Niamey CCR#	D'accord, il n'a pas encore décollé?	
01 h 27 min 45	#Ouaga CCR#	Heu il vient de décoller mais je n'ai pas... il a décollé juste à 27	
01 h 27 min 49	#Niamey CCR#	27? D'accord, reçu.	
01 h 27 min 53	#Ouaga CCR#	Toute à l'heure pour ses estimées	
01 h 27 min 56	AH 5017	Heu Radar, Algérie five zero one seven	
01 h 28 min 01	[Ouaga TWR]	Heu... go ahead	
01 h 28 min 02	AH 5017	The estimate is Alger at 05 06	
01 h 28 min 09	[Ouaga TWR]	Contact Control, one two zero decimal three	
01 h 28 min 11	AH 5017	One two zero three, Algérie four zero one seven, choukrane ("merci" en langue arabe)	
01 h 28 min 16	AH 5017	Radar, salam 'aleïkoum, Algérie five zero one seven, climbing 310	
01 h 28 min 24	[Ouaga CCR]	Algérie five zero one seven, cleared EPEPO level 310, report EPEPO	
01 h 28 min 29	AH 5017	Yes, we'll call you EPEPO, we are turning left heading 356 to avoid	
01 h 28 min 37	[Ouaga CCR]	Roger	
01 h 29 min 22	#BIA#	Allô	
01 h 29 min 22	#Ouaga CCR#	Oui, Marco 543 Kilo en vol à 27	
01 h 29 min 25	#BIA#	27? Reçu	
01 h 29 min 29	[Ouaga TWR]	Maroc 543 Kilo airborne time 01 27 report for estimates	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 29 min 34	RAM 543K	We estimate BULSA at 01 38, DEKAS at 01 42 and destination Niamey at 02 08	
01 h 29 min 46	[Ouaga TWR]	Estimates are copied, climb level 270, report passing 140	
01 h 29 min 48	AH 5005	Ouaga, Ouaga, Air Algérie five zero zero five, bonjour	
01 h 29 min 55	[Ouaga CCR]	Algérie 5005 bonjour	
01 h 29 min 57	AH 5005	Bonjour, position TUMUT, 370	
01 h 30 min 04	[Ouaga CCR]	Roger clear TUMUT, Oscar Golf, EPEPO 370, say estimates Oscar Golf, EPEPO	
01 h 30 min 10	AH 5005	Roger, Oscar Golf and EPEPO and we estimate Oscar Golf at 01 41 EPEPO 01 56 and we need heading by the right 045 to avoid	
01 h 30 min 31	[Ouaga CCR]	Confirm 045 nautical miles right	
01 h 30 min 34	AH 5005	Yes in heu... 8 nautical miles, 8 nautical miles	
01 h 30 min 41	[Ouaga CCR]	Roger, that's approved, report back on course	
01 h 30 min 47	AH 5005	Roger	
01 h 31 min 03	RAM543K	140 passing, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 31 min 07	[Ouaga TWR]	Roger, contact Control 120.3, good bye	
01 h 31 min 10	RAM 543K	Two zero three, bye bye	
01 h 31 min 13	RAM 543 K	Le Contrôle bonsoir, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 31 min 18	[Ouaga CCR]	Maroc 543 Kilo, bonsoir, cleared DEKAS level 270, report DEKAS	
01 h 31 min 24	RAM 543K	Call you DEKAS for Air Maroc 543 Kilo	
01 h 32 min 00	<i>#Niamey CCR#</i>	Allô?	
01 h 32 min 01	<i>#Ouaga CCR#</i>	Oui Niamey, on a deux trafics	
01 h 32 min 04	<i>#Niamey CCR#</i>	Oui?	
01 h 32 min 06	<i>#Ouaga CCR#</i>	Maroc 543 Kilo, heu en vol à 01h27, DEKAS 01h42, Niamey à 02h08, niveau 270	
01 h 32 min 20	<i>#Ouaga CCR#</i>	Le deuxième	
01 h 32 min 25	<i>#Niamey CCR#</i>	02h08... oui?	
01 h 32 min 28	<i>#Ouaga CCR#</i>	Deuxième, Algérie 5005, EPEPO	
01 h 32 min 31	<i>#Niamey CCR#</i>	5005?	
01 h 32 min 34	<i>#Ouaga CCR#</i>	EPEPO à 01h56	
01 h 32 min 37	<i>#Niamey CCR#</i>	5005 ou 5017?	
01 h 32 min 40	<i>#Ouaga CCR#</i>	5005, tu as le 5017, ça c'est un autre, 5005	
01 h 32 min 41	AH 5005	Ouaga, Algérie 5005, we take...take by the right, heading 050	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 32 min 49	[Ouaga CCR]	Roger 5005, copied	
01 h 32 min 53	<i>#Ouaga CCR#</i>	Algérie 5005, EPEPO à 01h56, niveau 370	
01 h 33 min 01	<i>#Niamey CCR#</i>	1-56, niveau?	
01 h 33 min 03	<i>#Ouaga CCR#</i>	370	
01 h 33 min 06	<i>#Niamey CCR#</i>	Ok	
01 h 34 min 04	<i>#Niamey CCR#</i>	Allô?	
01 h 34 min 05	<i>#Ouaga CCR#</i>	Allô les deux Algérie sont en train de dévier, cause météo, j'espère que tu les vois au radar	
01 h 34 min 11	<i>#Niamey CCR#</i>	Heu je les av... je ne les vois pas encore	
01 h 34 min 14	<i>#Ouaga CCR#</i>	Ok Algérie 5005 dévie à droite et 5017 aussi à droite	
01 h 34 min 22	<i>#Niamey CCR#</i>	Ok c'est bon	
01 h 37 min 07	AH 5017	Algérie five zero one seven, Radar	
01 h 37 min 14	[Ouaga CCR]	Algérie five zero one seven, go ahead	
01 h 37 min 17	AH 5017	(*)	
01 h 37 min 25	[Ouaga CCR]	Roger, contact Niamey, one three one decimal three, good bye	
01 h 37 min 28	AH 5017	One three one three, Algérie five zero one seven, choukrane (*) ("merci" en langue arabe)	
01 h 40 min 44	AH 5005	Ouaga, Air Algérie 5005, we take by the left to ARBUT	
01 h 40 min 55	[Ouaga CCR]	5005 roger, report position ARBUT	
01 h 41 min 01	AH 5005	Roger, we will report position ARBUT and at ARBUT we... I call you back to avoid by the left	
01 h 41 min 11	[Ouaga CCR]	Copied	
01 h 41 min 33	RAM 543K	Check in DEKAS, Royal Air Maroc 543 Kilo	
01 h 41 min 41	[Ouaga CCR]	Maroc 543 Kilo, contact Niamey, 131.3, good bye	
01 h 41 min 46	RAM 543K	Heu one three one three, bye.	
01 h 45 min 07	AH 5005	Ouaga, Algérie 5005, we take left heading three five zero and I call you back (*) ARBUT	
01 h 45 min 23	[Ouaga CCR]	Roger copied... and Algérie 5005, copy Niamey weather... heu sorry, copy Niamey frequency, 131.3, 1 3 1 3, and report contacting Niamey	
01 h 45 min 36	AH 5005	131.3 with Niamey and will report contacting with Niamey, Air Algérie 5005	
01 h 45 min 43	[Ouaga CCR]	Roger	
01 h 45 min 46	Fin de transcription		

Annexe 3

Extrait de la transcription des communications ATC issues du centre de contrôle en route de Niamey

Avertissement

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris au cours de l'exploitation de l'enregistrement des communications radios d'un ou des organismes de contrôle (ATC).

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un enregistrement ATC ne constituent qu'un reflet partiel des événements. En conséquence, l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence.

Remarque : les temps indiqués sont des temps UTC synchronisés avec l'enregistreur de paramètres (FDR) de l'avion.

Glossaire

Temps UTC	Universal Time Coordinated, heure de référence internationale
[xxx]	Contrôleur de la fréquence utilisée (Par exemple : [TWR] pour Tour).
#xxx#	Conversation téléphonique entre deux centres de contrôle
()	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(*)	Mots ou groupes de mots non compris

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 37 min 00		Début de transcription	
01 h 37 min 04	DRACO 51	Niamey Control, DRACO five one request descent	
01 h 37 min 08	[Niamey CCR]	Roger, cleared approach VOR DME runway 27, descent 040, report crossing 145	
01 h 37 min 16	DRACO 51	Level 070, cross... we report crossing fourteen five thousand four DRACO five one	
01 h 41 min 38	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 41 min 49	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 42 min 13	RAM 543K	Niamey, Air Maroc 543 K, bonsoir	
01 h 42 min 16	[Niamey CCR]	Maroc 543 K, Niamey bonsoir, your squawk is 1 2 2 2, 1 2 2 2. Climb to maintain... maintain level 270, copy Niamey last met report. Wind is 220 degrees, 04 knots, CAVOK, temperature 26, dew point 23 QNH 1013, trend Nosig, go ahead.	
01 h 42 min 42	RAM 543K	1013 to the 09 for landing at Niamey we estimate Niamey at 02 05... euh RITAT at 02 02 and we request a right track to avoid	
01 h 43 min 01	[Niamey CCR]	Roger deviation is approved report back on track and report ready for descent	
01 h 43 min 08	RAM 543K	...call you Air Maroc 543 K	Le RAM parle du DAH 5017
01 h 43 min 13	AH 5017	(*) Algérie five zero one...	
01 h 43 min 22	RAM 543K	Eh Niamey euh pour information il y a Air Algérie qui vous appelle	
01 h 43 min 53	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 44 min 02	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 44 min 09	[Niamey CCR]	Maroc 543 K, I need... I need a relay	
01 h 44 min 13	RAM 543K	Allez-y pour le relais pour Air Algérie	
01 h 44 min 18	[Niamey CCR]	Oui donc qu'il m'appelle sur 131.3	
01 h 44 min 21	RAM 543K	Qu'il vous appelle sur 131 3, il euh...	
01 h 44 min 25	RAM 543K	Alger... Air Algérie allez-y pour votre message	
01 h 44 min 29	AH 5017	Yes Algérie five zero one seven, we are maintaining flight level 310, we are on (*) to avoid	
01 h 44 min 39	RAM 543K	Euh Niamey, Air Maroc 543 K?	
01 h 44 min 42	[Niamey CCR]	Oui merci beaucoup, Algérie five zero one seven	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
		squawk 3 2 3 5, 3 2 3 5, report passing GAO, report passing GAO and say estimate MOKAT	
01 h 44 min 56	RAM 543K	Vous avez reçu Air Algérie?	
01 h 45 min 12	RAM 543K	Air Algérie d'Air Maroc 543, vous avez reçu le message de Niamey?	
01 h 45 min 22	RAM 543K	Algérie, Air Maroc 543?	
01 h 45 min 30	RAM 543K	Niamey, Air Maroc 543 K, request descent	
01 h 45 min 36	[Niamey CCR]	543K, Niamey, descend level 050, I call you back	
01 h 45 min 41	RAM 543K	Down, flight level 50, Air Maroc 543 K	
01 h 45 min 53	AH 5005	Niamey Niamey Air Algérie 5005 good morning	
01 h 45 min 59	[Niamey CCR]	5005, morning go ahead	
01 h 46 min 01	AH 5005	5005 we are...at two eight miles... to... ARBUT and heading 350 to avoid	
01 h 46 min 16	[Niamey CCR]	5005 squawk 3 2 2 6, 3 2 2 6, report back on track	
01 h 46 min 23	AH 5005	3 2 2 6, and euh... we come back with Ouaga Control, roger Air Algérie 5005	
01 h 46 min 49	AH 5005	Niamey, Air Algérie 5005 released by Ouaga	
01 h 46 min 57	[Niamey CCR]	Algérie... Royal Maroc 543 K descent level 120 initial, 120 initial for LILAM VOR DME runway 27, report at 145.	
01 h 47 min 14	RAM 543K	Called Royal Air Maroc 543 K?	
01 h 47 min 16	[Niamey CCR]	Affirm	
01 h 47 min 18	RAM 543K	Down, flight level 120, heading 090 and request runway 09	
01 h 47 min 28	[Niamey CCR]	Runway 27 in use due to arrival	
01 h 47 min 32	RAM 543K	We take 27 Royal Air Maroc 543 K	
01 h 47 min 36	[Niamey CCR]	Algérie 5005, Niamey?	
01 h 47 min 38	AH 5005	Yes 5005 euh...we are released par Ouagadougou and euh we are taking by the left heading 350 to avoid	
01 h 47 min 50	[Niamey CCR]	5005 copied, report back on track	
01 h 47 min 55	AH 5005	Roger 5005	
01 h 52 min 37	RAM 543K	Air Maroc 543 K?	
01 h 52 min 39	[Niamey CCR]	Go ahead	

Temps UTC	Locuteur	Messages	Remarques, bruits
01 h 52 min 40	RAM 543K	Approaching lower routing to ETROT and down 120	
01 h 52 min 47	[Niamey CCR]	Continue with Tower 119.7	
01 h 52 min 50	RAM 543K	Nine seven merci bye bye	
01 h 55 min 33	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 55 min 37	AH 5005	5005 Ouaga go ahead?	
01 h 55 min 40	[Niamey CCR]	I'm calling five zero one seven, Algérie five zero one seven	
01 h 55 min 56	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven Niamey?	
01 h 56 min 25	[Niamey CCR]	Portugal 289, Niamey?	
01 h 56 min 28	TAP 289	289, go ahead?	
01 h 56 min 30	[Niamey CCR]	(*) a relay to Algérie five zero one seven	
01 h 56 min 37	TAP 289	Euh say again the call sign?	
01 h 56 min 40	[Niamey CCR]	Algérie five zero one seven	
01 h 56 min 45	TAP 289	Okay five zero one seven go ahead for him	
01 h 56 min 49	[Niamey CCR]	Please ask Algérie five zero one seven to contact Niamey on eight eight nine four	
01 h 56 min 58	TAP 289	Wilco 289	
01 h 57 min 00	TAP 289	Algérie five zero one seven, Algérie five zero one seven this is Air Portugal 289	
01 h 57 min 13	TAP 289	Algérie five zero one seven, this is Air Portugal 289 calling Algérie five zero one seven	
01 h 57 min 29	AH 5005	Air Algérie five zero one seven from Air Algérie 5005?	
01 h 57 min 36	TAP 289	I have a relay for Algérie five zero one seven to call... Niamey on eight eight nine four	
01 h 57 min 46	AH 5005	Air Algérie five zero one seven from Air Algérie 5005?	
01 h 58 min 35	TAP 289	Niamey Portugal 289?	
01 h 58 min 39	[Niamey CCR]	Go ahead	
01 h 58 min 40	TAP 289	I was unable to contact with Algérie five zero one seven	
01 h 58 min 44	[Niamey CCR]	Thank you so much maintain level 350 report passing BATIA	
01 h 58 min 48	TAP 289	350, calling BATIA	
01 h 59 min 00	Fin de transcription		

