

**ENQUETE TECHNIQUE SUR L'ACCIDENT DU
BOEING 737-800 IMMATRICULATION 5Y-KYA DE
LA KENYA AIRWAYS SURVENU
LE 5 MAI 2007 A DOUALA**

AVERTISSEMENT

Par Décision N° 098/PM du 8 mai 2010, modifié par Décision N° 99/PM du 9 mai 2007, la République du Cameroun a créé une Commission d'enquête technique aux fins d'établir les causes de l'accident et faire les recommandations de sécurité relatives à l'accident du B737-800 survenu à Douala le 5 mai 2007.

Le présent rapport contient des informations sur le déroulement de l'accident, l'infrastructure aéroportuaire, le personnel aéronautique et l'aéronef en cause :

Conformément à l'Annexe 13 de l'Organisation de l'Aviation civile internationale, cette enquête n'a pas été conduite dans le but d'établir des fautes ou de déterminer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est d'en tirer les enseignements en vue de prévenir de futurs accidents.

Par conséquent, le fait d'utiliser ce rapport à toute fin autre que la prévention des accidents est susceptible de mener à des interprétations erronées.

Dans le présent document, les heures sont exprimées en heure locale : TU + 1 à Douala, et TU à Abidjan.

Table des Matières

Liste des Abréviations	7
Synopsis	8
Résumé	8
1 – Renseignements de Base	9
1.1 Antécédents de Vol.....	9
1.2 Blessures sur Personnes	9
1.3 Dommages sur l’Aéronef.....	16
1.4 Autres Dommages	16
1.5 Renseignements sur le Personnel	16
1.5.1 Membres de l’équipage de vol.....	16
1.5.1.1 Le Commandant de Bord	17
1.5.1.2 Le Copilote (Premier Officier – FO)	18
1.5.2 Membres de l’Equipage de Cabine	19
1.5.3 Mécanicien navigant	19
1.5.4 Personnel de Contrôle de la Circulation aérienne	19
1.5.4.1 Contrôleur de la Tour	19
1.6 Informations sur l’Aéronef	20
1.6.1 Aéronef	20
1.6.1.1 Cellule d’Aéronef.....	20
1.6.1.2 Moteurs	21
1.6.1.3 Carburant	21
1.6.1.4 Défaillances techniques	21
1.6.1.5 Poids et Equilibre	22
1.6.2 Description des Systèmes et Eléments de l’Aéronef liés à l’Accident	22
1.6.2.1 Ecrans de Poste de Pilotage du Boeing 737	22
1.6.2.2 Pilote automatique / directeur de Vol et Automanette (A/T).....	23
1.6.3 Disponibilité des Transpondeurs, TCAS et EGPWS	26
1.7 Conditions météorologiques	26
1.7.1 Conditions météorologiques générales	26
1.7.2 Situation générale et Evolution météorologique du Jour	27
1.7.2.1 Avant l’Accident.....	28
1.7.2.2 Au Moment de l’Accident.....	28
1.7.2.3 Après l’Accident.....	28
1.8 Aides de Navigation	28
1.8.1 Les VOR/DME de Douala (112.9 Mhz)	28
1.9 Télécommunications	28
1.10 Renseignements sur l’Aérodrome	29

1.10.1	Infrastructure	29
1.10.2	Procédure de Départ EDEBA 1	29
1.11	Enregistreurs des Données de Vol	30
1.11.1	Caractéristiques des Enregistreurs	30
1.11.2	Récupération des Enregistreurs	30
1.11.3	Les FDR et CVR ont livré les faits suivants sur le vol	31
1.11.4	Données extraites	31
1.12	Renseignements sur l'Epave et l'Impact	32
1.12.1	Site de l'Accident	32
1.12.2	L'Aéronef et les Moteurs	32
1.13	Renseignements médicaux et pathologiques	32
1.13.1	Les restes des	32
1.13.2	Les tests ADN étaient	32
1.13.3	Les antécédents médicaux	33
1.13.4	Rien n'indique que	33
1.14	Incendie	33
1.15	Aspects de Survie	33
1.15.1	L'accident est survenu	33
1.15.2	Aucun survivant n'a été	33
1.16	Tests et Recherches	33
1.16.1	Performance de l'Aéronef	33
1.16.2	Facteurs humains	35
1.16.3	Simulation de Vol	37
1.17	Renseignements sur l'Organisation et la Direction	37
1.17.1	Renseignements sur les Organisations et leurs Directions dont les activités auraient directement ou indirectement eu une influence sur l'exploitation de l'aéronef	37
1.17.1.1	Exploitant de l'Aéronef	37
1.17.1.2	Gestion du trafic aérien	38
1.17.1.3	Gestion des Services aéroportuaires et Services d'Assistance en Escale	39
1.17.1.4	Services météorologiques	39
1.17.1.5	Fabricant de l'Aéronef	40
1.17.1.6	Autorité de Certification et de Délivrance des Licences	40
1.17.2	Evolution de Carrière.. ..	41
1.17.2.1	Le Commandant de Bord	41
1.17.2.2	Le FO (Copilote)	42
1.18	Renseignements complémentaires.....	43
1.18.1	DFDR.....	43
1.18.1	CVR.....	43

2 ANALYSES	45
2.1 Informations générales	45
2.1 Opérations de Vol	45
2.2.1 Qualifications des Membres d'Equipe	45
2.2.2 Procédures opérationnelles	45
2.2.2.1 Instructions avant le Départ et Appels de la Liste de Contrôle	45
2.2.2.2 Radiocommunications	46
2.2.2.3 Engagement du Pilote automatique.....	46
2.2.2.4 Appels techniques.....	46
2.2.3 Pilotage de l'Aéronef	47
2.2.3.1 Du décollage	47
2.2.3.2 A mesure que.....	48
2.2.4 Météorologie	49
2.2.5 Services d'Aérodrome.....	50
2.2.6 Services d'Assistance en Escale	50
2.2.7 Services de la Circulation aérienne	51
2.2.8 Omissions	51
2.2.8.1 Omissions de la Kenya Airways	51
2.2.8.2 Omissions des Services aéroportuaires et d'Assistance au Sol	51
2.2.8.3 Omissions des Services de la Circulation aérienne	52
2.3 L'Aéronef	52
2.3.1 Maintenance de l'Aéronef	52
2.3.2 Poids et Equilibre	52
2.3.3 Systèmes et Cellule	52
2.3.4 Performance de l'Aéronef	52
2.4 Facteurs humains	52
2.4.1 Formation	52
2.4.1.1 Le Commandant de Bord	52
2.4.1.2 Le Copilote (FO).....	53
2.4.1.2 Formation CRM (Gestion des Ressources en Equipe).....	54
2.5 Organisation de la KQA	54
2.6 Aspects médicaux et psychologiques	54
2.6.1 Aspects médicaux	54
2.6.2 Aspects psychologiques	55
2.6.2.1 Le Commandant de Bord	55
2.6.2.2 Le Copilote (FO).....	55
3 CONCLUSIONS	56
3.1 Faits établis	56
3.2 Causes probables	57

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE	59
4.1 Supervision des Exploitants	59
4.2 Formation	59

ANNEXES

PlanePicture.net	1
Photo aérienne du site du crash	2
Coordonnées des Débris du KA507	3
KenyaAirways_B737_CVR	4
TSB Plots KEN 5Y-KYA	5
Enregistrements de la Bande radio	6

LISTE DES ABREVIATIONS

ADC	Aéroports du Cameroun
AFDS	Système de Pilote automatique/Directeur de Vol
ATL	Carnet de route technique
A/T	Automanette
CB	Cumulonimbus
CMD	Mode de commande par pilote automatique
COMMAND	Appel à engager le pilote automatique en mode CMD
CPL	Licence de pilote commercial
CRM	Gestion des ressources en équipe
CVR	Enregistreur de conversation de poste de pilotage
CWS	Pilotage transparent
EADI	Indicateur directeur d'altitude électronique
FDR	Enregistreur de données de vol
FCC	Ordinateur de contrôle de vol
FD	Directeur de vol
FO	Premier officier
FMA	Annonciateur de mode de vol
HDG SEL	Mode de sélection de cap par AFDS
KQA	Kenya Airways
NTSB	=Agence nationale de sécurité des transports
PM	Suivi des pilotes
PMC	Centre météorologique principal
RAM	Royal Air Maroc
SOPA	Procédures normalisées d'exploitation amplifiées
SOP	Procédures normalisées d'exploitation
TO	Décollage
TOGA	Décollage et Tournage
TWR	Tour de contrôle
THR HLD	Manette des gaz
MCP	Tableau de commande de mode
FMC	Ordinateur de gestion de vol
PAPI	Indicateur de trajectoire d'approche de précision

SYNOPSIS

Exploitant	Kenya Airways Limited
Aéronef	Boeing 737-800, Immatriculation 5Y-KYA
Date et heure de l'accident	Samedi 5 mai 2007 à 0h08 (heure locale)
Lieu de l'accident	3.95570 N 9.75090 E (03 57 1883 N 009 44 58 E)

Le ministre des Transports, qui a les responsabilités statutaires en matière d'enquête sur les accidents et les incidents graves des aéronefs, a en conséquence notifié les pays suivants :

- Kenya, pays d'immatriculation et de l'exploitant de l'aéronef ;
- Etats-Unis d'Amérique, pays de conception et de construction de l'aéronef ;
- Côte-d'Ivoire, autre pays concerné.

Les pays susmentionnés ont désigné chacun un représentant accrédité à la commission d'enquête.

RESUME

Dans la nuit du 4 mai 2007, le B737-800, Immatriculation 5Y-KYA, le vol KQA 507 en provenance de l'aéroport international d'Abidjan (Côte-d'Ivoire), à destination du Jomo Kenyatta Airport, Nairobi (Kenya), a fait une escale régulière à l'aéroport international de Douala. Le temps est orageux. Peu après le décollage à quelque 1000 pieds, l'aéronef se met à tourner légèrement vers la droite, et le mouvement accélère de plus en plus pour s'achever en un piqué spiral.

Le 5 mai 2007, l'aéronef s'écrase dans une zone de marécage et de mangrove au Sud-Sud/Est de Douala. Tous les 114 occupants à bord y ont trouvé la mort et l'aéronef est complètement détruit.

1- RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Antécédents de Vol

Le vol KQA507 est un vol régulier normal de la Kenya Airways entre Abidjan et Nairobi avec escale à Douala.

Le 4 mai 2007, le vol quitte le poste de stationnement de l'aéroport international d'Abidjan à 18h30, avec 55 passagers à bord, dont 38 qui débarqueront à Douala. L'aéronef décolle à 18h45, et atterrit à l'aéroport international de Douala à 22h01 (21h01 TU).

Aucune défaillance technique ou anomalie de l'aéronef n'est constatée au départ d'Abidjan.

Aucun incident n'est constaté pendant ce tronçon de vol et le départ pour Nairobi est prévu à 23h00.

A Douala, une équipe d'assistance en escale composée exclusivement du personnel de la KQA attend l'aéronef au poste de stationnement C5 ; il n'y a aucun officier en place. Après l'atterrissage, l'aéronef roule vers le poste de stationnement C7 sur instructions de la TWR. Le pilote positionne approximativement l'aéronef au poste de stationnement C7 sans assistance, et éteint les moteurs.

L'équipe au sol de la Kenya Airways retarde le débarquement de l'aéronef, afin qu'il soit remorqué et bien parké au poste de stationnement C7.

Les passagers débarquent 20 minutes après l'extinction des moteurs.

Préparation du Vol

Un employé de la compagnie d'assistance en escale (ADC) signe le dossier de protection météorologique préparé par le Centre météorologique principal (CMP) de Douala et le transmet au bureau de l'équipage au sol de la Kenya Airways qui, à son tour, le transmet à l'équipage à bord de l'aéronef.

L'ingénieur de la KQA qui accompagne le vol supervise le ravitaillement en carburant de l'aéronef ; 9500 kg de carburant sont introduits dans les réservoirs, ce qui ramène la quantité totale du carburant à 14200 kg.

L'équipe au sol de la KQA commence l'embarquement des 91 passagers, avec deux autres passagers qui s'ajoutent après réouverture des portières de l'aéronef. Le nombre total des personnes à bord est de 114, dont 108 passagers et 6 membres de l'équipage.

Mise en Route

22h23 : Premier contact entre le vol KQA507 et le contrôleur de la circulation aérienne en poste à la TWR.

22h47 : Un bref dialogue entre le FO et le contrôleur de la TWR pour confirmation du signe d'appel de l'aéronef ; vol KQA507 au lieu de KQA 504. Le vol KQA507 demande et obtient les données de mise en route suivantes de la TWR : « température 27, point de rosée 25, QNH 1010, vent calme, piste 12 pour décollage (TO) ».

23h20 : Le contrôleur transmet les données de mise en route suivantes au vol 287 de la Royal Air Maroc : « température 27, point de rosée 26C, QNH 1010 ».

Suite à une interruption de leur communication par une autre station, la RAM 287 demande confirmation en français. Le contrôleur de la tour répond en français : « Je dis température 27, dew point 26 et 1010 au QNH ». La RAM 287 relit en français et demande confirmation de visibilité 10 km. La TWR répond : « 10 km oui ».

Au même moment, la KQA 507 demande à la tour l'autorisation de mise en route et l'obtient.

23h37 : La KQA 507 annonce l'annulation de la mise en route en attendant que la pluie se calme.

23h54 : La KQA 507 demande et obtient une nouvelle autorisation de mise en route.

23h56:44s : Début d'enregistrement du FDR (*la référence de temps est obtenue du FDR*)

Le FCC A est la référence (master)

Les deux FD sont activés

L'A/T est armé

Le radar de température du Commandant de Bord est allumé

Le 'compensateur de direction' est positionné à 6,2 unités

23h57:49s : Les commandes de vol sont contrôlées et présentent une portée normale de mouvement.

23h57:59s : La sélection des volets est de 5° en baisse.

Circulation à la surface et Décollage

23h58:06.9 : Le Commandant de Bord constate que les deux moteurs fonctionnent normalement.

23h58:42.7 : Le FO demande une liste de contrôle 'avant circulation au sol'.

23h59:03.7 : La liste de contrôle 'avant circulation au sol' est complétée.

23h59:08.7 : Le FO demande l'autorisation de circuler. La tour lui demande de prendre position. Pendant cette période d'attente, le Commandant de Bord dit : « *This thing is moving* » [Ce truc est en train de bouger]. Le FO répond : « *Yes* » [Oui] et le Commandant de Bord ajoute : « *There is no way here* » [Il n'y a pas de voie ici]

23h59:23 : La RAM 287 demande en français : « Une dernière météo, SVP ». Le contrôleur de la TWR répond en français : visibilité 800m, vent calme, pluie et orage modérés, cloud SCT à 300 pieds, BKN à 1000 pieds, CB à 1600 pieds tous secteurs, tempo, visibilité 1500m, pluie modéré et orage ». La RAM 287 demande de nouveau en français : « d'après la météo, l'orage va partir dans combien de temps ? » Le contrôleur de la TWR téléphone aux services météorologiques et peu après répond : « ...la visibilité va avoir une légère amélioration, mais l'orage va s'installer jusqu'au matin ».

23h59:47.3 La KQA 507 reçoit l'autorisation de rouler et se dirige vers la piste 12. Le FO annonce 106 passagers, 8 membres de l'équipage, et 5 heures 45 minutes d'endurance.

0h00:06 : Le KQA 507 commence à rouler vers la piste 12.

0h01:15 : Le radar de température du FO est allumé.

0h01:46.4 : Le FO relit l'autorisation de départ : « Autorisé après départ de la piste 12, autorisé pour le niveau de vol pour Nairobi trois sept zéro, EDEBA IE départ Kenya 507 ; et la TWR lui demande de rappeler lorsqu'il sera prêt pour le décollage.

0h04:19 : Le FO annonce que la liste de contrôle « avant décollage » est complète.

0h04:24.3 : Le chef de l'équipage de cabine annonce au pilote que la cabine est prête pour le décollage.

0h04:38.6 : Le Commandant de Bord demande une modification de l'autorisation de départ : « Et ahh tour pour Kenya cinq-zéro-sept, après le départ nous aimerions maintenir ahh légèrement le cap à gauche de la piste du fait de la température en avant » ; le FO corrige : « à droite », et le Commandant de Bord confirme : « désolé, légèrement à droite ». La TWR donne son approbation.

0h05:26 : Le cap présélectionné est de 118°, la vitesse initiale présélectionnée de montée est de 150 km ; l'A/T est activé en mode TOGA, le N1 est stabilisé à 99%, et le roulement de décollage commence. Le Commandant de Bord est le pilote aux commandes..

0h05:52.7 : L'annonceur automatique V1 résonne ; le FO confirme V1.

0h05:52.7 : Le FO appelle, « rote » et simultanément le Commandant de Bord initie la rotation.

0h06:00 : L'aéronef décolle.

Après le Décollage

0h06:09 : Le train d'atterrissage est rétracté.

Dès que l'aéronef décolle, il présente une nette tendance à rouler vers la droite ; le pilote réagit immédiatement par un input de 30° de roulis à gauche, puis ramène le volant à la position neutre et continue de moduler le volant de commande pour maintenir le niveau des ailes. L'angle d'inclinaison de l'aéronef reste dans la limite de 3° vers la droite.

Le Commandant de Bord continue de faire des inputs sur les commandes du vol, (roulis), vers la gauche entre 500 et 1000 pieds ; la tendance de l'aéronef à rouler vers la droite est maîtrisée et l'angle d'inclinaison reste à moins de 1°.

Pendant la même période, plusieurs inputs sur la compensation de tangage en cabré sont aussi apparents.

0h06:24 : Sur une montée d'environ 1000 pieds, toute action sur les commandes du vol cesse jusqu'à 0h07:19.

0h06:26 : Le Commandant de Bord appelle le HDG SEL, et le FO répond : « select checked ». Le FDR indique :

- Altitude : 1140 pieds
- Cap : 118°
- Tangage : +15°
- Vitesse : 164 kts
- Angle d'inclinaison : moins de 1°
- Volets : bas, 5°

0h06: 27 : Le bouton du HDG SEL est tourné de 118 à 132°. Au même moment, le roulis vers la droite recommence.

0h06: 28.8 : Le Commandant de Bord dit : « I will keep somewhere here ». (*Je me range quelque part ici*).

0h06:33 : Le bouton du HDG SEL est tourné de 132 à 139°. La barre directrice de roulis du directeur de vol bouge de nouveau vers la droite. Le FDR indique :

- Altitude : 1300 pieds
- Cap : en augmentation
- Tangage : +10°
- Vitesse : 175 kts
- Angle d'inclinaison : 6°, vers la droite
- Volets : bas, 5°

0h06:40.8 : La puissance de montée est sélectionnée ; le FO appelle « N1 ». La barre directrice de roulis du directeur de vol commence à bouger vers la gauche. Le FDR indique :

- Altitude : 1600 pieds
- Cap : 127°
- Tangage : +11°
- Vitesse : 182 kts
- Angle d'inclinaison : 11°, vers la droite
- Volets : bas, 5°

0h06:41.8 : Le Commandant de Bord appelle : « OK COMMAND » ; le FO ne répond pas. Le FDR indique plusieurs inputs sur la compensation de tangage en cabré du fait du système de vitesse de compensation ; le pilote automatique n'est pas engagé.

0h06:45.1 : Le FO demande : « *I remain on legs ?* » [Je reste sur roues ?] Le Commandant de Bord répond : « *Yup* » [Ouais].

0h06:49 : La barre directrice de roulis du directeur de vol bouge vers la gauche. Le FDR indique :

- Cap : Dépasse 139°
- Angle d'inclinaison : 15° vers la droite

0h06:55 : Le bouton du HDG SEL est tourné vers la gauche de 139 à 120°. Le roulis vers la droite continue, et atteint un angle d'inclinaison de 20°.

0h06:59 : Le FO initie le changement du calage altimétrique. Les deux pilotes exécutent le changement et le vérifient mutuellement. Le FDR indique :

- Altitude-pression : 2400 pieds
- Tangage : +15°
- Vitesse : 180 kts

0h07:05.8 : Le Commandant de Bord dit : « Now, we are getting into it » [*Maintenant, nous y entrons*] et le FO répond : "OK".

0h07: 09.5 : Le FO appelle : « I continue with heading ? » [*Je maintiens le cap?*]. Le bouton du HDG SEL est tourné vers la droite de 120 à 165°.

Le FDR indique :

- Altitude-pression, : 2600 pieds
- Cap : 190°
- Tangage : +7°
- Vitesse : 190 kts
- Angle d'inclinaison : 24°, vers la droite
- Volets : bas, 5°

0h07: 12. 2 : Le Commandant de Bord dit : « Through here is OK, isn't ? [*Par ici, c'est OK, n'est-ce pas?*]. Le FO répond : « OK ».

0h07:18.2 : Le Commandant de Bord s'exclame; Le FDR indique :

- Altitude-pression,: 2700 pieds
- Cap : 215°
- Tangage : +8°
- Vitesse : 200 kts
- Angle d'inclinaison : 34°, vers la droite
- Volets : bas, 5°
- Commandes de vol : en position neutre
- Pilote automatique : non engagé
- HDG SEL : 165°
- Barre directrice de roulis du directeur de vol : position extrême gauche

0h07:19 : L'avertisseur sonore de l'angle d'inclinaison résonne : « ANGLE D'INCLINAISON ». La barre directrice de roulis est immédiatement tournée à 22° vers la droite, puis à 20° vers la gauche, et de nouveau à 45° vers la droite et finalement à 11° vers la gauche. L'inclinaison augmente rapidement vers la droite.

0h07:23 : A 2770 pieds, sans aucun autre appel, le mode 'CMD A' du pilote automatique (AP) est engagé ; les actions sur les commandes du vol diminuent.
L'on perçoit une certaine action sur la pédale droite de la gouverne de direction.
L'angle d'inclinaison, qui atteint 50°, tend à se stabiliser.

0h07:28 : Des actions intenses sur les commandes du vol reprennent ; premier mouvement de roulis vers la droite, puis vers la gauche et de nouveau vers la droite. Plusieurs poussées d'inputs de la gouverne de direction sont faites vers la droite. Le Commandant de Bord annonce : « *We are crashing* » [Nous nous écrasons]. Le FDR indique :

- Altitude-pression : 2800 pieds
- Angle de tangage : +5°
- Vitesse : 220 kts
- Angle d'inclinaison : 55°, vers la droite et en augmentation rapide

0h07:29 : Des mouvements sans coordination sur les commandes du vol augmentent, couplés avec des poussées d'applications de la gouverne de direction droite. Le FO confirme : « *right, yeah we are crashing right* » [c'est vrai nous nous écrasons, c'est vrai]. L'angle d'inclinaison atteint 70° vers la droite.

0h07:31 : Une pression prolongée sur la pédale droite de la gouverne de direction est perceptible, pendant que la barre de commande de roulis est tournée de la gauche vers la droite et puis complètement vers la gauche. Le FDR indique :

- Altitude-pression : 2900 pieds en piqué

- Cap : 290°
- Angle de tangage : moins 3°
- Vitesse : 220 kts
- Angle d'inclinaison : 80°, vers la droite et en augmentation rapide

0h07:33 : Le FO appelle : « Right, Captain, Left, Left, Left... Correction Left ### ***.
[A droite, Commandant, A gauche, gauche, gauche... Correction A gauche ##].

Le FDR indique :

- Altitude-pression : 2700 pieds en piqué
- Cap : 330°
- Angle d'inclinaison : 90°, vers la droite.

0h07:35 : L'angle d'inclinaison atteint 115°, puis descend à 70°, suite à un input complet de roulis gauche sur la barre de commande.

L'altitude est de 2500 pieds.

Le cap atteint 360°

Quelques poussées d'inputs de roulis gauche de la barre de commande et une certaine pression sur la pédale droite de la gouverne de direction sont perceptibles.

0h07:40 : L'altitude est de 1300 pieds.

L'angle d'inclinaison est de 70°.

La vitesse est de 270 kts.

0h07:42 : L'aéronef s'écrase à une vitesse de 287 kts, un angle de tangage de moins 48°, un cap de 090°, et un angle d'inclinaison à droite de 60°.

1.2 – Blessures sur personnes

Blessures	Membre d'équipage	Personnel de Cabine	Passagers	Autres Personnes	Total
Fatales	2	4	108	-	114
Graves	-	-	-	-	
Légères	-	-	-	-	
Total	2	4	108	-	114

* Le nombre de passagers comprend un mécanicien navigant et un membre d'équipage de positionnement de cabine.

Les six membres d'équipage étaient tous de nationalité kenyane. Le nombre de passagers réparti selon la nationalité se présente comme suit :

- 37 Camerounais
- 15 Indiens
- 7 Sud-Africains
- 6 Ivoiriens
- 6 Nigériens

- 5 Britanniques
- 3 Kenyans
- 3 Nigériens
- 2 Centrafricains
- 2 Congolais (RDC)
- 2 Equato-guinéens
- 1 Américain
- 1 Burkinabé
- 2 Comoriens
- 1 Congolais
- 1 Sud-Coréen
- 1 Egyptien
- 1 Ghanéen
- 1 Malien
- 1 Mauritanien
- 1 Sénégalais
- 1 Suédois
- 1 Suisse
- 1 Tanzanien
- 1 Togolais

1.3- Dommages sur l'Aéronef

L'aéronef a été complètement détruit.

1.4- Autres Dommages

La végétation constituée essentiellement de mangroves est détruite sur le périmètre de la zone d'impact.

1.5- Renseignements sur le Personnel

1.5.1 Equipage de Vol

L'équipage de vol était constitué du Commandant de Bord et du Copilote (FO). L'accident est survenu le cinquième jour d'un travail en paire de cinq jours pour les deux pilotes. Le programme de travail récent de l'équipage de vol et leur temps de vol et de travail sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1

Programme de Travail de l'équipage de vol les jours précédant l'accident (TU)

Date J/M/A	Type de Vol	Itinéraire	Heure de Présentation	Départ prévu	Arrivée prévue	Block*	Escale
1/5/07	Vol de ligne	NBO/COO	10h30	11h30	16h40	5h10	
	Vol de ligne	COO/ABJ		17h40	18h50	1h10	1h00
	Vol de ligne	ABJ/COO		19h50	21h00	1h10	1h00
2/5/07	Jour de Repos						
3/5/07	Aéronef vide	COO/ABJ	18h00	20h00	21h00		
4/5/07	Vol de ligne	ABJ/DLA	17h25	18h25	21h00	2h35	1h00
	Vol de ligne	DLA/NBO		22h00			
5/5/07					02h20	4h30	

Tableau 2

Temps de Vol et de Service de l'équipage de vol les jours précédant l'accident (TU)

Date J/M/A	Début de Service	Fin de Service	Temps de Service	Temps de Vol	Période de Repos
1/5/07	10h30	21h30	11h00	7h30	44h30
2/5/07	Jour de Repos				
3/5/07	18h00	21h00	3h30	0h00	20h00
4/5/07	17h25				
5/5/07		02h07*	5h42*	2h45*	P/D

1.5.1.1 – Le Commandant de Bord

Sexe masculin, 52 ans

Licence de Pilote professionnel (CPL) du Kenya obtenue le 10 avril 1991

Licence de Pilote du Kenya Air Transport (ATPL) N° YK-1949-AL

Classe médicale 1 valable jusqu'au 4 novembre 2007

Qualification de Type B737-300 obtenu le 12 novembre 1997

Conversion sur B737-700 et 800 variantes obtenues

Dernier contrôle d'aptitude de type le 24 février 2007

Autre qualification de type A310-300

Formation en Gestion des Ressources en Equipe (CRM), 30 novembre 2005

Expérience professionnelle :

- Total de 8682 heures de vol ;
- Total en tant que Commandant de Bord 3634
 - 665 heures et 20 minutes de temps de vol sur Boeing B737-700 en tant que Commandant de Bord
 - 158 heures et 30 minutes de temps de vol sur Boeing B737-800 en tant que Commandant de Bord
 - 160 heures et 46 minutes de temps de vol dans les derniers 90 jours
 - 125 heures et 57 minutes de temps de vol dans les derniers 60 jours
 - 62 heures et 48 minutes de temps de vol dans les derniers 30 jours
 - 4 heures et 1 minute de temps de vol dans les dernières 72 heures
 - 3 heures de temps de vol dans les dernières 24 heures

Qualification sur itinéraire et Aérodrome de Douala : Qualifié pour la certification de zone/aérodrome le 18 novembre 2006. Le Commandant de Bord a effectué plusieurs vols sur Douala, le dernier étant celui du 7 avril 2007.

Historique des dernières 48 heures du Commandant de Bord :

Repos après vol à Cotonou et Positionnement à Abidjan : Arrivée à Cotonou le 1^{er} mai à 22h10, heure locale, après avoir piloté le vol NBO-COO-ABJ-COO. Départ de COO le 3 mai à 21h30 en qualité de passager pour ABJ. Reprise de service à ABJ le 4 mai pour effectuer le vol KQA507 à 18h25.

Le Commandant de Bord est le pilote aux commandes.

1.5.1.2- Le Copilote (Premier Officier)

Sexe masculin, 23 ans

Licence de Pilote professionnel (CPL) du Kenya N° YK-5371-CL obtenue en octobre 2005

Qualification de vol aux instruments et Qualifications internationales en Radiotéléphonie, valables jusqu'au 8 juin 2008

Classe médicale 1 valable jusqu'au 5 juillet 2007

Qualification de Type B737-300 obtenue le 23 septembre 2006

Qualification de Type B737-700 obtenue le 15 février 2007

Qualification de Type B737-800 obtenue le 16 mars 2007

Dernier contrôle d'aptitude sur type le 13 février 2007

Formation en Gestion des Ressources en Equipe (CRM), 26 novembre 2006

Expérience professionnelle :

- Total de 831 heures de vol ;
 - 113 heures et 26 minutes de temps de vol sur B737-700
 - 57 heures et 01 minute de temps de vol sur B737-800
 - 188 heures et 10 minutes de temps de vol dans les derniers 90 jours
 - 141 heures et 37 minutes de temps de vol dans les derniers 60 jours
 - 68 heures et 14 minutes de temps de vol dans les derniers 30 jours
 - 4 heures et 1 minute de temps de vol dans les dernières 72 heures
 - 3 heures de temps de vol dans les dernières 24 heures

Qualification sur itinéraire et Aéroport de Douala : Qualifié pour la certification de zone/aéroport le 16 mars 2007. Le FO a effectué deux vols sur Douala dans les 28 derniers jours.

Historique des dernières 48 heures du Copilote :

Repos après vol à Cotonou et Positionnement à Abidjan : Arrivée à Cotonou le 1^{er} mai à 22h10, heure locale, après avoir exercé dans le vol NBO-COO-ABJ-COO. Départ de COO le 3 mai à 21h30 en qualité de passager pour ABJ. Reprise de service à ABJ le 4 mai pour effectuer le vol KQA507 à 18h25.

1.5.2- Equipage de Cabine

Les renseignements personnels ne sont pas nécessaires dans le cadre de cet accident.

1.5.3- Mécanicien navigant

Les renseignements personnels ne sont pas nécessaires dans le cadre de cet accident.

1.5.4- Personnel du Contrôle de la Circulation aérienne

1.5.4.1 Contrôleur de la Tour

Sexe masculin, 54 ans

Travaille au Centre ATS (Service de la Circulation aérienne) de Douala depuis le 7 juillet 1980

- Qualification comme Contrôleur d'Aéroport : depuis 1982
- Qualification en Contrôle d'Approche : depuis 1982

- Dernier stage de formation (périodicité de 6 mois) : du 26 avril au 30 avril 2007.

Compétence en langue anglaise : Formation pour l'OACI Niveau IV, conformément aux procédures de l'ASECNA.

1.6- Renseignements sur l'Aéronef

Le B737-800, numéro de série 35069 est sorti de l'usine en 2006, et a été livré à la Singapore Leasing Enterprise. Livré en crédit-bail à la Kenya Airways, il a été immatriculé « 5Y-KYA » par la Kenyan Civil Aviation Authority (KCCA) le 27 octobre 2006, et classé dans la catégorie Transport public des passagers.

Le 10 avril 2007, par correspondance N° EI/M.2/186/2007, la Préfecture Nissen Kauin Kabushiki Kaisha, KO-569 Kinoura Hakata-CHO, Imbari-City, Ethine-City, 794-2305, Japon, a contacté la KCCA sollicitant le transfert de la propriété dudit aéronef.

L'aéronef est hypothéqué au profit de la Standard Chartered Bank.

1.6.1- L'Aéronef

1.6.1.1- La Cellule d'aéronef

Fabricant	Boeing Aircripieds Company
Type	B737-800 (WL)
Numéro de Série	35069
Numéro de Tabulation de Boeing	YL301
Immatriculation	5Y-KYA
Date de Fabrication	2006
Date d'Immatriculation	27 octobre 2006
Utilisation depuis la Mise en Service	21 Heures de Vol et 734 Cycles
Utilisation depuis le dernier Contrôle 'C'	Non Applicable
Certificat de Navigabilité	Valable jusqu'au 26 octobre 2007
Dernier Type de Maintenance	Contrôle 5A effectué à 2002 heures et 700 Cycles le 25 avril 2007
Liste des Directives de Navigabilité	Conforme au 5 mai 2007
Liste des Modifications	Aucune modification majeure ou mineure

La dernière maintenance prévue de type '5A' a été effectivement exécutée conformément au programme de maintenance agréé N° KA/B737-700/800/AMS.

Le dernier contrôle de maintenance de type '6A' était prévu à 2502 heures de vol.

Le contrôle 'C' était prévu à 6000 heures de vol ou 18 mois à partir du 28 novembre 2006.

La dernière liste des directives de navigabilité a été établie le 30 avril 2007.

1.6.1.2- Moteurs

	Moteur 1	Moteur 2
Fabricant du Moteur	CFM International	CFM International
Type	CFM56-7B26	CFM56-7B26
Numéro de Série	894251	894252
Date d'Installation	2006	2006
Heures totales	2100H27	2100H27
Heures depuis Installation	2100H27	2100H27
Cycles depuis Installation	734	734

1.6.1.3- Carburant

Le carburant utilisé est le 'Jet A1'. Il est agréé par la FAA.

L'équipage a demandé 14200 kg de carburant conformément au plan de vol exploitation.

L'aéronef a relevé 9500 kg de carburant à Douala répartis comme suit :

Citerne gauche	Citerne centrale	Citerne droite
1500 kg	6600 kg	1400 kg

La quantité totale de carburant à bord à l'heure de départ est de 14200 kg, répartis comme suit :

Citerne gauche	Citerne centrale	Citerne droite
3800 kg	6600 kg	3800 kg

1.6.1.4- Défaillances techniques

Le premier vol après le contrôle '5C' a eu lieu le 26 avril 2006 (ATL N° 280482). Depuis ce jour jusqu'au jour de l'accident, l'on a enregistré une défaillance technique à l'ATL : « Portière de poste de pilotage dure à l'ouverture lorsqu'elle est désarmée ». Cette défaillance est relevée le 3 mai 2007 (ATL N° 288185).

Nota Bene : Du 11 décembre 2006 au 27 février 2007, il y a plusieurs entrées dans l'ATL relatives à la défaillance de l'AP A. Pendant les contrôles ultérieurs A en hangar suivants (4A le 22 mars 2007 et 5A le 25 avril 2007), il n'y avait plus d'entrée relative à quelque défaillance sur le système de pilote automatique.

1.6.1.5- Poids et Equilibre

MTOW certifié :	79025 kg
MLW certifié :	63360 kg
TOW :	69294 kg
Limites MAC :	Entre 14% et 28% de MAC au décollage : 17.3%

Poids total dans les compartiments cargo : 2751 kg

Compartiment 1 :	300 kg
Compartiment 2 :	1208 kg
Compartiment 3 :	1149 kg
Compartiment 4 :	94 kg

Le calcul du poids et de l'équilibre a été fait par les services d'assistance en escale de la KQA par système informatique, puis confirmé manuellement par des cartes de centre de gravité.

Le chargement et la sécurité du chargement de l'aéronef sont assurés par le personnel d'escale de la KQA.

1.6.2- Description des Systèmes et Eléments de l'Aéronef liés à l'Accident

1.6.2.1 Affichages d'Informations dans le Poste de Pilotage du Boeing 737

Dans le cadre de ses opérations, la Kenya Airways a exploité trois séries du Boeing 737, notamment les séries 300, 700 et 800.

Hormis les différences au niveau des systèmes, des moteurs et de la cellule, il existe également une certaine différence au niveau des affichages du poste de pilotage.

Le 737-300 présente, comme affichages primaires, une combinaison faite d'un Indicateur électronique directeur d'Attitude (EADI) et d'un Indicateur électronique de Situation horizontale (EHSI). Ces deux éléments sont projetés sur deux écrans à tube cathodique (CRT).

Le 737-700 dispose d'un Système d'Affichage commun, composé de six Ecrans plats d'Affichage à Cristaux liquides (LCD). Ceux-ci ont été configurés sous la forme traditionnelle « Panneau en T » en combinaison avec un écran de visualisation partielle

des cartes. Ce système est communément appelé format d'affichage EFIS/MAP [EFIS = Système d'Instruments de Vol électronique].

Le 737-800 dispose des mêmes numéros et type d'écran LCD que le 737-700 ; cependant, ils sont configurés tels qu'ils ont un écran spécialisé pour l'affichage de vol primaire (PFD) et un écran distinct pour l'affichage de navigation (ND).

Les pilotes de la Kenya Airways, après leur qualification conformément aux politiques de la Kenya Airways, sont supposés disposer des compétences requises pour piloter toutes les trois versions des Boeing 737 de la flotte de la Kenya Airways.

Les pilotes du vol impliqué dans l'accident ont reçu quitus des instructeurs de la Kenya Airways et obtenu l'autorisation de piloter chacun des Boeing 737 de la flotte de la Kenya Airways.

Aux fins de facilitation des références, des représentations illustrées et des descriptions des systèmes des chapitres pertinents des manuels d'exploitation des Boeing 737 pour l'équipage de vol sont annexés au présent Rapport.

1.6.2.2 Système de Pilote automatique/Directeur de Vol (AFDS) et d'Automanette (A/T)

Remarques générales

Le Système de Commande de Vol automatique (AFS) comprend le Système de Pilote automatique/Directeur de Vol (AFDS) et le Système d'Automanette (A/T). L'Ordinateur de Commande de Vol (FCC) fournit les limites N1 et la cible N1 pour les automanettes, et commande les vitesses de l'A/T et de l'AFDS.

Les différents modes sont activés par pression sur un bouton ; le bouton s'allume pour indiquer que le mode est sélectionné.

NB : L'allumage du bouton ne confirme que la sélection du mode. Seule l'indication sur le FMA confirme l'engagement.

Les indications lumineuses sur le FMA (Annonciateurs du Mode de Vol) confirme le statut de :

- contrôle de puissance (A/T)
- mode de roulis engagé (HDG SEL/VOR)
- mode de tangage engagé (TOGA)
- l'AFDS selon le FD ou l'AP est sélectionné

Le système de commande de vol automatique dans son ensemble est décrit dans le Manuel d'Exploitation de Boeing, Volume 2, Chapitre 4.

Le résumé suivant ne constitue qu'un simple guide, et à ce titre il ne saurait être considéré comme substitut au contenu du Manuel.

Mode d'Exploitation des Ordinateurs de Gestion de Vol (FMC) pendant le Décollage

Le système AFDS est composé de 2 ordinateurs de commande de vol (FCC A et B) et d'un Tableau de Commandes (MCP).

Pendant le fonctionnement du pilote automatique (AP), les FCC A et B envoient des signaux de commande à leurs servocommandes hydrauliques respectives pour le roulis et le tangage, qui alors actionnent les commandes de vol par des systèmes hydrauliques distincts.

Pendant le fonctionnement du Directeur de Vol (FD), le FCC A envoie des commandes de direction aux barres de commande de l'Indicateur directeur d'Attitude (ADI) du Commandant de Bord, et le FCC B fait de même à l'ADI du copilote.

Lorsque les deux FD sont engagés, le système fonctionne tel qu'un seul FCC (appelé 'Master', Ordinateur principal) est aux commandes, et les indications sur les ADI du pilote et du copilote sont identiques.

Lorsque le pilote automatique (AP) n'est pas engagé, le FCC Master est sélectionné en premier lieu ; c'en est le cas lors du roulis au décollage.

Lorsque le pilote automatique (AP) est engagé, par mode CMD, le FCC Master est celui correspondant à l'AP qui était engagé en premier lieu en mode CMD.

Affichages du FD pendant le Mode HDG SEL au Décollage

Les barres de commande du FD fonctionnent généralement avec les mêmes commandes de direction que celles de l'AP.

Cependant, le mode de décollage est uniquement un mode de directeur de vol.

Lorsque l'aéronef s'aligne sur piste pour décollage, et lorsque les 2 FD sont engagés, le mode TOGA est engagé par pression sur le bouton.-poussoir.

Selon le modèle, la pression du TOGA commande soit « le maintien du niveau des ailes soit la sélection du cap (HDG SEL) ».

Sur l'aéronef 5Y-KYA, la séquence suivante est engagée :

Avant 60 kts

- Angle de tangage – 10 degrés
- Niveau des ailes au TO
- A/T en mode N1
- Les manettes avancent jusqu'à ce que la puissance au décollage soit obtenue
- Le FMA affiche les indications : N1 et TOGA
- Aucun roulis n'est affiché sur le FMA
- L'indication du FD est affichée sur le FMA

A 60 kts, le FD commande +15 degrés de cabrage

A 84 kts, le mode A/T annonce Maintien de la Manette (THR HLD).

Au décollage, Le FD commande +15 degrés de cabrage jusqu'à ce qu'une vitesse de montée suffisante soit atteinte.

A partir d'ici, le FD commande :

- angle de tangage nécessaire au maintien de la vitesse MCP (normalement V2+20 kts)
- attitude de niveau des ailes.

Si dans ces conditions, alors que l'AP n'est pas engagé, le bouton-poussoir du HDG SEL est appuyé,

- la commande de roulis du FD maintient le HDG SEL
- l'indication du HDG SEL est affichée sur le FMA
- la commande de l'angle de tangage change en mode LVL CHG et la vitesse du MCP est maintenue
- l'indication CMD remplace l'indication FD sur le FMA.

Engagement du Pilote automatique (AP)

L'AP est engagé par appui sur un bouton-poussoir CMD ou CWS, après quoi l'indication CMD ou CWS est affichée sur le FMA.

L'AP ne s'engage pas si une certaine force est exercée sur les commandes de vol.

Seul un AP est engagé à la fois, sauf dans le mode d'approche (APP) pendant l'approche d'atterrissage.

Lorsque l'AP est engagé par utilisation du mode CMD, l'aéronef réagit aux modes présélectionnés.

Lorsque l'AP est engagé par utilisation du mode CMD, si la pression sur les commandes de vol est supprimée avec un angle d'inclinaison de moins de 6 degrés, l'AP ramène les ailes à la position horizontale et maintient le cap existant.

Lorsque l'AP est engagé par utilisation du mode CMD, une forte pression sur les commandes de vol ou l'axe de roulis et de tangage engage soit le mode roulis partiel (R) soit le mode tangage partiel (P) du CWS, et les indications correspondantes apparaissent sur le FMA.

Pendant les opérations FD uniquement, pendant que les commandes de roulis ou de tangage sont de plus d'une ½ échelle à partir du centre, appuyer sur une touche CMD A ou B engage l'A/P en CWS pour le tangage et/ou le roulis et la/les barre(s) se rétracte(nt).

Le Système d'Equilibre de Vitesse

Le système d'équilibre de vitesse est conçu dans le but d'améliorer la stabilité de la vitesse et les caractéristiques de vol pendant le vol manuel lorsque l'AP n'est pas engagé.

Le système d'équilibre de vitesse déplace la position du stabilisateur vers la direction qui devra contrer toute modification indésirable de vitesse.

Le système d'équilibre de vitesse fait utilisation de la gouverne de profondeur du stabilisateur à moteur de l'AP, quand bien même l'AP lui-même n'est pas engagé.

Ce système fonctionne à tout moment que l'AP n'est pas engagé lorsque l'action nécessaire sur le stabilisateur en vue de maintenir la vitesse appropriée n'a pas été effectuée par le pilote.

1.6.3 Disponibilité du Transpondeur, TCAS et EGPWS

Le Transpondeur est disponible et est fonctionnel.

Le code SELCAL est le QS-AB

L'aéronef est équipé du TCAS et de l'EGPWS.

Le radar de bord est fonctionnel et est opérationnel sur les deux tableaux de commande (celui du pilote et celui du copilote) au TO.

1.7- Conditions météorologiques

1.7.1- Situation météorologique générale

La journée est caractérisée par la présence de nuages cumulonimbus autour de l'aéroport de Douala. Ces nuages développent des orages depuis 15h00. Le dossier de protection météorologique transmis à l'équipage contenait les éléments suivants :

- cartes des vents et température à différentes altitudes
- cartes des prévisions météorologiques à différentes altitudes
- TAF et METAR des aérodromes en route
- Prévisions relatives aux vents, à la température et à l'humidité à Douala et Nairobi jusqu'au FL 180.

Des messages d'observation météorologique spéciaux ont été délivrés à 23h24, 23h30, 23h42 et 00h00.

Les pilotes ont reçu le dossier de protection météorologique avant le vol et n'ont pas sollicité un briefing verbal.

La dernière observation météorologique de 23h59 se présentait comme suit :

- Visibilité 800 m
- Vent calme

- Pluie et orage modérée
- Nuages SCT 300 pieds, BKN 1000 pieds, CB 1600 pieds à tous les niveaux
- Température 27, Point d'humidité 26
- QNH 1010

Un message d'observation météorologique par radar est délivré toutes les 3 heures, les deux derniers ayant été délivrés à 21H00 et 00H00. Une image satellite a été fournie à la demande.

Aucun détecteur de vent (LLWSAS) n'est disponible, cependant les cartes AIP du Cameroun indiquent la disponibilité du LLWSAS.

C'est la nuit et il fait trop sombre. Le cap de l'aéronef en stationnement à la poste C7 est de 110.8°, qui est parallèle au cap de la piste de décollage (RWY12). Ceci a permis à l'équipage d'utiliser le système de radar météorologique de bord au sol avant le début du suivi des cellules météorologiques immédiatement après le bout de piste de décollage.

1.7.2 Situation générale et Evolution météorologique du Jour

1.7.2.1 Avant l'accident

16h00 : Quelques ensembles nuageux sont observés par image satellite dans les zones suivantes :

- sur le Golfe de Guinée (secteur SO de la station)
- sur le secteur SE de la station
- Est de Yaoundé
- Nord de Yaoundé

19h00 Les ensembles nuageux à l'Est et au Nord de Yaoundé se regroupent en une massive active d'orages nuageux et prend la direction SO à une vitesse de 15 kts.

22h00 Les ensembles nuageux peuvent même être observés sur la station au même moment que les orages susmentionnés provenant de Yaoundé se rapprochent de la station. L'observation par radar à ce moment est ainsi qu'il suit :

- Radar OBS FKKD 04200Z
 - Nr1 échos modérés 010-050 degrés, 50-110 km MOV SW 20 kts NC
 - Nr2 échos groupés de faibles à modérés, 150-240 degrés, 120-300 km STNR NC
 - Nr3 échos modérés groupés 320-020 degrés, 120-200 km MOV W 15 kts NC.

22h30 Orages avec pluie modérée, visibilité réduite, plafond bas attendu sur la station selon la tendance dans le message d'observation météorologique.

23h24 Des orages modérés et de la pluie sont observés sur la station, avec une visibilité de 2500 m, plafond bas (SCT 300 pieds, BKN 900 pieds, STC CB 1800 pieds) et du vent à 040/4 kts.

23h42 Une augmentation de la force du vent de surface est observée (050/10 kts) soufflant à une vitesse maximum de 20 kts et une réduction de visibilité de 800 m.

1.7.2.2- Au Moment de l'Accident

00h00 Une amélioration de la situation météorologique est observée. Les orages se dirigent vers le SSE au SO de l'Aéroport de Douala, ce qui entraîne une amélioration de la situation météorologique sur l'aéroport.

1.7.2.3- Après l'Accident

00h30 L'amélioration de la situation météorologique se poursuit. La visibilité augmente à 4000 m, et atteint 8 km à 00h00, le 5 ; et pendant ce temps les orages continuent à se dissiper.

1.8- Aides de Navigation

1.8.1- Le VOR/DME de Douala (112.9 Mhz), l'ILS DL (110.3 MHz) et tous les feux (piste et voie de circulation) sont fonctionnels.

Le NDB YK n'est pas fonctionnel ; un NOTAM a été délivré à cet effet.

1.9- Télécommunications

L'aéronef est équipé de radios VHH ; toutes sont fonctionnelles.

La tour de contrôle est équipée de radios VHS, fréquences 119.7 et 129.5 MHz ; toutes sont fonctionnelles.

Tous les vols sont en contact avec la TWR sur 119.7 pour le démarrage et le décollage.

La TWR est en contact par téléphone et par télétype avec le Centre météorologique principal

La TWR est en contact par téléphone et par radio VHF avec le service des sapeurs-pompiers de l'aéroport.

La TWR est en contact par téléphone avec le Centre régional de contrôle de la circulation aérienne.

Les télécommunications radio de la TWR de Douala sont enregistrées sur bande, y compris l'heure de transmission en TU. Les transcriptions des communications au moment du vol de la KQA sont annexées (Annexe 4) au présent rapport.

1.10- Renseignements sur l'Aérodrome

1.10.1- Infrastructure

L'aéroport international de Douala (FKKD), situé à 2,16 NM SSE de la ville, est ouvert à la circulation aérienne publique ; il dispose d'une piste de QFU : 12/30, dont les dimensions sont de 28/45 m, construite en matériaux composites.

Le niveau de protection fourni par le service des sapeurs-pompiers est à 8 (OACI).

L'altitude de référence est de 10 m (34 pieds)

Les coordonnées du point de référence sont : 04 00.48 N-009 43.35 E.

La piste est équipée de feux de délimitation à haute intensité (espacement 60 m) et d'un système de feu d'approche.

Les aides d'atterrissage sont : un Cat II ILS mais exploité uniquement en Cat I, un système de feu d'approche sur la piste 30, un PAPI (indicateur de trajectoire d'approche de précision) sur la piste 12, et un VOR/DME + NDB (Radiophare non directionnel).

Il n'existe qu'une voie de circulation entre l'aire de stationnement et la piste ; et un aéronef doit faire machine arrière et tourner au point de virage au bout de la piste.

Le vol KQA507 a décollé de la piste 12. Par rapport à cette piste, la distance totale de roulement utilisable au décollage (TORA) et la distance totale utilisable au décollage (TODA) sont respectivement de 2850 m et 2950 m ; celle de l'accélération-arrêt (ASDA) est de 2900 m.

Aucune inspection n'a été effectuée sur la piste après l'orage avant le TO du KQA507.

1.10.2- Procédure de Départ EDEBA 1E

L'aéroport de Douala a 2 procédures de départ normalisé aux instruments (SID) pour la piste 12. La procédure EDEBA 1E qui est celle utilisée par le vol KQA507 annonce : « Suivre cap piste jusqu'au VOR/DME DLA, puis intercepter R-102 via intersection EDEBA jusqu'au VOR/DME NLY ».

1.11- Enregistreurs de Données de Vol

1.11.1-Caractéristiques des Enregistreurs

	CVR	FDR
Marque	Honeywell	Honeywell
Type	EVC 120	SSEDR
Type	980-6022-	980-4700-
Numéro	001	042
Numéro de Série	08675	12657
Nombre paramètres	4	1135
Durée d'enregistrement	2 heures	25 heures

Le CVR enregistre les pistes parallèles de haute qualité de 30 minutes et 2 heures de piste, une combinaison de canaux radio et du Microphone du Poste de Pilotage (CAM).

1.11.2- Récupération des Enregistreurs

L'Enregistreur de Données de Vol (FDR) a été retrouvé le lundi 7 mai 2007. Le 24 mai 2007, il a été transmis au laboratoire de la TSB Engineering d'Ottawa (Canada), pour analyse et récupération des données. Les analyses préliminaires ont été effectuées les 25 et 26 mai 2007.

L'Enregistreur de Conversation au Poste de Pilotage (CVR) a été retrouvé le 15 juin 2007 en quatre parties distinctes :

- L'émetteur acoustique (radiobalise sous-marine de détresse) ;
- la batterie ;
- la carte mère ; et
- la mémoire de module du CVR.

Ces trois parties distinctes (le châssis brisé en deux et le module de mémoire) ont été transmises à la TSB Engineering, Canada, le 17 juin 2007.

Les analyses des enregistreurs ont été effectuées par la TSB Engineering, Canada en présence des membres de la commission d'enquête, les représentants accrédités du Kenya et des Etats-Unis d'Amérique, de la FAA, de la Kenya Airways et de la Boeing Aircrafts Corporation.

Le câble de lecture du FDR ayant été endommagé, un autre a été installé. La mémoire du FDR contenait 25 heures d'enregistrement, y compris la période de l'accident.

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée lors de la lecture des 2 enregistreurs.

1.11.3- Les FDR et CVR ont livré les renseignements suivants relatifs au vol :

- Peu après le décollage, l'aéronef présente une tendance à rouler vers la droite, sans déséquilibre dans le chargement, la répartition du carburant ou la poussée des moteurs.
- Plusieurs inputs de compensation de tangage en cabré sont réalisés lors de la poussée initiale.
- Au-delà de d'une poussée de 1000 pieds, toute action sur les commandes de vol cesse ; l'aéronef continue le roulis vers la droite. Au-delà de 34° d'angle d'inclinaison, l'action sur les commandes du vol reprend ; l'angle d'inclinaison augmente jusqu'à 115°, puis décroît à 60° d'impact.
- Ayant mis le cap de départ à 118° après le TO, à partir de 1 000 pieds, l'aéronef tourne continuellement au bout droit avec un cap de 90° d'impact.
- L'aéronef atteint une altitude maximale de 2 900 pieds, puis descend rapidement à une vitesse atteignant 14 000 pieds par minute. A l'impact, il a une vitesse de 287 kts et un angle de tangage de moins 48°.
- Les moteurs fonctionnent normalement.
- Les commandes du vol fonctionnent normalement.
- Après l'appel « OK COMMAND » du Commandant de Bord, l'AP n'est pas engagé.
- Lorsque le bouton poussoir « CMD A » de l'AP sur le MCP a été sélectionné à 2770 pieds, l'AP fonctionne normalement et est engagé en mode CWS à la fois sur le tangage et le roulis et, en plus :
 - l'action sur la barre de commande cesse ;
 - l'action sur la barre de commande recommence et celle sur les pédales de la gouverne de direction continue ;
 - les avioniques fonctionnent normalement.

Le CVR révèle les renseignements suivants sur l'équipage du vol :

- L'équipage est préoccupé par les conditions météorologiques et le Commandant de Bord cherche à rassurer le FO.
- L'équipage analyse la situation météorologique à l'aide du radar de l'aéronef pendant qu'il se trouve encore sur l'aire de stationnement, et reprend ce même exercice pendant qu'il est aligné pour le TO ; ils choisissent une trajectoire de manière à éviter l'orage après le TO.
- L'appel à la lecture de la liste de contrôle, la sélection du cap, certains appels techniques, l'engagement de l'AP ainsi que la répartition des tâches à bord ne sont pas effectués conformément aux procédures SOPA ; ces déviations ne font l'objet d'aucun briefing.
- Après alignement, l'équipage décolle sans avoir exigé et obtenu l'autorisation de décoller provenant de la tour de contrôle.

1.11.4- Les données obtenues des FDR et CVR sont annexées au présent rapport aux Annexes 5 et 4 respectivement.

1.12- Renseignements sur l'Epave et l'Impact

1.12.1- L'accès au site de l'accident est très difficile et il est situé au SSE de l'Aéroport international de Douala, dans une zone de marécage et de mangrove sur la rive droite du fleuve Dibamba. Le village le plus proche du site s'appelle Mbanga Pongo.

A l'impact, l'aéronef a un angle de tangage de moins 48°, un angle d'inclinaison droite de 60° et un cap de 90°. Il ouvre un cratère orienté vers le côté Sud Ouest/Nord-Ouest, d'une superficie d'environ 50 m² et d'une profondeur de 5 m. Le cratère est plein d'eau trouble.

Une forte quantité de boue se retrouve sur les limites Nord Ouest et Sud Ouest du cratère. Tout autour, la végétation est couverte de boue dans un rayon de 30 m. Les arbres des alentours immédiats sont étalés, soit parce qu'ils ont été déracinés soit parce qu'ils ont été brisés. Les dommages sur la végétation s'étendent sur une surface de près de 2 000 m². Le côté Nord Ouest du cratère demeure la zone la plus affectée.

En s'écrasant, l'aéronef s'est disloqué ; les débris du côté gauche de l'aéronef sont concentrés dans une direction de 30°, et ceux du côté droit dans une direction de 90°. Les côtés Sud Ouest et Nord Ouest ont des quantités négligeables de débris.

Le contenu de l'aéronef (poste de pilotage, cabine et compartiment bagages) est retrouvé concentré dans une direction de 70° ainsi qu'il suit : plus près du cratère-classe économique (sièges bleus) ; puis la première classe (sièges rouges) ; et, enfin, la partie avant de l'aéronef.

Le plan détaillé de répartition des éléments importants retrouvés ainsi que les photos aériennes du site et sa description sont annexés au présent rapport, Annexes 2 et 3.

1.12.2- L'aéronef, les moteurs, les équipements et instruments n'ont pas fait l'objet d'une analyse particulière.

1.13- Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1- Les restes de l'équipage technique n'ont pas été identifiés.

1.13.2- Le test ADN a été effectué par l'ICPM (Commission internationale des personnes disparues) de Sarajevo, en Bosnie.

Quatre vingt six (86) victimes ont été complètement identifiées par les tests ADN et quatre (4) victimes par les empreintes digitales.

1.13.3- Les dossiers médicaux des deux pilotes révèlent quelques problèmes ophtalmologiques (problèmes de réfraction) :

- Le Commandant de Bord souffre d'une acuité visuelle réduite due à la myopie, nécessitant le port de lunettes correctives.

- Le Premier Officier (FO) présente une acuité visuelle régressive nécessitant le port de lunettes correctives.

1.13.4- Rien n'indique que des facteurs physiologiques ou quelque incapacité aient pu gêner les performances de l'équipage technique.

1.14- Incendie

Aucune indication d'incendie interne au vol. Sur l'impact, il a été remarqué une boule de lumière qui pourrait être attribuable à la brûlure du carburant.

1.15- Aspects de Survie

1.15.1- L'accident a eu lieu dans la matinée du 05 mai 2007. Le site de l'accident a été localisé le jour suivant, le 6 mai 2007 autour de 17H30.

Aucun message de détresse de l'équipage n'a été reçu.

La radiobalise de localisation des sinistres (406 MHz) ; PN : 453-6501, SN : O5812 ; n'a émis aucun signal exploitable et était endommagé sur l'impact.

1.15.2- Aucun survivant n'a été trouvé. Les restes des personnes récupérés sur le site de l'accident traduisent un impact à forte vitesse.

1.16- Tests et Recherches

1.16.1- Performance de l'Aéronef

Sous la supervision de la NTSB dans ses locaux à Washington, la compagnie Boeing a présenté la performance de l'aéronef en septembre 2007.

A) Simulation de l'Accident

Un modèle théorique a été conçu pour la simulation de l'accident en vue de :

- a- recréer les événements en représentant les paramètres du FDR ;
- b- comprendre :
 - a) la trajectoire du vol (itinéraire du vol) ;
 - b) le comportement de l'aéronef d'après les données du FDR ;
 - c) l'influence des actions sur les commandes du vol et la perturbation atmosphérique ;
 - d) les raisons des actions sur les commandes du vol ;
 - e) les paramètres et les données non enregistrés :
 - déductions à partir des mesures sur les contrôles du vol ;
 - exploration de scénarios possibles de l'accident.

Il est établi que :

- a. la simulation produit une représentation exacte du vol jusqu'au point où l'aéronef atteint un angle d'inclinaison de 85°;
- b. l'aéronef a réagi conformément aux inputs enregistrés sur les commandes du vol ;
- c. Il n'ya aucune indication de phénomène atmosphérique subit (vent) qui aurait affecté le mouvement de l'aéronef.

Il s'est avéré nécessaire de créer une légère asymétrie sur l'axe de roulis pour respecter les paramètres (+0,0008).

B) Equilibrage latéral du B737-800

L'inclinaison de la barre de commande pour maintenir les ailes à l'horizontale peut être causée par :

- l'asymétrie inhérente à la construction ;
- l'effet thermique sur la gouverne de direction ;
- la position du compensateur de direction.

Asymétrie provenant de la construction

Pour tous ses modèles d'aéronef, la compagnie Boeing détermine un maximum acceptable de déviation d'équilibrage pour réduire une consommation excessive de carburant due à la résistance, et pour respecter les critères de vol avec extension des volets.

Effet thermique sur la gouverne de direction

Lorsque l'aéronef change d'altitude, le changement correspondant de la température ambiante affecte la gouverne de direction.

La gouverne de direction dévie jusqu'à une valeur maximale de 0,75° :

- a. à gauche lorsque l'aéronef devient plus froid (montée) ;
- b. à droite lorsque l'aéronef devient plus chaud (descente).

Ce déplacement thermique de la gouverne de direction peut être lue à l'aide du DFDR, mais il n'y a pas de retour ni sur les pédales de la gouverne de direction ni sur l'équilibrage de la gouverne de direction.

Pour le pilote, la seule indication reste une légère déviation du volant de commande de roulis pour maintenir les ailes en position horizontale.

Position de l'équilibrage de la gouverne de direction pendant le TO

Le tableau ci-dessous, dont les contenus proviennent du DFDR, résume la position de l'équilibre de la gouverne de direction au TO lors des 7 derniers vols qui ont précédé l'accident, et celui de l'accident (vol N° 8).

Vol N°	Ville de Départ	Position du Compensateur de la Gouverne de Direction au TO
1	ABJ	0
2	DLA	0
3	NBO	0.5 R
4	LOS	0.13 R
5	NBO	0.13 R
6	DLA	0
7	ABJ	0.50
8	DLA	0.13R

Equilibrage latéral lors du vol KOA507

Le tableau ci-dessous résume les faits concernant l'équilibrage latéral du vol KOA507, tel que l'indique le degré de déviation du volant de commande de roulis à partir de la position centrale que le pilote devait réaliser pour maintenir les ailes en position horizontale lors du TO à partir de Douala.

Asymétrie inhérente à la construction	5-6 degrés de déviation de la roue de contrôle
Asymétrie due à l'effet thermique sur la gouverne de direction	Pas d'effet thermique jusqu'à 1 000 pieds
Asymétrie due à la position de l'équilibrage de la gouverne de direction	2,5° de déviation de la direction de contrôle

Par conséquent, il est établi qu'au TO à partir de Douala, l'aéronef présente une tendance à rouler vers la droite du fait des effets combinés de l'asymétrie inhérente à la construction et le positionnement légèrement à droite du compensateur de direction.

Pour contrer cette tendance au roulis, il convient d'exercer un certain effort pour maintenir la barre de commande tournée à environ 8° vers la gauche.

1.16.2- Facteurs humains

Recherches effectuées à Washington

En septembre 2007, la NTSB a fait un exposé sur la désorientation spatiale dans ses locaux à Washington DC, où elle a décrit les accidents et incidents suivants :

- accident du vol 106 de l'USAir survenu le 2 juillet 1994 près de Charlotte/Aéroport international de Douglas ;
- accident du vol 498 de la Crossair survenu le 10 janvier 2000 près de Nasseriwil/ZH ;
- accident du vol 106 de la Delta Airlines survenu le 14 septembre 2000 près de New York/New York ;
- accident du vol 72 de la Gulf Air survenu le 23 août 2000 près de Muharraq, Bahraïh ;

- accident du vol 604 de la Flash Airlines survenu le 3 janvier 2004 près de Sharm el Sheikh.

De cet exposé, les leçons suivantes ont été tirées :

- La désorientation spatiale est la divergence entre l'orientation perçue et l'orientation réelle par rapport à la surface de la terre.
- La désorientation spatiale :
 - est la conséquence normale des forces liées au pilotage ;
 - est inévitable en cas d'absence ou de la non-observation de repères visuels précis ;
 - pourrait impliquer des illusions dans l'axe de tangage, de roulis ou de lacet ;
 - est ressenti par la plupart des pilotes à un moment ou un autre ;
 - implique très souvent des illusions d'inclinaison.

Il existe 3 types de désorientation spatiale :

- Type 1 : non reconnue et subtile ;
- Type 2 : reconnue ;
- Type 3 : qui annule toutes les capacités.

Redressement de la Désorientation

On a estimé que lorsqu'un pilote est victime de désorientation dans un environnement qui ne présente pas de repères visuels externes, 10 à 35 secondes sont nécessaires pour redresser complètement la situation.

Facteurs aggravants de la Désorientation spatiale :

- Distraction ;
- Mouvement visuel aller-retour entre l'intérieur et l'extérieur du poste de pilotage ;
- Manœuvres de vol ;
- Fatigue ;
- Condition médicale.

Recherches à Pensacola, août 2008

Sous la supervision de la NTSB, le Centre de recherches médicales de la marine américaine basé à Pensacola, en Floride, a fait un exposé complémentaire le 3 avril 2008 sur la désorientation spatiale avec expérimentation pratique. Cette expérimentation a confirmé les conclusions de l'exposé de Washington.

1.16.3- Simulation de Vol

En avril 2008, la commission s'est rendue à Seattle pour visualiser le vol KQA 507 tel qu'il était reconstitué par la Boeing dans le simulateur de vol à l'aide des données du DFDR.

Cette simulation a fait transparaître les faits suivants :

- La tendance de l'aéronef à rouler vers la droite peut facilement être contrôlée par le pilote ;
- Avec un angle d'inclinaison de 34 degrés, l'aéronef peut facilement être ramené au niveau de la position des ailes par pilotage manuel, si l'équipage n'est pas victime d'une désorientation spatiale ;
- Avec l'aéronef dans un angle d'inclinaison de 50 degrés, lorsque l'AP est engagé dans le mode « roulis CWS », l'aéronef revient à 30 degrés de l'angle d'inclinaison par lui-même si aucune force n'est exercée sur la barre de commande.
- Au moment où l'aéronef atteint 50 degrés de l'angle d'inclinaison, un input appuyé et durable sur la pédale droite de la gouverne de direction entrainera l'aéronef à piquer brusquement du nez.

1.17- Renseignements sur l'Organisation et la Direction

1.17.1- Informations sur les organisations et leur direction dont les activités pourraient directement ou indirectement influencer le fonctionnement de l'aéronef

1.17.1.1- Exploitant de l'Aéronef

Les activités suivantes ont été observées au sein de la Kenyan Airways (KQA), exploitant de l'aéronef :

- Le programme des vols commerciaux de la KQA a été modifié. Cette modification a pris effet au moment où l'équipage du vol impliqué dans l'accident séjournait à Cotonou depuis le 1^{er} mai 2007, à partir duquel ledit équipage était supposé quitter 4 jours après pour Nairobi en tant qu'équipage de service. Le 3 mai 2007, l'équipage du vol a pris position à Abidjan pour effectuer le vol KQA 507 du 4 mai 2007.
- De sa position au poste de stationnement C7, l'équipage du vol, en présence du chef d'escale, a étudié les conditions météorologiques sur leur itinéraire à l'aide du radar de l'aéronef.
- La procédure d'engagement de l'AP, ainsi qu'il est dit dans la SOPA, donne lieu à des interprétations :
D'après le « Manuel OPS du Boeing 737 », après le TO, l'AP est engagé après avoir levé les volets. D'autre part, la SOPA prescrit l'engagement de l'AP ainsi qu'il suit : « Au-delà de l'altitude minimale pour l'AP », sans aucune autre directive. D'après les déclarations de Commandants de Bord et d'instructeurs interrogés sur le sujet, d'aucuns affirment que l'AP doit être engagé après 3 000 pieds, pendant ou après l'accélération pour lever les volets ; alors que d'autres déclarent qu'il n'existe pas d'altitude minimum ou que ladite altitude, qui autrefois était de 1 000 pieds, a été ramenée à 400 pieds. (Réf. B737-700/800 FCOM Vol 1, Section sur les Limitations).
- La condition requise de 3 mois d'expérience et 150 heures de vol sur un avion de base (B737-300), avant de passer à la variante B737-800, telle que définie dans la partie D du Manuel de Vol, n'a pas été respectée dans le cas du Copilote. Toutefois, il a été établi qu'une modification ultérieure du Manuel applicable aux

fins de supprimer cette condition a été effectuée en février 2007. Dans la Partie A, il n'y a pas d'autre condition affectant le statut du Premier Officier.

- L'Exploitant a, à maintes reprises, introduit des demandes à la KCAA, sollicitant une dérogation au recyclage des Copilotes du B737-700/800, qui n'avaient pas encore acquis l'expérience requise prescrite dans les Parties A et D du Manuel de Vol.
- Le Commandant de Bord a été sanctionné et soumis à un recyclage et un contrôle d'aptitude trois années auparavant. Le contrôle a été prescrit suite à la décision du Commandant de Bord d'engager un déroutement à cause d'un échec ADI en instance lors d'un vol de transport de passagers régulier. La direction de la KQA a estimé que ce déroutement a traduit un manque de compréhension à la suite à une panne de systèmes de l'aéronef et les redondances conçues dans le système.
- Depuis le contrôle réussi en tant que Commandant de Bord sur le B737, les instructeurs et inspecteurs de la KQA ont rédigé plusieurs rapports à son sujet, mentionnant plusieurs lacunes récurrentes concernant notamment : la gestion des ressources en équipe (CRM), la connaissance des systèmes, le respect du SOP, la surveillance du poste de pilotage et la reconnaissance des situations, le planning et la prise de décisions. Chacun de ces rapports a fait l'objet d'un traitement individuel avec recommandations de solutions correspondantes pour chaque cas.
- Selon la direction de la KQA, toute la performance générale du Commandant de Bord est en-dessous de la moyenne normale, mais « acceptable ». Le système d'évaluation qu'utilise la KQA comprend 4 niveaux : « inacceptable », « acceptable », « normale », « En-dessus de la normale ».
- Un Contrôle d'Aptitude sur Ligne (LPC) du Commandant de Bord effectué le 1^{er} octobre 2006 a indiqué des carences sur plusieurs aspects. Une réponse conséquente du *Manager of Product Training* annonce : « une revue de tout le programme de formation sera entreprise aux fins de savoir s'il s'agit de complaisance ou d'incompétence ».
- Le dossier du Commandant de Bord contenait une note du *Manager of Product Training* datée du 10 août 2006. Elle disait : « En référence à votre dernier rapport LPC du 1^{er} août 2006 dans lequel nous examinons vos lacunes, vous serez soumis à un autre contrôle dans trois mois ». Le Commandant de Bord a subi avec succès un autre contrôle de ligne le 18 novembre 2006. Il n'y a aucune preuve de mesure de recyclage ou punition prise contre lui.
- Depuis qu'il a été désigné Commandant de Bord, il a été maintenu sur le 737.

1.17.1.2- Gestion de la Circulation aérienne

L'organisation chargée de la gestion de la circulation aérienne est l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et Madagascar (ASECNA).

Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Le contrôleur de service s'exprime en français pour transmettre des renseignements sur la détérioration des conditions météorologiques au Vol 287 de la RAM.
- Le contrôleur n'a pas communiqué le SPECI du 2342 à l'équipage du vol ; il l'a communiqué à la RAM 287 à 23h59, à la demande de celui-ci en français.

- Le contrôleur ne se souciait pas de l'état de la piste et de l'éventuelle contamination de toute la zone de manœuvre du terminal après la forte pluie qui s'est abattue sur l'aérodrome.
- Les contrôleurs de la circulation aérienne n'ont pas de licences mais sont titulaires d'attestations délivrées par l'ASECNA.

1.17.1.3- Gestion des Services aéroportuaires et Assistance au Sol

La gestion du terminal aéroportuaire et les services d'assistance au sol relèvent de la compétence des « Aéroports du Cameroun » (ADC).

Les conclusions suivantes ont été tirées :

a) Services d'Aérodrome

Il n'y a eu aucune inspection de piste afin de constater l'absence de contamination de toutes les zones de manœuvre après les fortes pluies qui se sont abattues sur les lieux.

b) Assistance au sol

- L'accord par lequel les services d'assistance en escale ont été sous-traités par ADC à la compagnie de transport aérien « Cameroon Airlines » (CAMAIR) venait d'être résilié. Ainsi, la société ADC devait elle-même assurer lesdits services à Douala.
- ADC détient le monopole des services d'assistance en escale au terminal de Douala.
- ADC n'a reçu aucune certification de l'Autorité aéronautique (CCAA) relative à la prestation de tels services.
- ADC a recruté un employé de la CAMAIR qui opère sur une base strictement privée pour positionner l'aéronef à son arrivée d'Abidjan.
- ADC autorise la KQA à exécuter elle-même certaines tâches techniques faisant déjà l'objet d'un contrat, tel que le contrôle de sécurité des bagages, les chargements et déchargements de l'aéronef, le poids et l'équilibre, et l'embarquement des passagers.

1.17.1.4- Services météorologiques

L'assistance météorologique à la navigation aérienne à l'aéroport de Douala est assurée par l'ASECNA à travers le Centre météorologique principal (PMC). Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Le radar météorologique de Douala est fonctionnel ; et sert à produire des bulletins d'observation météorologique tels que METAR et SPECI ;
- Le PMC conserve les informations qu'il met à la disposition des équipages de vol et les exploitants, sur demande ;
- Le PMC n'a fait aucun briefing verbal à l'agent de la société ADC lorsque ce dernier a signé la fiche de protection météorologique pour la KQA.

1.17.1.5- Fabricant de l'Aéronef

Le fabricant de l'aéronef est la Boeing Aircraft Company. La conclusion suivante a été tirée :

- les modifications sur le compensateur de direction dues aux variations thermiques, lors de la montée et la descente, ne sont pas suffisamment expliquées aux pilotes pendant la formation.

1.17.1.6- Service des Certifications et de Délivrance des Licences

KCAA

La KCAA est le service chargé de la certification de la compagnie de transport aérien KQA :

- La KCAA a délivré l'AOC N° 20 à la KQA le 27 novembre 2006, laquelle a expiré en fin novembre 2006 ; ladite AOC a été renouvelée. Le rapport d'inspection relatif à ce renouvellement n'est pas disponible dans les dossiers de la société à la KCAA.
- Une dérogation est faite à la KQA par rapport à l'utilisation des FO qui ne remplissent pas les conditions des Parties A et D du Manuel de l'OPS portant sur l'expérience minimale requise pour piloter les variantes B737-700/800 NG. Il n'existe pas de preuve démontrant que toutes les études pertinentes ont été réalisées pour justifier ces dérogations.
- La KCAA n'a pu montrer que la KQA n'a pas pris en considération les diverses appréciations du Commandant de Bord et du copilote lors des évaluations par les instructeurs de vol de la compagnie.

FAA

La FAA est le service chargé de la certification du type d'aéronef.

Les modifications du compensateur de direction dues aux variations thermiques lors de la montée et la descente ne sont pas suffisamment expliquées aux pilotes pendant leur formation.

Les tests de simulation effectués à la Boeing ont confirmé qu'avec l'AP engagé en roulement CWS à des angles d'inclinaison allant jusqu'à 50 degrés, l'aéronef effectue un roulement arrière de 30 degrés d'angle d'inclinaison. Ces informations auraient dû être mises à la disposition des pilotes dans les manuels de la Boeing.

CCAA

La CCAA est le service chargé de la certification des aérodromes, des terminaux aéroportuaires, des services d'assistance en escale et des services de navigation aérienne. Elle est aussi le service chargé de la délivrance des licences aux contrôleurs de la circulation aérienne. Elle s'assure que l'administration chargée de la

météorologie certifiée et assure une supervision continue des organisations chargées de l'assistance météorologique à la navigation aérienne.

a) Certification des prestataires de services d'aérodrome

La CCAA ne s'est pas assurée que :

- Les limites des responsabilités entre le prestataire de services d'assistance en escale de l'aéroport et le prestataire des services de circulation aérienne, notamment aux aires de manœuvre, sont couvertes par un contrat ou protocole.
- La direction de l'aéroport agit conformément au règlement sur le mode d'inspection de la piste après de fortes pluies.

b) Certification des prestataires de services d'assistance en escale et du terminal de l'aéroport

La CCAA a reconnu que la société ADC doit assumer la responsabilité d'offrir des services sans s'assurer que celle-ci possède le savoir-faire nécessaire pour les offrir conformément aux normes requises de sécurité.

1.17.2- Evolution de Carrière

1.17.2.1- Le Commandant de Bord

Un nombre important de rapports bien fournis sur sa formation pour le grade de Commandant de Bord relève des lacunes de performance récurrentes, notamment dans la CRM, l'observance des procédures normalisées, la surveillance du poste de pilotage et la reconnaissance des situations. Ces observations sont confirmées par des rapports similaires faits lors de son autorisation de vol en tant que Commandant de Bord, et également au cours de ses 5 années de service à ce titre.

En 2002 en particulier, un rapport d'évaluation sur sa formation en tant que Commandant de Bord souligne, d'une part, une performance satisfaisante dans l'utilisation de l'aéronef et, d'autre part, une tendance autoritaire vis-à-vis de ses collègues, une touche d'arrogance et une discipline insuffisante de vol, surtout par rapport à la surveillance du poste de pilotage et la reconnaissance des situations. Le rapport recommande aussi la nécessité de suivi continu de ces traits de caractère.

Résumé des contrôles d'aptitude annuels du Commandant de Bord de 2002 à 2007

- En novembre 2002, une évaluation de la formation en itinéraire a été convertie en un vol de formation parce que le Commandant de Bord a fait montre d'une mauvaise connaissance des procédures et des systèmes de l'avion, y compris le FMA, l'AFDS, et la gestion du carburant.
- En août 2003, lors d'une session de formation récurrente, il a été recommandé au Commandant de Bord d'être plus attentif aux contrôles et aux limitations des aéronefs, d'être plus systématique dans la réaction vis-à-vis des défaillances de systèmes, de produire plus de briefings réguliers et à d'adhérer aux SOP.

- En février 2004, lors d'une session de formation récurrente sur simulateurs, il a été recommandé au Commandant de Bord de prendre du temps pour analyser ses carences et d'en discuter avec le FO.
- En juillet 2004, le Commandant de Bord a subi une formation et un contrôle d'aptitude sur itinéraire du fait de sa décision d'initier un déroutement à cause d'une défaillance STANDBY ADI, celle-ci étant considérée comme une indication de « l'incompréhension des systèmes de l'aéronef et redondances conçues dans les systèmes ».
- En juillet 2005, un contrôle d'aptitude sur ligne a relevé que le Commandant de Bord présentait des lacunes par rapport à la connaissance des systèmes de l'aéronef et des SOP, l'aptitude au commandement et le travail en équipe. Le contrôle a également relevé qu'il était « autoritaire ».
- En août 2006, un contrôle annuel de ligne a jugé qu'il était en-dessous des normes pour un Commandant de Bord, ce qui a conduit à un autre contrôle le 18 novembre 2006.
- Le dernier examen du Commandant de Bord était un contrôle d'aptitude des opérations effectué le 24 février 2007, qu'il a passé avec succès. Le rapport sur cet examen ne contenait aucune observation des examinateurs.

Le Commandant de Bord a été sanctionné et a subi un recyclage de ligne et un contrôle d'aptitude trois ans auparavant. Le contrôle a été ordonné à cause de la décision du Commandant de Bord d'initier un déroutement du fait d'une défaillance ADI en instance lors d'un vol de transport de passagers régulier. La direction a considéré que le déroutement traduisait un manque de compréhension des systèmes de l'aéronef et des redondances conçues dans le système.

Depuis qu'il a obtenu le titre de Commandant de Bord sur B737, les instructeurs et inspecteurs de la KQA ont rédigé plusieurs rapports à son sujet, faisant mention de plusieurs lacunes récurrentes, notamment sur : la gestion des ressources en équipe (CRM), la connaissance des systèmes, le respect des SOP, la surveillance du poste de pilotage et la reconnaissance des situations, le planning et la prise de décisions. Ces rapports ont fait l'objet d'un traitement individuel, avec des recommandations de solutions correspondantes pour chaque cas.

1.17.2.2- Le FO

Le FO a été formé en Afrique du Sud où il a obtenu un CPL avec des qualifications en bimoteur et de vol aux instruments.

Son dossier à la KQA, révèle que son premier test IFR du 17 septembre 2005 n'a pas été concluant et il a dû le repasser.

De même, son test en radiotéléphonie du 11 août 2003 n'a pas été concluant et il a dû le repasser.

Des rapports initiaux sur sa formation de FO font état de la nécessité d'amélioration sur certains domaines, notamment : la reconnaissance des situations, le R/T, pour étroitement surveiller et annoncer les déviations du pilote en vol, surveiller l'AP lorsqu'il est engagé,

faire montre de rapidité dans la préparation de la cabine de pilotage, exercer moins de tension pour la bonne exécution des procédures de vol. Toutefois, l'ensemble de ses performances pendant la formation et les contrôles de vol a été jugé satisfaisant.

Lors de l'un de ses derniers contrôles d'aptitude en début 2007, l'inspecteur confirme une performance globalement satisfaisante, mais fait les recommandations suivantes :

- Surveiller les déviations du pilote en vol et les signaler ;
- Surveiller la performance de l'AP lorsqu'il est engagé.

Il n'existe aucune preuve que le FO a effectivement suivi une formation en CRM pour lequel il a été programmé en septembre 2006 ;

Qualification de Type sur le B737-300 et Conversion sur le B737-700/800

La Kenya Airways a recruté le FO le 6 juin 2006 avec un total de 557 heures de vol dont 300 heures avec le DHC 6-300.

Le 28 juillet 2006, il a obtenu sa qualification de type sur le B737-300.

Le 15 février 2007, il a réussi un contrôle de ligne sur le B737-700.

Le 16 mars 2007, il a réussi sa qualification de FO sur le B737-800.

1.18- Renseignements complémentaires

1.18.1- DFDR

Le DFDR a été facilement retrouvé sur la surface non couverte par les débris avec de légers dommages externes, avec les parties détachées de la radiobalise sous-marine de détresse.

1.18.2- CVR

Le CVR a été retrouvé dans le cratère de l'impact rempli d'eaux de pluie et de la mer ou du fleuve en crue. Un émetteur acoustique de CVR est utilisé pour localiser l'enregistreur dans le cratère rempli d'eau. Les populations riveraines ont été recrutées pour drainer le cratère à l'aide des pompes diesel à eau. La carte-mère de l'enregistreur est retrouvée en premier lieu; les recherches s'intensifient dans la zone et le tableau de bord est retrouvé ; puis on retrouve le pack à batterie, ensuite la radiobalise sous-marine de détresse, et enfin le module de la mémoire du CVR.

Le retard observé dans la récupération du module est dû au fait que toutes les sections de l'enregistreur se sont disloquées. Deux raisons peuvent expliquer ceci, notamment :

- L'emplacement de l'enregistreur, c.-à.-d. à l'arrière du compartiment à bagages. L'ULB perdu a rendu difficile la recherche du CVR à l'aide du récepteur acoustique puisque les signaux étaient reçus à partir des deux balises ULB (c.-à.-d.

DFDR et CVR). Ceci a compliqué la localisation de l'ULB du CVR dans le cratère.

- L'autre raison du retard provient d'un problème logistique dû au fait que le testeur ULB initialement disponible chez les enquêteurs ne pouvait être utilisé que sur terre et non lorsque l'ULB est submergée dans de l'eau. Par conséquent, les recherches du CVR devaient attendre un récepteur acoustique de la Boeing, aux Etats-Unis d'Amérique. L'expédition de ce dispositif a pris quelques jours pour être livré aux enquêteurs.

2 ANALYSES

2.1 Généralités

Le vol KQA 507 a quitté Abidjan pour Nairobi et il était prévu une heure d'escale à Douala. L'heure du départ de Douala était prévue pour 22h00. Ce départ a été retardé pour environ une heure, du fait des conditions météorologiques et le vol a finalement décollé à 23h06. L'aéronef était en état d'assurer le vol. A l'heure du départ il pleuvait et il y avait des orages dans les environs de l'aéroport. Au décollage il y avait une tendance perceptible de l'aéronef à tanguer vers la droite, ce à quoi le pilote a pu remédier en se servant de l'aile droit que les commandes ont amené à stopper à 1000 pieds. L'aéronef a entamé un roulement lent vers la droite, non contrôlé par l'équipage. Les commandes de l'aéronef ont repris le fonctionnement à 2 700 pieds et 34 degrés d'angle d'inclinaison. Les commandes de pilotage fonctionnaient de manière capricieuse, provoquant un angle d'inclinaison excessif et une perte d'altitude rapide. L'aéronef s'est écrasé après un piqué en spirale et a été complètement détruit ; et tous les occupants à bord ont trouvé la mort.

2.2 Opérations de Vol

2.2.1 Qualifications des Membres d'Equipage

Le Commandant de Bord possédait les qualifications requises pour entreprendre le vol effectué.

Le FO possède la qualification de type B737-800 ; avant le 12 février 2007, il ne répondait pas aux critères d'expérience pour les vols de ligne sur type stipulé dans la section D du Manuel d'Opérations de la KQA, c'est-à-dire 150 heures de vol et trois mois d'expérience. Une demande de dérogation a été introduite auprès de la KCAA à cet effet, en même temps qu'une révision du manuel avec comme date de prise d'effet le 12 février 2007. Le FO avait donc les qualifications appropriées par rapport aux conditions requises du moment.

Le Commandant de Bord dispose de toute l'expérience nécessaire en ce qui concerne l'itinéraire et l'aéroport de Douala. Ce vol était le troisième du genre pour le FO ; il était donc qualifié à cet égard.

2.2.2 Procédures opérationnelles

Un certain nombre de procédures opérationnelles listées dans le Manuel d'Opérations de la compagnie n'ont pas été respectées par l'équipage.

2.2.2.1 Briefing avant le départ et annonces de contrôle des listes

Dans ces conditions météorologiques plutôt inquiétantes, une séance spéciale de briefing sur les conditions météorologiques s'imposait avant le décollage.

La liste de vérification avant roulage a été lue par le Commandant de Bord, mais la vérification des listes avant le décollage a été initiée par le FO, le pilote de surveillance, sans que le Commandant de Bord ait procédé à cet appel.

2.2.2.2 Radiocommunications

Avant le démarrage, le Commandant de Bord utilise le signal d'appel KQA 504 au lieu du KQA 507 selon le programme révisé. Au bout d'un quart d'heure, la confusion est réglée par le contrôleur d'aérodrome.

Peu après, toutes les communications avec l'ATC sont faites par le FO, jusqu'à ce qu'il promette de rappeler pour obtenir l'autorisation de décoller. Juste avant le TO, le Commandant intervient dans les communications pour demander une modification de l'autorisation de départ, à cause des conditions météorologiques qui prévalaient sur l'itinéraire. Puis l'aéronef décolle sans avoir demandé ou obtenu l'autorisation de TO.

Cette intervention du Commandant dans les communications pourrait avoir affecté le flux de radiocommunication, et peut avoir conduit au décollage de l'aéronef sans autorisation de TO.

2.2.2.3 Passage au Pilote automatique

La procédure d'engagement du pilote automatique inscrite dans la SOPA est moins précise que celle prescrite par Boeing dans son « Manuel OPS pour B737 », elle donne libre cours à diverses interprétations de la part des équipages de vol au sujet du moment auquel le pilote automatique peut être activé. Cela a été confirmé lors d'entretiens avec les instructeurs de vols en Boeing 737 de la compagnie. En outre, la procédure en vigueur au moment d'un accident recommande que le pilote aux commandes procède à l'activation et que le copilote confirme l'indication du FMA.

Lorsque le Commandant de Bord a lancé le « COMMAND », le FO n'a pas réagi, soit parce que (a) il n'a pas entendu l'appel du Commandant, (b) il a entendu l'appel du Commandant mais n'a pas vérifié le FMA, soit (c) il a entendu l'appel du Commandant et n'a vu aucun changement dans le FMA, mais a choisi de ne pas informer le Commandant, ou alors parce que la SOPA n'a pas rendu la confirmation verbale obligatoire.

Les écarts du SOPA vis-à-vis de la procédure recommandée par Boeing, l'absence d'une annonce de confirmation requise par le pilote de surveillance, et le manque de standardisation parmi les équipages de vol en ce qui concerne l'application de cette procédure a engendré la confusion dans le déclenchement effectif du pilote automatique. La confusion s'est accentuée davantage au cours du vol concerné, par l'entrée en action du réglage de vitesse du fait de la détérioration du pilotage manuel.

2.2.2.4 Appels techniques

Aucun appel technique provenant du FO n'a été entendu pendant qu'il y avait des variations de tangage de +15° à +8°, de vitesse de 150kts à 200kts et le roulis allant au-delà de 25 degrés sur la droite.

Tel que stipulé dans le Manuel OPS (Partie A), toute déviation volontaire de la procédure normalisée doit être précédée d'un briefing, sauf lorsqu'elle est justifiée par la nécessité d'une action immédiate pour une raison de sécurité.

Une seule annonce de la part du FO des variations observées sur le FMA, ou des changements excessifs des paramètres de vol, aurait permis au pilote aux commandes de se rendre compte de l'aggravation de la situation bien avant que l'avertisseur sonore de l'Angle d'Inclinaison ne retentisse.

2.2.3 Pilotage de l'Aéronef

2.2.3.1 Du décollage jusqu'à environ 1000 pieds, le Commandant de Bord contrôle la tendance de l'avion à rouler vers la droite sans difficulté. Il appelle « HDL SEL » et ceci est confirmé par le « SELECT CHECK » du FO. Les réponses « CHECK » du FO sont une confirmation que le Commandant a lui-même procédé véritablement au choix du cap selon les procédures SOPA au moment de l'accident. Par la suite, toute action sur les commandes de l'aéronef a cessé pendant 55 secondes.

- Pendant les 18 premières secondes de ce laps de temps, l'attention des membres de l'équipage s'est peut-être focalisée sur le radar météorologique afin d'éviter les orages. Le pilote automatique n'est pas engagé, et l'aéronef n'est pas piloté manuellement ; en l'absence d'une action corrective au moyen des commandes de vol, l'aéronef roule vers la droite, et le cap s'accroît de lui-même, et qui plus est dans une direction correspondant à la déviation de l'itinéraire désirée par l'équipage. Les déviations du tangage et de la vitesse deviennent excessives, mais aucun appel ne vient du FO qui est le pilote de suivi, et qui se limite aux choix du cap sur HDG SEL pour en quelque sorte accompagner les variations incontrôlées susmentionnées de cap de l'aéronef.
- Ensuite le Commandant appelle : « OK CMD » pour engager l'AP ; puis il se comporte comme si l'AP était effectivement activé, ce qui n'est confirmé ni par une annonce du FO, ni par le FMA, ni par le comportement de l'aéronef lui-même. D'autre part, l'activation automatique du réglage de la vitesse après augmentation excessive de vitesse pourrait contribuer à lui faire garder la fausse impression que l'AP a été activé.
- Il n'existe pas de preuve pouvant expliquer pourquoi l'AP n'a pas été activé, mais les données du DFDR indiquent une légère pression du manche à balai dans la mesure où un appel de « OK Command » est fait par le Commandant de Bord. Il est possible que la sélection ait été faite mais la pression sur le manche à balai a gêné l'engagement du pilote automatique. Il faut également rappeler que le « CMD A » de l'AP avait subi des pannes récurrentes pendant trois mois avant ce vol.
- Le FO continue la sélection du cap sur HDG SEL qui n'a pas d'effet sur le comportement de l'aéronef ; il ne fait aucune annonce au Commandant sur les déviations observées sur la barre directrice de roulis du FD.

- Les deux pilotes exécutent le changement du calage altimétrique sans constater ou interpréter la détérioration des paramètres de vol, qui sont clairement visibles sur l'EADI, sur lequel, accessoirement, ils lisent le calage altimétrique.

Le comportement de l'équipage du vol pendant ces 55 secondes démontre un manque de rigueur dans le pilotage, le non-respect de la répartition des tâches à bord, la confusion dans l'utilisation de l'AFDS, et le manque de reconnaissance de la situation.

2.2.3.2 A mesure que l'inclinaison de l'avion vers la droite augmente légèrement, le Commandant de Bord semble ne pas se rendre compte du changement d'attitude de l'aéronef. Lorsque l'angle d'inclinaison va au-delà de 35 degrés vers la droite, le Commandant émet une expression de surprise et le signal d'avertissement de l'angle d'inclinaison retentit. Le Commandant reprend les commandes et tourne subitement la commande de roulis d'abord à droite, accentuant l'angle d'inclinaison. Le « CMD A » de l'AP est probablement sélectionné par le Commandant de bord, et l'AP est engagé en mode CWS et LVL CHG sans qu'il y ait d'appel. Les mouvements confus de la barre de commande baissent pendant 5 secondes, et l'angle d'inclinaison se stabilise à 50 degrés.

Le Commandant de Bord n'appréhende pas le degré de correction par l'AP en mode CMD, et reprend ses mouvements confus sur les commandes de vol, forçant l'AP à se mettre sur le mode CWS Tangage. Ces inputs sont pour la plupart à droite, à la fois sur la commande de roulis et la gouverne de direction, ce qui a pour conséquence d'aggraver la situation. Puisqu'il n'appréhende pas les réactions de l'aéronef, il pense avoir perdu le contrôle de l'appareil et il crie : « Nous nous écrasons » ; le FO confirme : « Oui, en effet, nous nous écrasons, c'est vrai » ; puis, le Commandant aggrave d'avantage la situation par un appui prolongé sur la gouverne droite de direction.

L'angle d'inclinaison atteint 90 degrés à droite et augmente davantage, le tangage diminue soudainement et l'aéronef fait un piqué en spirale. Le FO dit au Commandant de Bord d'amorcer un vol en palier par la droite, puis se reprend en disant avec insistance : « Par la gauche, par la gauche, par la gauche, Commandant ! ».

Le FDR indique des actions conflictuelles sur les commandes de vol à ce moment-là, pendant que le Commandant actionne le volant droit et le manche à balai pour relever le cabrage de l'aéronef, le FO contrecarre avec le volant gauche et le manche à balai pour effectuer un piqué. L'action du FO est corrective alors que celle du Commandant aggrave la difficulté, mais la situation est déjà irrémédiable.

La réaction du Commandant de Bord indique un cas de désorientation spatiale (non reconnue ou d'un genre subtil), résultat d'un virage long et lent sans contrôle de l'EADI, sans repères visuelle externe dans une nuit noire se transformant en cas de désorientation spatiale reconnue dans la mesure où l'angle de d'inclinaison est passé au-dessus de 35 degrés.

La conduite du Commandant de Bord pendant le vol, lorsqu'il intervient occasionnellement dans les tâches du copilote, ajoutée aux mauvaises conditions météorologiques peuvent avoir amené le copilote à avoir du retard sur l'aéronef. Il était donc incapable de se rendre compte que le pilotage virtuellement incontrôlable du vol

était dû à la confusion du Commandant du Bord ; il a donc convenu que l'avion était hors contrôle.

Les conséquences de la désorientation sont davantage aggravées par la mauvaise répartition des tâches à bord et la non-application de la procédure d'urgence telle que stipulée dans le QRH approuvé par la KCAA.

Ces procédures appellent ce qui suit :

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reconnaitre et confirmer la situation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lorsqu'il a remarqué que l'angle de d'inclinaison droit était excessif, le pilote aux commandes s'est exclamé et a ensuite procédé à l'utilisation du volant droit, augmentant ainsi cet angle</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Désactiver le pilote automatique et l'automanette</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>L'AP a été activé lorsque l'angle d'inclinaison était au-delà de 45 degrés.</i> • <i>L'automanette n'était pas désactivée</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rouler vers la plus courte direction en volant en palier</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Utilisation de la gouverne de profondeur avec l'angle d'inclinaison supérieur à 90 degrés</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reprendre le vol en palier</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>appliquer la gouverne d'élévation en cabré</i> ○ <i>appliquer la compensation de réaction en cabré, au besoin</i> ○ <i>Ajuster la poussée et la traînée, le cas échéant</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>L'utilisation prolongée de la gouverne de direction pendant l'excursion</i>
<p><i>Le pilote assurant la surveillance est supposé annoncer toute déviation et toute omission tout au long de la période de regain d'équilibre.</i></p>	<p><i>Le pilote assurant la surveillance n'a annoncé aucune déviation jusqu'à très tard pendant la période de perturbation</i></p>

Il y a un avertissement qui stipule : L'UTILISATION EXCESSIVE DU COMPENSATEUR DE TANGAGE OU DE LA GOVERNE PEUT AGGRAVER UNE SITUATION D'EXCURSION OU AVOIR POUR CONSEQUENCE LA PERTE DE CONTROLE ET/OU DES CHARGES DE STRUCTURE.

Il est clair que l'équipage n'a pas convenablement apprécié et réagi à l'excursion tel que stipulé dans les procédures. Les circonstances autour de ce vol amènent à penser que les raisons de l'échec de se remettre de l'excursion seraient soit le manque de formation et/ou le manque de conscience de la situation dû à la désorientation spatiale.

2.2.4 Météorologie

La situation météorologique dans les alentours de l'aérodrome se caractérise par des orages. Ce jour-là, en dehors des messages d'observation météorologique régulière, le CMP de l'Aéroport de Douala a bien émis des messages d'observations météorologiques locales à : 23h24 ; 23h30 ; 23h42 et à 00h00. Ces messages ont tous été transmis à la TWR.

Malgré cette situation qui régnait et les messages reçus du PMC, le contrôleur de l'aérodrome n'a transmis que l'observation spéciale de 23h42 en réponse à une demande de la RAM à 23h59, et qui plus est en français. Ce dernier bulletin spécial n'a donc pas été formellement porté à la connaissance du vol KQA 507.

L'équipage a reçu un dossier de protection météorologique à bord de l'aéronef, mais n'a pas demandé de briefing verbal. Les procédures de la compagnie n'exigent pas de briefing verbal, mais exigent de l'équipage d'étudier les documents météorologiques avant le départ. Il a pris le départ 33 minutes après la réception des données de mise en route. Ce départ a été annulé à cause de fortes pluies tombant sur la station. Un nouveau départ a été effectué tout en utilisant les données reçues 1 heure et 40 minutes plus tôt.

L'équipage est néanmoins préoccupé par la situation météorologique régnante ; il fait usage du radar de l'aéronef pour analyser la situation météorologique sur son itinéraire pendant que l'appareil se trouve encore sur l'aire de manœuvre, et même pendant qu'il circule au sol avant le TO. Aligné sur la piste avant le TO, utilisant une fois de plus le radar de l'aéronef, l'équipage prend du temps pour choisir une trajectoire d'évitement après avoir décollé.

L'équipage a donc décollé ayant parfaite connaissance de la situation météorologique qui prévalait à l'aérodrome et sur la première partie de leur itinéraire. Néanmoins, à partir des données météorologiques disponibles, il est clair que le temps s'était suffisamment amélioré pour que s'effectue un départ en sécurité de l'aéronef et il correspondait aux conditions minimales de départ prescrites par la compagnie et l'aéroport.

2.2.5 Services d'Aérodrome

Le contrôleur conseille à l'équipage de circuler jusqu'au poste de stationnement C7, alors que l'avion est attendu au poste de stationnement C5 par le personnel d'escale chargé de l'alignement de la KQA. Ce manque de coordination est dû à l'inexistence de procédures définies pour la gestion du trafic sur l'aire de manœuvre, ou de d'un accord de coordination approprié entre l'exploitant de l'aérodrome et le prestataire de services de navigation aérienne à l'aéroport.

En plus aucune information n'a été donnée par l'exploitant de l'aérodrome au contrôle de la circulation aérienne et concernant le niveau de contamination des zones de manœuvre de l'aéroport après une forte pluie. Le contrôleur se limite à l'annonce : « piste mouillée » aux équipages de vol chaque fois qu'il remarque qu'il a plu sur la piste. Alors que le manuel des opérations du centre ATS prescrit qu'une inspection de la piste soit effectuée après de fortes pluies, et de conseiller les équipages de vol de ne pas décoller si l'épaisseur de l'eau sur la surface de la piste dépasse 1,25 cm.

Aucune information au sujet de l'état de la piste n'a été donnée à l'équipage.

2.2.6 Service d'Assistance en Escale

La Société ADC a le monopole de la prestation de services d'assistance en escale à l'aéroport de Douala. ADC a utilisé un employé de *Cameroon Airlines* agissant à titre

privé pour faire stationner l'aéronef à son arrivée d'Abidjan. En plus, le chargement de l'aéronef est effectué par le personnel d'antenne de la KQA.

ADC permet aux compagnies aériennes d'accomplir elles-mêmes certaines tâches faisant déjà l'objet d'un contrat.

2.2.7 Services de Circulation aérienne

Le contrôleur n'a pas diffusé les bulletins météorologiques spéciaux, tel que l'exige la procédure. Secundo, à la demande de la RAM287 en français, il a de la même manière transmis l'information en français.

2.2.8 Omissions

2.2.8.1 Omissions de la Kenyan Airways

Une dérogation à l'exigence d'utilisation des FO avait été introduite par la KQA pour satisfaire aux exigences d'exploitation. Ces dérogations ont été systématiquement accordées sans aucune étude appropriée en termes de ses implications sur la sécurité.

Le système décrit dans le Manuel des Opérations, Partie D, paragraphe 2.3.9 qui traite de la manière de gérer les pilotes faibles semble suffisamment robuste mais son application sur les performances du Commandant n'était pas suffisamment agressive. Par conséquent, le Commandant est resté au niveau acceptable malgré que ses faiblesses fussent régulièrement signalées par les examinateurs de la KQA.

La KCAA aurait dû identifier ce problème au cours des inspections de surveillance et prendre des mesures correctives appropriées.

La KCAA aurait dû capitaliser sur les conclusions des examinateurs de la KQA pour demander des mesures correctives dans le suivi des équipages de vol technique.

2.2.8.2 Omissions de la part des services de l'aérodrome et d'assistance au sol

Malgré les dispositions réglementaires pertinentes, certains points faibles sont apparus en ce qui concerne certains organes en charge de la sécurité aéronautique à l'aéroport de Douala, notamment :

- l'absence de coordination entre l'exploitant de l'aérodrome et le prestataire de services de navigation aérienne dans la gestion des aires de manœuvre ;
- l'information des équipages de vol au sujet des conditions météorologiques ;
- L'absence d'équipements de mesure du niveau d'eau sur la piste ;
- Le non-respect des clauses contractuelles en ce qui concerne l'assistance au sol.

Cet état des choses décrit l'inefficacité de la CCAA dans la surveillance de la sécurité dans cet aérodrome du fait du manque de ou de l'insuffisance de personnel qualifié pour les inspections.

2.2.8.3 Omissions des Services de la Circulation aérienne

Malgré les dispositions réglementaires pertinentes, certains points faibles sont apparus en ce qui concerne les services responsables de la circulation aérienne, notamment :

- L'absence de la licence de contrôleur ;
- L'absence de certification de la maîtrise de la langue anglaise.

Cette inefficacité de la part de la CCAA dans la supervision de la circulation aérienne est due au manque de procédures de certification et de personnel qualifié.

2.3 L'Aéronef

2.3.1 Maintenance de l'Aéronef

Les données relatives à la maintenance montrent que l'aéronef était équipé conformément à la réglementation de l'aviation civile kényane, et que la maintenance était conforme au programme de maintenance agréé de la KCAA.

2.3.2 Poids et Equilibre

Le poids et l'équilibre étaient dans les limites prescrites.

2.3.3 Systèmes et Cellule

Il n'existe aucune indication d'un quelconque dysfonctionnement du système de l'aéronef, ni d'une panne de la structure de la cellule avant l'accident.

Il convient de noter que certaines différences existaient dans l'affichage des instruments de vol du B737-700 et celle du B737-800. Dans la mesure où les pilotes volaient sur les -700 et les -800 simultanément sur l'un comme une variante de l'autre, ces différences pourraient avoir affecté l'interprétation des informations pendant le balayage effectué par instruments. Tout aussi significatif est le fait que la position de l'indication de la commande du pilote automatique (CMD) dans 7-700 était différente de celle -800.

2.3.4 Performances de l'Aéronef

Les performances de l'aéronef pendant le décollage et la montée initiale sont conformes aux données de performance du fabricant approuvées par la FAA.

2.4 Facteurs humains

2.4.1 Formation

2.4.1.1 Le Commandant de Bord

Le Commandant de Bord a exercé en qualité de FO sur le B737-300 de 1997 à 1999. Pendant son vol d'évaluation du 8 au 10 novembre 2002 avant son contrôle initial d'aptitude sur B737-300, le pilote examinateur a jugé cette évaluation peu satisfaisante à

cause de la mauvaise connaissance des systèmes, y compris du pilote automatique, et d'une surveillance insuffisance du FMA. Le contrôle initial de maîtrise du B737-300 fait le 20 novembre 2002 fut peu concluant, ce qui a rendu nécessaire un deuxième vol le 21 novembre 2002 où il a été reçu. Un dernier contrôle de maîtrise par un pilote examinateur différent a été mené le 25 novembre, auquel il a été reçu.

Une étude de la formation du pilote à la maîtrise du B737-300 indique qu'il a accompli de lents progrès mais qu'il a finalement été reçu au test de maîtrise.

Ses procès-verbaux de formation font état de difficultés récurrentes en ce qui concerne la CRM, l'adhésion aux procédures normalisées et à la surveillance du poste de pilotage.

Certains de ces contrôles d'aptitude ont été peu satisfaisants, rendant nécessaires une mise en stage avant un autre contrôle.

En février 2007, le Commandant a fait son dernier contrôle d'aptitude des opérations ; il y a été reçu.

L'analyse du vol KQA 507 aux paragraphes 2.2.2 et 2.2.3 ci-dessus révèle les défaillances suivantes qui sont à peu près de la même nature que celles relevées au cours de ses différents essais en vol :

- pas de briefing
- ingérence dans les tâches de communications sol-air sur l'aire de manœuvre et avant le décollage
- non-adhésion aux prescriptions de la SOP concernant : l'activation de l'AP, l'appel des listes de contrôle, la répartition des tâches
- mauvaise analyse du poste de pilotage
- mauvaise connaissance de la situation
- mauvaise réaction face à une situation anormale.

2.4.1.2 Le FO

Le FO a reçu sa formation en Afrique du Sud où il a obtenu une CPL avec qualification de vol aux instruments sur avion multimoteur. Il a été recalé à son premier test d'essai pour qualification de vol aux instruments organisé par la KCAA, mais a été reçu à la deuxième tentative. Il en a été de même pour son test de radiotéléphonie.

Pendant sa formation pour une qualification sur type B737-300, il a également reçu une instruction sur la coordination de l'équipage tel que prescrit dans le manuel des opérations de la KQA (Partie D).

Différents rapports d'évaluation établis au cours de sa formation sur lignes à bord du B737 révèlent certaines insuffisances récurrentes telles qu'exprimées par les instructeurs, notamment :

- Doit surveiller de près et annoncer les déviations du pilote aux commandes, être aussi attentif lorsque l'AP est engagé.

- La connaissance de la situation et la radiotéléphonie doivent encore être améliorées.
- Traîne pendant les approches; s'est laissé désorienter pendant l'approche. Il doit s'exercer à gérer des situations incapacitantes pour se donner plus d'assurance.

L'analyse du vol KQA507, paragraphes 2.2.2 et 2.2.3 ci-dessus montrent que les défaillances suivantes semblables à celles relevées dans ses rapports d'évaluation :

- n'a pas demandé l'autorisation de TO
- n'a pas annoncé la détérioration des paramètres de vol
- n'a manifesté aucune réaction après l'appel « OK CMD » pendant l'engagement de l'AP.

2.4.1.3 Formation en CRM

Le Commandant de Bord a subi des formations en CRM ; cependant, divers test d'aptitude indiquent de manière récurrente, qu'il éprouvait de difficultés en matière de coordination des équipages. L'analyse du vol KQA507 révèle qu'il associait à peine le FO à la prise de décisions.

Le FO a subi des formations en CRM les 25 et 26 septembre 2006 mais pendant le vol KQA 507, il ne participe pas à la surveillance du pilotage.

A la lumière de ces faits, on constate que les deux pilotes n'ont pas travaillé en équipe.

2.5 Organisation de la KQA

Le contrôle des opérations de la KQA est proprement organisé : il existe un programme sécurité, un programme contrôle de qualité et un manuel des opérations approuvé par la KCAA.

Les tests d'aptitude sur lignes sont effectués régulièrement tel que stipulé dans le manuel des opérations et les résultats sont conservés dans des archives.

En ce qui concerne l'équipage du vol KQA 507, les résultats de ces tests ont été consignés sans indulgence et les recommandations appropriées ont été faites.

A la lumière de ces recommandations successives qui au passage, sont largement confirmées par les conclusions de la présente enquête, la direction de la KQA aurait dû prendre des mesures nécessaires pour éviter à ces deux membres de faire équipe.

2.6 Aspects médicaux et psychologiques

2.6.1 Aspects médicaux

Ils ne sont pas pertinents pour l'analyse.

2.6.2 Aspects psychologiques

2.6.2.1 Le Commandant de Bord

Le Commandant de Bord a une forte personnalité et un égo excessif, se montre autoritaire et dominateur vis-à-vis de ses subordonnés, ce qui se manifeste parfois comme un excès de confiance et une touche d'arrogance. Néanmoins, ses collègues le trouvent sympathique.

Il semble avoir été affecté par la lente évolution de sa carrière et le fait d'être resté sur le 737.

Pendant le vol KQA 507 il a affiché une attitude paternaliste à l'égard de son FO.

2.6.2.2 Le FO

Le FO est de nature réservée, d'après des témoignages et divers tests qu'il a subis indiquent qu'il n'a pas une personnalité affirmée.

Pendant le vol KQA507, il semble intimidé par la situation météorologique au point que le Commandant de Bord ressent le besoin de le rassurer ainsi : gentiment et sciemment, il fait appel au FO pour que ce dernier actionne les essuie-glaces afin que le Commandant ait une meilleure vision pendant la circulation à la surface ; ensuite il prévient le FO que celui-ci doit attendre jusqu'à ce que l'aéronef s'aligne avant d'examiner son écran radar ; et finalement il lui adresse des mots d'encouragement. Son message à l'équipage de cabine, tout juste avant le TO, confirme son anxiété concernant le temps orageux qu'il fait.

Il semble subjugué par la forte personnalité de son Commandant. Après le TO, il ne dénonce pas les fautes flagrantes et graves de pilotage, et semble faire entièrement confiance au Commandant.

3- CONCLUSIONS

3.1 Faits établis

L'enquête a permis d'établir les faits suivants :

1. Il fait nuit.
2. L'aéronef a un certificat de navigabilité en cours de validité ; aucun dysfonctionnement n'est constaté au niveau de l'ATL.
3. Le FDR indique que l'aéronef et ses moteurs fonctionnent normalement.
4. Des différences existent au niveau de l'affichage des instruments de vol du B737-700 et du B737-800.
5. Le poids et l'équilibre sont conformes aux normes prescrites.
6. L'équipage a des licences en cours de validité et toutes les autres qualifications requises.
7. Des facteurs médicaux n'ont eu aucune influence sur le vol.
8. L'équipage a bénéficié d'un temps de repos suffisant.
9. La capacité de surveillance en matière de sécurité est insuffisante.
10. Une grave crise d'autorité règne dans le poste de pilotage.
11. L'équipage a décollé en ayant une parfaite connaissance des conditions météorologiques sur la station et sur la première partie de son itinéraire.
12. Le Centre météorologique principal de l'aéroport de Douala a émis des bulletins météorologiques spéciaux concernant la période du départ du KQA 507.
13. Le Contrôle du Trafic aérien n'a communiqué aucun de ces bulletins météorologiques spéciaux au KQA 507.
14. Le Contrôle du Trafic aérien a utilisé la langue française pour communiquer un SPECI à un autre transporteur à la suite d'une requête faite elle-même en français par ledit transporteur.
15. Le Commandant est le pilote aux commandes ; il n'a pas adhéré aux SOP ; n'a effectué aucune analyse du poste de pilotage ; a eu une mauvaise appréciation de la situation et a réagi de manière inappropriée à une situation anormale.
16. L'avion a décollé sans autorisation de la tour de contrôle.
17. L'avion a une tendance à tanguer vers la droite à partir du décollage ; cette tendance est facilement maîtrisée à 1000 pieds.
18. A 1 000 pieds d'altitude, le pilote aux commandes libère les commandes de vol pendant 55 secondes sans avoir engagé le pilote automatique.
19. L'AP n'est effectivement pas déclenché lorsque le Commandant de Bord annonce : « OK COMMAND ».
20. Le réglage de vitesse est entré en action automatiquement lorsque la différence entre la vitesse réelle et la vitesse donnée par le pilote est devenue excessive.
21. Le FO est une personne de nature réservée et il n'a pas dénoncé les défaillances observées dans le pilotage.
22. Des défaillances sont observées dans le travail d'équipe des membres d'équipage
23. L'angle d'inclinaison de l'aéronef a augmenté continuellement, tout seul, très lentement, jusqu'à atteindre 34 degrés sur la droite, et le Commandant ne semble pas se rendre compte du changement d'attitude de l'aéronef.
24. Tout juste avant que l'avertisseur sonore de l' « Angle d'Inclinaison » se fasse entendre, le Commandant prend les commandes, semble confus devant le

- changement d'attitude de l'aéronef et a effectué des corrections d'une manière irrégulière en augmentant l'angle d'inclinaison jusqu'à 50 degrés vers la droite.
25. A environ 50 degrés d'angle d'inclinaison, l'AP est engagé et l'inclinaison tend à se stabiliser ; puis reprennent des mouvements des commandes du vol effectués par le pilote et l'angle d'inclinaison s'accroît pour atteindre 70 degrés vers la droite. Le Commandant de Bord déclare : « nous nous écrasons », et le FO confirme.
 26. Un long input sur la gouverne de direction droite porte l'angle d'inclinaison à plus de 90 degrés. L'aéronef effectue un piqué en spirale.
 27. Le FO demande au Commandant d'effectuer un vol en palier vers la droite, puis, se corrigeant lui-même, reprend à toute vitesse : «vers la gauche, gauche, gauche, Commandant ».
 28. L'angle d'inclinaison est réduit à 70 degrés et l'aéronef s'écrase au sol.
 29. L'équipage n'a reçu aucune information au sujet de la piste d'atterrissage.
 30. Le prestataire de services d'assistance en escale a autorisé le personnel d'escale de la KQA d'exécuter certaines tâches faisant déjà l'objet d'un contrat.
 31. Une dérogation accordée pour l'utilisation du personnel de vol technique a été soumise, avec demande de modification de la partie D du manuel des opérations ;
 32. Les résultats des tests d'essai concernant les personnels de vol technique sont rapportés sans complaisance, mais ne seront pas suffisamment exploités par l'exploitant.
 33. L'ELT a été détruite dans l'impact, raison pour laquelle aucun signal utile n'a pu être émis pour permettre de localiser l'aéronef après l'accident.
 34. Aucune information sur la tendance de l'appareil à rouler pendant les phases de montée et de descente et sur les éléments qui ont provoqué cette tendance, à savoir :
 - a. l'effet thermique de la gouverne de la direction
 - b. l'asymétrie provenant de la fabrication.
 35. Le manuel de vol du Boeing ne fournit pas des informations complètes sur la capacité du mode roulis CWS de l'AP, ni sur sa capacité à redresser l'appareil lorsqu'il atteint des angles d'inclinaison de 50 degrés et plus pour les ramener à 30 degrés.
 36. Les défauts relevés lors de l'enquête figurent parmi ceux qui ont été relevés lors des précédents contrôles de vol effectués par ces deux mêmes pilotes.
 37. Malgré une visibilité suffisante, il fait nuit noire dans cette zone de marécage et de mangrove, et il n'a au-delà de la piste de décollage aucune lumière caractéristique de la vie locale, ni aucun autre repère visible de nuit. Par conséquent, il n'ya aucun repère visuel externe à travers le pare-brise après le décollage, ce qui explique en partie la désorientation spatiale.

3.2 Causes probables

L'avion s'est écrasé après que l'équipage ait perdu le contrôle en raison d'une désorientation spatiale (de type non reconnu ou subtil qui tend vers une désorientation spatiale reconnue), après un long et lent roulis au cours duquel il n'y a pas eu de balayage visuel des instruments, et en l'absence de repères visuels externes en pleine nuit.

Cette situation peut également s'expliquer par un contrôle inapproprié des opérations, un manque de coordination entre les membres de l'équipage, associé à un non-respect des procédures de surveillance de vol et à une confusion dans l'utilisation de l'AP.

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Supervision des Exploitants

L'enquête a mis en lumière une nécessité de rigueur dans les domaines suivants :

- La mise en pratique du système de prévention des accidents pour les transporteurs aériens ; et
- La supervision continue exercée par l'administration de l'aviation civile sur les exploitants de transport aérien, souvent mieux équipés grâce à leurs partenariats internationaux.

Ainsi, la commission d'enquête émet les recommandations suivantes :

- 1- La KCAA et toutes les Administrations publiques qui délivrent des licences pour les opérations de transport aérien doivent s'assurer qu'elles disposent des structures nécessaires et des moyens d'agrèer et d'assurer le suivi des modifications et révisions des manuels.
- 2- La KCAA et toutes les Administrations publiques qui délivrent des licences pour les opérateurs de transport aérien doivent s'assurer que les compagnies aériennes mettent en œuvre une organisation qui améliore la mise en application des manuels et la prise de décisions en ce qui concerne les questions de sécurité, notamment pour ce qui est des équipages de vol technique.

4.2 Formation

Il est fortement recommandé de soumettre tous les membres de l'équipage à une formation méthodique à la gestion des crises.