



*Accident
survenu le 5 novembre 2000
à Paris Charles de Gaulle (95)
au Boeing 747-200
immatriculé TJ-CAB
exploité par Cameroon Airlines*

RAPPORT

tj-b001105

A V E R T I S S E M E N T

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

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et à la Loi n° 99-243 du 29 mars 1999, l'enquête technique n'est pas conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de l'événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

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

Table des matières

AVERTISSEMENT	2
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	6
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	7
1.1 DEROULEMENT DU VOL	7
1.2 TUES ET BLESSES	8
1.3 DOMMAGES A L'AERONEF	8
1.4 AUTRES DOMMAGES	8
1.5 RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL	9
1.5.1 <i>Commandant de bord</i>	9
1.5.2 <i>Copilote</i>	9
1.5.3 <i>Officier mécanicien navigant</i>	10
1.6 RENSEIGNEMENTS SUR L'AERONEF	10
1.6.1 <i>Cellule</i>	10
1.6.2 <i>Moteurs</i>	11
1.6.3 <i>Maintenance</i>	11
1.6.4 <i>Masse et centrage</i>	11
1.6.5 <i>Performances à l'atterrissage</i>	12
1.7 CONDITIONS METEOROLOGIQUES	12
1.8 AIDES A LA NAVIGATION	13
1.9 TELECOMMUNICATIONS	13
1.10 RENSEIGNEMENTS SUR L'AERODROME	14
1.11 ENREGISTREURS DE BORD	14
1.12 RENSEIGNEMENTS SUR L'EPAVE ET SUR L'IMPACT	16
1.12.1 <i>Examen des traces</i>	16
1.12.2 <i>Examen de l'avion</i>	17
1.12.3 <i>Examen du poste de pilotage</i>	17
1.13 RENSEIGNEMENTS MEDICAUX ET PATHOLOGIQUES	18
1.14 INCENDIE	18
1.15 QUESTIONS RELATIVES A LA SURVIE DES OCCUPANTS	18
1.16 ESSAIS ET RECHERCHES	19
1.16.1 <i>Examens du matériel</i>	19
1.16.2 <i>Comportement à l'atterrissage de certains systèmes automatiques</i>	19
1.16.3 <i>Evénements similaires</i>	20
1.17 RENSEIGNEMENTS SUR LES ORGANISMES ET LA GESTION	21
1.17.1 <i>Manuel d'exploitation et répartition des tâches</i>	21
1.17.2 <i>Système de retour d'expérience</i>	21
1.18 RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES	22
1.18.1 <i>Synthèse des témoignages de l'équipage de conduite</i>	22
1.18.2 <i>Témoignage du chef de cabine</i>	23

1.18.3 Témoignage de l'agent du bureau de piste	23
2 - ANALYSE	24
2.1 SCENARIO DE L'ACCIDENT	24
2.1.1 Poussée résiduelle lors de l'arrondi	24
2.1.2 Mise en poussée positive du moteur numéro un et sortie de piste	25
2.1.3 Rentrée de l'inverseur de poussée n° 2	25
2.2 REPARTITION DES TACHES AU SEIN DE L'EQUIPAGE	25
2.3 PRESENCE DE TIERS DANS LE POSTE DE PILOTAGE	25
3 - CONCLUSIONS	27
3.1 FAITS ETABLIS PAR L'ENQUETE	27
3.2 CAUSES PROBABLES	28
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	29
LISTE DES ANNEXES	30

Glossaire

APU	Groupe Auxiliaire de Puissance (GAP)
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile
CAS	Calibrated Air Speed
CEMPN	Centre d'Expertise Médicale des Personnels Navigants
CRM	Gestion des ressources de l'équipage
CVR	Enregistreur phonique
DFDR	Enregistreurs de paramètres
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DME	Dispositif de mesure de distance
EGT	Température des gaz d'échappements
FAR	Federal Aviation Regulations
FCU	Flight Control Unit
FMA	Annonciateur de mode
ft	Pied(s)
GTR	Groupe Turbo Réacteur
IAP	Index d'Approche finale
IGS	Instrument Guidance System
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
JAR	Joint Airworthiness Requirements
kt	Nœuds
LOC	Position de contrôle de la fréquence tour
METAR	Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
OMN	Officier Mécanicien Navigant
OPL	Officier Pilote de Ligne
PAPI	Indicateur visuel de trajectoire d'approche de précision
PF / PNF	Pilote en Fonction / Pilote Non en Fonction
PFD	Primary Flight Display
QNH	Calage altimétrique requis pour lire au sol l'altitude de l'aérodrome
UTC	Temps universel coordonné
VOR	Radiophare omnidirectionnel

SYNOPSIS

Date de l'accident

Le 5 novembre 2000 à 20 h 57¹

Aéronef

Boeing 747-200
Immatriculé TJ-CAB

Lieu de l'accident

Aérodrome Paris Charles de Gaulle (95)

Propriétaire

Cameroon Airlines

Nature du vol

Transport public de passagers
Douala - Paris Charles de Gaulle
Vol UYC070

Exploitant

Cameroon Airlines

Personnes à bord

187 passagers (*)
3 PNT
13 PNC

Résumé :

En fin de roulement à l'atterrissage en piste 09L, l'avion dévie rapidement par la droite de l'axe de piste et sort latéralement entre les bretelles d'accès Z6 et Z7.

Lors du passage sur un collecteur d'eau de pluie, le train avant est arraché et endommage la cellule au niveau de la soute électronique. L'avion s'immobilise sur la structure bétonnée du collecteur.

Les inverseurs de poussée des deux moteurs gauches sont trouvés en position rentrée, ceux des moteurs droits en position sortie.

	Personnes			Matériel	Tiers
	Tuée(s)	Blessée(s)	Indemnes		
Equipage	-	-	16	très fortement endommagé	
Passagers	-	-	187(*)		

(*) Une différence de quatre passagers a été relevée par rapport aux données initialement fournies par la compagnie qui faisait état de 183 passagers.

¹Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en vigueur en France métropolitaine le jour de l'événement.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le dimanche 5 novembre 2000, l'avion Boeing 747-200 immatriculé TJ-CAB exploité par la compagnie Cameroon Airlines effectue la liaison régulière entre Douala et Paris Charles de Gaulle sous l'indicatif opérationnel UYC070. Le décollage de Douala a lieu à 14 h 25 avec environ cinq heures de retard. L'escale à Yaoundé a été supprimée en raison des retards d'exploitation accumulés la veille. L'équipage de conduite se compose du commandant de bord, d'un officier pilote de ligne et d'un officier mécanicien navigant.

La croisière est effectuée au niveau de vol 350. Le début de l'approche ne présente pas de particularité. Deux passagères invitées par le commandant de bord sont présentes dans le cockpit durant la dernière partie du vol et occupent les deux sièges observateurs (jump-seats).

Après avoir établi le contact avec le contrôle d'approche de Paris Charles de Gaulle, l'équipage se prépare à une approche ILS pour la piste 09L. L'approche finale est réalisée de nuit à la vitesse moyenne de 160 nœuds. Les valeurs du carton d'atterrissage sont : IRF 140, vent 140 degrés 20 nœuds.

Les becs de bord d'attaque intérieurs droits (leading edge slats 3) ne sortant pas normalement en pneumatique, l'équipage les sort électriquement. Le train est sorti, les volets sont positionnés à 30° et la vitesse maintenue à 158 nœuds.

Remarque : après l'événement, le commandant de bord a indiqué que l'auto-manette et le pilote automatique étaient déconnectés en approche finale.

Le toucher des roues a lieu à 20 h 57 avec une vitesse de 151 nœuds.

Le commandant de bord, pilote en fonction, agit sur les commandes d'inversion de poussée. Lors du freinage, les aérofrens ne se déploient pas automatiquement et le système de freinage automatique se désarme.

Remarque : L'OMN a indiqué avoir annoncé au commandant de bord que les quatre inverseurs étaient passés. Il a aussi indiqué avoir annoncé « speed brake » et être intervenu pour tirer la manette vers l'arrière afin de sortir les aérofrens en manuel (cf. illustration au §1.12.3).

Après un roulement à l'atterrissage d'environ 1 700 mètres, l'avion embarque à droite et sort latéralement de piste. Il pénètre sur le terre-plein situé entre les bretelles Z6 et Z7. Lors du passage sur un collecteur d'eau de pluie, le train avant est arraché et endommage la cellule au niveau de la soute électronique. L'avion s'immobilise sur la structure bétonnée du collecteur.

A l'arrêt, l'éclairage en cabine « normal » s'éteint. L'éclairage de secours prend automatiquement le relais. Par ailleurs le public address et les communications radio avec la tour ne fonctionnent plus. L'évacuation se déroule calmement.

1.2 Tués et blessés

Il n'y a eu ni tué ni blessé dans cet accident ; trois navigants de cabine ayant subi des blessures légères lors de la sortie de piste n'ont pas été comptabilisés, conformément à la définition internationale.

1.3 Dommages à l'aéronef

La structure de la cellule a été fortement endommagée au niveau de la soute électronique ; l'avion n'est pas récupérable pour remise en service.



1.4 Autres dommages

Le 747 s'est encastré dans la partie bétonnée d'un collecteur d'eau de pluie dont une partie de la voûte s'est effondrée sous son poids. Les dommages causés aux infrastructures aéroportuaires sont les suivants :

- trois balises latérales bleues cassées et un caisson de PAPI endommagé,
- accotements herbeux défoncés sur toute la trace du passage de l'appareil dès sa sortie de piste entre les bretelles Z6 et Z7,
- destruction totale d'une tête de regard du bassin enterré n° 3 collectant les eaux pluviales.

Les opérations de dégagement et de relevage de l'avion se sont déroulées de manière continue jusqu'au vendredi 10 novembre à 6 h 00. Devant la nécessité de

travailler en zones de servitude, l'essentiel des opérations s'est déroulé de nuit, la piste 09L/27R ne pouvant être fermée qu'entre 22 h 00 et 6 h 00. Une route provisoire a été construite afin de repousser l'avion ; il était impossible de le tirer vers l'avant sur la voie de circulation Lima car il aurait dû franchir le bassin enterré dont la voûte bétonnée ne supporte pas plus de quarante tonnes (la masse de l'avion à l'atterrissage était d'environ 247,8 tonnes).

L'accident a eu des conséquences sur la capacité de la plate-forme. La présence du 747 immobilisé à proximité de la piste 09L/27R a généré des servitudes empêchant les procédures d'approche ILS de catégories II et III.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Commandant de bord

- Homme, 58 ans
- Licence de pilote de ligne valide jusqu'au 31 janvier 2001
- Qualification instructeur
- Qualifications de type : DC 3, Boeing 737, Boeing 727, Boeing 707, Boeing 747
- Expérience

Heures de vol	Sur tous types d'avions	dont sur B747
Totales	20 250	12 000
Au cours du dernier mois	34	34

- Contrôles les plus récents :
 - dernière visite médicale le 7 juillet 2000 (validité six mois), aptitude au service avec restriction concernant le port de verres correcteurs en vision de près et intermédiaire,
 - contrôle simulateur (Air France) le 12 avril 2000,
 - contrôle en ligne le 28 juin 1999.

Stage CRM à Douala du 5 au 6 juin 1996. L'exploitant a aussi communiqué la date du 19 avril 2000.

Le commandant de bord avait effectué dans les trois mois précédant l'accident deux vols à destination de Paris Charles de Gaulle : le dimanche 15 octobre 2000 et le dimanche 13 septembre 2000.

1.5.2 Copilote

- Homme, 52 ans
- Licence de pilote de ligne valide jusqu'au 31 janvier 2001
- Qualifications de type : Boeing 707, Boeing 737, Boeing 747
- Expérience

Heures de vol	Sur tous types d'avions	dont sur B747
Totales	14 188	9 767
Au cours du dernier mois	34	34

- Contrôles les plus récents :
 - dernière visite médicale le 24 juillet 2000 (validité six mois) , aptitude au service avec restriction concernant le port de verres correcteurs,
 - contrôle simulateur (Air France) le 31 janvier 2000,
 - contrôle en ligne le 12 février 1999.

Le copilote ne se souvenait pas avoir suivi de formation CRM. L'exploitant a cependant communiqué la date du 17 février 2000.

1.5.3 Officier mécanicien navigant

- Homme, 42 ans
- Licence valide jusqu'au 3 mars 2001
- Qualifications de type : Boeing 747
- Expérience

Heures de vol	Sur tous types d'avions	dont sur B747
Totales	2 427	2 427
Au cours du dernier mois	27	27

- Contrôles les plus récents :
 - dernière visite médicale le 8 mars 2000 (validité douze mois), aptitude au service avec restriction concernant le port de verres correcteurs en vision de près et intermédiaire,
 - contrôle simulateur (Air France) le 27 janvier 2000,
 - contrôle en ligne le 15 mars 2000.

Le mécanicien navigant ne se souvenait pas avoir suivi de formation CRM. L'exploitant a cependant communiqué la date du 27 janvier 2000.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule

- Constructeur : the Boeing Company, USA
- Type : B 747-2H7B
- Année de construction : janvier 1981
- N° de série : 22378
- Immatriculation : TJ-CAB

- Certificat d'immatriculation N° 110 délivré le 2 décembre 1981 par la Direction de l'Aéronautique Civile de la République du Cameroun
- Certificat de navigabilité N° 1354 renouvelé le 7 août 2000 pour une durée de six mois.
- Mise en service par Cameroon Airlines le 26 février 1981.
- Heures de vol totales à la date du 5 novembre 2000 : 48 770
- Nombres de cycles à la date du 5 novembre 2000 : 12 872
- Nombres d'atterrissages à la date du 5 novembre 2000 : 12 868

1.6.2 Moteurs

Le tableau ci-dessous fournit les données de base relatives aux moteurs :

Constructeur	Pratt & Whitney (P&W)			
Type	JT9-D7Q			
Position	1	2	3	4
N° de série	702323	702324	702325	702326
Heures de vol totales	37 382	40 615	37 037	40 409
Nombre de cycles	9 809	10 767	9 779	10 747
Date d'installation	22/06/00	31/10/00	22/06/00	22/06/00

1.6.3 Maintenance

Il n'y avait pas de tolérance technique ouverte le jour de l'accident et une recherche sur les trois derniers mois concernant les systèmes suivants n'a fait apparaître aucune anomalie :

- Trains d'atterrissage et système de freinage,
- Auto manette,
- Moteurs,
- Inverseurs de poussée.

Une visite de requalification (de type D) avait été effectuée du 4 au 30 juin 2000 à 47 940 heures de vol, lorsque la maintenance de l'avion a été transférée de South African Airways à Air France.

La dernière visite d'entretien de type A remonte au 20 septembre 2000.

1.6.4 Masse et centrage

Pour le vol UYC070 du 5 novembre 2000, la masse calculée à l'atterrissage était de 247,8 tonnes. Compte tenu de la répartition à bord des passagers d'une part, de la position du centre de gravité (26 %) d'autre part, l'avion était à l'intérieur des limites de masse et centrage définies par le constructeur.

1.6.5 Performances à l'atterrissage

Les calculs effectués après l'accident ont fait apparaître, avec ou sans inverseurs et AUTOBRAKE sur MIN, une distance de roulement de 2 225 mètres.

Ces calculs ont été effectués avec les conditions de base suivantes :

- orientation de la piste : 088°
- altitude pression : 390 ft
- piste mouillée
- pente piste nulle
- vent : 150° / 20 nœuds
- température extérieure : 11 °C
- masse de l'avion : 247 800 kg
- vitesse au toucher : 151 kt
- volets 30 °
- spoilers armés

Remarque : la distance de roulement calculée avec le système de freinage automatique actif en sélection MIN ne dépend pas de l'utilisation des inverseurs de poussée. C'est en sélection MAX que l'application de la poussée inverse a une influence sur la distance de roulement.

1.7 Conditions météorologiques

En phase avec l'activité d'altitude, le secteur chaud d'une perturbation Atlantique aborde les côtes de Bretagne à 12 h 00 en donnant des vents modérés de secteur sud à sud-est. Sa progression au travers des régions du nord-ouest de la France est accompagnée de précipitations faibles à modérées.

Au moment de l'atterrissage, les conditions météorologiques étaient les suivantes :

- Vent : 150° / 17 nœuds, rafales 26 nœuds
- Visibilité : 15 km
- Nébulosité : stratocumulus morcelés 3 800 pieds
- Température : 11 °C
- Point de rosée : 5 °C
- Pression : QNH 987 hPa en baisse

La piste était mouillée.

METARs entre 20 et 21 heures

LFPG 052000Z 15019KT 9999 FEW036 BKN040 BKN100 10/05 Q0989 RERA
BECMG 15025G50KT=

LFPG 052030Z 14019KT 9999 FEW036 BKN039 10/05 Q0988 RERA BECMG
15025G50KT=

LFPG 052100Z 15018KT 9999 BKN038 11/05 Q0987 BECMG 15025G50KT=

1.8 Aides à la navigation

Les aides à la navigation fonctionnaient normalement. Aucune anomalie n'a été signalée par les utilisateurs, avant et après l'accident.

1.9 Télécommunications

L'équipage est entré en contact avec Paris Charles de Gaulle sur la fréquence tour LOC-Nord (119,250) à 20 h 55 min 03. Ses communications sont retranscrites ci-dessous.

POSITION : Loc. Nord FREQUENCE :119,250 MHz			
Date : 5 novembre 2000 de 20 h 55 min 03 s à 21 h 08 min 50 s			
DE	A	HEURE	COMMUNICATIONS
UYC070	LOC.N	20 h 55 min 03 s	<i>De Gaulle Tour bonjour CAM 0 70</i>
LOC.N	UYC070		<i>CAM 0 70 bonjour autorisé atterrissage 0 9 gauche 150 20 nœuds maximum 26</i>
UYC070	LOC.N		<i>Ok autorisé 0 9 gauche CAM Air 0 70.</i>
UYC070	LOC.N	20 h 56 min 11 s	<i>De Gaulle CAM 0 70 le dernier vent ?</i>
LOC.N	UYC070		<i>150° 17 nœuds rafale 26.</i>
UYC070	LOC.N		<i>17 (?) à 26, CAM Air 0 70.</i>
LOC.N	UYC070	20 h 58 min 32 s	<i>CAM Air 0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	20 h 58 min 48 s	<i>CAM Air 0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	20 h 59 min 15 s	<i>CAM Air 0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	20 h 59 min 54 s	<i>0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	21 h 00 min 27 s	<i>0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	21 h 01 min 30 s	<i>0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	21 h 02 min 59 s	<i>0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	21 h 06 min 29 s	<i>0 70 ?</i>
LOC.N	UYC070	21 h 08 min 50 s	<i>0 70 ?</i>

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Paris Charles de Gaulle est un aérodrome contrôlé ouvert à la circulation aérienne publique. Il est situé à vingt-cinq kilomètres au nord-est de Paris, à une altitude moyenne de cent vingt mètres. Au moment de l'accident, il comporte un doublet de pistes 08/26 au sud orienté au 088°/268° avec une longueur de 4 215 mètres pour la 26R/08L et de 2 700 mètres pour la 26L/08R, et de deux pistes au nord orientées au 090°/270° avec une longueur de 4 200 mètres pour la 09R/27L et de 2 700 mètres pour la 09L/27R. L'aéroport est doté de moyens SSIS de catégorie 9 et niveau 9, vingt-quatre heures sur vingt-quatre.

L'utilisation de la piste 09L/27R faisait l'objet d'un NOTAM valide du 7 septembre 2000 au 5 décembre 2000 en raison de travaux de réalisation de voies de circulation.

Les consignes d'exploitation mises en place étaient principalement les suivantes :

- la piste 09R/27L était fermée aux atterrissages et aux décollages ;
- les voies K2, K3, K4 Ouest, K4 Est, K5 et K6 étaient fermées ;
- la piste 09L/27R était utilisable au décollage et à l'atterrissage.

1.11 Enregistreurs de bord

En conformité avec la réglementation en vigueur, l'avion était équipé de deux enregistreurs :

- Un enregistreur phonique (CVR) de type Sundstrand, P/N 980-6001-010, S/N 2653,
- Un enregistreur de paramètres (DFDR) de type Sundstrand, P/N 980-4100-DXUN, S/N 7753.

Ces enregistreurs ont été exploités par le BEA.

CVR : L'enregistreur de conversations (CVR) fonctionnait correctement au moment de l'accident. Il est équipé d'une bande magnétique qui défile en boucle sur une durée de trente minutes. Les données relatives à la sortie de piste ont été effacées car l'appareil est resté sous tension et en fonctionnement lors de l'évacuation des passagers.

Remarque : L'équipage de conduite, resté pendant au moins trente minutes dans le cockpit, n'a pas tenu compte de la remarque de la dernière ligne de la check-list évacuation (annexe 5).

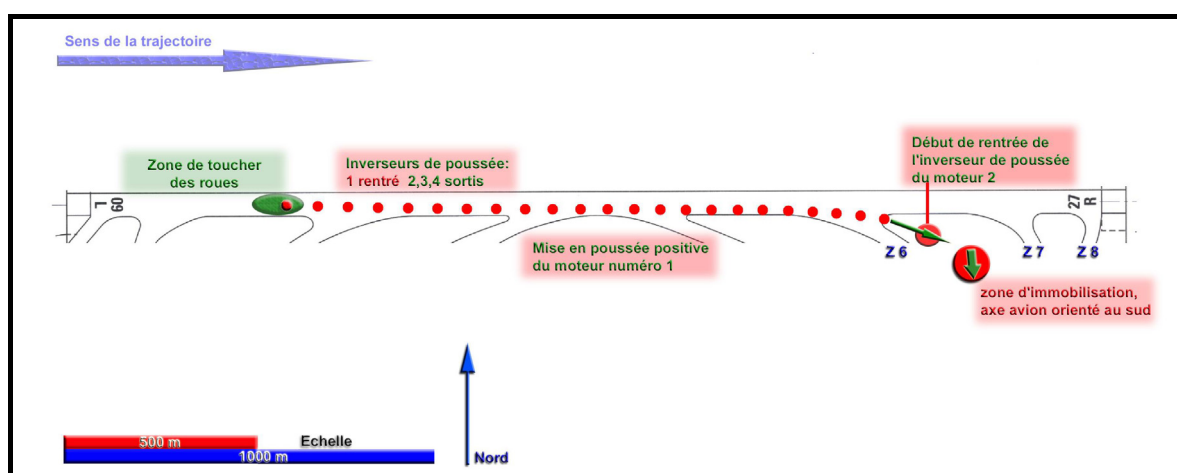
DFDR : Les courbes en annexe 4 donnent la vitesse de l'avion au roulement, sa trajectoire, l'évolution des paramètres moteurs ainsi que les phases de transit et de verrouillage des capots d'inverseurs de poussée.

Remarque : le mouvement des manettes n'est pas enregistré sur le Boeing 747 ; il peut être déduit du comportement des moteurs.

L'enregistreur de paramètres enregistre quatre-vingt-trois paramètres sur soixante-quatre mots de douze bits. Les principaux paramètres sont résumés ci-après sous forme d'un tableau. Les phases de la procédure d'atterrissage sont représentées en colonne et les paramètres remarquables sont portés en ligne. Des graphiques sont donnés en annexe 4.

Phase de vol	Passage	Toucher des roues	Trois secondes après le toucher des roues	Sortie de piste
Paramètres	volets 30			
Heure	20.54.48	20.56.52	20.56.55	perte de synchronisation à partir de 20.57.15
CAS	158 kt	151 kt	146 kt	103 kt
Cap	105 °	87 °	86 °	101 °
EGT moteur	1 420	437	475	598
	2 451	412	446	413
	3 463	418	455	418
	4 441	417	431	426
N 1 moteur	1 50	43	54	88
	2 55	45	48	49
	3 56	48	51	46
	4 53	42	46	45
Position des inverseurs de poussée	Rentrés	Rentrés	1 Rentré 2 Sorti 3 Sorti 4 Sorti	1 Rentré 2 Transit 3 Sorti 4 Sorti

Trajectoire de l'avion au roulement à l'atterrissage :



Les points correspondent à la trajectoire de l'avion avec un échantillonnage d'une seconde. L'espacement entre ces points montre une absence de décélération.

Freinage de l'avion :

Si une des manettes de poussée au moins est en avant de la position ralenti positif après l'atterrissage, le freinage automatique se désarme et les freins ne sont plus appliqués automatiquement (voir aussi 1.16.2). La courbe d'accélération longitudinale en annexe 4.1 montre des variations qui caractérisent une action directe du pilote sur les freins après le toucher des roues. Les courbes du vol précédent figurent aussi en annexe 4.1. Les deux vols ont été effectués avec un auto-brake actif sélectionné sur MIN. La courbe d'accélération longitudinale du vol précédent présente peu de variations de fortes amplitudes à la différence de ce qui est enregistré sur le vol de l'accident, avant la sortie de piste.

Remarque : l'échantillonnage fixé à quatre secondes des données relatives aux inverseurs de poussée enregistrées par le FDR ne permet pas d'établir une chronologie plus précise dans cette situation dynamique.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Examen des traces

Les calculs effectués à partir des paramètres montrent que l'avion a roulé environ 1 700 mètres sur la piste (annexe 4.2).



Les premières traces identifiées se situent au niveau de la bretelle d'accès Z6, c'est-à-dire à environ 2 100 mètres du seuil de piste 09L. Elles sont sur la moitié droite de la piste.

Les traces des trains principaux sont continues et présentent des dépôts de gomme qui indiquent un freinage accentué avant la sortie de piste.

L'avion sort de piste juste après la bretelle Z6 en laissant des traces profondes dans les bandes de dégagement (voir photo ci-dessus). La distance parcourue entre le début de sa divergence et son immobilisation est d'environ deux cent dix mètres (voir annexe 6).

1.12.2 Examen de l'avion

L'avion s'est immobilisé au cap magnétique 170°. La dérive se trouve à environ cent dix mètres de l'axe de piste. Le nez repose sur le sol en bordure de la voie de circulation parallèle à la piste.

Lors du choc avec la structure bétonnée d'un collecteur d'eau de pluie, le train avant, en se repliant, a perforé la cellule au niveau de la soute électronique principale, causant d'importants dommages aux équipements qu'elle renferme.

Les inverseurs de poussée des moteurs 3 et 4 (côté droit) sont déployés. Ceux des moteurs 1 et 2 (côté gauche) sont en position rétractée. Les aérofreins sont rentrés. Les volets sont sortis des deux côtés en position 30°. Les becs de bord d'attaque sont également sortis des deux côtés.

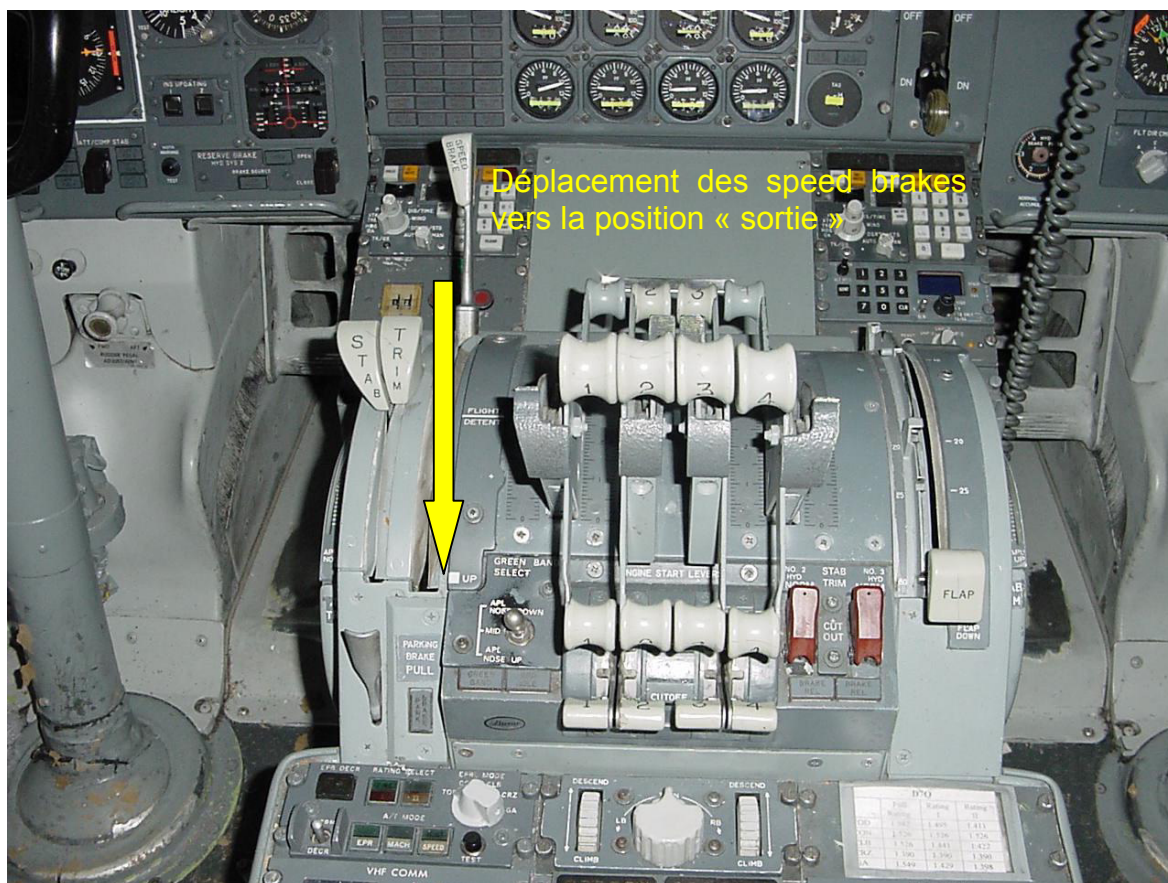
Les quatre moteurs ne présentent aucun dégât visible.

Trois toboggans ont été déployés de chaque côté de l'appareil.

1.12.3 Examen du poste de pilotage

Les enquêteurs ont examiné le poste de pilotage le lendemain de l'accident.

Les quatre manettes de poussée ont été retrouvées en position ralenti. Il a été constaté que l'équipage avait procédé à la percussion des extincteurs des moteurs et du GAP. L'interrupteur électrique de la sortie de l'ensemble numéro 3 des becs de bord d'attaque a été retrouvé en position « Extend ».



Remarque : la position des boutons et manettes dans le poste d'équipage est à considérer avec précaution en raison de l'exécution de la check list "Evacuation passagers" effectuée de nuit.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré à la suite de l'accident.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

A 21 h 00 l'alerte rouge est déclenchée par la tour de contrôle. A 21 h 05, un véhicule du bureau de piste arrive à l'intersection de la piste 09L et de la bretelle Z7. Les secours sont déjà sur place.

Après la sortie de piste, le commandant de bord a ordonné l'évacuation des passagers. Les portes 1, 2, 3 des côtés droit et gauche ont été utilisées pour l'évacuation. Les portes arrières 4 droite et gauche n'ont pas été utilisées en raison de la position de l'avion, penché vers l'avant, qui impliquait une pente trop forte pour l'utilisation des toboggans à l'arrière.

Après l'évacuation des passagers, un membre de l'équipage de cabine est remonté par un toboggan pour indiquer au commandant de bord que l'évacuation s'était bien déroulée et qu'il n'y avait pas de blessé. Le chef de cabine principal est resté au sol avec les passagers.

Durant cette phase, l'équipage de conduite est resté dans le cockpit. Les passagers et l'équipage de cabine ont attendu, dispersés autour de l'avion, puis ont été embarqués dans des bus et conduits à l'aérogare 1.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Examens du matériel

L'avion et ses systèmes ont été examinés. Le détail des vérifications figure en annexe 1. Aucun dysfonctionnement n'est à signaler au niveau des manettes de poussée, des inverseurs ou de la chaîne de commande.

1.16.2 Comportement à l'atterrissage de certains systèmes automatiques

Pour l'étude de l'accident il convient de noter le comportement à l'atterrissage des systèmes suivants :

- **Auto-manette**

Si l'auto-manette est active pendant l'atterrissage, elle se déconnecte automatiquement deux secondes après le toucher du train principal.

- **Freinage automatique (auto-brake)**

Le freinage automatique est armé en positionnant le sélecteur « auto-brake » sur un des trois taux de décélération disponibles (min, medium, max).

Les freins sont automatiquement appliqués quand le mode sol (information prise sur le train) et une vitesse des roues sont détectés et que les manettes de puissance moteurs sont à la position de ralenti.

Si une des manettes de poussée au moins est en avant de la position ralenti positif après l'atterrissage, le freinage automatique se désarme et les freins ne sont pas ou plus appliqués automatiquement.

Toute action de l'équipage sur les pédales de freins désactive le système.

- **Aérofreins (spoilers)**

Les aérofreins sortent automatiquement à l'atterrissage si les conditions suivantes sont réunies :

- manette de commande des aérofreins sur la position « Armed » ou manette de poussée deux ou quatre en position poussée inverse,
- manette de poussée une et trois en position ralenti,
- référence sol présente,
- pression hydraulique sur les circuits un ou quatre disponible.

Les aérofreins rentrent si les manettes de poussée 1 ou 3 sont déplacées vers l'avant (par rapport à la position ralenti positif).

- **Inverseurs de poussée (reverses)**

Le mécanisme des inverseurs de poussée est commandé par un levier situé sur chaque manette des gaz. En position sol et lorsque les manettes de poussée sont au ralenti, il est possible de tirer vers l'arrière les manettes d'inversion jusqu'à la position « interlock » qui correspond au ralenti inverse. Ceci déverrouille les inverseurs et déclenche leur translation. Il y a blocage en position interlock lorsque les inverseurs sont en mouvement ou incomplètement sortis. L'utilisation de la pleine poussée inverse est possible lorsque les voyants « in transit » sont éteints et les voyants « unlock » allumés (cf. annexe 2) pour signifier que les inverseurs sont déverrouillés sortis.

1.16.3 Evénements similaires

Les deux sorties de piste décrites ci-dessous possèdent de nombreux points en commun avec l'accident du TJ-CAB (partage des tâches au sein de l'équipage de conduite, mise en puissance positive du moteur 1, etc.).

1.16.3.1 Accident survenu le 13 septembre 1993 à Tahiti-Faaa au B 747-400 immatriculé F-GITA exploité par Air France

L'équipage effectue à vue, avec confirmation aux instruments, une approche VOR-DME avec directeur de vol et auto-manette active en mode VNAV.

Le suivi de trajectoire est assuré manuellement par le copilote (pilote en fonction), tandis que l'auto-manette gère la vitesse.

Comme prévu par la logique du mode actif du système automatique de vol, celui-ci déclenche une remise de gaz automatique en arrivant au point « End of Descent » et le signale au FMA (partie supérieure du Primary Flight Display).

Le pilote non en fonction annonce le changement de statut de mode au FMA, sans commentaire ou analyse.

L'avion passe au-dessus du plan et la vitesse augmente (elle atteindra $V_{ref} + 35$ kt à une hauteur de cent cinquante pieds).

Le pilote en fonction ramène et maintient au ralenti les manettes de gaz ; il a indiqué avoir senti que les manettes « tiraient vers l'avant » et a essayé sans succès de déconnecter l'auto-manette.

Environ deux secondes avant le toucher, la manette des gaz n° 1 lui échappe, l'auto-manette étant toujours active en mode « Go Around ». La poussée du moteur 1 part vers la pleine poussée positive, jusqu'à l'arrêt de l'avion, sans que l'équipage s'en aperçoive.

En conséquence, à l'atterrissage, les aérofreins ne sortent pas, l'auto-brake se désarme et il y a une forte dissymétrie de poussée.

L'avion sort de piste et termine sa course dans le lagon, sans dommages corporels (voir le rapport sur le site Internet www.bea.aero).

1.16.3.2 Accident survenu le 4 novembre 1993 à Hong Kong au B 747-400 immatriculé B-165 exploité par China Airlines

Le rapport établi par les autorités de Hong Kong indique que l'avion est sorti de piste à la suite d'une procédure propre au commandant de bord pour les atterrissages par fort vent de travers. Le pilote s'est focalisé sur le contrôle en roulis en gardant de la poussée résiduelle sur les moteurs, notamment sur le moteur 1 dont la courbe d'EGT montre des valeurs supérieures aux autres. Le positionnement inapproprié de la manette des gaz n° 1 a désactivé les automatismes de freinage. L'avion est sorti de piste et a terminé sa course dans la mer.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Manuel d'exploitation et répartition des tâches

La compagnie Cameroon Airlines utilise le manuel d'exploitation d'Air France.

Les procédures normales de décélération à l'atterrissage figurent en annexe 3. Il est notamment précisé dans la répartition des tâches que lors de la phase de décélération, l'OMN maintient les manettes de poussée sur ralenti par l'intermédiaire des poignées situées à la base des manettes jusqu'à ce que la poussée inverse soit établie.

1.17.2 Système de retour d'expérience

Malgré diverses demandes des enquêteurs, Cameroon Airlines n'a pas transmis d'éléments concernant la mise en place d'un système de retour d'expérience. Un tel système de prévention permet notamment aux équipages de bénéficier de l'expérience d'autres équipages ayant rapporté des situations inhabituelles.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Synthèse des témoignages de l'équipage de conduite

Les membres de l'équipage de conduite ont indiqué que le vol UYC070 devait décoller initialement de Douala le 5 novembre à 8 h 00. Compte tenu de l'arrivée tardive du vol précédent, le départ a été repoussé à 14 h 25. Une fuite de carburant constatée avant le départ de Douala a également généré un retard supplémentaire.

Le vol s'est déroulé sans problème jusqu'à l'approche. Les becs de bord d'attaque n° 3 ont dû être sortis électriquement, ce qui a mis l'avion en configuration normale pour l'atterrissage.

Le commandant de bord était le pilote en fonction. A mille pieds l'avion était selon lui stabilisé pour la finale. La dernière information de vent transmise par le contrôle aérien était la suivante : vent du 150 pour dix-sept nœuds avec des rafales à vingt-six nœuds.

Le commandant de bord a indiqué que :

- l'avion avait en finale une forte correction à droite à cause du vent,
- les volets étaient sortis à 30°,
- l'auto-brake avait été sélectionné sur minimum,
- l'approche était stabilisée en manuel,
- l'auto-manette et le pilote automatique étaient sur OFF,
- l'IAP de 160 nœuds étaient affichée dans la fenêtre d'affichage de vitesse auto-manette situé sur le panneau P10.

Il avait prévu de dégager la piste par la bretelle de sortie pour Z7 qui se situe à l'extrémité de la piste 09L.

Après le toucher des roues et l'annonce des « quatre bleues » (voyants correspondant à l'indication « inverseur en transit ») que l'OMN signale avoir effectuée, le commandant de bord dit avoir appliqué la poussée inverse sur les quatre moteurs. Pour lui, les aérofreins étaient sortis. Quant à l'OMN, il indique avoir vu les voyants bleus s'éteindre et les voyants ambres correspondant à l'indication « inverseurs verrouillés sortis » s'allumer.

Alors que la vitesse de l'avion était voisine de cent nœuds, le commandant de bord a constaté que l'avion déviait de sa trajectoire et a annoncé à l'équipage "on sort". Il indique avoir rentré les inverseurs de poussée à ce moment puis avoir ramené les aérofreins en position rentrée.

L'OMN a constaté après le toucher des roues que la vitesse était importante. Il précise que la manette « SPEED-BRAKE » s'est désengagée et qu'il est intervenu pour sortir manuellement les aérofreins, en informant le commandant de bord de son action.

Après la sortie de piste, dès l'immobilisation de l'avion sur le terre-plein, l'équipage qui n'avait plus de contact radio avec la tour a lancé l'évacuation d'urgence. L'interphone et l'éclairage ne fonctionnaient plus, à l'exception de l'éclairage de secours. L'OMN a coupé les moteurs et a percuté les extincteurs des quatre moteurs ainsi que celui de l'APU. L'équipage a appliqué la check-list évacuation d'urgence (voir annexe 5) et a déclaré avoir tiré le « breaker » du CVR dix minutes après l'immobilisation de l'avion (action de l'OMN).

Remarque : Au cours du deuxième entretien avec les enquêteurs techniques, l'équipage de conduite a mentionné la présence en cockpit de deux passagères. Elles étaient installées dans les « jump-seats » pour assister à l'atterrissage. Une de ces passagères a pu être contactée par les enquêteurs mais elle n'a pas souhaité communiquer d'éléments concernant la fin du vol.

1.18.2 Témoignage du chef de cabine

1.18.2.1 L'embarquement

Les enquêteurs ayant noté une différence entre le nombre de personnes figurant dans les différents documents de bord de l'avion et celui transmis par l'exploitant après l'accident, la question a été posée au chef de cabine.

Celui-ci a indiqué que le comptage des passagers à l'embarquement de Douala était du ressort de l'escala. Il ne se souvenait pas avoir eu connaissance de la dernière mise à jour par l'escala relative au nombre de personnes embarquées. Par ailleurs, il a confirmé qu'il n'avait pas été procédé au comptage des passagers avant le décollage.

1.18.2.2 L'évacuation

Le chef de cabine a indiqué que l'évacuation s'était bien déroulée. A l'exception de l'équipage de conduite, toutes les personnes se trouvant à bord ont quitté l'avion après son immobilisation à l'aide des toboggans d'évacuation.

1.18.3 Témoignage de l'agent du bureau de piste

L'alerte rouge a été déclenchée presque immédiatement après l'accident par le chef de quart de la tour de contrôle. L'agent du bureau de piste s'est rendu sur place en ayant pour seule information qu'un Boeing 747 avait eu un accident au niveau de la bretelle Z7 et que le contact radio était interrompu. Les services de secours étaient déjà arrivés. Il a participé au regroupement des passagers dans l'attente des autobus. Il est ensuite monté dans l'avion par un toboggan pour se rendre au poste de pilotage. L'équipage de conduite était toujours présent.

Conformément aux procédures en cas d'accident, l'agent indique qu'il a demandé au commandant de bord d'arrêter l'enregistreur de conversations afin de conserver les données sauvegardées. Le commandant de bord lui a répondu que *« comme il n'y avait plus d'électricité à bord, les enregistreurs étaient donc arrê-*

tés ». L'agent a reposé sa question en précisant que le CVR a une durée de trente minutes. Le copilote a demandé s'il s'agissait bien d'une action à faire sur le breaker et l'OMN a dit que le breaker du CVR avait été tiré.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario de l'accident

La séquence qui a conduit à la sortie de piste peut être décomposée en trois étapes significatives. Dans un premier temps, la manette du moteur 1 ne se trouvait pas en position de ralenti au début de la décélération (juste après le toucher), ce qui a inhibé les systèmes automatiques de freinage. Ensuite, cette manette a été déplacée par inadvertance vers l'avant, ce qui a créé une dissymétrie de poussée conduisant à la sortie latérale de piste. Enfin, l'inverseur de poussée n° 2 a été rentré avant l'immobilisation de l'avion.

2.1.1 Poussée résiduelle lors de l'arrondi

Les paramètres enregistrés comme le débit carburant (Fuel Flow) et le N1 montrent que le moteur 1, c'est-à-dire le moteur extérieur gauche, délivrait entre le toucher des roues et la sortie de piste une poussée supérieure aux autres moteurs (annexe 4.3), ce qui laisse à penser que la manette n° 1 ne se trouvait pas en position de ralenti au début de la décélération. Cette hypothèse est renforcée par l'absence de freinage automatique.

De même, les aérofreins ne sont pas sortis automatiquement après le toucher des roues. L'OMN indique avoir annoncé « speed brake » et être intervenu afin de les sortir manuellement. On a vu au §1.16.2 que les manettes de poussée n° 1 et 3 doivent être en position de ralenti pour que les aérofreins sortent automatiquement. Leur non-sortie confirme que la manette n° 1 n'était pas en position de ralenti au début de la décélération.

Il est difficile d'expliquer la raison de ce positionnement erroné de la manette de poussée. Les conditions météorologiques du moment ont certainement accaparé une partie des ressources de l'équipage lors de l'arrondi. L'avion ayant tendance à dériver avec du vent venant de la droite, le pilote avait appliqué une forte correction. Au moment de l'arrondi, il a donc dû appuyer sur le palonnier gauche pour remettre l'avion dans l'axe et mettre du manche à droite pour continuer à contrer les effets du vent. Cette manœuvre qui implique des actions simultanées sur les palonniers, le manche et les manettes de puissance requiert de la coordination. Le positionnement erroné de la manette n° 1 provient peut-être d'une action involontaire et non détectée sur cette manette lors de cette manœuvre de décrochage.

La fatigue a peut-être été un élément contributif puisque le vol arrivait de nuit et avec beaucoup de retard. De plus, la présence dans le poste de pilotage de deux personnes extérieures à l'équipage a pu gêner celui-ci.

2.1.2 Mise en poussée positive du moteur numéro un et sortie de piste

Le commandant de bord a senti l'avion dévier de sa trajectoire alors que la vitesse était voisine de cent nœuds. La montée en puissance positive du moteur 1 constatée sur les paramètres FDR, implique que la manette des gaz a été déplacée encore plus vers l'avant. La poussée non contrôlée du moteur 1 et les effets du vent traversier de secteur sud se sont ajoutés pour entraîner l'avion à droite de l'axe de piste.

Les raisons de la mise en poussée du moteur 1 demeurent difficiles à expliquer. Il n'est pas exclu qu'en se penchant pour atteindre les aérofreins qui se trouvent sur le pylône central à côté des commandes de poussée (voir photo en 1.12.3), l'OMN ait déplacé par inadvertance la manette des gaz n° 1 vers la pleine poussée positive. Un manque de coordination entre le commandant de bord et l'OMN ainsi qu'une absence de contrôle mutuel avec le copilote ont pu contribuer à la non-récupération de la situation.

2.1.3 Rentrée de l'inverseur de poussée n° 2

Après l'accident, les enquêteurs ont constaté que les inverseurs des deux moteurs de gauche étaient en position « rentrés ». Au début de la décélération, trois inverseurs sur quatre étaient sortis. La rentrée de l'inverseur de poussée du moteur 2 a été commandée lors de la sortie de piste (annexe 4.2).

Cette action dont l'équipage n'a pas eu conscience ne peut s'expliquer que par la confusion qui pouvait exister au moment de la sortie de piste.

2.2 Répartition des tâches au sein de l'équipage

La compagnie Cameroon Airlines n'a pas été en mesure de fournir les éléments demandés lors de l'enquête concernant la nature de la formation CRM destinée à ses navigants techniques. Il est vraisemblable que seul le commandant de bord avait bénéficié d'une formation CRM. L'absence de données CVR rend difficile l'étude précise du partage des tâches au sein de l'équipage de conduite au moment de l'atterrissage. Le scénario ci-dessus fait apparaître néanmoins un manque de coordination, une absence de contrôle mutuel et une déviation des procédures d'atterrissage.

2.3 Présence de tiers dans le poste de pilotage

Le manuel d'exploitation dans sa partie généralités/opérations établit des conditions d'accès au poste de pilotage assujetties à l'autorisation du commandant de bord. Il est notamment précisé que « dans l'intérêt de la sécurité, le commandant de bord s'assure que l'admission au poste de pilotage n'entraîne aucune distraction, ni ne nuit au bon déroulement du vol. »

Des personnes n'exerçant aucune fonction aéronautique peuvent malgré elles nuire au bon déroulement du vol, surtout lors de phases de vol particulières comme le décollage et l'atterrissage. Ce point a déjà été constaté à diverses reprises lors d'enquêtes en France et à l'étranger comme l'illustre notamment la recommandation ci-après du rapport relatif à l'abordage survenu le 30 juillet 1998 en baie de Quiberon (56) entre le Beech 1900D immatriculé F-GSJM exploité par Proteus Airlines et le Cessna 177 immatriculé F-GAJE.

« Le paragraphe 100 de l'OPS 1, alinéas a) et b), définit de manière restrictive les conditions d'accès au poste de pilotage. Toutefois l'alinéa c) rappelle que la décision finale appartient au commandant de bord, ce qui peut être interprété comme donnant à ce dernier la possibilité de déroger aux alinéas précédents, même sans raison de sécurité. Par ailleurs, surtout dans les cabines de petite taille, des interférences entre des passagers et l'équipage peuvent se produire sans qu'il y ait réellement accès au poste.

En conséquence, le BEA recommande :

Que la DGAC s'assure que le paragraphe OPS 1-100 est correctement compris et appliqué par les exploitants. Le BEA estime que les dispositions adoptées devraient notamment préciser :

- 1) que l'alinéa c) ne permet de déroger aux alinéas a) et b) que pour des raisons de sécurité,***
- 2) qu'en dehors de la phase de croisière, l'accès au poste doit être limité, au-delà des membres de l'équipage, aux seuls personnels techniques de la compagnie et des organismes officiels, dans le cadre de leur activité professionnelle, et que la porte d'accès au poste de pilotage des avions de transport public, lorsqu'elle existe, doit alors être fermée. »***

Sans que ce point ait pu être étudié en détails dans le cas de l'accident du TJ-CAB compte tenu de la perte des données CVR, on ne peut exclure que la présence des deux passagères en poste au cours de l'approche et de l'atterrissage ait pu distraire à certains moments l'équipage.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

- L'équipage détenait les licences et qualifications nécessaires pour le vol.
- L'avion détenait un CDN en état de validité.
- Le vol était parti avec un important retard de Douala.
- Une différence a été notée entre le nombre de personnes figurant dans les documents de bord et celui transmis par l'exploitant après l'accident.
- Au cours de l'approche et de l'atterrissage, deux passagères se trouvaient dans le poste de pilotage.
- L'atterrissage s'est déroulé de nuit, sur piste mouillée et par fort vent de travers.
- L'approche était stabilisée. Le toucher des roues a eu lieu à 20 h 57 avec une vitesse de 151 nœuds.
- Les automatismes de freinage se sont désactivés après le toucher des roues.
- L'OMN est intervenu pour sortir les aérofreins manuellement.
- L'inverseur de poussée du moteur extérieur gauche n'est pas sorti au cours de la décélération. Le moteur était en forte poussée positive.
- La distance de roulement entre le toucher des roues et la sortie de piste a été de 1 700 mètres.
- L'avion est sorti latéralement de piste, par la droite, entre les bretelles Z6 et Z7.
- L'évacuation des passagers a été ordonnée après l'immobilisation de l'avion.
- Les données CVR n'ont pas été sauvegardées.
- Il n'y a eu aucun dysfonctionnement des systèmes de l'avion lors de l'atterrissage.

3.2 Causes probables

La cause initiale de l'accident est la réduction incomplète du moteur extérieur gauche au début de la décélération. Cela a causé la désactivation des systèmes de freinage automatique et la non-sortie de l'inverseur de poussée n° 1. La mise à pleine puissance par inadvertance de ce moteur après l'atterrissage a engendré une forte dissymétrie de poussée conduisant à la sortie de piste.

Le manque de coordination et de contrôles mutuels au sein de l'équipage, peut-être aggravé par la présence de tiers dans le poste de pilotage, a contribué à l'établissement de cette situation.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident.

L'OACI a amendé en 1995 l'Annexe 6 relative à l'exploitation des aéronefs afin d'encourager la mise en place d'une formation CRM initiale et continue des équipages chez les exploitants.

L'accident du TJ-CAB a mis en évidence des carences dans le domaine de la répartition des tâches et du contrôle mutuel. En conséquence, le BEA recommande que :

l'Autorité Aéronautique de la République du Cameroun s'assure que la compagnie Cameroon Airlines :

- **mette en place un programme systématique de formation complémentaire de type CRM pour tous ses navigants techniques,**
- **limite l'accès au poste de pilotage pendant les phases de décollage et d'atterrissage.**

L'Annexe 6 recommande « qu'à compter du 1^{er} janvier 2002, les exploitants d'avions dont la masse certifiée au décollage excède 20 000 kg établissent et maintiennent un programme d'analyse des données de vol dans le cadre de leur programme de prévention des accidents et de sécurité des vols ».

L'existence d'un tel système au sein de la compagnie Cameroon Airlines n'a pu être établie au cours de l'enquête, du fait de l'absence de réponse aux demandes des enquêteurs. En conséquence, le BEA recommande que :

l'Autorité Aéronautique de la République du Cameroun :

- **vérifie que la compagnie Cameroon Airlines dispose d'un programme satisfaisant de sécurité des vols, et si tel n'est pas le cas, en impose la mise en place dans les meilleurs délais.**

Les données CVR n'ont pas été sauvegardées à la suite de l'accident. En conséquence, le BEA recommande que :

l'Autorité Aéronautique de la République du Cameroun :

- **demande à la compagnie Cameroon Airlines de prendre les mesures appropriées pour sauvegarder les enregistrements des CVR après un incident ou un accident.**

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1

Synthèse des examens techniques du matériel

ANNEXE 2

2.1 Schéma des inverseurs de poussée

2.2 Inverseur de poussée – Commandes et contrôles

ANNEXE 3

Procédures normales (extrait du T.U.)

3.1 Conduite du vol

3.2 Décélération à l'atterrissage

ANNEXE 4

Courbes FDR

4.1 Freinage du vol événement et du vol précédent

4.2 Calcul de la distance de roulement sur la piste

4.3 Régimes moteurs

ANNEXE 5

Procédure évacuation

ANNEXE 6

Plan du site

Synthèse des examens techniques du matériel

Le 9 novembre 2000 les vérifications primaires ont été réalisées sur les commandes de poussée. Les résultats sont les suivants :

- Les quatre commandes de poussée débattent normalement du ralenti à la butée pylône.
- Les manettes des inverseurs un et deux (côté inverseurs rentrés au niveau des GTR) débattent normalement jusqu'à l'interlock avec mouvement retransmis jusqu'au relais de mât. Il y a blocage en interlock qui est normal car l'inverseur doit être physiquement sorti pour permettre l'accélération inverse.
- Les manettes des inverseurs trois et quatre (côté inverseurs sortis au niveau des GTR) fonctionnent sur toute la course, ce qui est normal puisque les inverseurs sont physiquement déployés, donc il n'y a pas de blocage en interlock et l'utilisation de la pleine poussée inverse est possible.
- La manette des aérofreins fonctionne normalement sur toute sa course et se déclenche bien avec les manettes des inverseurs deux ou quatre.

Le 29 novembre 2000 les vérifications ont été effectuées sur l'inverseur numéro un suivant la méthodologie ci-après :

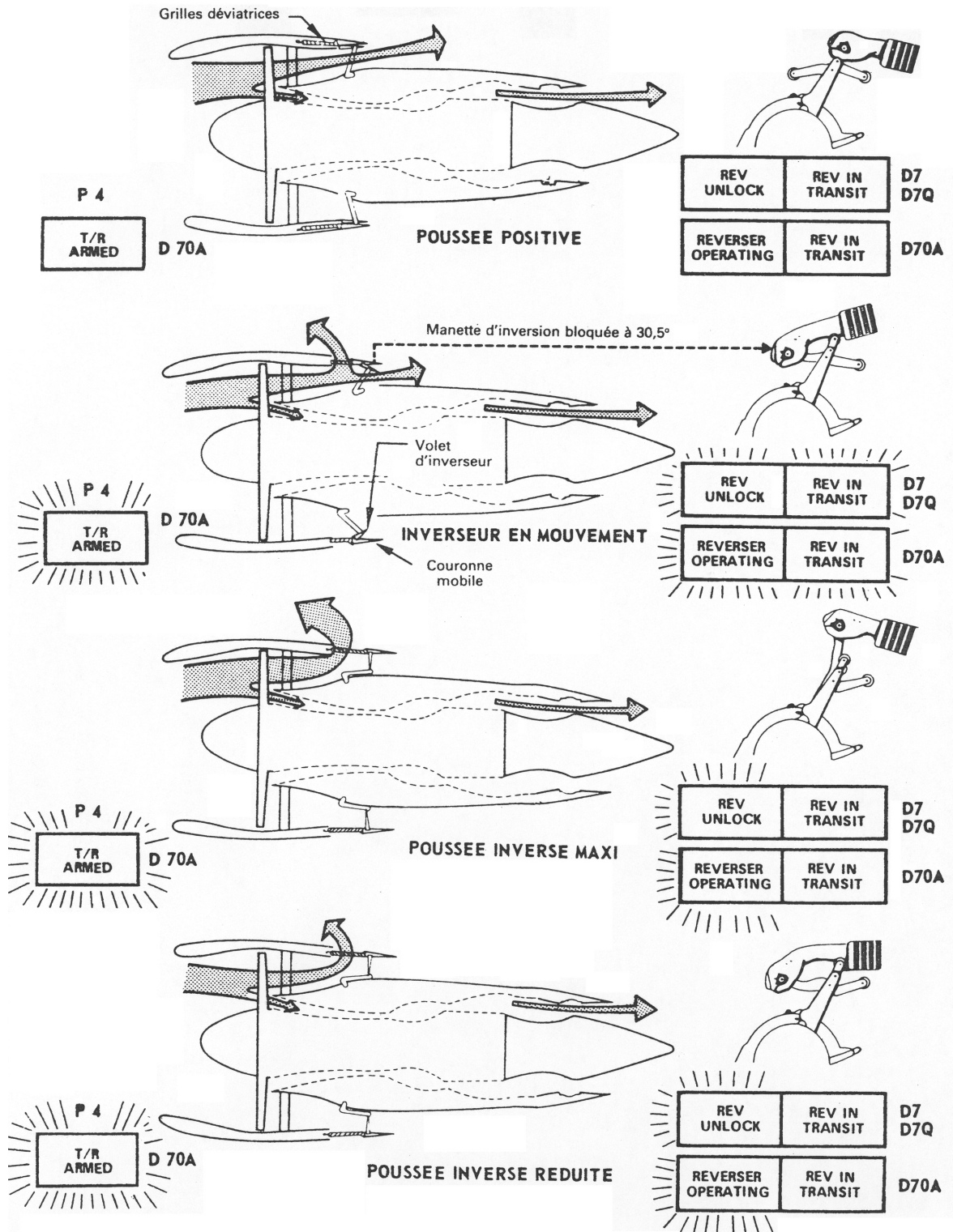
- Mise en pression du collecteur pneumatique.
- Alimentation électrique 24V c.c. sur la connexion 14 de D1826P (Niveau emplanture d'aile).
- Déverrouillage manuel du 3° verrou, synchrolock en position six heures.
- Ouverture manuelle de la «pylône valve».
- Manœuvre de la commande de l'inverseur numéro un en cockpit pour permettre le déplacement du sélecteur interne du moteur de l'inverseur. Le déplacement a été constaté ainsi que la sortie correcte de l'inverseur numéro un.
- Manœuvre de la commande de l'inverseur numéro un en cockpit pour procéder à la rentrée de l'inverseur numéro un. La rentrée de l'inverseur a été constatée.
- Ouverture du capot moteur afin de vérifier le fonctionnement mécanique de la commande du FCU en poussée positive et inverse. L'ensemble était en état de bon fonctionnement.

Le 6 décembre 2000 des vérifications complémentaires ont été effectuées sur le circuit électrique de l'inverseur numéro un. Toutes les continuités électriques se sont avérées correctes. Le solénoïde et les relais fonctionnaient correctement.

Nota : seules les liaisons électriques entre la sortie pylône/cockpit et l'emplature d'aile n'ont pu être vérifiées à la suite de l'arrachement des câblages au niveau du boîtier P252 de la soute électronique. En ce qui concerne la fonction Air/Sol, si l'un des relais concernés n'avait pas été alimenté, la reverse symétrique aurait également été affectée.

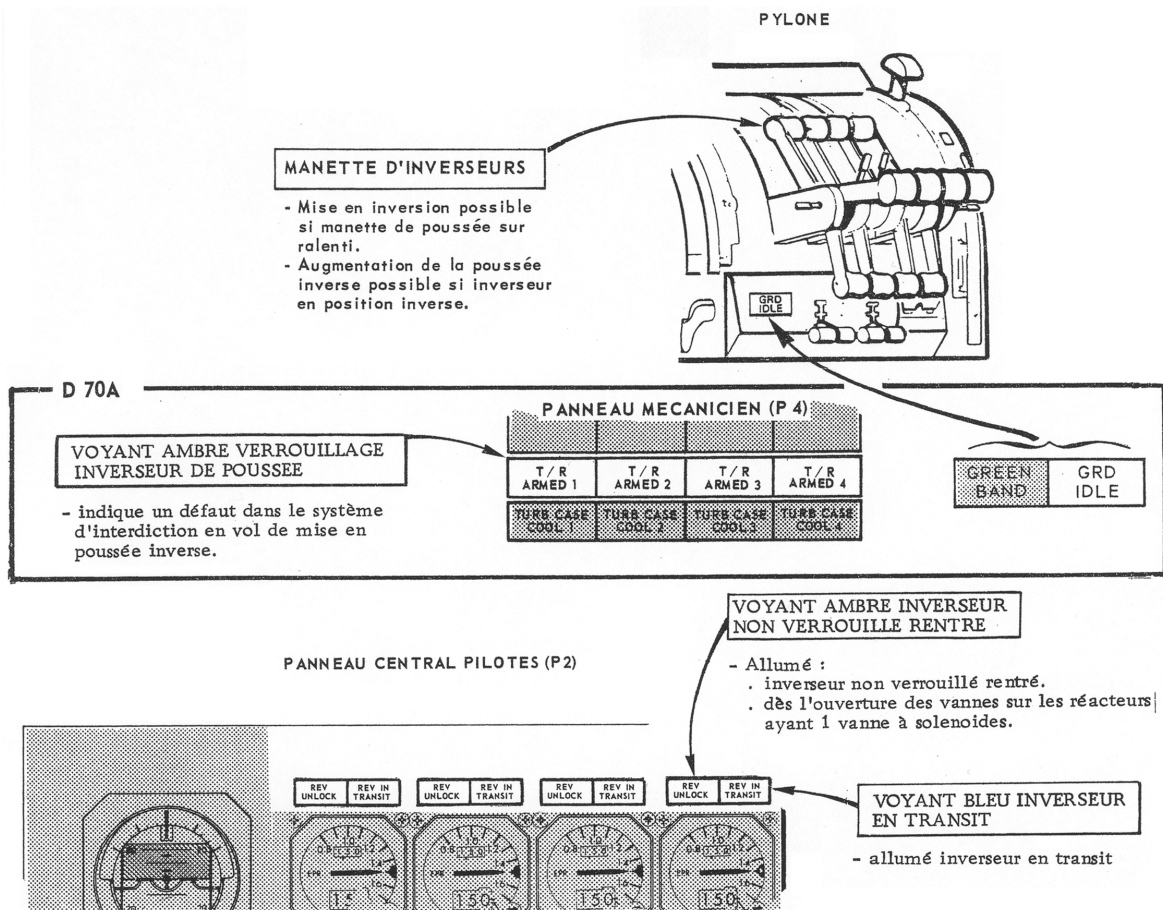
En considérant que les liaisons non vérifiées étaient en état avant l'accident, les vérifications effectuées n'indiquent aucun dysfonctionnement de l'inverseur numéro un.

Réacteur **INVERSEUR DE POUSSEE - Schéma**



Réacteur

INVERSEUR DE POUSSEE - Commandes et contrôles



Procédures Normales

CONDUITE DU VOL - DECELERATION

Les annonces techniques standard pendant l'atterrissage et la décélération doivent être faites conformément au Manuel GEN OPS

La procédure de décélération recommandée consiste à appliquer, lorsque les conditions opérationnelles le permettent, la séquence **INVERSEURS** et **FREINS** dès le toucher des roues des trains principaux.

PF PILOTE AUTOMATIQUE OFF
. s'il a été utilisé pour l'atterrissage.

PF AUTOMANETTE Débrayée
. par les leviers des manettes réacteur 1 ou 4.

PF MANETTES DE POUSSEE Ralenti

M MANETTES DE POUSSEE Maintenues ralenti
. jusqu'à ce que la poussée inverse soit établie.

PF MANETTES D'INVERSION
. Tirées vers l'arrière jusqu'à l'INTERLOCK
. dans tous les cas tirer les quatre manettes d'inversion jusqu'à la position INTERLOCK (correspondant au ralenti inverse).
. l'AUTOMANETTE est débrayée par le passage en inversion des réacteurs 1 et/ou 2.

ATTENTION : NE TENTER EN AUCUN CAS UNE REMISE DE GAZ LORSQUE LA PROCEDURE D'INVERSION DE POUSSEE EST ENTAMEE. Si un inverseur ne revenait pas en poussée positive, la réussite de la remise de gaz pourrait être compromise.

C M MANETTE SPEED BRAKE Vérifiée UP
. si les aérofreins ne sont pas sortis, l'OMN annonce "SPEED BRAKE" ; le CDB sort manuellement les aérofreins ou demande de les sortir.

M SIGNALISATION INVERSEURS Vérifiée
. 4 voyants UNLOCK allumés
. 4 voyants IN TRANSIT éteints

M ANNONCES Effectuées

"LE X NE PASSE PAS"

. Si la signalisation n'est pas conforme, l'OMN annonce l'inverseur en défaut, surveille les paramètres de ce réacteur et le coupe, si nécessaire, en l'annonçant.

PF POUSSEE INVERSE Maintenue ralenti
. maintenir les manettes d'inversion à l'INTERLOCK.

M "LES INTERIEURS" ou "LES EXTERIEURS"
. L'OMN annonce les inverseurs symétriques utilisables.

PF POUSSEE INVERSE (si nécessaire) .. Utilisée
. Bien qu'il soit recommandé, dans ce cas, de laisser les manettes d'inversion sur INTERLOCK, la **pleine poussée inverse peut être appliquée** sur les **REACTEURS SYMETRIQUES** utilisables, en particulier si la sécurité de la trajectoire le nécessite.

"LES QUATRE PASSES"

L'action d'abaisser le nez de l'avion vers la piste étant amorcée :

PF POUSSEE INVERSE Appliquée
. tirer les quatre manettes d'inversion jusqu'à la pleine poussée inverse

M COHERENCE PARAMETRES REACTEURS/POSITION MANETTES Surveillée
. Surveiller attentivement :
- les N1 pendant la phase de montée en régime et pendant l'application de la pleine poussée inverse.
- l'EGT pendant la phase de retour d'inversion **et au moins les dix secondes suivant le retour en poussée positive.**

EGT en augmentation rapide
. Arrêt du réacteur affecté (annonce et ventilation).

"EGT normale"

M ANNONCE après 10 s, Effectuée

ATTENTION :

- POUR TOUTE AUGMENTATION DE POUSSEE SUR UN REACTEUR NON PASSE EN POSITION INVERSION,
- POUR TOUTE SURCHAUFFE PENDANT L'UTILISATION DE LA POUSSEE INVERSE **OU** PENDANT LES DIX SECONDES SUIVANT LE RETOUR :

L'OMN PREVIENT LE PF ET ARRETE IMMEDIATEMENT LE REACTEUR AFFECTE, EN PLACANT LA MANETTE DE DEMARRAGE SUR CUT OFF.

SIMULTANEMENT, LE PF REDUIT LA POUSSEE JUSQU'AU RALENTI INVERSE (INTERLOCK) SUR LES AUTRES REACTEURS.

UNE VENTILATION DU GTR ARRETE DOIT ETRE EFFECTUEE LE PLUS RAPIDEMENT POSSIBLE

UTILISATION INVERSEURS

La recherche d'un meilleur contrôle directionnel par l'utilisation de poussée inverse dissymétrique est à proscrire. En cas de difficultés de tenue d'axe à l'atterrissage, ramener toutes les manettes d'inversion sur ralenti et n'utiliser que le palonnier et les freins. Au besoin, repasser en poussée ralenti positive.

Si un ou plusieurs N1 dépassent la valeur limite opérationnelle (cf tableau ci-dessous) :

CF6	D7	D7Q	D70A
100 %	70 %	75 %	85 %

M ANNONCE "N1"

PF POUSSEE INVERSE Réduite légèrement
. réduire légèrement la poussée inverse sur les **quatre réacteurs**, sans chercher à agir plus précisément sur celui ou ceux qui sont à l'origine de l'annonce.

Pour éviter le pompage, effectuer la procédure suivante :

PNF IAS Annoncée
. tous les 10 kt en valeur ronde.

Procédures Normales

CONDUITE DU VOL - DECELERATION

à 80 kt :

- PF MANETTES D'INVERSION vers ralenti
- . ramener les manettes d'un mouvement lent et régulier vers le ralenti inverse qui doit être atteint au plus tard à 60 kt.
 - . le retour en poussée positive vers 60 kt est recommandé.
 - . En cas de nécessité opérationnelle, la pleine poussée inverse peut être utilisé aussi longtemps que de besoin. Surveiller attentivement les paramètres moteurs aux faibles vitesses.

ATTENTION :

Ne pas modifier le sens de déplacement des inverseurs, avant que ceux-ci n'aient eu le temps d'atteindre leur fin de course. Le temps de passage en inversion est normalement de deux secondes et le retour en poussée positive de 5 secondes environ.

Eviter d'exercer sur les manettes d'inversion de rapides sollicitations alternatives qui risquent de détériorer le moteur pneumatique, même en cas de difficultés de passage ou de retour des inverseurs. Lors de la réduction de poussée inverse, si les manettes d'inversion sont ramenées au-delà de la position ralenti inverse, une nouvelle augmentation de la poussée inverse peut provoquer des détériorations des mécanismes d'inverseur.

Si, au cours de l'utilisation des inverseurs de poussée, il est constaté un écart significatif ($\geq 5\%$) entre les N1, ou des N1 $\geq$ aux valeurs du tableau ci-dessous, noter l'OAT et le ou les N1 anormaux.



CF6	D7	D7Q	D70A
107 %	75 %	80 %	92 %

- . En cas de surchauffe ou de pompage, noter :
OAT, N1, IAS, EGT atteinte.
- . Pour le suivi technique, en cas d'impossibilité de passer en inversion de poussée, noter l'angle de blocage de la manette et les signalisations inverseur.

UTILISATION DES FREINS

Dégager la piste par la bretelle permettant une décélération de l'avion jusqu'à la vitesse de roulage, sans utilisation excessive des freins.

Cette recommandation est importante en cas de masse avion élevée et/ou de terrain en altitude.

Cependant, en cas d'urgence, l'arrêt de l'avion en toute sécurité prime sur les considérations d'usure ou d'échauffement des freins.

PF FREINS Appliqués

FREINAGE NORMAL AVEC AUTOBRAKE :

Surveiller l'efficacité du freinage et, si nécessaire, ne pas hésiter à reprendre le freinage aux pieds;

Si le voyant AUTOBRAKE s'allume, l'OMN annonce "AUTOBRAKE" ; utiliser le freinage manuel.

Lorsque l'état de la piste et la distance restante le permettent, appliquer une pression sur les pédales de freins pour désactiver le freinage automatique. Vérifier que le voyant AUTOBRAKE s'allume, et que le sélecteur passe sur DISARM. Utiliser le freinage normal.

- M VOYANT GRD IDLE Vérifié
- . allumé cinq secondes environ après le toucher des roues.

Juste avant de dégager la piste :

- C BODY GR STEERING ARM
- . lorsque la vitesse de roulage est atteinte.

Lorsque les conditions le permettent :

- M AUTOBRAKE OFF

ATTENTION : L'utilisation du freinage autobrake ou sans autobrake, sans l'aide des inverseurs, pour un atterrissage à masse élevée sur un terrain en altitude, peut amener les freins à la limite de l'énergie absorbable (risque de fonte des fusibles de roues, 10 à 15mn après l'atterrissage).

FREINAGE SANS AUTOBRAKE :

- . appliquer sur les pédales une pression constante dès le toucher des roues du TP,
- . ne pas tenter de moduler aux pédales la pression hydraulique de freinage.
- . ne pas relâcher complètement les pédales tant que l'avion n'a pas atteint une vitesse normale permettant de dégager la piste.

Pour la recherche d'une distance minimum d'arrêt, appliquer les freins à fond dès le toucher du train avant.

Procédures normales
Phases de vol
DECELERATION A L'ATTERRISSAGE

- PF **AUTOMANETTE**..... **Débrayée**
Débrayer l'automanette au toucher du train principal.
- PF **PILOTE AUTOMATIQUE** **Débrayé**
Débrayer le pilote automatique au toucher du train principal.
- M **SPEED BRAKE**..... **Vérifiés**
L'OMN vérifie que la manette SPEED-BRAKE passe sur UP, ou la positionne manuellement.
- PF **POUSSEE INVERSE**..... **Appliquée**
L'OMN vérifie que les voyants indiquent un fonctionnement normal et que les N1 et EGT sont dans les limites.

ATTENTION

Lorsque les inverseurs ont commencé à se déployer, un atterrissage complet doit être effectué.

Immédiatement au toucher du train principal, tirer les quatre manettes d'inverseurs jusqu'à la position Interlock quelque soit le nombre d'inverseurs utilisables. Lorsque l'OMN annonce « LES QUATRE PASSEES », appliquer la poussée inverse 95% N1.

Dès 80 kt, réduire progressivement la poussée selon les conditions de décélération afin d'obtenir 60% N1 vers 60 kt, le N1 ralenti vers 50 kt. Si nécessaire, la poussée inverse maximum peut être appliquée jusqu'à l'arrêt; dans ce cas, une surveillance particulière des paramètres moteurs doit être effectuée à basses vitesses.

Si un GTR ne passe pas en inversion de poussée, l'OMN annonce: "le X NE PASSE PAS".

Laisser les 4 manettes d'inversion de poussée en position Interlock.

L'OMN annoncera les inverseurs symétriques utilisables

"LES INTERIEURS" ou "LES EXTERIEURS" seulement si un Briefing préalable à été effectué (cas de panne).

Si la sécurité l'exige, notamment en cas d'atterrissage sur piste contaminée, le PF peut appliquer la poussée inverse sur les GTR symétriques après avoir demandé lesquels sont disponibles.

Le PNF annonce les vitesses indiquées de 10 kt en 10 kt afin d'assister le PF dans la gestion de la poussée inverse en insistant sur 80kt, 60kt, 30kt.

L'OMN surveille les paramètres GTR et annonce toute approche des limitations, dans ce cas le PF ramène légèrement les 4 manettes d'inversion vers l'avant.

- M **FREINS**..... **Vérifiés**
L'OMN vérifie que la pression des freins est dans l'arc vert, que les voyants "ANTI-SKID" et "AUTOBRAKE" sont éteints.
(continuer page suivante)

Procédures normales
Phases de vol
DECELERATION A L'ATERRISSAGE

PF **FREINAGE** **Vérifié**

*Si le voyant "AUTOBRAKE" s'allume, freiner aux pieds.
Lorsque la vitesse de roulage est atteinte, débrayer le système
Autobrake.
Vérifier l'allumage du voyant "AUTOBRAKE".*

C **BODY GEAR STEERING** **ARM**

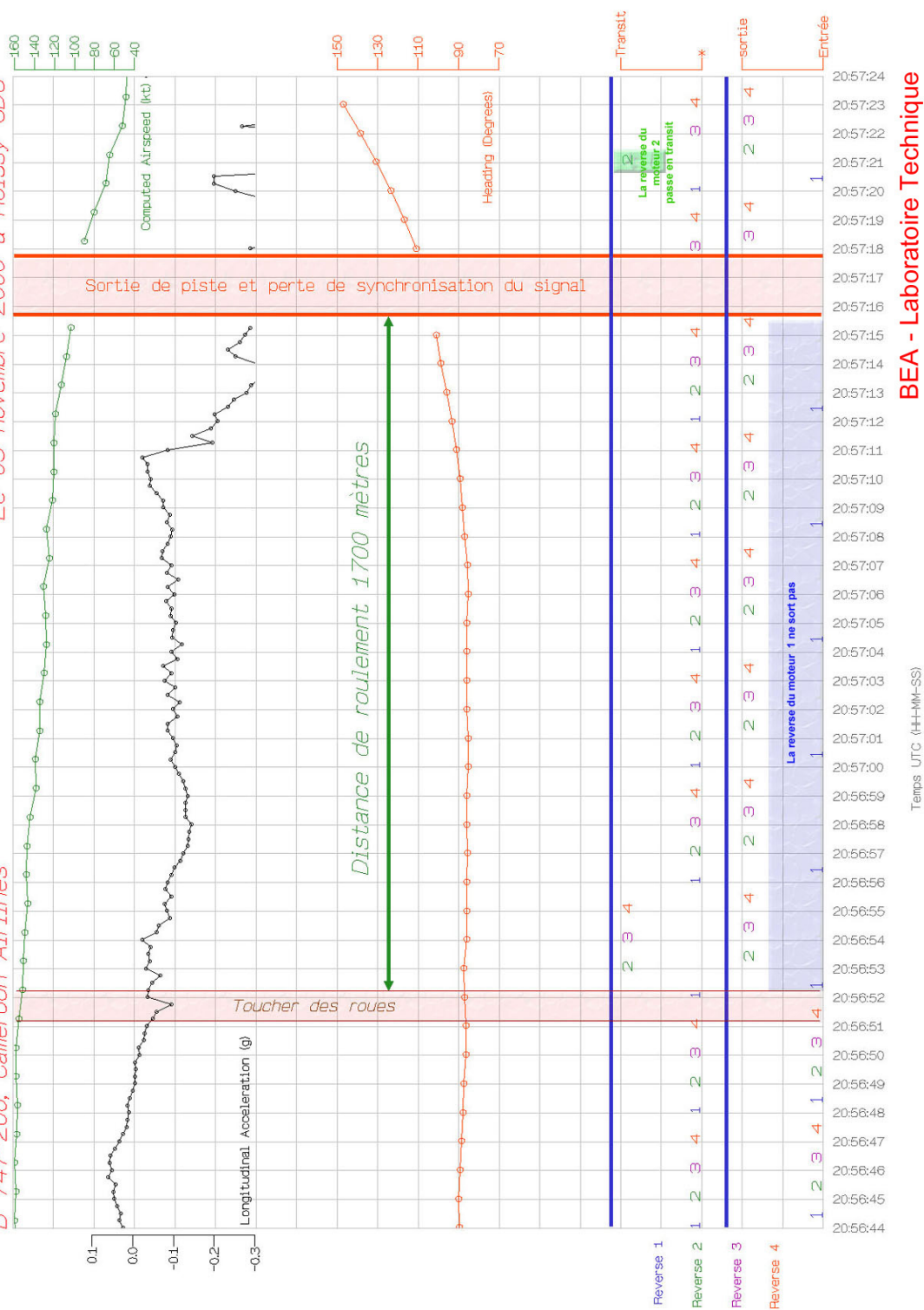
*Après l'annonce "30kt", le CDB annonce "BODY GEAR
STEERING" puis place l'interrupteur Body Gear Steering (P5) sur
ARM.
L'OMN contrôle l'action.*



TJ-CAB

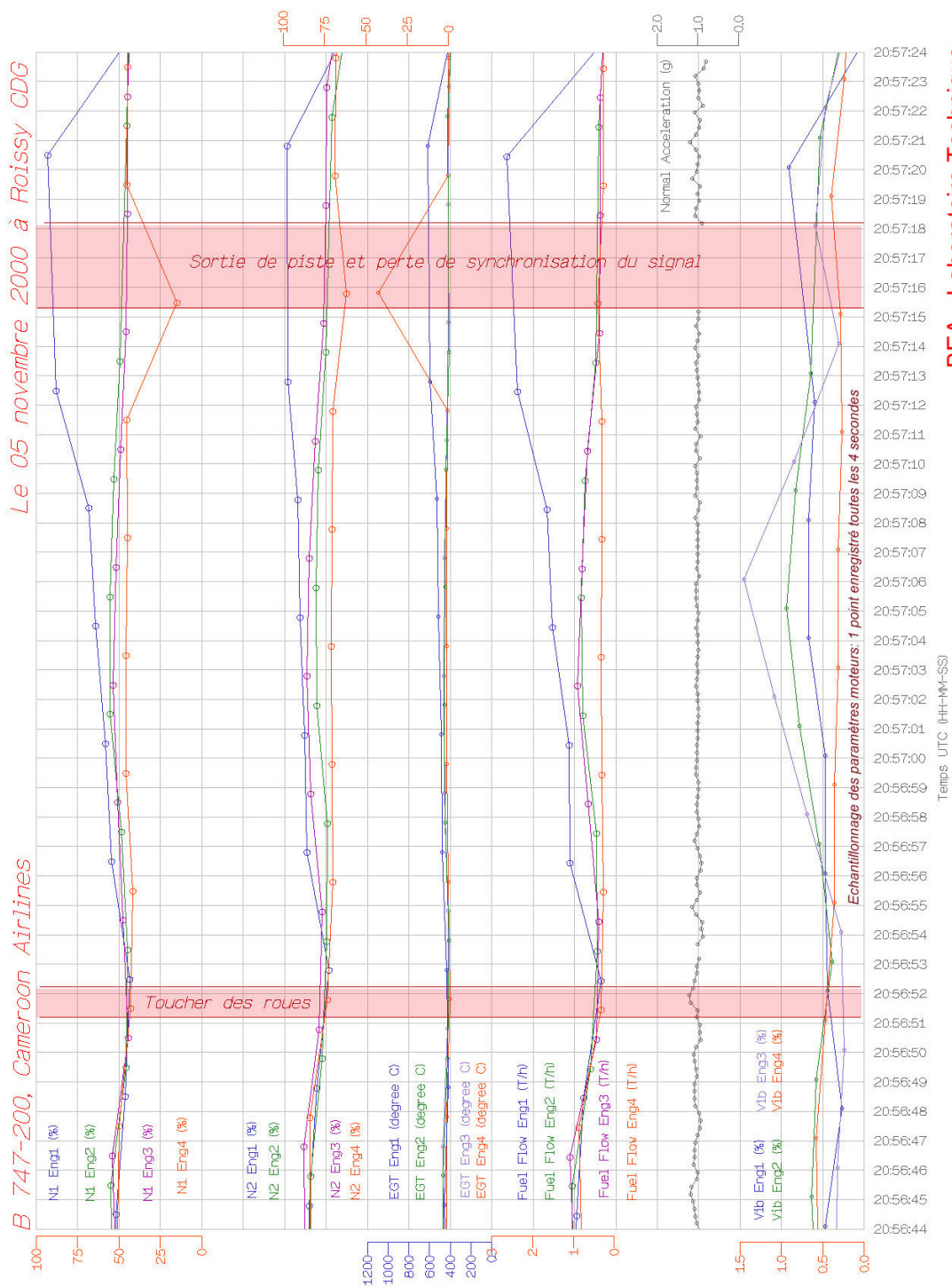
B 747-200, Cameroon Airlines

Le 05 novembre 2000 à Roissy CDG



BEA - Laboratoire Technique

TJ-CAB



BEA - Laboratoire Technique

B747 AIR FRANCE DT-NT	Livret Check-lists Secours	C/L AR 07 OCT 99
------------------------------------	---	--------------------------------

EVACUATION PASSAGERS

C	PARKING BRAKE.....	Serré
C	MANETTES DE DEMARRAGE.....	CUTOFF
C	PNC.....	Prévenu
P	ATC.....	Informé
M	BATTERY et STANDBY POWER.....	Alimentés
M	OUTFLOW VALVES.....	Vérifiées ouvertes et annoncées
M	COUPE-FEU GTR et APU.....	Tirés
M	POUSSOIR BTL GTR et APU.....	DISCHARGE
C	EVACUATION	

➤ **NECESSAIRE**

C	EVACUATION PASSAGERS.....	Annoncée
C	EVACUATION.....	Déclenchée

➤ **NON REQUISE**

C	' Mesdames, Messieurs, ici le Commandant,.....(Ladies and Gentlemen, here is your Captain	Annoncée
---	---	----------

Si les conditions le permettent,tirer le disjoncteur VOICE REC (P7).

