

REPUBLIQUE DU CONGO



MINISTERE DES TRANSPORTS, DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA MARINE MARCHANDE
BUREAU DES ENQUETES ET DES ACCIDENTS D'AVIATION

RAPPORT FINAL

Enquête :

BEA-03-2023

Type d'exploitation :

Transport aérien commercial - passager

Incident survenu le **17 décembre 2023**
à **Brazzaville**
à l'aéronef **Boeing B737-36N**
immatriculé **TN-AKC**
exploité par **Africa Airlines**

TABLE DES MATIERES

I.1	DÉROULEMENT DU VOL.....	3
I.2	DOMMAGES À L'AÉRONEF.....	6
I.2.1	ROUE N°02 DU TRAIN D'ATERRISSAGE PRINCIPAL GAUCHE	6
I.2.1	ROULEMENT ET JOINT DE GRAISSE EXTERIEUR.....	7
I.2.2	AUTRES COMPOSANTS DE LA ROUE N°02.....	9
I.2.3	BLOC DE FREIN N°02	10
I.3	RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL.....	10
I.3.1	ÉQUIPAGE DE CONDUITE	10
I.4	RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRONEF	11
I.4.1	CELLULE	11
I.4.2	TRAINS D'ATERRISSAGE PRINCIPAUX.....	12
I.4.3	ROUES DES TRAINS D'ATERRISSAGE PRINCIPAUX	12
I.4.4	MASSE ET CENTRAGE	13
I.4.5	SUIVI DES OPERATIONS DE MAINTENANCE	13
I.5	CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	14
I.6	AIDES À LA NAVIGATION.....	14
I.7	TÉLÉCOMMUNICATIONS.....	14
I.8	RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRODROME.....	14
I.9	ENREGISTREURS DE BORD	14
I.10	RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT	14
I.11	RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX ET PATHOLOGIQUES.....	15
I.12	INCENDIE	15
I.13	QUESTIONS RELATIVES À LA SURVIE DES OCCUPANTS	15
I.14	ESSAIS ET RECHERCHES	15
I.15	RENSEIGNEMENTS SUR LES ORGANISMES	19
I.15.1	AFRICA AIRLINES	19
I.16	TECHNIQUE D'ENQUÊTE UTILISÉE	19
II.	ANALYSE	20
III.	CONCLUSIONS	23
3.1	FAITS ÉTABLIS PAR L'ENQUÊTE.....	23
3.2	CAUSES ET FACTEURS CONTRIBUTIFS.....	24
3.2.1	CAUSE PRINCIPALE.....	24
3.2.2	FACTEURS CONTRIBUTIFS	24
IV.	RECOMMANDATIONS DE SECURITE	25

GLOSSAIRE

ANAC	Agence nationale de l'aviation civile
AERCO	Aéroports du Congo
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CVR	Enregistreur de conversations de poste de pilotage
FAA	Fédéral Aviation Administration
FCBB	Aéroport Maya Maya
FCPP	Aéroport Agostinho Neto
FDR	Enregistreur de données de vol
FL	Niveau de vol (Flight Level)
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
m	Mètre(s)
mm	Millimètre(s)
NTSB	Bureau national de la sécurité des transports
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PF	Pilot flying / Pilote aux commandes
PM/PNF	Pilot monitoring / Pilote non aux commandes - Pilote surveillant
QAR	Quick Access Recorder
QNH	Calage altimétrique faisant indiquer, au sol, l'altitude de l'aérodrome (calage altimétrique pour indiquer l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer)
SACAA	
UTC	Temps Universel Coordonné

SYNOPSIS

Aéronef	Boeing B737-36N, TN-AKC, MSN 28 560
Date et heure	17 décembre 2023 à 14h09 (UTC)
Exploitant	Africa Airlines
Lieu	Aéroport Maya Maya, Brazzaville, au décollage de la piste 23
Nature du vol	Transport aérien commercial - passagers
Personnes à bord	02 personnel navigant technique (PNT), 03 personnel navigant commercial, 54 passagers (dont 1 enfant et 2 bébés)
Conséquences et dommages	Détachement de la roue n°02 du train principal gauche et endommagement du bloc de frein associé et du roulement extérieur (Outboard)

ORGANISATION DE L'ENQUETE

Le Bureau des enquêtes et des accidents d'aviation (BEA) a ouvert une enquête de sécurité n°BEA-03-2023 sur l'incident survenu le 17 décembre 2023, vers 14 h 10 UTC, impliquant l'aéronef de type Boeing 737-36N, immatriculé TN-AKC, au décollage, lors du vol AAT108 reliant les aéroports Maya-Maya (FCBB) de Brazzaville et Agostinho Neto (FCPP) de Pointe Noire.

Cette enquête a été ouverte conformément à l'annexe 13 de la Convention relative à l'aviation civile internationale et aux dispositions pertinentes du code de l'aviation civile.

Les organismes suivants ont pris part à cette enquête :

- Bureau national de la sécurité des transports (NTSB) des États Unis d'Amérique, les États Unis d'Amérique étant l'Etat de conception et de construction de l'aéronef,
- Département d'enquête de l'Autorité de l'Aviation Civile d'Afrique du Sud (SACAA), l'Afrique du Sud étant l'Etat des organismes de maintenance ayant réalisé les dernières visites de l'aéronef et de ses roues.
- Fédéral Aviation Administration (FAA), autorité de certification de l'aéronef
- Boeing, constructeur de l'aéronef,
- Timken, fabricant des roulements des roues.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

I.1 Déroulement du vol

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des entretiens avec le personnel d'exploitation, des enregistrements de radiocommunications entre l'aéronef, l'approche BZV et les tours de contrôle FCBB et FCPP ainsi que des enregistrements collectés sur site.

Le 17 décembre 2023, l'aéronef Boeing 737-36N (immatriculé TN-AKC, numéro de série 28560) exploité par Africa Airlines, effectuait le vol AAT108 entre les aéroports Maya-Maya (FCBB) et Agostinho Neto (FCPP), avec à son bord 54 passagers et 5 membres d'équipage.

Le commandant de bord était le pilote aux commandes (PF) et le premier officier était le pilote surveillant (PM/PNF).

A 13 h 54 min 25, l'équipage établit le premier contact avec la tour de contrôle de FCBB sur la fréquence 118,7 Mhz.

A 13 h 57 min 13, l'équipage est autorisé par le contrôleur à effectuer le refoulement de l'aéronef (« push back ») pour un décollage sur la piste 23. Les conditions météorologiques sur la piste 23 étaient les suivantes: « WIND 280°/03KTS 24/22 QNH1008».

A 14 h 03 min 56, les instructions suivantes sont données à l'équipage par le contrôleur : « le vol FCBB-FCPP est autorisé en passant par le point VORAX pour un niveau vol en palier de FL 280 ; après le décollage, maintenir le cap de la piste jusqu'à 2500 pieds et ensuite tourner à droite ».

A 14 h 10 min 10, l'équipage reçoit l'autorisation de décollage. La direction du vent et sa vitesse étaient respectivement de 230 degré et 04 nœuds.

A 14 h 11 min 18, le contrôleur est informé du détachement en vol et de la chute d'une des roues du TN-AKC par un agent du service de sécurité incendie. Le contrôleur le signale à l'équipage qui décide, à 14 h 13 min 16, de poursuivre son vol à destination de FCPP.

A 14 h 14 min 30, l'équipage demande à arrêter sa montée au FL 240. Le contrôleur en réponse, demande à AAT108 de monter au FL 240 et de contacter l'Approche de Brazzaville sur la fréquence 121.1 Mhz.

A 14 h 18 min, l'équipage contacte l'Approche de Brazzaville, l'indique avoir dépassé le FL 140 et poursuivre sa montée jusqu'au FL 240.

Le contrôleur demande à l'équipage de monter jusqu'au FL 280 et de le recontacter une fois le point VORAX atteint.

L'équipage réitère sa demande d'arrêter sa montée au FL 240 et le contrôleur l'y autorise.

A 14 h 23 min 12 , avec l'autorisation du contrôleur, pour des raisons de météo, l'équipage dévie de son cap de 30 degré.

Les données du vol AAT108 indiquent que l'aéronef, stabilisé à FL 240, a amorcé une descente à partir de 14 h 23 min 15.

A 14 h 25 min 50, l'AAT108 est au niveau FL 148 et l'équipage demande à descendre au FL 100.

A 14 h 25 min 59, l'autorisation est accordée par le contrôleur qui demande à être recontacter une fois le point VORAX atteint.

A 14 h 26 min 56, le contrôleur demande des précisions sur les raisons de sa descente au FL 100.

A la question de connaître si cette descente au FL 100 est liée à la météo, l'équipage indique au contrôleur, à 14 h 27 min 46, qu'il a un problème de pressurisation.

Le parebrise L1 du cockpit s'est fissuré en plein vol .

A 14 H 28 min 19 , AAT108 est stabilisé au FL100 et à 14 H 30 min 54, l'équipage informe le contrôleur avoir traversé le nord du point VORAX.

Pour la suite du vol, le contrôleur demande à l'équipage de contacter la tour de contrôle de Pointe Noire sur la fréquence 124.3 MHz.

A 14 h 32 min, l'équipage contacte la tour de contrôle de Pointe Noire et l'indique sa position. Le contrôleur précise que l'atterrissage se ferait sur la piste 17 et renseigne sur les conditions météorologiques « wind 190°/08kt, visibility 07 km, SCT 1000ft, BKN 2000ft, Few CB 2800ft, T27 DP24, QNH1007, CB N, NE, AND SW, RETS, TREND NOSIG ».

L'équipage confirme au contrôleur opter pour une approche au moyen du système d'atterrissage aux instruments (ILS) et demande une assistance à l'arrivée.

Le contrôleur l'informe de la disponibilité des pompiers.

Précédemment informé par la tour de contrôle de Brazzaville de l'incident survenu au décollage de FCBB et que la recherche et l'identification de l'élément détaché du TN-AKC était en cours, le contrôle de la tour de FCPP recommande à l'équipage

d'effectuer un survol de l'aérodrome sans y atterrir (« low pass ») à l'effet de vérifier et confirmer si le problème se situe au niveau de la roue.

L'équipage indique qu'en fonction de la météo sur la piste 17 un low pass sera effectué pour qu'une confirmation soit faite.

A 14 h 48 min, l'équipage confirme son intention d'effectuer un survol de la piste à une altitude de 2000 pieds, de virer ensuite à droite pour rejoindre la branche vent arrière du circuit à droite de la piste 17, puis s'aligner pour un atterrissage ILS.

Le survol à basse altitude est autorisé par le contrôleur en indiquant que la direction du vent est de 140° et la vitesse de 07 nœuds.

A 14 h 55 min, après son survol, le contrôleur confirme à l'équipage l'absence d'une roue du train principal gauche.

A 15 h 02 min, le contrôleur autorise l'atterrissage sur la piste 17 et indique que la direction du vent est de 140° et la vitesse de 17 nœuds.

A 15 h 05 min, l'aéronef a atterri sans incident. Aucun mort, ni de blessé n'a été enregistré.

L'inspection au sol du TN-AKC révèle que la roue détachée au décollage est la roue n°02 du train d'atterrissage principal gauche.

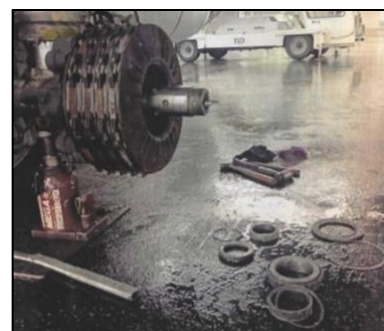


Fig. 1 Bloc de frein gauche et autres composants de l'ensemble roue à l'atterrissage (aéroport FCPP)

La roue détachée a été retrouvée à 16h06 dans la zone aéroportuaire de FCBB.

Après s'être détaché du TN-AKC au décollage, la roue a terminé sa course en percutant le mur de clôture de l'aéroport Maya Maya entraînant une brèche.



Fig. 2 Localisation de la roue n°02 du train d'atterrissage principal gauche détachée au décollage

I.2 Dommages à l'aéronef

I.2.1 Roue n°02 du train d'atterrissage principal gauche

La roue n°02 détachée du train d'atterrissage principal gauche est de type Honeywell.

Sur la partie intérieure, on relève des marques de frottements sur le moyeu et les clavettes d'entraînement des rotors de frein.

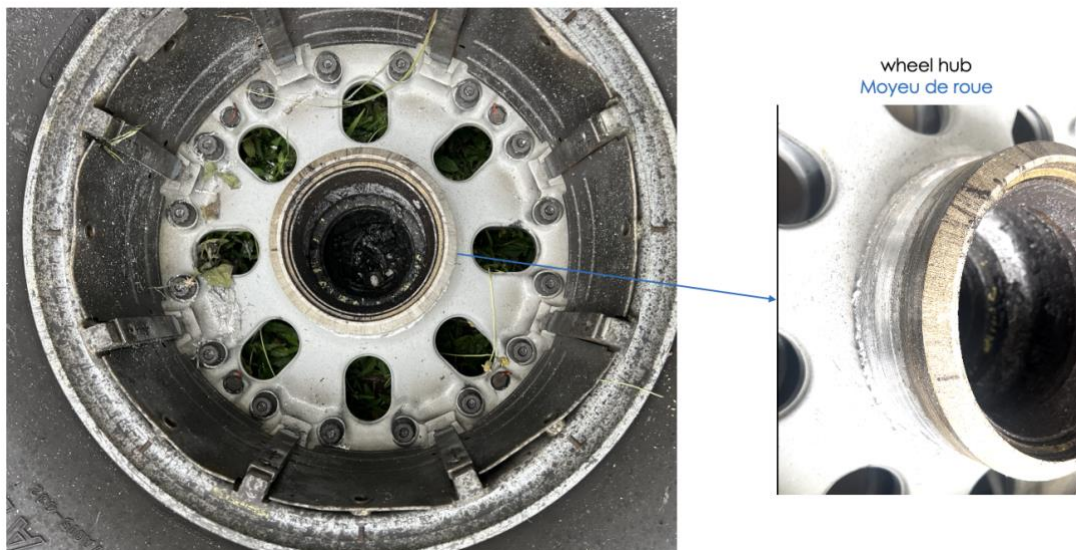


Fig. 3 Vue d'ensemble de roue n°02 – côté intérieur

Le pneu de la roue n°02 est de type Goodyear (P/N 419K62T2).

La roue n°02 se trouvait dans les limites de service prescrites par les constructeurs.

La partie extérieure de la roue ne présente aucun dommage apparent. Le capuchon de moyeu de roue est resté attaché à la roue après l'événement et ne présente aucun dommage.



Fig. 3 Vue d'ensemble de la roue n°02 – côté extérieur

Les rouleaux, les fragments du joint de graisse et de la cage du roulement extérieur ont été retrouvés dans le moyeu de roue.

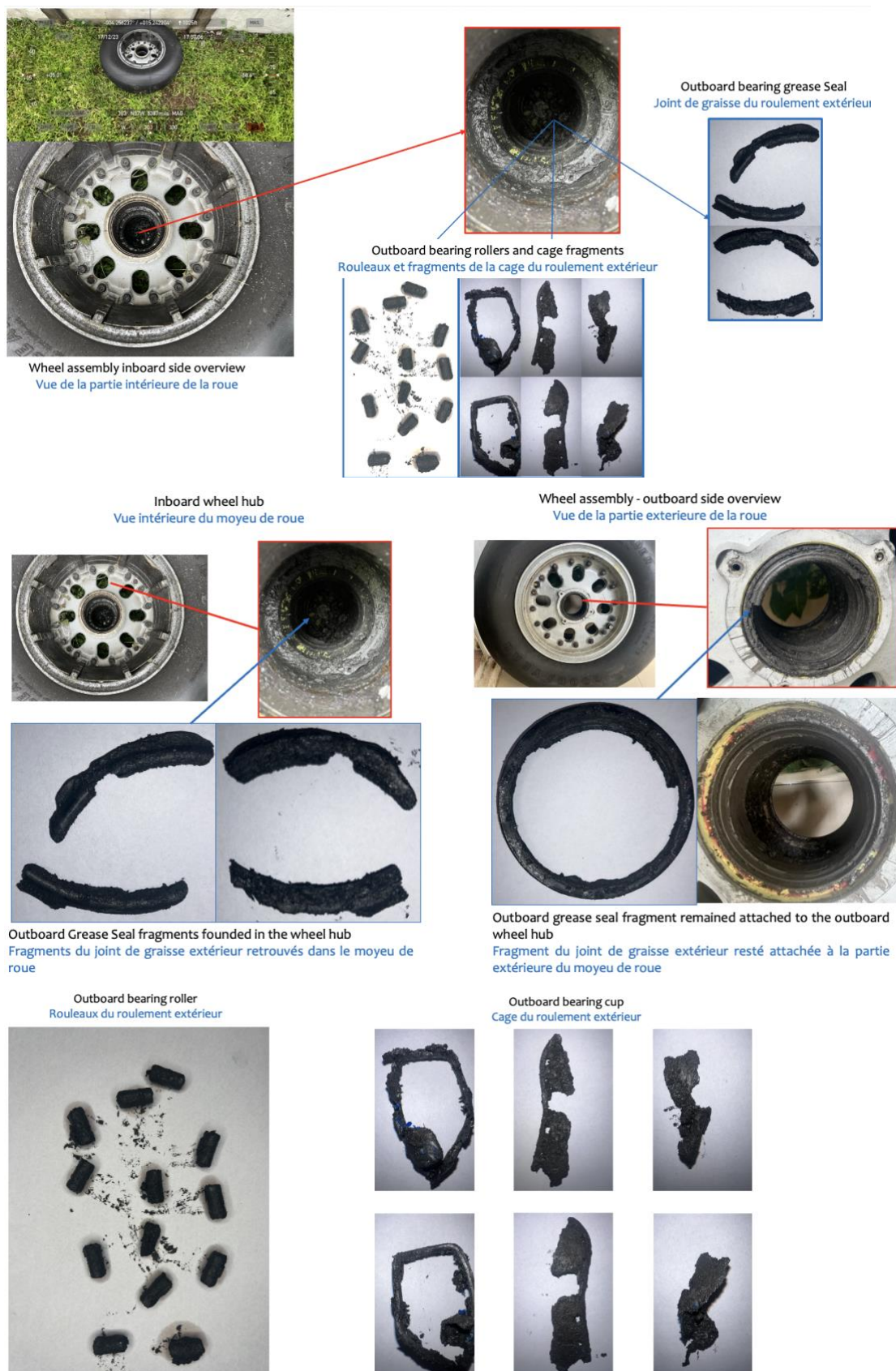


Fig. 4 Rouleaux, fragments de Joint de graisse et de la cage du roulement extérieur

Le cône et une partie de la cage du roulement extérieur de la roue n°02 ont été retrouvés attachés à l'axe de roue du train principal gauche.

Outboard Bearing cone and cage fragment
Cône et fragment de la cage du roulement extérieur



Outboard Bearing cone
Cône du roulement extérieur



Fragment of the outboard Bearing cage
Fragment de la cage du roulement extérieur



Fig. 6 Cône et fragment de cage du roulement extérieur

I.2.2 Autres composants de la roue n°02

Le roulement intérieur, le joint de graisse intérieur, les deux (02) circlips sont restés attachés à l'axe de roue du train principal gauche. (figures 1 et 7)

Retaining ring, Inboard grease seal, washer, axle nut, clip
Joint de graisse, rondelle, écrou, circlips



Inboard grease seal
Joint de graisse intérieur



Inboard bearing
Roulement intérieur



Fig. 7 Circlips, rondelle, écrou, joint de graisse et roulement intérieur

I.2.3 Bloc de frein n°02

Le bloc de frein n°02 du train d'atterrissage principal gauche a été endommagé et son examen révèle des marques de frottement sur le support de frein.

Les disques stator et rotor du bloc de frein présentent des dommages visibles.

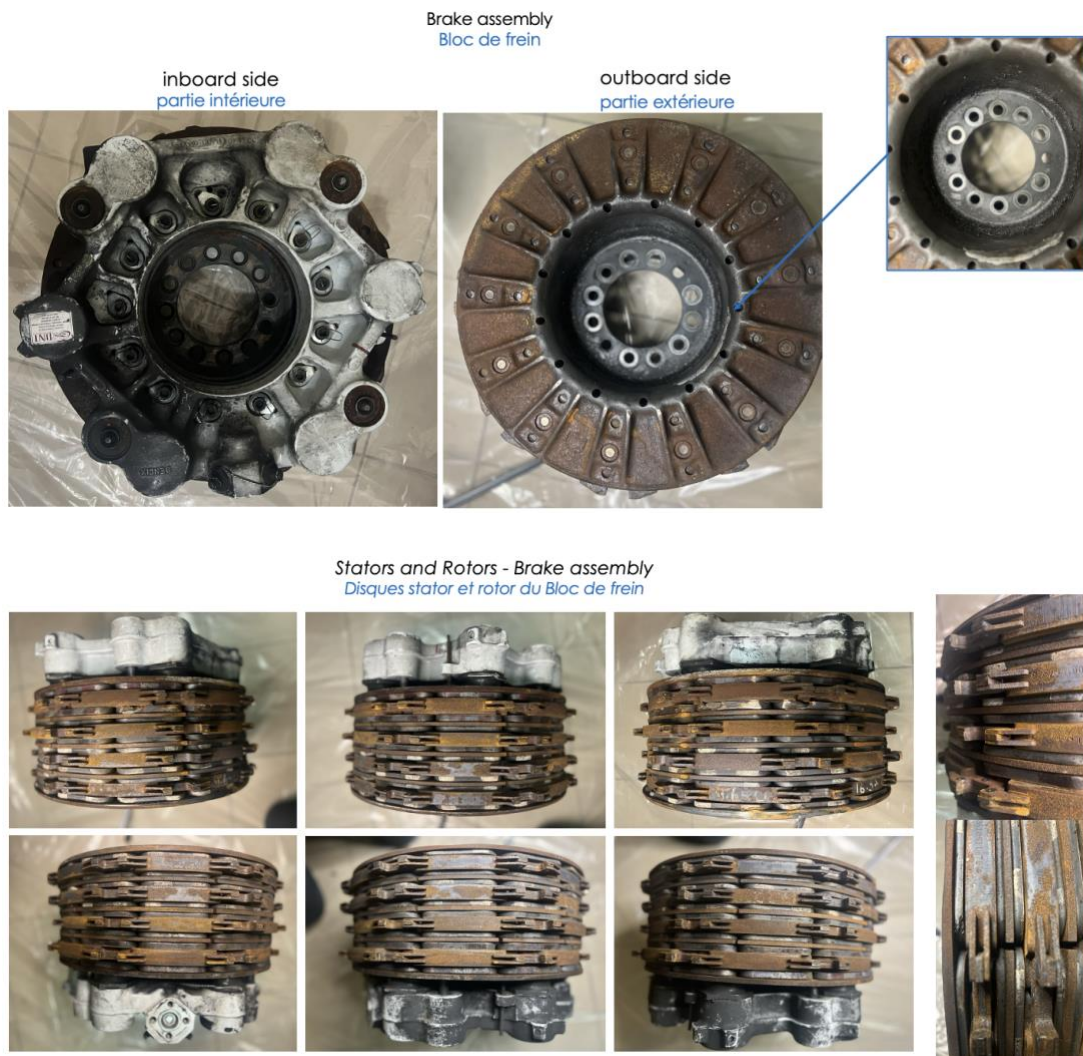


Fig. 8 Bloc de frein n°02

I.3 Renseignements sur le personnel

I.3.1 Équipage de conduite

Les dossiers examinés indiquent que l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

I.3.1.1 Commandant de bord

Homme, 52 ans, de nationalité marocaine.

- Licence, ATPL n°393(A) du 13 mars 2013 délivrée par la direction générale de l'aviation civile du Maroc;

- Autorisation de vol n°02472/ANAC/DSA/SPAA du 15 décembre 2023 valide jusqu'au 19 décembre 2023 ;
- Qualification de type B737-300/900 ;
- Qualification de vol aux instruments valide jusqu'au 30 avril 2024 ;
- Dernière visite d'aptitude médicale de classe 1 effectuée le 02 mars 2023 et valide jusqu'au 31 mars 2024 ;
- Compétence linguistique en langue anglaise de niveau 4 valide jusqu'au 25 janvier 2025.
- Expérience :
 - ✓ totale : 11426,16 heures de vol, dont 3 773,28 en qualité de commandant de bord
 - ✓ sur type : 10545,19 heures de vol, dont 2907,11 en qualité de commandant de bord
 - ✓ dans les 3 derniers mois : 76,21 heures de vol
 - ✓ dans les 7 derniers jours: 15,15 heures de vol

1.3.1.2 Co-pilote

Homme, 36 ans, de nationalité tunisienne.

- Licence, CPL(A) n°1177(A) du 22 mars 2023, valide jusqu'au 10 mars 2027, délivrée par la direction générale de l'aviation civile de Tunisie;
- Qualification de type B737-300/800 ;
- Qualification de vol aux instruments valide jusqu'au 21 juillet 2024 ;
- Dernière visite d'aptitude médicale de classe 1 effectuée le 25 septembre 2023 et valable jusqu'au 30 septembre 2024 ;
- Compétence linguistique en langue anglaise de niveau 4 valide jusqu'au 31 mai 2026.
- Expérience :
 - ✓ totale : 797,46 heures de vol
 - ✓ sur type : 592,30 heures de vol
 - ✓ dans les 3 derniers mois : 141,50 heures de vol
 - ✓ dans les 7 derniers jours: 17,27 heures de vol

1.4 Renseignements sur l'aéronef

Construit en mai 1997, le Boeing 737-36N, MSN 28 560 a été inscrit le 05 août 2020 sur le registre d'immatriculation congolais, sous l'immatriculation TN-AKC.

1.4.1 Cellule

Constructeur	BOEING AIRCRAFT COMPANY
Type	B737-36N
Numéro de série	28 560
Immatriculation	TN-AKC (certificat d'immatriculation n°00266)
Mise en service	11/05/1997

Certificat de navigabilité	n°01/2021 du 26 janvier 2021 délivré par l'ANAC valide jusqu'au 14 novembre 2024
Nombre total d'heures et de cycles depuis construction	46 697 heures de vol et 31 485 cycles
Nombre total d'heures et cycles lors de la dernière révision générale (C check ; 09/10/2023)	46 605 heures de vol et 31 365 cycles
Utilisation depuis la dernière révision générale	92 heures de vol et 120 cycles

La dernière grande visite de maintenance (type C) du TN-AKC (CRS WP1009 & WO 19/07/2022) a été réalisée du 21 janvier 2023 au 09 octobre 2023, à Bonaero Park (Afrique du Sud) par Jet Center Aircraft Maintenance.

1.4.2 Trains d'atterrissage principaux

Position	Gauche	Droite
Constructeur	Boeing	Boeing
Type	██████████127	██████████128
Numéro de série	MC05371P2693	MC05372P2693
Date d'installation	30/05/2015	30/05/2015
Dernière révision générale	30/05/2015 par HML Aviation Services	30/05/2015 par HML Aviation Services

1.4.3 Roues des trains d'atterrissage principaux

Les roues des trains d'atterrissage principaux sont montées sur l'axe et retenues en place par une rondelle et un écrou de roue fixé par des boulons de verrouillage.

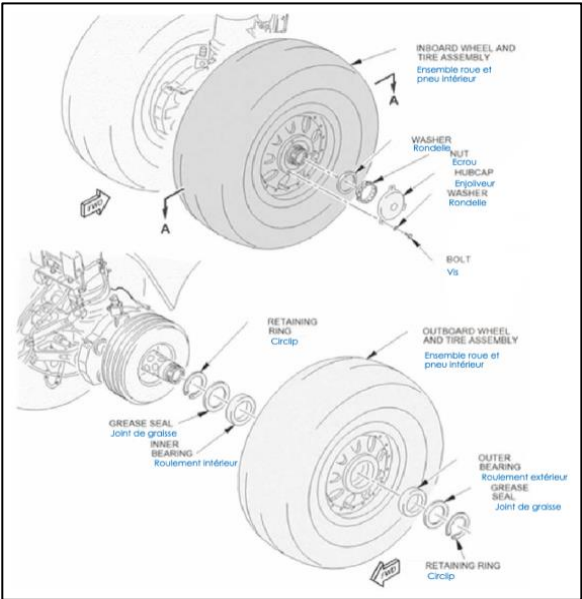


Fig. 9 Ensemble roue-pneu

Les roues sont composées de deux parties, une moitié intérieure supportant le bloc de frein et une moitié extérieure. Elles tournent sur deux roulements intérieur et extérieur à rouleaux coniques.

Le chemin de roulement est un ajustement serré à l'intérieur du moyeu et la cage, un ajustement coulissant sur la fusée d'essieu. Les rouleaux roulent sur des rails dans le chemin de roulement et la cage.

Les roulements intérieur et extérieur sont équipés de joints de graisse maintenus par des circlips dans les rainures du moyeu de roue.

Les roues installées sur les trains principaux étaient de type Honeywell.

Train principal	Position	P/N	S/N
gauche	Roue n°01 (gauche)	2606671-2	B3345
	Roue n°02 (droite)	2606671-2	B4202
droit	Roue n°03 (gauche)	2606671-2	B12600
	Roue n°04 (droite)	2609801-1	B0976

Au cours de la visite de type C du TN-AKC, réalisée par Jet Center Aircraft Maintenance en Afrique du Sud, les roues des trains d'atterrissage principaux ont été réparées par BNT International (non-routine works 31815, 31817, 31819 et 31821).

Les enregistrements des travaux de réparation réalisés sur ses roues, non disponibles chez l'exploitant, ont été collectés auprès de BNT International par le truchement de la SACAA.

Les dossiers de maintenance fournis n'ont pas mis en évidence de défauts liés aux roulements ou aux roues ayant donné lieu à des interventions entre la remise en service après la visite C et la survenue de l'événement.

1.4.4 Masse et centrage

Lors de l'événement, la masse et le centrage du TN-AKC étaient dans les limites définies par le constructeur.

1.4.5 Suivi des opérations de maintenance

La gestion du maintien de navigabilité et l'entretien de l'aéronef TN-AKC sont décrites dans le manuel des spécifications de maintenance de l'exploitant et le programme d'entretien approuvés par l'ANAC.

Le programme d'entretien du TN-AKC était à jour des documents constructeur.

L'organisme de maintenance Africa Airlines (AAT) agréé par l'ANAC sous le certificat n°CG-OMA-028, valide jusqu'au 28 novembre 2025, assure la maintenance en ligne du TN-AKC.

Les visites de maintenance en base sont sous-traitées à l'organisme de maintenance sud-africain « Jet Center Aircraft Maintenance (agrément n°1235 du 25 octobre 2022) », agréé par l'ANAC sous le certificat d'acceptation CG-OMA-029.

1.5 Conditions météorologiques

Sans objet.

1.6 Aides à la navigation

Il n'y avait aucune indication de pannes des aides à la navigation au cours du vol AAT108.

1.7 Télécommunications

Les communications et les services de contrôle de la circulation aérienne fournis par l'ASECNA étaient clairs et sans équivoque pendant le vol. Aucune difficulté technique n'a été relevée.

Les enregistrements du contrôle de la circulation aérienne (ATC) concernés ont été récupérés aux fins d'examen.

1.8 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome international Maya-Maya de Brazzaville est doté d'une (01) piste en béton bitumineux (23/05) mesurant 3 300 mètres de longueur et 45 mètres de largeur.

L'élévation de l'aéroport est de 321 mètres. L'altitude minimum de sécurité est de 320,61m / 1051,9 ft (pieds).

Les coordonnées géographiques WGS84 du point de référence de l'aérodrome sont Lat. 04°14'22.66" S – Long. 15°15'52.05" E .

1.9 Enregistreurs de bord

L'aéronef était équipé de deux (02) enregistreurs de bord (FDR et CVR) conformément à la réglementation en vigueur.

Les données enregistrées n'ont pas été téléchargées, considérées non pertinentes pour déterminer les causes sous-jacentes et les facteurs contributifs de l'évènement.

1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Il n'y a pas d'épave. Les renseignements sur l'impact figurent dans la section 1.2 – Dommages à l'aéronef.

1.11 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.12 Incendie

Aucune trace d'incendie avant ou après l'événement n'a été relevée.

1.13 Questions relatives à la survie des occupants

Après l'immobilisation de l'aéronef, les passagers et les membres d'équipage sont sortis indemnes par la porte principale.

1.14 Essais et recherches

Le roulement extérieur (P/N 27690-20629), le joint de graisse extérieur (P/N 2610036), le roulement intérieur (P/N 598-20629), le joint de graisse intérieur (P/N 2606693) et le circlip intérieur (P/N 2606169) ont été analysés au laboratoire métallurgique de Boeing à Huntington Beach (États unis).

L'examen de ses pièces a donné lieu à plusieurs constatations qui complètent la section 1.2 – Dommages à l'aéronef :

a) Roulement intérieur (figure 10)

- la référence du roulement intérieur «598-20629» installé sur le train principal gauche du TN-AKC ne correspond pas au numéro de pièce (596-20629) exigé par le manuel de maintenance des composants (CMM);
- le roulement intérieur ne présente pas de dommages importants et peut être librement tourné à la main ;
- des marques d'usure ont été identifiées sur la cage, du côté intérieur des emplacements des rouleaux;
- aucun dommage apparent n'a été identifié sur la surface de contact du cône lors de l'examen visuel. Une empreinte d'essai de dureté a été identifiée sur la surface intérieure de la nervure.

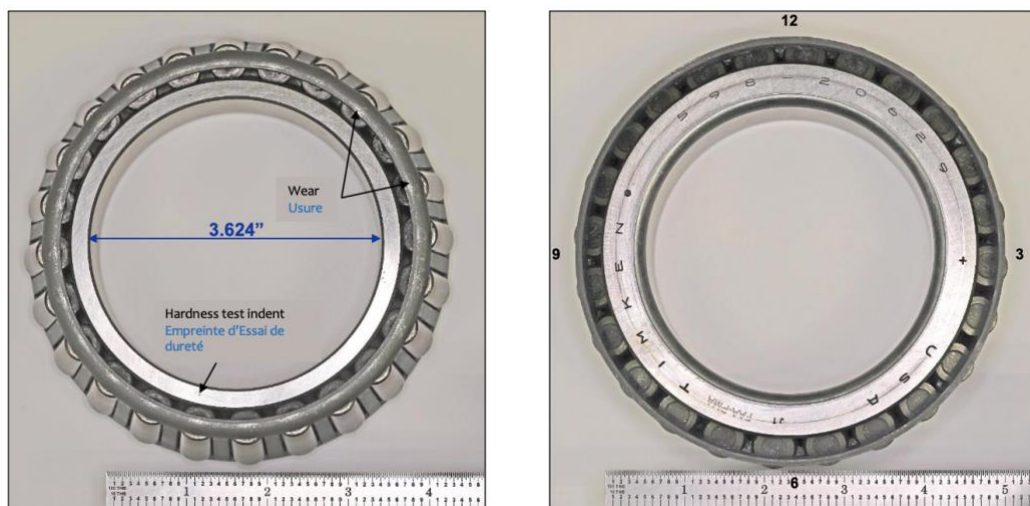


Fig. 10 Roulement intérieur, face avant et arrière (après nettoyage)

b) **Joint de graisse intérieur**
(figure 11)

Aucun dommage significatif n'a été identifié sur le joint de graisse intérieur.



Fig. 11 Joint de graisse du roulement intérieur

c) **Roulement extérieur**
(figures 12 à 16)

- le roulement extérieur a subi des dommages importants ;
- des traces d'oxyde de fer (rouille) ont été identifiées sur le cône du roulement extérieur (figures 12 à 14);
- le cône est décoloré et corrodé à environ 150° le long de la circonférence de la surface de contact et au niveau du diamètre intérieur. La nervure intérieure du cône présente une décoloration dans la même région ainsi que des écailles et des fissures sur le bord extérieur (figures 12 à 14);
- la nervure extérieure du cône est déformée. La face extérieure de la nervure présente des dommages mécaniques et un aplatissement.

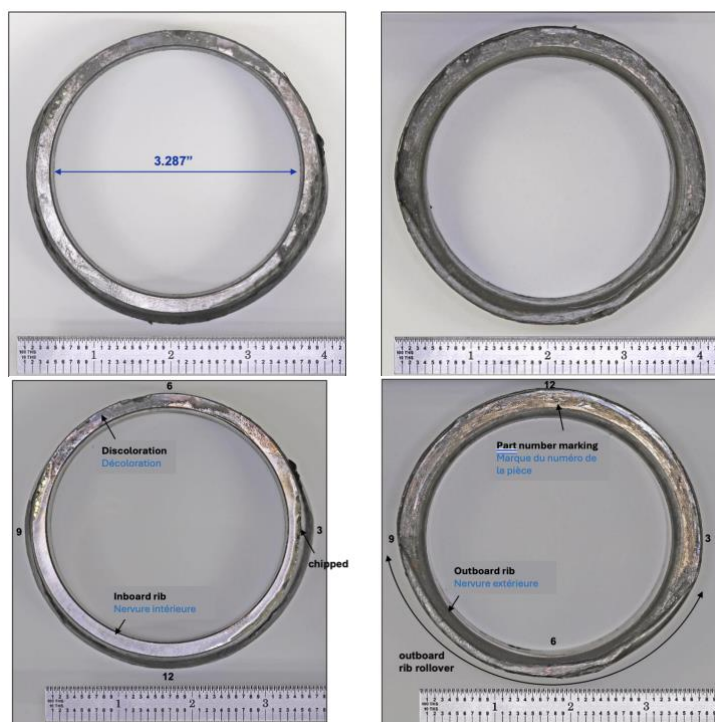


Fig. 12 Cône du roulement extérieur, face avant et arrière



Fig. 13 Cône du roulement extérieur (Diamètre extérieur)



Fig. 14 Cône du roulement intérieur (Diamètre intérieur)

La cage de roulement extérieure s'est pliée et fracturée lors de l'évènement (figure 15).

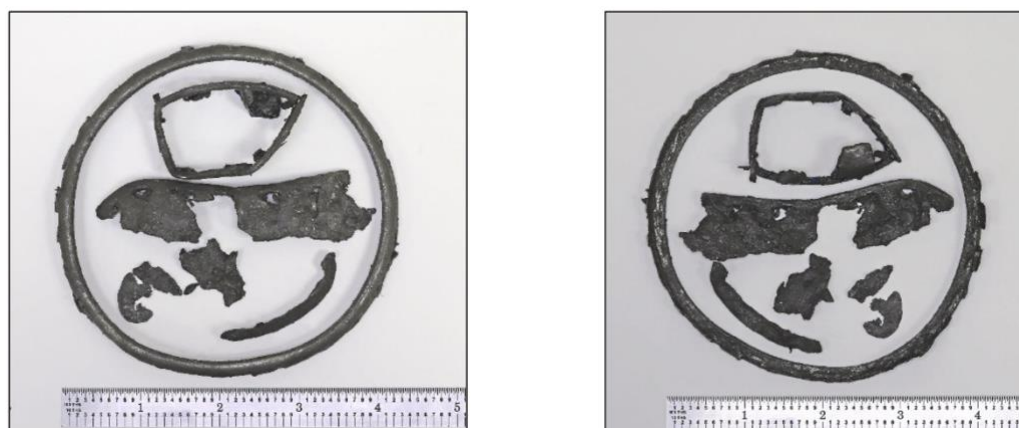


Fig. 15 Fragments de la cage du roulement extérieur

L'inspection visuelle de treize des rouleaux du roulement extérieur a révélé une usure importante et des déformations.

L'un des rouleaux était cassé. Les rouleaux ne présentaient pas de décoloration ou de rouille significative. (figure 16).



Fig. 16 Rouleaux du roulement extérieur

d) **Joint de graisse extérieur**
(figure 17)

Le joint de graisse extérieur s'était fragmenté pendant l'événement.

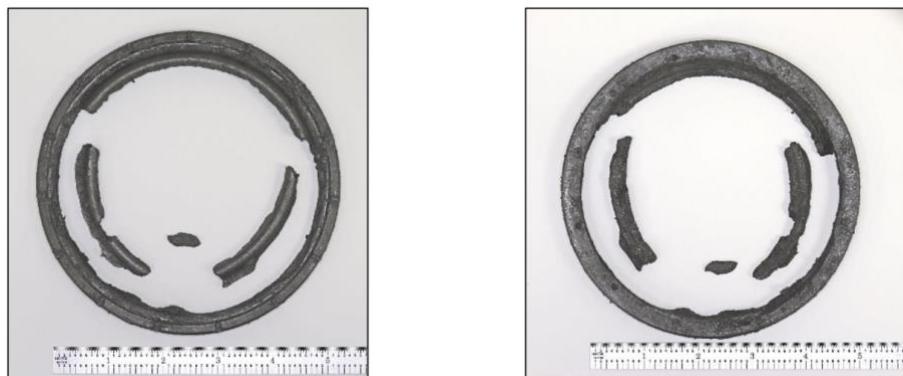


Fig. 17 Joint de graisse du roulement extérieur

e) **Analyse des échantillons de graisse des roulements intérieur et extérieur**

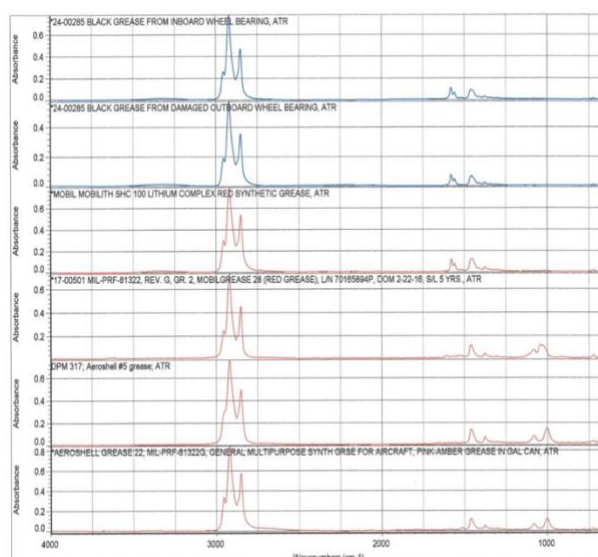


Fig. 18 Spectre FTIR de la graisse des roulements intérieur (A) et extérieur (B) en bleu
Spectre des graisses de référence (C-F) en rouge

A Des échantillons de graisse des roulements intérieur et extérieur ont été prélevés pour une analyse Transformée de Fourier (FTIR) (figure 18).

B Les spectres FTIR (figure 18 A-B) des deux échantillons de graisse étaient similaires et correspondaient à ceux de Mobilith SHC 100 lithium (figure 18 C). Les spectres ne correspondaient pas à ceux des graisses Mobilgrease 28, Aeroshell 5 ou Aeroshell 22 (figure 18 D-F).

1.15 Renseignements sur les organismes

1.15.1 Africa Airlines

La compagnie Africa Airlines est certifiée par l'agence nationale de l'aviation civile du Congo (ANAC) pour le transport commercial des passagers. Son certificat de transporteur aérien (CTA), numéro CG-CTA-008, est valide jusqu'au 08 août 2024.

Elle effectue du transport aérien commercial de passagers en national et dispose de deux aéronefs inscrits sur sa liste de flotte (B737-300 et ATR 72-212A).

1.16 Technique d'enquête utilisée

- Exploitation des communications entre l'aéronef et le contrôle de la circulation aérienne ;

- Interviews du personnel d'exploitation ;
- Examen des documents techniques, opérationnels et administratifs ;
- Examen des équipements/pièces d'aéronef collectés par les enquêteurs.

II. ANALYSE

L'examen des roulements a révélé que le numéro de référence (P/N) du roulement intérieur était non conforme.

Le roulement intérieur de la roue n°02 du train principal gauche portait la référence « 598-20629 » (figures 7 et 10). Pour cette position, le manuel de maintenance du constructeur requiert l'installation d'un roulement référencé « 596-20629 ».

a) Différence entre les roulements référencés « 598-20629 » et « 596-20629 »

Les roulements «598-20629» et «596-20629» sont des roulements à rouleaux coniques fabriqués par Timken.

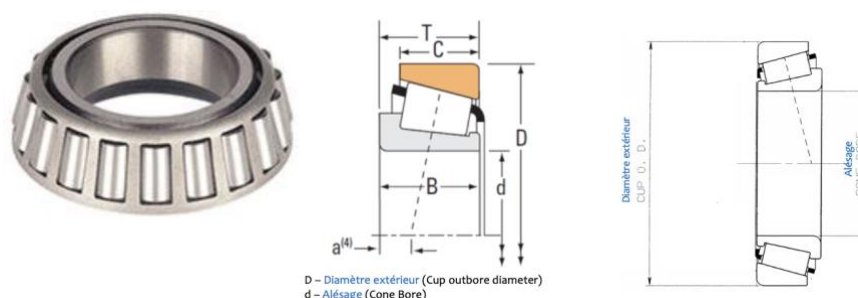


Fig. 19 Schémas d'un roulement à rouleaux coniques

L'alésage du «598-20629» est plus grand que celui du «596-20629» :

- l'alésage nominal du roulement «598-20629» est de **3,6250 pouces (92,075 mm)**;
- l'alésage nominal du roulement «596-20629» est de **3,3750 pouces (85,725 mm)**.

l'alésage mesuré en laboratoire sur le roulement intérieur de la roue n°02 du train principal gauche du TN-AKC était de **3,624 pouces (92,0496 mm)**, ce qui correspond au roulement « 598-20629 ».

Ce type de roulement intérieur, référencé P/N 598-20629, n'est pas compatible avec les roues du Boeing 737, mais il l'est avec celles du Boeing 707.

b) Effet de l'installation d'un roulement intérieur non conforme sur l'axe de roue

Le diamètre extérieur (OD) de l'essieu à l'emplacement prévu pour le montage du roulement intérieur est de 3,375 pouces (85,725 mm). (Figure 20)

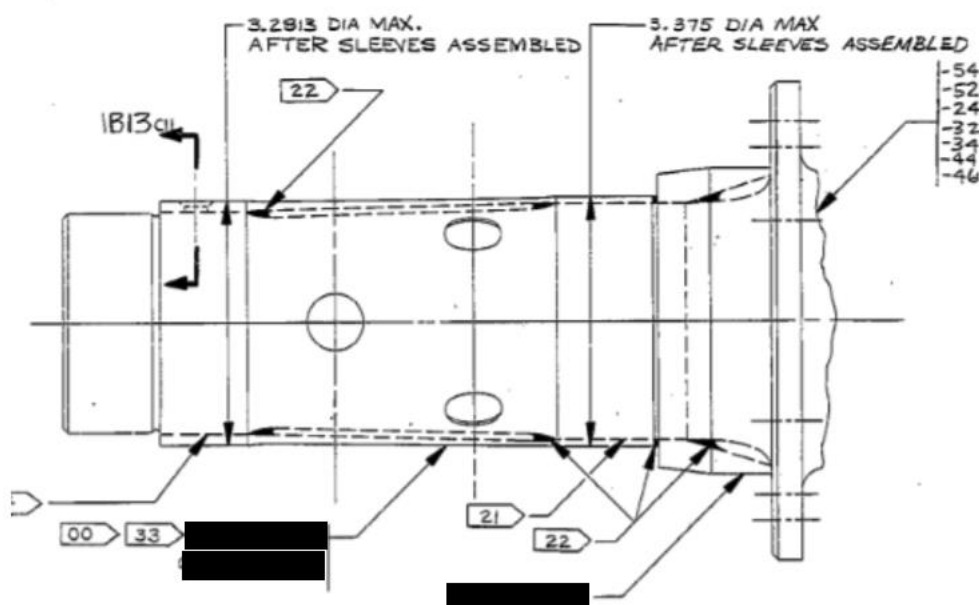


Fig. 20 Schémas de l'axe de roue
(Extrait du Dessin d'ingénierie de Boeing. Boeing Proprietary Information. © Copyright Boeing.)

L'installation du roulement intérieur non conforme (P/N 598-20629) sur cet essieu aurait créé un jeu diamétral d'environ 0,25 pouce (6,35 mm) engendrant une charge dynamique excessive sur le roulement extérieur et une accumulation anormale de chaleur.

c) Séquence de défaillance du roulement extérieur

Le roulement extérieur s'est rompu sous l'effet des charges dynamiques excessives induites par le jeu diamétral excessif (0,25 pouce) du roulement intérieur.

Le cône de roulement extérieur a subi des dommages mécaniques : Sa grande nervure a été aplatie au point de ne devenir non identifiable, ce qui a conduit à la désintégration de la cage et la libération des rouleaux. (seuls 13 des 24 rouleaux du roulement ont été retrouvés).

La perte d'intégrité du roulement a compromis la fonction de serrage (maintien) sur l'axe de roue (via l'écrou d'essieu, la rondelle d'essieu et le roulement), entraînant la séparation de la roue. (figure 21)

Le diamètre intérieur (ID) du moyeu de roue étant plus grand que les diamètres du cône du roulement et de la rondelle/écrou d'essieu,

l'ensemble roue-pneu s'est détaché, bien que l'écrou et la rondelle soient restés fixés sur l'axe de roue (essieu).

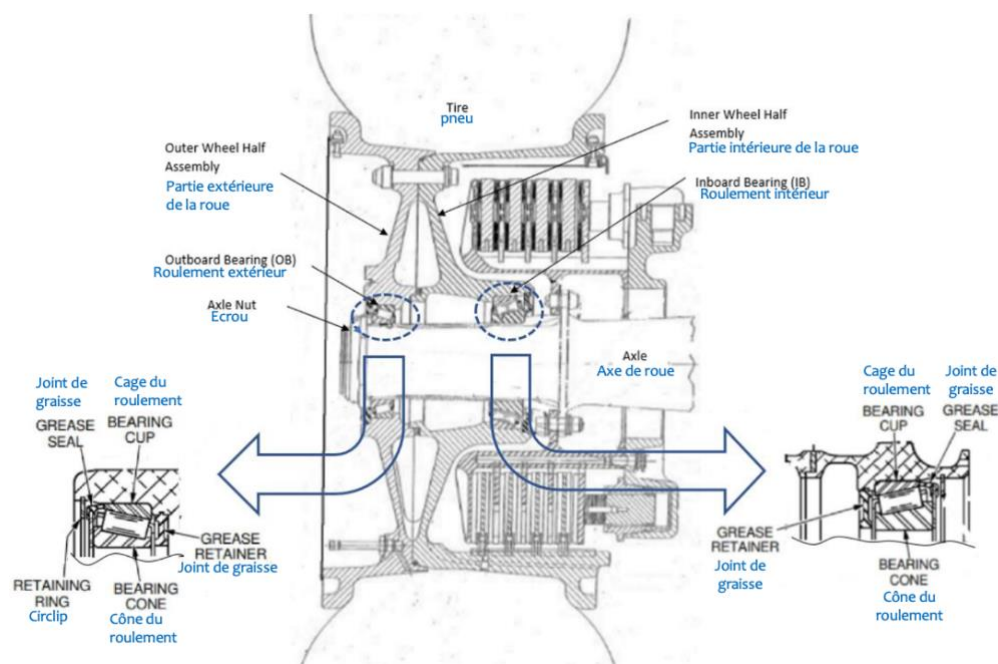


Fig. 21 Vue en coupe transversale d'une roue installée sur l'axe de roue (essieu)
Boeing Proprietary Information. © Copyright Boeing.

d) Hypothèses écartées : Roulement extérieur non conforme , graisse contaminée ou non conforme

Les dommages subis par le roulement extérieur ont empêché l'identification de sa référence, mais l'alésage mesuré (3,287 pouces / 83,4898 mm) correspondait à celui du roulement requis (P/N 27690-20629), conforme aux prescriptions du constructeur.

Les échantillons de graisse prélevés sur chacun des roulements ont été analysés et correspondaient à de la graisse Mobilith SHC 100 lithium, conforme aux spécifications approuvées.

III. CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

À l'issue de l'enquête, les faits suivants ont été établis sur la base des éléments collectés et analysés :

1. l'équipage possédait des licences et les qualifications requises et en cours de validité au moment du vol;
2. l'équipage de conduite était conforme aux règlements en vigueur en matière de temps de vol et de service;
3. l'aéronef TN-AKC détenait un certificat de navigabilité valide et était certifié et équipé conformément à la réglementation applicable;
4. l'aéronef était à jour de son cycle d'entretien;
5. les roues du TN-AKC et leurs composants ont été réparés dans un atelier de maintenance lors de la dernière grande visite de maintenance de l'aéronef;
6. la roue n°02 s'est détachée au décollage du vol AAT108, après 92 heures de vol et 120 cycles depuis la grande visite de maintenance ;
7. le moyeu de la roue n°02 ainsi que le bloc de frein associé présentaient des marques de frottement;
8. la référence du roulement intérieur installé sur la roue n°02 était non conforme (« 598-20629 » au lieu de « 596-20629 »);
9. Les dommages subis par le roulement extérieur ont empêché l'identification de sa référence, mais l'alésage mesuré (3,287 pouces / 83,4898 mm) correspondait à celui du roulement requis (P/N 27690-20629), conforme aux prescriptions du constructeur;
10. le contrôle effectué par l'organisme de maintenance des roues n'a pas permis de détecter la non-conformité du roulement intérieur;
11. Le roulement non conforme, envoyé avec la roue chez BNT pour révision, était déjà installé sur la roue lors de l'entrée de l'aéronef en visite;
12. l'absence d'enregistrements complets dans les dossiers de maintenance de l'exploitant notamment relatifs aux réparations antérieures de la roue et à l'installation de ses composants, a limité la traçabilité du roulement non conforme et la reconstitution précise de son historique.

Faits établis quant aux risques :

1. La non-détection d'une non-conformité lors des contrôles qualité effectués à la réception ou à l'installation d'un composant de roue augmente le risque d'intégration de pièces incompatibles, susceptibles de compromettre la sécurité du vol.
2. L'utilisation d'un composant non conforme aux spécifications du constructeur, en l'occurrence un roulement, même si ses dimensions sont proches de celles spécifiées, entraîne un mauvais ajustement mécanique. Ce désajustement peut favoriser une élévation locale de température, accélérer l'usure des éléments porteurs et conduire inévitablement à une défaillance structurale du roulement, compromettant ainsi l'intégrité mécanique du système roue-essieu et la sécurité opérationnelle de l'aéronef.
3. La documentation incomplète des réparations antérieures ainsi que de l'installation des roues limite la traçabilité des composants, ce qui réduit la

capacité à identifier l'origine de la non-conformité et à prévenir des événements similaires.

3.2 Causes et facteurs contributifs

3.2.1 Cause principale

L'installation d'un roulement intérieur de référence non conforme (« 598-20629 » au lieu de « 596-20629 ») sur la roue n°02 du train principal gauche a entraîné un jeu excessif sur l'axe de roue. Ce jeu a provoqué une élévation de température, la détérioration progressive du roulement extérieur, puis la perte d'intégrité mécanique de la fixation de la roue, conduisant à son détachement lors du décollage.

3.2.2 Facteurs contributifs

1. Les procédures de l'exploitant pour le contrôle de conformité des composants lors de leur acquisition, réception et installation n'ont pas permis de détecter précocement la non-conformité du roulement;
2. le contrôle de conformité du roulement, réalisé par l'organisme de maintenance lors de la révision de la roue, n'a pas permis d'identifier la non-conformité de la référence du roulement.

IV. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : Conformément aux dispositions de la section XIII du Règlement 05/23-UEAC-066-CM-40 du 18 juin 2024 portant adoption du code aviation civile des États membres de la communauté économique et monétaires des États de l'Afrique centrale, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident.

A. Recommandations à l'attention de l'exploitant de l'aéronef (Africa Airlines)

RECO_BEA-03-2023_01 Renforcement du contrôle de conformité des composants critiques

Le Bureau recommande à Africa Airlines de mettre en œuvre des procédures de contrôle de conformité renforcé et systématique des références des roulements et autres composants critiques, à l'acquisition, à la réception et avant leur installation, afin de garantir la conformité aux spécifications du constructeur.

RECO_BEA-03-2023_02 Amélioration de la gestion et de la traçabilité des enregistrements de maintenance

Le Bureau recommande à Africa Airlines de veiller à l'enregistrement systématique, complet, accessible et traçable des opérations de maintenance, notamment celles relatives aux réparations des roues et à l'installation des composants, en conformité avec les exigences réglementaires en vigueur et les prescriptions des constructeurs.

B. Recommandations à l'attention de l'organisme de maintenance des roues (BNT)

RECO_BEA-03-2023_03 Contrôle systématique des références des composants critiques avant installation

Le Bureau recommande à BNT d'effectuer un contrôle systématique de conformité des références des composants reçus avant installation, notamment des roulements de roue, afin de garantir leur conformité aux spécifications du constructeur avant la remise en service de la roue.

C. Recommandation à l'attention de l'autorité de supervision (ANAC)

RECO_BEA-03-2023_04 Renforcement de la surveillance réglementaire de la tenue des dossiers de maintenance

Le Bureau recommande à l'ANAC de renforcer la surveillance réglementaire de l'ensemble des exploitants placés sous sa juridiction, notamment en matière de tenue, conservation et accessibilité des dossiers de maintenance, afin d'assurer une traçabilité adéquate des opérations de maintenance et la disponibilité des informations en cas d'événement.

