



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Domaine aviation

Rapport final no. 2150 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

concernant l'accident de l'avion
Piper PA46-500TP Meridian,
immatriculé N747AW

survenu le 8 mars 2011

sur l'aérodrome de
Lausanne-La Blécherette (LSGL) / VD

Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust bei der Landung zurückzuführen, der wahrscheinlich durch eine dynamische Instabilität des Bugfahrwerks verursacht wurde und zum Verlassen der Piste führte.

Zum Unfall beigetragen haben:

- Die Anhäufung von Anomalien des Bugfahrwerks und des Führungssystems.
- Mangelnde Berücksichtigung des durch den Hersteller veröffentlichten Informationsbriefes Nr. 3/27/08 an die Kunden.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service d'enquête suisse sur les accidents (SE-SA) sur les circonstances et les causes de cet accident.

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

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

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

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) qui au moment de l'accident correspondait à l'heure de l'Europe centrale (*central european time* – CET). La relation entre LT, CET et l'heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC) est:
LT = CET = UTC + 1 h.

Rapport final

Type d'aéronef	PA46-500TP	N747AW
Exploitant	SARL PRIV'AIR, 2 rue Poterne, 21202 Beaune Cedex, France	
Propriétaire	N747AW Corp Trustee, PO Box 1347, Wilmington DE 19899-1347, USA	

Pilote A	Citoyen suisse, né en 1963		
Licence	Pilote professionnel (<i>commercial pilot</i>) selon la <i>Federal Aviation Administration</i> - FAA, USA, établie le 7 août 2000		
	Pilote de ligne (<i>airline transport pilot</i>) selon la FAA, établie le 27 février 2011, valable jusqu'au 27 juin 2011		
Qualification de classe/type	<i>airplane multiengine land instrument airplane private privileges, airplane single engine land / CE-525(S)</i>		
Certificats médicaux	<i>Medical Certificate First Class</i> selon FAA établi le 2 mars 2011 JAR-FCL3 Class 1 valable jusqu'au 2 mars 2012		
Heures de vol	total	3684 h	au cours des 90 derniers jours 106:30 h
	sur le type en cause	18:12 h	au cours des 90 derniers jours 2:55 h

Pilote B	Citoyen suisse, né en 1986		
Licence	Pilote professionnel CPL(A) (<i>commercial pilot licence</i>) selon JAR, établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 12 novembre 2010		
	Pilote professionnel (<i>commercial pilot</i>) selon la FAA, établie le 7 novembre 2009		
Qualification de classe/type	Selon JAR-FCL: Multi-moteur à pistons (<i>multi-engine piston aeroplane</i> - MEP (land)) avec vol aux instruments (<i>instrument rating</i> – IR) valables jusqu'au 2 novembre 2011 Monomoteur à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP (land)) valable jusqu'au 2 novembre 2012 Selon FAA: <i>airplane single & multiengine land, instrument airplane. Date of issue 7 November 2009</i>		
Certificat médical	JAR-FCL3 Class 1 valable jusqu'au 11 octobre 2011		
Heures de vol	total	795 h	au cours des 90 derniers jours 3:42 h
	sur le type en cause	3:42 h	au cours des 90 derniers jours 3:42 h

Lieu	Aérodrome de Lausanne-La Blécherette (LSGL)
Date et heure	8 mars 2011, 15 h 31 min

Type de vol VFR de jour, privé

Phase de vol Atterrissage

Nature de l'accident Sortie de piste

Personnes blessées

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	2	1	3	Sans objet
Total	2	1	3	0

Dommages à l'aéronef Gravement endommagé

Dommages à des tiers Légers dégâts au sol provoqués par les roues et l'hélice de l'avion. Légère pollution due à une fuite d'huile et à l'utilisation de mousse d'extinction.

1 Renseignements de base

1.1 Faits antécédents et déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description du déroulement de l'accident ainsi que des faits antécédents sont basés sur les déclarations des pilotes et des témoins ainsi que sur les images de la *webcam* de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette.

1.1.2 Faits antécédents

Le 7 février 2011, le pilote B a effectué un vol à destination de Saanen (LSGK) avec l'avion N747AW. Le chef d'aérodrome a décrit l'approche comme étant trop pentue et trop rapide. Il a observé l'avion survolant le premier tiers de la piste 26 avec une assiette « nez bas » prononcée et heurter la piste avec le train avant. Il a vu l'avion rebondir et se déplacer latéralement vers la gauche puis retomber lourdement sur les trois roues avec une vitesse relativement élevée.

Aucun avis de défectuosité n'a été mentionné dans le carnet de route de l'avion. L'avion est reparti avec le même pilote à destination de Paris-Le Bourget (LFPB).

Du 8 au 28 février 2011, l'avion a effectué six vols avec différents pilotes. Le dernier vol s'est terminé à Sion (LSGS). Aucun avis de défectuosité n'a été reporté dans le carnet de route. L'avion n'a plus volé jusqu'au jour de l'accident.

Le soir du 7 mars 2011, deux plans de vol VFR de Lausanne-La Blécherette à Dijon-Longvic (LFSD) et retour ont été déposés.

Le 8 mars 2011, jour de l'accident, les pilotes A et B se sont concertés afin de coordonner les quatre vols prévus: un vol sans passager de Sion à Lausanne-La Blécherette suivi d'un aller-retour de Lausanne à Dijon-Longvic avec une passagère puis un retour de Lausanne à Sion sans passager. Il a été décidé que le pilote A aurait la fonction de commandant de bord pour les trois premiers vols et qu'il occuperait le siège gauche du cockpit. Il était prévu que le pilote B soit le commandant de bord pour le vol de retour vers Sion. A 07 h 59 min, l'équipage a imprimé un dossier de préparation de vol à l'aide du système *Homebriefing*.

Avant de débiter les quatre vols prévus, le pilote A a effectué un vol local à Sion. Vers 8 h 40 min, l'avion N747AW a décollé de Sion à destination de Lausanne-La Blécherette avec les pilotes A et B à bord. Le pilote A a effectué l'atterrissage sur la piste 18 et a qualifié celui-ci de « très bien ». Puis comme prévu, l'équipage a embarqué une passagère pour l'emmener à Dijon-Longvic où l'atterrissage a eu lieu vers 12 h 30 min. Concernant l'atterrissage à Dijon, le pilote A a déclaré: « ...l'avion part sur la gauche et on le ramène au milieu de la piste. Aucun problème visible après inspection ». Aucun avis de défectuosité n'a été mentionné dans le carnet de route de l'avion.

Le plein de kérosène a été effectué à Dijon-Longvic avant le départ à destination de Lausanne-La Blécherette.

1.1.3 Déroulement du vol

Le 8 mars 2011 à 15 h, l'avion Piper PA46-500TP, immatriculé N747AW, décolle de Dijon-Longvic à destination de Lausanne-La Blécherette. A bord se trouvent le pilote A, commandant de bord occupant le siège gauche, le pilote B ainsi qu'une passagère. Le vol dure environ 28 minutes et se déroule sans problème jusqu'à l'atterrissage.

Selon ses dires, le commandant effectue un atterrissage « normal » environ 50 à 100 m après le seuil de la piste 18. Le train principal touche d'abord le sol puis la roue de proue. Juste après, l'avion dévie sur la gauche et sort de la piste (voir Fig. 1a et 1b). Le train avant s'affaisse. L'aéronef poursuit sa course dans la bande herbeuse située entre la piste et la voie de roulage puis s'immobilise dans l'herbe à 427 m du début de la piste à environ 8 m du bord gauche. Le nez de l'appareil est orienté légèrement à droite par rapport à l'axe de la piste.

Le commandant se rend à l'arrière de la cabine afin d'aider la passagère à évacuer l'avion pendant que le pilote B déclenche les interrupteurs principaux du cockpit. Tous trois quittent l'appareil par la porte principale qui s'ouvre normalement. Aucun des occupants n'est blessé.

Le chef d'aérodrome observe la sortie de piste et déclenche immédiatement l'alarme. Aucun incendie ne se déclare. Le sol herbeux est légèrement abimé par les traces de roues et d'hélice.

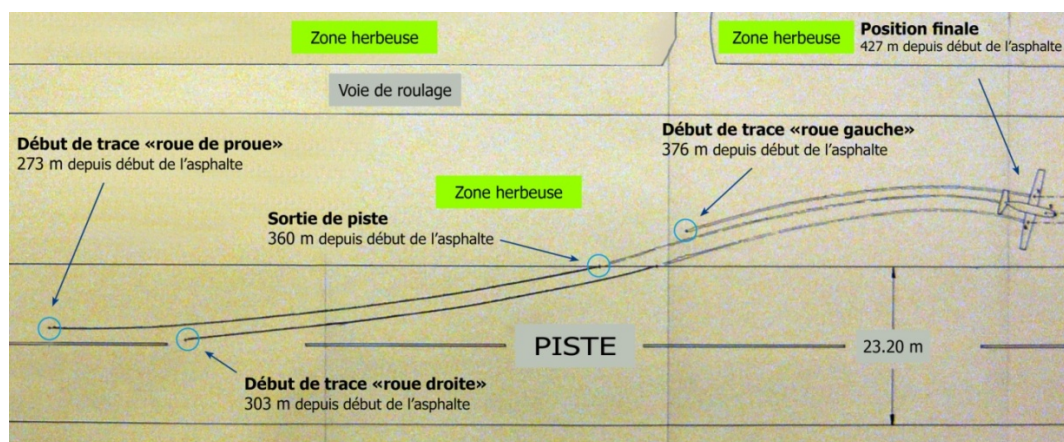


Fig. 1a: Traces de roues relevées sur la piste et la zone herbeuse

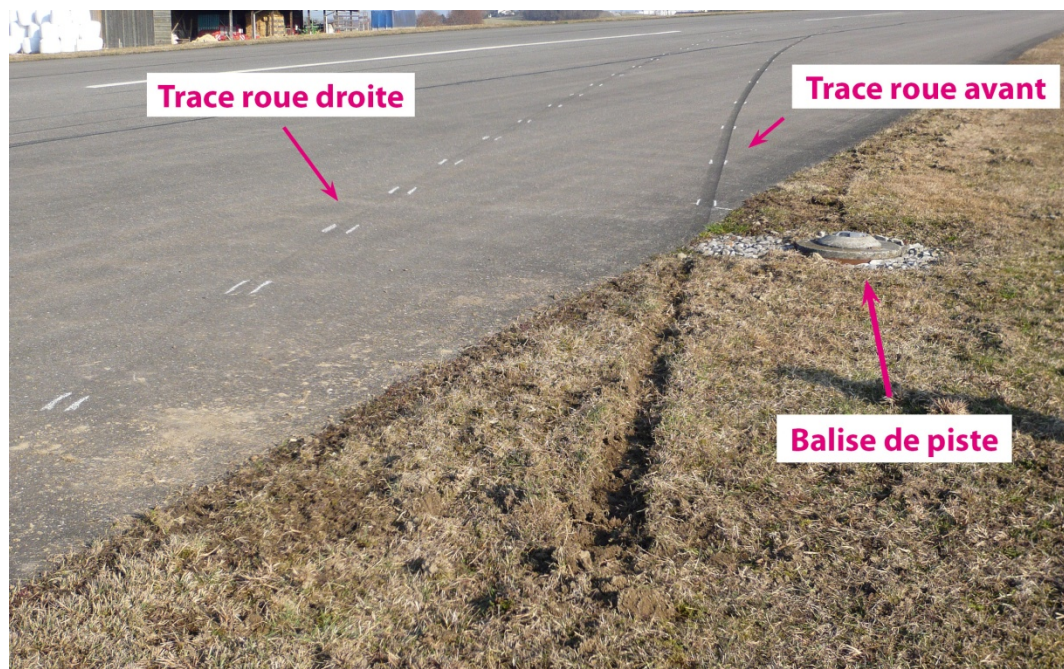


Fig. 1b: Détails des traces de roues

1.1.4 Description de l'atterrissage selon les pilotes et la passagère

Pilote A: « *Durant l'atterrissage, mes talons étaient posés sur le plancher et j'ai gardé le contrôle latéral en actionnant le palonnier avec la pointe des pieds. Avant que j'ai eu le temps de remonter les pieds pour actionner les freins et avant que j'utilise les reverses, l'avion dévie brusquement sur la gauche et sort de la piste. J'ai essayé de mettre « plein pied » droite mais sans succès. A ce moment là, j'ai pensé que ma roue gauche s'était bloquée. Je n'ai pas entendu de bruit particulier ou senti de vibrations particulières... ».*

Pilote B: « *La vitesse en finale était de 83 kt...l'atterrissage était tout à fait normal sur le train principal (pas dur). On a maintenu la ligne et puis soudainement l'avion dévie brusquement sur la gauche et sort de la piste. Il n'y a pas eu l'application du reverse. Je n'ai pas entendu de bruit particulier ou senti de vibrations particulières. Après la sortie de piste, l'avion s'affaisse sur le nez sans grand choc juste avant de s'arrêter... ».*

Selon la passagère, l'avion s'est posé sans problème, sans à-coup et sans choc particulier.

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Généralités

Les informations contenues dans les chap. 1.2.2 et 1.2.3 ont été fournies par MétéoSuisse.

1.2.2 Situation générale

L'anticyclone centré sur l'Est de l'Europe a maintenu le temps stable sur nos régions.

1.2.3 Conditions météorologiques à l'endroit et au moment de l'accident.

L'aérodrome de Lausanne-La Blécherette ne publiait pas d'observation météorologique d'aérodrome (METAR). Ces informations sont le résultat d'une interpolation spatiale et temporelle des valeurs mesurées dans les stations alentours.

Nébulosité: 1/8, base autour de 6'000 ft AMSL

Temps: brumeux

Visibilité: environ 10 km

Vent: sud-sud-ouest 4 – 6 kt

Température/point de rosée: 10°C / 00°C

Pression: QNH LSGG 1025 hPa, QNH LSZH 1025 hPa, QNH LSZA 1030 hPa

Position du soleil: azimut 228°, angle 27°

Dangers: néant

1.2.4 Conditions météorologiques et état de la piste selon les pilotes

Pilote A: « ...la piste était parfaite, sèche, avec environ 3 kt de vent de face... ».

Pilote B: « ...la piste était sèche, avec un vent 170/04... ».

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Renseignements généraux

Immatriculation	N747AW
Type d'aéronef	PA46-500TP Meridian
Caractéristiques	Avion mono-turbine de 6 places, pressurisé, monoplan métallique à ailes basses cantilever avec train d'atterrissage escamotable à roue de proue. L'accès à bord se fait par une seule porte, située à l'arrière gauche du fuselage.
Constructeur	Piper Aircraft Inc., Vero Beach, USA
Année de construction	2000
N° de série	4697017
Propriétaire	N747AW Corp Trustee, PO Box 1347, Wilmington DE 19899-1347, USA
Exploitant	SARL PRIV'AIR, 2 rue Poterne, 21202 Beaune Cedex, France
Groupe propulseur	Pratt and Whitney Canada PT6A-42A

	N° série PCE-RM0148 Puissance maximale 373 kW (500 shp)
Hélice	Hartzell HC-E4N-3Q, métallique, 4 pales N° série HH1027
Equipements	Equipement IFR Garmin GTX 330D Mode S Transponder Emergency Locator Transmitter, ARTEX ELT ME406
Système de freinage	Hydraulique, non assisté avec freins à disques et sans système <i>antiskid</i>
Heures d'exploitation	Cellule: 1938:12 h <i>time since new</i> – TSN Turbine: 1508:12 h TSN Hélice: 1938:12 h TSN 560:12 h <i>time since overhaul</i> – TSO
Masses maximales autorisées	Au roulage 4892 lb (2219.2 kg) Au décollage 4850 lb (2199.9 kg) A l'atterrissage 4850 lb (2199.9 kg)
Masse et centre de gravité	Masse au moment du décollage: 5100 lb Masse au moment de l'atterrissage: 4940 lb Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité étaient en dehors des limites prescrites par le manuel de vol de l'aéronef <i>Pilot's Operating Handbook</i> – POH
Carburant	Kérosène Jet A1 Capacité totale des réservoirs: 173 US gal, correspondant à 1160 lb Carburant à l'atterrissage (LSGL): 950 lb
Entretien	Le dernier contrôle annuel (<i>Annual Inspection Event 1 & 2</i>) a été effectué le 10 mai 2010 à TSN 1844:24 h
Certificat de navigabilité	<i>Category Standard Normal</i> établi par la FAA le 15 décembre 2005
Certificat d'immatriculation	Etabli par la FAA le 27 août 2007

1.3.2 Travaux d'entretien

L'entretien régulier de l'avion N747AW était effectué selon un programme d'entretien progressif.

Le manuel de maintenance du constructeur précise au chapitre 5-20-00 *Scheduled Maintenance*, paragraphe 4 *Progressive Inspection Procedure*:

« *The progressive inspection program cycle consists of two (2) 100 Hour Events, which provides for a complete aircraft inspection in 200 aircraft flying hours. The complete inspection cycle, Event (1) and (2), must be completed within twelve (12) calendar months* ».

Traduction:

Le programme d'inspection progressif est constitué de deux contrôles (*Events*) 100 h garantissant une inspection complète de l'avion toutes les 200 h de vol. Un cycle complet composé d'un contrôle *Event 1* et d'un contrôle *Event 2* doit être effectué tous les 12 mois.

La dernière inspection périodique *Annual Inspection Event 1 & 2* a été effectuée le 10 mai 2010 à TSN 1844:24 h, soit 94 h avant l'accident.

Extrait du livret de l'aéronef *Aircraft Log*:

- Le 1^{er} avril 2009, TSN 1712:36 h, *Performed Event 2 I.A.W Piper PA46-500TP Meridian per Section 5-20-00 of the M.M 767-005, Rev. Apr. 15/07. (...) Inspected brake and hydraulic pump fluid level. Replaced LH and RH MLG trailing link bolt and bushing. Servicing MLG and nose oleo strut. (...)*
- Le 2 février 2010, TSN 1817:30 h, *Jacked aircraft, performed retraction LDG and found time to retract out of specification. Checked hydraulic powerpack fluid level and found level too low. Checked LDG hydraulic system for leak and no leak found. Adjusted hydraulic powerpack fluid level, bled LDG hydraulic system and performed several LDG retraction/extension and emergency extension, all system work fine. Checked and adjusted tires pressure. Fixed LH and RH main LDG torque knee bolt play. (...)*
- Le 10 mai 2010, TSN 1844:24 h, *Performed Annual Inspection Event 1 & 2 (...) Resealed RH brake cylinder and bled LH and RH brake system. Replaced LH and RH brake lining. Replaced LH and RH tires (...) Replaced bolt and bushing in LH and RH Main LDG link assy. Replaced Nose LDG emergency down spring p/n 687-931. Servicing Nose oleo strut. (...)*
- Le 22 novembre 2010, TSN 1901:42 h, *Jacked aircraft, checked LDG hydraulic system for leak, no defect found, serviced hydraulic powerpack and performed several retract LDG. All system work good.(...)*

Le N747AW a subi plusieurs interventions techniques au niveau du train d'atterrissage. La dernière intervention avec mise de l'avion sur vérins, remonte au 22 novembre 2010 soit 36:30 h avant l'accident. Aucune anomalie n'a été constatée.

1.3.3 Dommages à l'aéronef et constatations

La jambe du train d'atterrissage avant s'est affaissée puis repliée sous le fuselage. Des dégâts ont été constatés à l'avant du fuselage et aux portes du train avant.

Les quatre pales de l'hélice sont endommagées sur les bords d'attaque et sont pliées vers l'arrière, indiquant que le mode *reverse* n'a pas été actionné lors de la sortie de piste. La turbine a été fortement endommagée par l'impact. Une fuite d'huile a provoqué une légère pollution du sol.

Positions des différents leviers et interrupteurs relevés après l'accident:

- Levier du train: *Down*
- Le levier des volets: 10°
- Tous les interrupteurs électriques: *OFF*
- Trim de direction *Rudder Trim: Neutral*
- Trim de profondeur *Elevator Trim: Takeoff range*
- Commande de puissance: *IDLE-BETA*
- Commande d'hélice: *OFF / FEATHER*
- Commande *Manual OVRD: OFF*

La balise de détresse *Emergency Location Beacon Aircraft - ELBA* ne s'est pas enclenchée.



Fig. 2: Position finale de l'avion N747AW

1.4 Essais et recherche

1.4.1 Système de guidage du train d'atterrissage avant

Les mécanismes de freinage, guidage et de conjugaison ont été vérifiés depuis les palonniers jusqu'au train avant. L'examen du système hydraulique n'a révélé aucune défectuosité. La tension des câbles de commande de direction, des ailerons ainsi que les débattements des gouvernes correspondaient aux valeurs prescrites.

En raison des ruptures de l'attache supérieure droite du trapèze de fixation du train avant et de la rotule de l'axe du vérin hydraulique, il n'a pas été possible de vérifier si les jeux du mécanisme de guidage se trouvaient dans les tolérances prescrites.

1.4.2 Train d'atterrissage avant

La partie supérieure de l'attache droite de fixation du trapèze (*trunnion assy*) sur le bâti de la turbine était cassée (Fig. 3). La rotule de l'axe du vérin de rentrée et de sortie du train (*rod end bearing*) s'est rompue du côté de la jambe de train (Fig. 4). Ces ruptures ont été expertisées et analysées par macroscopie. La rotule de l'axe du vérin et l'attache droite de la fixation du trapèze se sont rompues suite à un choc. L'expertise n'a pas mis en évidence de fatigue sur les matériaux.

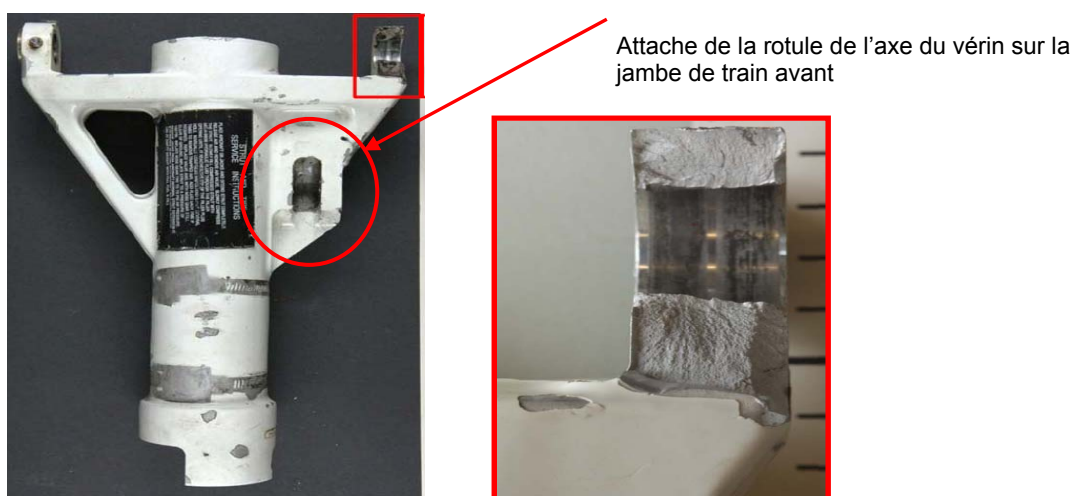


Fig. 3: Attache du vérin et rupture de l'attache droite du trapèze - *trunnion assy* avec le détail



Fig. 4: Rotule de fixation - *rod end bearing* du vérin de rentrée et de sortie du train avant

Plusieurs défauts ont été constatés. Le support des butées (*steering horn*), fixé sur la partie supérieure du train, présente plusieurs fissures sur les deux butées et sur la plaque de fixation. Les vis de fixation des rouleaux de guidage en nylon (*nylon roller*) sont légèrement pliées. La contre-pièce, bras de commande de direction (*arm assy*), présente des marques provoquées par les butées et les rouleaux de guidage en nylon (Fig. 6). Certaines douilles des axes de fixation des compas *torque link* (Fig. 7) sont fissurées.

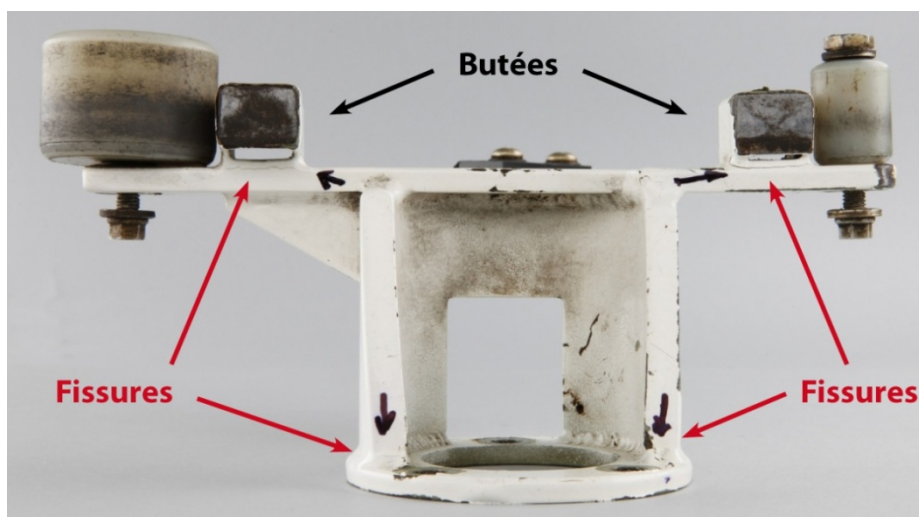


Fig. 5: Support des butées - *steering horn* avec les rouleaux de guidage en nylon

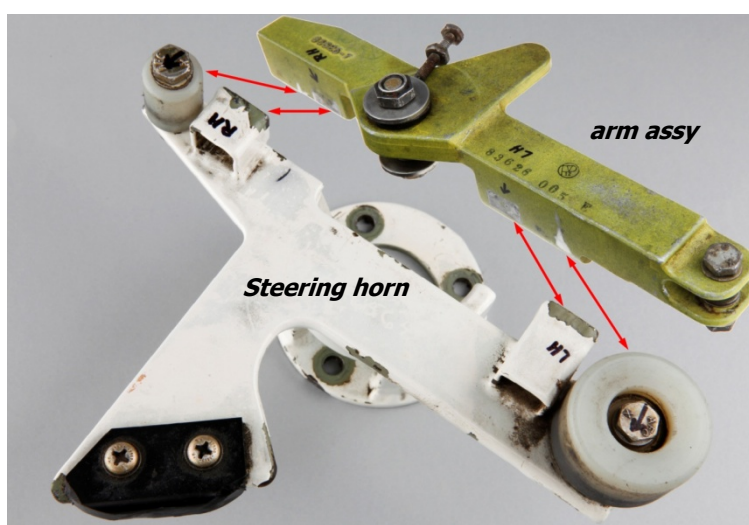


Fig. 6: Support des butées - *steering horn* avec rouleaux de guidage en nylon - *nylon roller*, bras de commande de direction - *arm assy*

Note: Le support des butées et le bras de commande de direction sont représentés à échelles différentes.

1.4.3 Examen de la roue avant

La bande de roulement du pneu avant était usée de façon asymétrique et une des stries du profil manquait. Le pneu portait une trace d'usure très prononcée sur le bord extérieur droit. Cette usure démontre que la roue a ripé sur la piste en position maximale à gauche tout en tournant sur elle-même. Ceci correspond aux traces relevées sur la piste.

Le pneu présentait également plusieurs traces qui n'ont pu être attribuées à cet accident. Certaines forment un angle d'environ 60° avec la bande de roulement indiquant un ripage à gauche mais sans blocage de la roue.

Une trace de collage prouvant l'existence récente d'un poids d'équilibrage a été observée sur la demi-jante gauche. Un test a montré un déséquilibre de 60 gr situé à l'opposé de cette trace. Il était impossible d'équilibrer la roue en utilisant l'emplacement de la trace de collage.

La pression du pneu mesurée après l'accident était de 65,6 PSI. Le constructeur préconise une pression de 70 PSI. Les roulements et les cages de roulement de la jante présentaient des marques dues à un choc.

1.4.4 Examen des trains d'atterrissages principaux

Les trains principaux ont fait l'objet d'une inspection visuelle. La pâte de sécurité sur plusieurs vis et boulons de fixation des trains sur la cellule avait partiellement disparu. Les roues ainsi que le système de freinage ont été vérifiés. Aucune anomalie en relation avec l'accident n'a été constatée.

La face intérieure du pneu de la roue gauche présentait une strie importante. Elle a été causée par le support *back plate assembly* de la plaquette de frein inférieure suite à une forte déformation du pneu lors d'un effort latéral.

1.4.5 Tolérances du constructeur

La géométrie du train avant est conventionnelle avec un angle de chasse nul (*zero rake and zero trail*). Conscient de la complexité et de la sensibilité technique du train avant, le constructeur a émis des directives très précises concernant les réglages et les jeux admissibles. En cas de problème de roulage et/ou de *shimmy* lors des manœuvres de décollage ou d'atterrissage, la liste des actions de dépannage (*troubleshooting nose gear*) du *maintenance manual* porte une attention particulière concernant la pression du pneu avant, l'équilibrage de la roue de proue et les réglages du système de guidage du train avant.

Deux rouleaux en nylon (Fig. 5 et 6) sont montés sur la partie supérieure du train avant. Ils sont utilisés pour transmettre les mouvements du pédalier à la roue avant. Lorsque le train avant est sorti et verrouillé, ces deux rouleaux appuient contre le bras de commande de la direction (*arm assy*). Un jeu excessif entre les rouleaux et le bras de commande de direction permet des oscillations de la roue avant pouvant engendrer des difficultés de guidage.

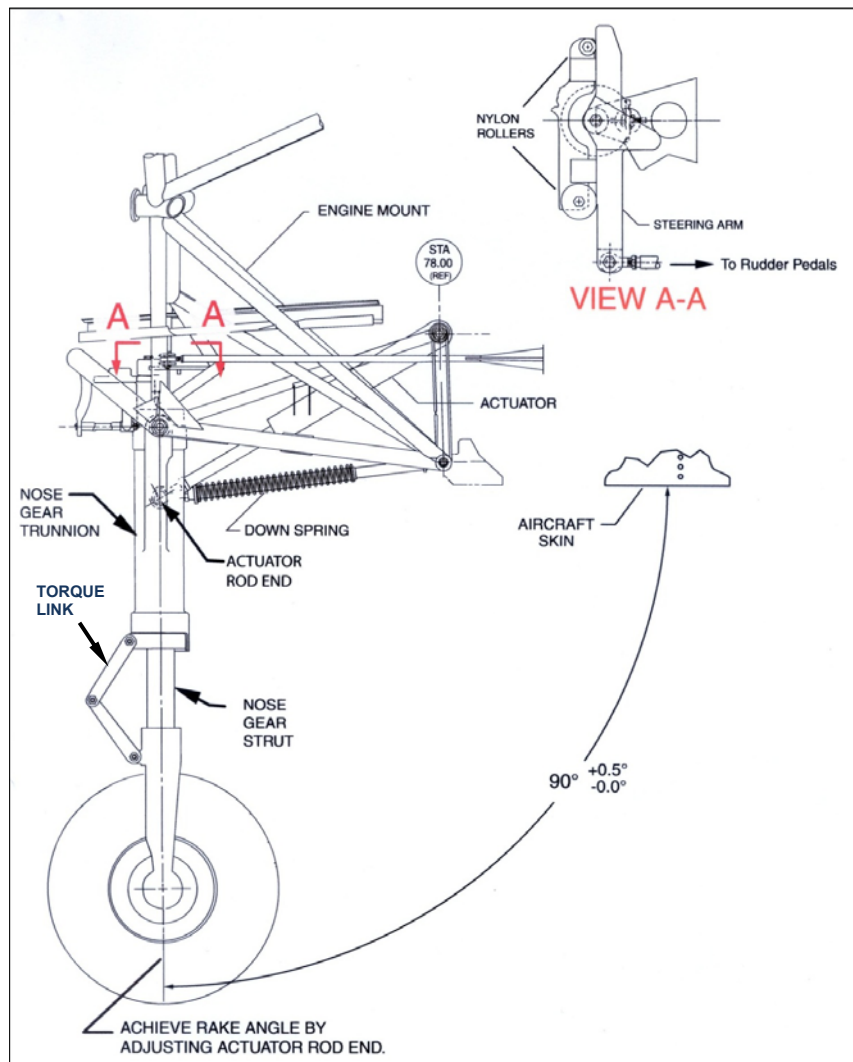


Fig. 7: Train d'atterrissage avant du Piper PA46-500TP, vue de la gauche

Le chapitre 32-20-00 du *maintenance manual* prescrit un angle de chasse de 90° avec une tolérance de $+0,5^\circ / -0,0^\circ$ pour le réglage de l'angle entre le train avant sorti et le dessous du fuselage (Fig. 7).

L'angle de 90° n'a pas pu être vérifié en raison des dégâts subis lors de l'accident.

1.4.6 Modification du système de guidage du train avant

Plusieurs sorties de piste ont été répertoriées avec le modèle PA46. Le constructeur a identifié certains problèmes et mis en place une modification technique sous forme d'un service bulletin (SB) édité le 28 janvier 2002, *Piper Service Bulletin No. 1106, Piper Considers Compliance Mandatory*. Son application requiert l'installation du kit 767-336 relatif au remplacement de diverses pièces du train avant et de son système de guidage. Il a également préconisé un pneu renforcé ayant une pression de 70 PSI au lieu de 50 PSI.

Extrait du SB n° 1106:

Purpose:

There have been field reports of turning tendency immediately following nose wheel touch down during landings primarily, when cross wind conditions are present and/or when applying full propeller reverse. A contributing cause of the turning tendency has been identified as reduced nose gear steering authority

which, under certain conditions, can allow the nose gear steering rotation to momentarily exceed the pilot's input.

This Service Bulletin recommends mandatory incorporation of the following nose gear installation modifications that increase the pilot's steering authority. Failure to incorporate these modifications may increase the possibility of a turning tendency during landing.

L'application du SB n°1106 a été attestée dans les documents techniques du N747AW en date du 3 mai 2002 à 345:30 h cellule.

1.4.7 Vérin de rétraction et de sortie du train d'atterrissage avant

Le vérin de rétraction et de sortie du train avant (*nose gear actuator*) a été testé et expertisé. Il était normalement verrouillé après l'accident. Aucune anomalie n'a été constatée.

1.5 Renseignements opérationnels

1.5.1 Lettre d'information aux clients

Le 27 mars 2008, le constructeur a publié une lettre d'information aux clients (*Customer Information Letter*) N° 3/27/08, intitulée *PA46 Operational & Maintenance Information, Nose Gear Steering*.

En plus de l'application du SB n° 1106, il rend particulièrement attentif au fait que toutes les tolérances d'ajustement de l'ensemble du train avant et de son système de guidage incluant la pression et le modèle du pneu avant ont une importance primordiale pour la stabilité dynamique et le contrôle de l'avion lors du roulage. Il cite également les recommandations des fabricants de pneus autorisés sur les modèles PA46 qui préconisent un contrôle journalier de la pression à froid du pneu avant, voire avant chaque vol lorsque l'avion n'est pas opéré chaque jour.

Il spécifie qu'en cas de non-respect de la tolérance de l'angle de chasse du train avant, une instabilité dynamique peut apparaître générant des forces dépassant les capacités physiques du pilote. Il spécifie également que l'angle de chasse doit être vérifié chaque fois que le pilote constate des difficultés de guidage.

Le pilote A a déclaré avoir connaissance de cette lettre d'information.

Le pilote B a déclaré ne pas avoir connaissance de cette lettre d'information.

1.5.2 Manuel de vol du N747AW *Pilot's Operating Handbook* - POH

La section 4 du manuel de vol § 4.5a *Preflight Checklist – Nose Section*, au point *Nose Tire*, pneu avant, ne mentionne pas de valeur de pression du pneu, ni de périodicité de contrôle.

La section 3, *Emergency Procedures*, ne fait aucune référence à une possible instabilité dynamique de la roue de proue et aux possibles difficultés de guidage.

1.5.3 Expérience de vol des pilotes sur le type en cause

Le commandant de bord a estimé son expérience totale sur PA46 et avions similaires à environ 100 h de vol. Selon ses dires il n'a pas noté tous les vols effectués. Il a également déclaré: « ... *je n'ai pas une très grande expérience sur ce type d'avion* ... ». Selon son carnet de vol, il avait une expérience de 18:12 h sur PA46.

Le pilote B a estimé son expérience totale sur PA46 à environ 15 h de vol. Selon son carnet de vol, il avait une expérience de 3:42 h sur PA46.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Aspects techniques des trains d'atterrissage principaux

Selon les déclarations des trois occupants, l'atterrissage du vol de l'accident n'était pas dur. La disparition partielle de la pâte de sécurité sur les fixations des trains démontre que l'avion a subi de fortes contraintes lors d'atterrissages antérieurs. En se basant sur les expertises techniques et l'analyse des traces, on peut en déduire que les freins ont fonctionné correctement.

2.1.2 Aspects techniques du train d'atterrissage avant

Les expertises macroscopiques des ruptures de la rotule de l'axe du vérin et de l'attache droite de la fixation du trapèze ont démontré que ces cassures ont été produites lors de la sortie de piste à Lausanne-La Blécherette. L'expertise n'a pas mis en évidence de fatigue.

Les fissures sur les butées du *steering horn*, les déformations des vis de fixation des rouleaux en nylon transmettant les mouvements du pédalier et les marques sur le bras de commande de direction attestent des efforts subis par l'ensemble du système de guidage. L'affaissement du train vers l'arrière éloigne le *steering horn* du *arm assy* (voir Fig. 6 et 7). Ainsi les anomalies ne sont pas imputables à la sortie de piste et par conséquent sont antérieures à celle-ci. La dernière intervention technique du 22 novembre 2010 n'a révélé aucune anomalie. Celles-ci sont donc probablement apparues entre le 22 novembre 2010 et le jour de l'accident. Elles peuvent avoir produit des jeux excessifs dans le système de guidage du train avant.

Les anomalies constatées ont vraisemblablement été causées lors d'atterrissages durs sur la roue de proue. Le 7 février 2011 un tel atterrissage a eu lieu avec l'avion N747AW sur l'aérodrome de Saanen.

Le cumul de jeux excessifs, du gonflage insuffisant et de l'usure du pneu avant ainsi que du mauvais équilibrage de la roue ont probablement conduit à une instabilité dynamique telle que décrite par le constructeur dans sa lettre d'information aux clients.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Lors de l'atterrissage à Dijon-Longvic, dernier atterrissage avant celui de l'accident, le pilote A a mentionné une déviation inexplicée vers la gauche et a effectué une inspection visuelle sans constater d'anomalie. Le constructeur dans sa lettre d'information aux clients (*Customer Information Letter*) N° 3/27/08 précise que l'angle de chasse doit être vérifié chaque fois que le pilote constate des difficultés de guidage. Ce contrôle n'a pas été effectué.

A l'exception du contrôle visuel de l'amortisseur, le manuel de vol ne contenait pas d'information particulière concernant le train d'atterrissage avant.

Lors du vol de l'accident l'approche et le premier contact avec la piste se sont déroulés normalement. Le pilote a précisé que lors de l'atterrissage ses talons étaient posés sur le plancher et qu'il guidait l'avion avec la pointe des pieds. Ceci a pu limiter sa force sur le palonnier droit. Il est probable que la roue de proue ait été soumise à une instabilité dynamique. Selon la lettre d'information du constructeur, ce phénomène peut engendrer des forces dépassant les capacités physiques du pilote et provoquer une perte de contrôle latéral de l'avion.

Le freinage a renforcé l'appui sur la roue de proue et son maintien en butée.

Les conditions météorologiques et l'état de la piste n'ont pas eu d'influence sur le déroulement de l'accident.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis à la circulation VFR/IFR
- Le *Piper Service Bulletin No. 1106* et l'installation du kit 767-336 relatif au remplacement de diverses pièces du train avant et de son système de guidage ont été attestés
- La dernière inspection *Annual Inspection Event 1 & 2* a été effectuée le 10 mai 2010 à TSN 1844:24 h
- La rotule de l'axe du vérin et l'attache droite de la fixation du trapèze se sont rompues suite à l'impact
- Des fissures sur les butées du *steering horn* ont été constatées
- Des déformations des vis de fixation des rouleaux en nylon transmettant les mouvements du pédalier au bras de commande de direction ont été constatées
- Des marques sur le bras de commande de direction, provoquées par les butées et les rouleaux de guidage en nylon ont été constatées
- La roue avant était déséquilibrée, le pneu était usé de façon asymétrique et sa pression était de 65,6 PSI après l'accident
- La balise de détresse *Emergency Location Beacon Aircraft - ELBA* fonctionnait correctement et ne s'est pas enclenchée lors de l'accident

3.1.2 Aspects humains et opérationnels

- Les pilotes possédaient des licences adéquates
- La masse et le centre de gravité se trouvaient hors des limites prescrites par le constructeur de l'avion
- Le manuel de vol du N747AW ne faisait aucune référence à une possible instabilité dynamique de la roue de proue et aux difficultés de guidage
- A l'exception du contrôle visuel de l'amortisseur, le manuel de vol ne contenait pas d'information opérationnelle particulière concernant le train d'atterrissage avant
- Le 27 mars 2008, le constructeur a publié une lettre d'information aux clients (Customer Information Letter) N° 3/27/08, intitulée *PA46 Operational & Maintenance Information, Nose Gear Steering*
- Le pilote A a déclaré avoir connaissance de la lettre d'information aux clients publiée par le constructeur
- Le pilote B a déclaré ne pas avoir connaissance de la lettre d'information aux clients publiée par le constructeur
- Un mois avant l'accident l'avion a effectué un atterrissage dur
- L'avion a dévié sur la gauche de façon inexplicable lors du dernier atterrissage avant celui de l'accident

- Le contrôle préconisé par le constructeur en cas de difficultés de guidage n'a pas été effectué
- La roue avant ainsi que la roue droite ont laissé des traces sur la piste
- Les conditions météorologiques n'ont pas joué de rôle dans le déroulement de l'accident

3.2 Causes

L'accident est dû à une perte de contrôle à l'atterrissage, probablement générée par une instabilité dynamique du train avant, ayant conduit à une sortie de piste.

Facteurs ayant contribué à l'accident:

- Cumul d'anomalies du train avant et du système de guidage
- Absence de prise en compte de la lettre d'information aux clients n°3/27/08 publiée par le constructeur

Payerne, 4 octobre 2012

Service d'enquête suisse sur les accidents

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

Berne, 13 novembre 2012