



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. 2151 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

de l'accident de l'avion Pilatus PC-12/47E,
immatriculé OO-GEE

survenu le 12 février 2011

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

Ursachen

Der Unfall ist auf ein Überrollen der Piste aufgrund einer unzureichenden Lande- und Bremsstechnik zurückzuführen.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service d'enquête suisse sur les accidents (SESA) 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 universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC). Au moment de l'accident, l'heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) correspondait à l'heure de l'Europe centrale (*central european time* – CET).

La relation entre LT, CET et UTC est: $LT = CET = UTC + 1 \text{ h.}$

Table des matières

Introduction.....	6
Enquête.....	6
Synopsis.....	6
Causes.....	6
1 Renseignements de base.....	7
1.1 Déroulement du vol.....	7
1.1.1 Généralités.....	7
1.1.2 Faits antécédents.....	7
1.1.3 Le vol de l'accident.....	8
1.1.4 Lieu de l'accident.....	9
1.2 Personnes blessées.....	9
1.2.1 Nationalité des occupants.....	9
1.3 Dommages à l'aéronef.....	9
1.4 Autres dommages.....	9
1.5 Renseignements sur le personnel.....	10
1.5.1 Equipage.....	10
1.5.1.1 Commandant / pilote assistant (PA).....	10
1.5.1.1.1 Expérience de vol et atterrissages.....	11
1.5.1.1.2 Périodes de service et de repos.....	11
1.5.1.2 Pilote aux commandes (PF).....	11
1.5.1.2.1 Expérience de vol et atterrissages.....	12
1.5.1.2.2 Périodes de service et de repos.....	13
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	13
1.6.1 Renseignements généraux.....	13
1.6.2 Masse et centrage.....	14
1.7 Renseignements météorologiques.....	15
1.7.1 Généralités.....	15
1.7.2 Situation météorologique générale.....	15
1.7.3 Situation météorologique sur le lieu et à l'heure de l'accident.....	15
1.7.4 Informations astronomiques.....	15
1.7.5 Informations météorologiques d'aérodrome.....	15
1.7.6 Conditions météorologiques selon témoins.....	16
1.7.6.1 Etat de la piste.....	16
1.8 Aides à la navigation et l'atterrissage.....	16
1.8.1 Renseignements sur les aides à la navigation et à l'atterrissage.....	16
1.9 Communications.....	16
1.10 Renseignements sur l'aérodrome.....	16
1.10.1 Généralités.....	16
1.10.2 Services de sauvetage et de lutte contre les incendies.....	17
1.11 Enregistreurs de bord.....	17
1.11.1 Enregistreur de paramètres de vol (<i>flight data recorder</i> – FDR).....	17
1.11.2 Enregistreur de conversation de cockpit (<i>cockpit voice recorder</i> – CVR).....	17
1.11.3 Autres enregistreurs.....	17
1.12 Renseignements sur l'impact et sur l'épave.....	17
1.12.1 Description sur l'impact.....	17
1.12.2 Renseignements sur l'épave.....	18

1.13	Renseignements médicaux et pathologiques.....	19
1.14	Incendie	19
1.15	Questions de survie	19
1.15.1	Généralités	19
1.15.2	Evacuation des occupants.....	19
1.16	Essais et recherches	19
1.17	Renseignements en matière d'organisation et de gestion	19
1.18	Renseignements supplémentaires	20
1.18.1	Déclaration concernant l'état technique de l'avion au départ d'Anvers Deurne.....	20
1.18.2	Observations concernant l'étape de base à LSGL.....	20
1.18.3	Déclarations et observations concernant la finale à LSGL	20
1.18.4	Déclarations et observations concernant l'atterrissage et le freinage à LSGL	20
1.18.5	Utilisation des relevés radar	21
1.18.6	Descriptif des leviers de puissance et de conditionnement	22
1.18.7	Procédure d'atterrissage du PC-12/47E.....	23
1.18.8	Atterrissage <i>NORMAL</i> et <i>SHORT FIELD</i> – effet du levier de conditionnement.....	23
1.18.9	Performances à l'atterrissage du PC-12/47E selon POH	23
1.18.10	Effet de la pente descendante de la piste 18	24
1.19	Techniques d'investigation utiles ou efficaces	24
2	Analyse	25
2.1	Aspects techniques.....	25
2.2	Facteurs humains et opérationnels	25
3	Conclusions	26
3.1	Faits établis	26
3.1.1	Aspects techniques	26
3.1.2	Aspects humains	26
3.1.3	Aspects opérationnels	26
3.1.4	Conditions cadres.....	27
3.2	Causes	27
	Annexes.....	28

Rapport final

Introduction

Propriétaire	Pilatus Club One V.Z.W., Bellevue 5/301, 9050 Ledeborg, Belgique
Exploitant	ASLnv, Voogdijstraat 29, 3500 Hasselt, Belgique
Constructeur	Pilatus Aircraft Ltd, P.O. Box 992, 6371 Stans/NW, Suisse
Type d'aéronef	PC-12/47E
Pays d'immatriculation	Belgique
Immatriculation	OO-GEE
Lieu	Aérodrome de Lausanne-La Blécherette (LSGL)
Date et heure	12 février 2011 à 07:24 UTC

Enquête

L'accident s'est produit à 07:24 UTC. Il a été annoncé à 07:30 UTC au Bureau fédéral d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA) qui a immédiatement ouvert une enquête en collaboration avec la police cantonale vaudoise.

Le BEAA a notifié l'accident à la Belgique qui a nommé un représentant accrédité.

Le rapport d'enquête est publié par le Service d'enquête suisse sur les accidents (SESA).

Synopsis

Le matin du 12 février 2011 à 06:00 UTC, l'avion PC-12/47E immatriculé OO-GEE décolle de l'aérodrome belge d'Anvers Deurne (EBAW) pour un vol privé à destination de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette (LSGL). Deux pilotes et deux passagers se trouvent à bord. Le plan de vol IFR est annulé dans la région de la radiobalise VOR de St-Prex (SPR), située à 8,4 NM au sud-ouest de LSGL. L'équipage effectue une approche à vue sur l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette et se présente en finale pour la piste 18. A l'atterrissage, les pilotes ne parviennent pas à arrêter l'avion qui poursuit sa course sur un terrain situé dans le prolongement de la piste. La roue de proue est arrachée, le train avant s'affaisse puis l'avion s'immobilise à une trentaine de mètres de l'extrémité de la piste. Une fuite de kérosène est constatée sous l'aile gauche. Le chef d'aérodrome qui observe l'accident depuis le bureau de piste déclenche immédiatement l'alarme. Un camion de pompiers arrive rapidement sur les lieux et répand de la mousse d'extinction. Aucun incendie ne se déclare.

Tous les occupants sont indemnes et quittent l'avion par leurs propres moyens en utilisant la porte principale. L'accident provoque des dégâts au terrain situé dans le prolongement de la piste. Le sol est pollué par une fuite de kérosène et la mousse d'extinction.

Causes

L'accident est dû à une sortie en fin de piste consécutive à des techniques d'atterrissage et de freinage inappropriées.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol repose sur le rapport de police, les enregistrements des communications radiotéléphoniques, les tracés radar, les images des *webcams* installées sur l'aérodrome ainsi que les dépositions des membres d'équipage et de différents observateurs:

- Observateur 1: chef d'aérodrome, pilote professionnel, instructeur et examinateur, il se trouvait dans le bureau C
- Observateur 2: pilote privé, instructeur et examinateur, il se trouvait avec un élève à bord d'un avion quittant le parking vers la voie de roulage menant à la piste 18
- Observateur 3: pilote professionnel, instructeur et examinateur notamment pour le type Pilatus PC-12, il exerce son activité principalement depuis l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette et se trouvait dans le restaurant devant la fenêtre face à la piste

L'exploitant Air Service Liège ASLnv, compagnie aérienne spécialisée dans les vols à la demande, a déclaré le vol en cause comme vol privé. Cette dernière mettait des pilotes à disposition du « Pilatus Club One V.Z.W. » propriétaire de l'avion immatriculé OO-GEE.

Cet avion était certifié pour une utilisation VFR et IFR mono-pilote. Pour le vol en cause deux pilotes ont été prévus. Ils ont déclaré avoir opéré l'avion en équipage.

Le pilote aux commandes *pilot flying* – PF occupait le siège gauche. Il n'était jamais venu à l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette auparavant. Le pilote assistant *pilot assisting* – PA occupait le siège droite. Il possédait une qualification d'instructeur et était déjà venu à plusieurs reprises à l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette avec différents types d'avion (Beechcraft King Air BE90, BE200, Cessna C340). Il s'agissait de sa première venue à Lausanne avec un avion de type PC-12. Il était le commandant pour ce vol et avait signé l'acceptation technique de l'avion *technical log - aircraft acceptance* ainsi que le plan de vol opérationnel *operational flight plan*.

Le vol s'est déroulé selon les règles de vol aux instruments (IFR) jusqu'à environ 15 NM au nord du VOR de St-Prex où le plan de vol IFR a été annulé. Le vol s'est poursuivi selon les règles de vol à vue (VFR).

1.1.2 Faits antécédents

Le programme du 12 février 2011 prévoyait trois vols. Le premier d'Anvers Deurne (EBAW) à Lausanne-La Blécherette (LSGL). Le second de LSGL à Courchevel (LFLJ) en France. Le troisième de LFLJ à Kortrijk (EBKT) en Belgique. Les deux pilotes se sont retrouvés sur l'aérodrome d'Anvers Deurne pour la préparation du premier vol dont le décollage était prévu à 05:45 UTC. Ils ont rassemblé les documents météorologiques, les NOTAM, le plan de vol opérationnel, le plan de vol ATC ainsi que les cartes d'approche à vue de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette.

Les pilotes ont établi un devis de masse et centrage ainsi qu'une planification du carburant. Le plein de kérosène a été effectué puis les deux passagers sont montés à bord.

1.1.3 Le vol de l'accident

Le 12 février 2011 à 06:00 UTC l'avion Pilatus PC-12 immatriculé OO-GEE décolle de l'aérodrome d'Anvers Deurne avec deux pilotes et deux passagers à bord.

A 07:16:38 UTC et à environ 15 NM au nord du VOR de St-Prex, au niveau de vol FL 113 en descente, l'équipage annonce au contrôleur de la circulation aérienne qu'il désire annuler le plan de vol IFR. A 07:16:43 UTC le contrôleur confirme l'annulation du plan de vol IFR. Il demande à l'équipage de rester sur sa fréquence et de rappeler lorsque l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette sera en vue. A 07:19:36 UTC l'équipage annonce l'aérodrome en vue et le contrôleur autorise le changement de fréquence. L'avion se trouve à 6 NM à l'ouest de l'aérodrome à une altitude de 5400 ft AMSL.

La descente se poursuit selon les règles de vol à vue pour rejoindre directement le début du vent-arrière de la piste 18 dont l'altitude publiée est 2700 ft AMSL. Au milieu du vent-arrière le relevé radar indique une vitesse sol de 140 kt et une altitude de 3100 ft AMSL. L'avion tourne en base et les volets sont positionnés sur 40°, configuration d'atterrissage. Il a une altitude de 3100 ft AMSL et une vitesse sol de 120 kt. La *checklist* avant l'atterrissage est effectuée. Au début de la finale 18 il a une altitude de 3000 ft AMSL et une vitesse sol de 110 kt. Lors du passage du début de la piste 18 la vitesse sol est de 90 kt. Le pilote initie la manœuvre d'atterrissage et de freinage. Selon sa déclaration, l'atterrissage est doux puis il positionne le levier de puissance sur *idle reverse* et débute le freinage. Ayant l'impression que ce dernier est inefficace, il demande à son collègue de l'aider à freiner.

Le freinage provoque des traces (voir Annexe 2). 130 m avant la fin de la piste la vitesse sol est encore de 48 kt. L'équipage ne parvient pas à arrêter l'avion qui sort en fin de piste puis traverse une zone herbeuse d'une quinzaine de mètres terminée par une pente abrupte descendante d'environ 50 cm. L'avion continue sur un remblai, la roue de proue est arrachée et le train avant s'affaisse. Il s'immobilise à une trentaine de mètres de l'extrémité de la piste.

Le pilote PF effectue la *shutdown checklist* pendant que l'autre pilote PA procède à l'évacuation des passagers. Ce dernier constate une fuite de kérosène sous l'aile gauche. Le pilote PF effectue également la *aborted takeoff checklist* puis quitte l'appareil par la porte principale. L'équipage constate que le sol est givré. Les pompiers arrivent rapidement et dispersent de la mousse d'extinction autour de l'avion. Les occupants ne sont pas blessés et aucun incendie ne se déclare. La balise de détresse ne se déclenche pas.

1.1.4	Lieu de l'accident	
	Lieu	Aérodrome de Lausanne-La Blécherette (LSGL), commune de Lausanne/VD
	Date et heure	12 février 2011 à 07:24:34 UTC
	Conditions d'éclairage naturel	Jour
	Coordonnées	536 910 / 154 718 (Swiss Grid 1903) N 46° 32' 26.78" / E 006° 36' 58.11" (WGS 84)
	Altitude	609 m/M 1998 ft AMSL
	Situation	A 940 m du début de la piste 18 de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette, 30 mètres après la fin de celle-ci. L'avion faisait un angle d'environ 45° à droite avec l'axe de piste et se trouve à 10 mètres à l'ouest de ce dernier.

1.2 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	2	4	Sans objet
Total	2	2	4	0

1.2.1 Nationalité des occupants

L'équipage était composé de deux citoyens belges. Les deux passagers étaient des citoyens néerlandais.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été fortement endommagé.

1.4 Autres dommages

Le kérosène qui s'est écoulé du réservoir gauche ainsi que la mousse d'extinction ont provoqué une pollution du sol. Des traces et des sillons ont également été constatés dans le terrain.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage

1.5.1.1 Commandant / pilote assistant (PA)

Personne	Citoyen belge, né en 1956
Licence	Pilote professionnel d'avion (<i>commercial pilot aeroplanes – CPL(A)</i>), selon <i>joint aviation requirement – JAR</i> , établie la première fois par <i>Civil Aviation Administration / Kingdom of Belgium</i> le 16 avril 1993
Qualifications Classe/Type	Mono-moteur à pistons (<i>single-engine piston (land) – SEP</i>), valable jusqu'au 31 décembre 2011 Multi-moteurs à pistons (<i>multi-engine piston (land) – MEP</i>), valable jusqu'au 31 décembre 2011 BE300/1900, valable jusqu'au 30 avril 2011 BE90/99/100/200, valable jusqu'au 31 août 2011 C525, valable jusqu'au 30 juin 2011 Pilatus PC-12, valable jusqu'au 31 décembre 2011
Qualifications	Vol aux instruments (<i>instrument rating – IR(A)</i>), valable jusqu'au 31 décembre 2011 Radiotéléphonie en anglais <i>english level 6</i>
Qualifications instructeur	Instructeur de vol (<i>flight instructor – FI(A)</i>), valable jusqu'au 31 octobre 2011 Instructeur de vol aux instruments (<i>instrument rating instructor – IRI(A)</i>), valable jusqu'au 31 octobre 2011
Derniers tests d'aptitudes	MEP (<i>land</i>) le 30 décembre 2010, sur le type en cause, PC-12, le 23 novembre 2010 L'examineur pour ce test était le PF du vol de l'accident
Certificat médical	JAR-FCL 3 classe 1, avec restriction <i>shall wear multifocal lenses and carry a spare of spectacles – VML</i> , valable du 11 janvier 2011 jusqu'au 18 janvier 2012 Pour les vols commerciaux mono-pilote, valable du 11 janvier 2011 jusqu'au 18 juillet 2011
Dernière visite médicale	11 janvier 2011
Début de la formation aéronautique	1979

1.5.1.1.1 Expérience de vol et atterrissages

Heures totales	9953:53 h
Dont sur le type en cause	174:46 h
Pendant les 90 derniers jours	96:17 h
Dont sur le type en cause	6:46 h
Durant les dernières 24 h	4:34 h
Dont sur le type en cause	0:0 h
En tant que commandant	9034:16 h
En tant que copilote	494:03 h
Sur les avions à moteur	9953:53 h
Nombre total d'atterrissages	15 942
Dont sur le type en cause	114
Nombre d'atterrissages au cours des 90 derniers jours	102
Dont sur le type en cause	9

1.5.1.1.2 Périodes de service et de repos

Le commandant du vol en cause était pilote free-lance mais travaillait principalement pour ASLnv. Il était qualifié sur plusieurs types d'avion et son activité aéronautique durant les jours précédant l'accident est décrite ci-dessous.

- Le dernier vol sur Pilatus PC-12 avant l'accident a été effectué le 7 janvier 2011
- Du 8 janvier au 11 février 2011, il a effectué 14 journées de vol avec 26 vols sur 3 types d'avion tels que Cessna C525A/B, Beechcraft BE200 et BE350
- Le jour précédent l'accident, il a effectué deux vols à bord d'un Beechcraft BE350 avec un dernier atterrissage à Anvers Deurne à 17:11 UTC
- Le décollage du vol de l'accident à Anvers Deurne a eu lieu à 06:00 UTC

1.5.1.2 Pilote aux commandes (PF)

Personne	Citoyen belge, né en 1967
Licence	Pilote de ligne (<i>air transport pilot licence aeroplane – ATPL(A)</i>) selon <i>joint aviation requirement – JAR</i> , établie la première fois par <i>Civil Aviation Administration / Kingdom of Belgium</i> le 7 juin 2002
Qualifications Classe/Type	Mono-moteur à pistons (<i>single-engine piston – SEP(land)</i>), valable jusqu'au 31 mars 2011 Multi-moteurs à pistons (<i>multi-engine piston – MEP(land)</i>), valable jusqu'au 31 janvier 2012 Motoplaneur (<i>touring motor glider – TMG</i>), valable jusqu'au 31 mars 2011 Pilatus PC-6, valable jusqu'au 31 août 2012

	Pilatus PC-7, valable jusqu'au 31 août 2012 Pilatus PC-12, valable jusqu'au 30 novembre 2011 Cessna SET, valable jusqu'au 30 septembre 2012 B737 300-900, valable jusqu'au 31 mai 2011
Qualifications	Vol aux instruments (<i>instrument rating</i> – IR(A)) Radiotéléphonie en anglais, valable jusqu'au 13 février 2013
Qualifications instructeur	Instructeur de vol (<i>flight instructor</i> – FI(A)), valable jusqu'au 31 janvier 2013 Instructeur de vol aux instruments (<i>instrument rating instructor</i> – IRI(A)), valable jusqu'au 31 janvier 2013
Derniers tests d'aptitudes	MEP(<i>land</i>) le 26 janvier 2011, sur le type en cause, PC-12, le 23 novembre 2010 L'examineur du test était le commandant (PA) du vol en cause
Certificat médical	JAR-FCL 3 classe 1, sans restriction, valable du 29 juillet 2010 jusqu'au 7 septembre 2011 La mention « pour les vols commerciaux mono-pilote » est barrée
Dernière visite médicale	29 juillet 2010
Début de la formation aéronautique	1989

1.5.1.2.1 Expérience de vol et atterrissages

Heures totales	14 581:12 h
Dont sur le type en cause	403:00 h
Pendant les 90 derniers jours	172:30 h
Dont sur le type en cause	12:30 h
Durant les dernières 24 h	1:30 h
Dont sur le type en cause	0:0 h
En tant que commandant	8963:24 h
En tant que copilote	5440:54 h
Sur les avions à moteur	14 581:12 h
Nombre total d'atterrissages	6301
Dont sur le type en cause	> 200
Nombre d'atterrissages au cours des 90 derniers jours	76
Dont sur le type en cause	14

1.5.1.2.2 Périodes de service et de repos

Le pilote aux commandes (PF) était employé en tant que pilote free-lance par la compagnie ASLnv. Son activité principale était celle de commandant de bord Boeing 737 300-900 pour une autre compagnie aérienne. Son activité aéronautique durant les jours précédant l'accident est décrite ci-dessous.

- Le dernier vol sur Pilatus PC-12 avant l'accident a été effectué le 27 janvier 2011
- Du 28 janvier au 10 février 2011, aucun vol n'est inscrit
- Le jour précédant l'accident, il a effectué un vol d'entraînement à bord d'un Cessna C208 Caravan. Le dernier atterrissage a eu lieu à Genk (EBZW) à 15:30 UTC.
- Le décollage du vol de l'accident à Anvers Deurne a eu lieu à 05:50 UTC

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Renseignements généraux

Immatriculation	OO-GEE
Type d'aéronef	PC-12/47E
Caractéristiques	Mono-turbine, métallique à ailes basses cantilever avec train d'atterrissage escamotable à roue de proue, pressurisé
Constructeur	Pilatus Aircraft LTD, Stans/NW, Suisse
Année de construction	2010
N° de série	1174
Propriétaire	Pilatus Club One V.Z.W., Bellevue 5/301, 9050 Ledeborg, Belgique
Exploitant	ASLnv, Voogdijstraat 29, 3500 Hasselt, Belgique
Groupe propulseur	Pratt & Whitney Canada, Type PT6A-67P No. de série PCE-RY0186 Année de construction 2009 Puissance maximale au décollage 1200 SHP (882 kW), en fonction <i>reverse</i> 900 SHP (661 kW)
Hélice	Hartzell Propeller Inc. USA, métallique quadripale Type HC-E4A-3D/10477SK No de série KX822 Année de construction 2009
Système de freinage	Hydraulique à disques, sans système <i>antiskid</i>
Equipements	IFR, Honeywell Primus APEX Glass cockpit <i>Traffic Alert & Collision Avoidance System</i> – TCAS <i>Terrain Awareness and Warning System</i> – TAWS
<i>Emergency location beacon aircraft</i> – ELBA	Type KANNAD 406 AF
Heures d'exploitation	Cellule: 243 h 12 (<i>time since new</i> – TSN) Turbine: 243 h 12 (TSN) Hélice: 243 h 12 (TSN)

Nombre d'atterrissages	207
Masse maximale autorisée	Au décollage 10 450 lb A l'atterrissage 9921 lb
Masse et centre de gravité	Masse de l'avion décollage: 10 104 lb La masse au moment de l'accident: 9486 lb La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le manuel de l'aéronef
Entretien	Dernier contrôle annuel: 29 octobre 2010 à 201 h 18 et 171 atterrissages Inspection du filtre à huile et du détecteur de particule de la boîte de réduction de l'hélice: 23 novembre 2010 à 210 h 24 et 176 atterrissages
Limitations techniques	Aucune listée
Types de carburant autorisés	Kérosène Jet A1, Jet A, Jet B, JP-4
Type de carburant utilisé lors du vol de l'accident	Kérosène Jet A1
Réserve de carburant	Selon le plan de vol, la quantité de carburant au décollage (<i>take off fuel</i>) était de 2684 lb. La consommation estimée pour le vol de l'accident était de 618 lb. La quantité au moment de l'accident est estimée à 2066 lb
Certificat d'immatriculation	Etabli par la Direction Générale Transport Aérien, Royaume de Belgique, le 16 mars 2010
Certificat de navigabilité	Etabli par la Direction Générale Transport Aérien, Royaume de Belgique, le 1 ^{er} avril 2010
Certificat d'examen de navigabilité	Date de délivrance: 1 ^{er} avril 2010 Date d'expiration: 1 ^{er} avril 2011
Champ d'utilisation	Exploitation privée
Catégorie	Mono-pilote (<i>single pilot</i>), VFR de jour, VFR de nuit, IFR catégorie I, B-RNAV (RNP 5), RVSM, <i>Flight into known icing conditions</i>
Modifications	Aucune connue

1.6.2 Masse et centrage

Le plan de vol opérationnel de l'exploitant contient une section poids et centrage (*weight and balance*) que les pilotes ont utilisée pour la préparation du vol. Les deux pilotes occupaient les sièges du cockpit et les deux passagers étaient assis aux rangées deux et trois de la cabine. Quelques bagages se trouvaient dans le compartiment arrière.

Au moment de l'accident, la masse et le centrage se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Généralités

Les informations contenues dans les chap. 1.7.2 à 1.7.9 ont été fournies par MétéoSuisse.

Les informations contenues dans le chap. 1.7.10 sont basées sur des observations de témoins et des enregistrements de *webcams*.

1.7.2 Situation météorologique générale

Prévision aéronautique pour la Suisse du samedi 12 février 2011 valable de 6 à 12 heures UTC:

Une vaste zone de haute pression sur le Sud de l'Europe détermine le temps en grande partie dans les Alpes. Dans la nuit par l'Ouest un faible front froid traversera la Suisse. Progressivement un courant plus humide dans les couches inférieures arrivera par la plaine du Pô et influencera légèrement le Sud des Alpes.

1.7.3 Situation météorologique sur le lieu et à l'heure de l'accident

Ces valeurs résultent d'une interpolation spatiale et temporelle des données mesurées aux alentours.

<i>Nébulosité</i>	<i>2/8, base autour de 28'000 ft/AMSL</i>	
<i>Temps</i>	<i>-</i>	
<i>Visibilité</i>	<i>Plus de 10 km</i>	
<i>Vent</i>	<i>Variable 2-4 kt</i>	
<i>Température / point de rosée</i>	<i>03°C/-02°C</i>	
<i>Pression atmosphérique</i>	<i>QNH LSGG 1018 hPa, QNH LSZH 1017 hPa, QNH LSZA 1017 hPa</i>	
<i>Dangers</i>	<i>néant</i>	

1.7.4 Informations astronomiques

Position du soleil *Azimut: 118°* *Élévation: 07°*

Conditions d'éclairage naturel *Jour*

1.7.5 Informations météorologiques d'aérodrome

Aucun meteorological aviation routine weather report – METAR n'était publié pour l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette.

Les observations météorologiques METAR de Genève (LSGG), aérodrome le plus proche et situé à environ 35 km au sud-ouest du lieu de l'accident, étaient les suivantes:

- *LSGG 120720Z 0000KT 4200 MIFG NSC M01/M01 Q1018 BECMG 6000=*
- *LSGG 120750Z VRB02KT 5000 BR NSC 00/M00 Q1018 NOSIG=*

Ce qui signifie:

- Observation de Genève (LSGG), valable le 12 février 2011 à 07:20 UTC, pas de vent, visibilité de 4200 m, brouillard mince, sans nuage significatif, température et point de rosée de -1°C/-1°C, pression ramenée au niveau de la mer de 1018 hPa, prévision à court terme, visibilité de 6000 m.
- Observation de Genève (LSGG), valable le 12 février 2011 à 07:50 UTC, vent variable en direction avec une vitesse de 2 kt, visibilité de 5000 m, brume, sans nuage significatif, température et point de rosée de 0°C/-0°C, pression ramenée au niveau de la mer de 1018 hPa, prévision à court terme, pas de changement significatif.

1.7.6 Conditions météorologiques selon témoins

1.7.6.1 Etat de la piste

Les observateurs 1, 2, 3, et la police ont déclaré ce qui suit :

- Observateur 1: « *Avant 06:00 UTC, j'ai effectué le contrôle de la piste à bord d'un véhicule. Elle était sèche, froide, sans glace et sans givre* ».
- Observateur 2: « *Je qualifie l'état de la piste de bonne et de sèche* ».
- Observateur 3: « *Elle était sèche, froide, sans glace et sans givre* ».
- Police: « *Les routes aux alentours de l'aérodrome n'étaient pas givrées* ».

1.8 Aides à la navigation et l'atterrissage

1.8.1 Renseignements sur les aides à la navigation et à l'atterrissage

L'aérodrome de Lausanne-La Blécherette ne possédait pas d'aide à la navigation. Les aides à l'atterrissage sont décrites au chapitre 1.10.

1.9 Communications

Les communications radio entre les pilotes et le service de la navigation aérienne se sont déroulées normalement et sans difficulté. Les pilotes n'ont pas mentionné de difficulté dans les communications internes du cockpit.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

1.10.1 Généralités

L'aérodrome de Lausanne-La Blécherette est situé au nord de la ville de Lausanne. Il était de statut public, avec service douanier et hors de l'espace aérien contrôlé. Le trafic aérien était principalement constitué de vols d'écolage, de vols privés et de vols d'affaire. Il y avait également du trafic d'hélicoptères et la garde aérienne suisse de sauvetage (REGA) y possédait une base permanente.

L'altitude de l'aérodrome était de 2041 ft soit 622 m et sa température de référence était de 23.5 °C.

Il était équipé d'une piste asphaltée de 875 x 23 m. Elle était orientée nord/sud (36/18) et était dotée d'un balisage lumineux. La piste 36 était équipée d'un *precision approach path indicator* – PAPI ayant un angle de 4.5°. La piste 18 était équipée d'un *abbreviated precision approach path indicator* – APAPI ayant un angle de 4.0°.

Les distances utilisables déclarées étaient les suivantes:

Piste 18: décollage 775m atterrissage 805 m

Piste 36: décollage 805 m atterrissage 775 m

La piste n'était pas horizontale. L'altitude du seuil de piste 18 était de 619 m, celle du seuil de piste 36 de 608 m et celle du point milieu de 610 m. Elle possédait un profil particulier. Pour un atterrissage en piste 18, la piste descendait avec une pente de 2.5 % dans les premiers 414 m puis 1.8 % sur une distance de 141 m (voir annexe 1).

Deux *webcams* étaient installées sur les toits aux alentours du bureau C.

1.10.2 Services de sauvetage et de lutte contre les incendies

L'aérodrome de Lausanne-La Blécherette était équipé de moyens de lutte contre les incendies de la catégorie 1. Sur demande et avec un préavis de 3 h, celle-ci pouvait être augmentée à la catégorie 3.

1.11 Enregistreurs de bord

1.11.1 Enregistreur de paramètres de vol (*flight data recorder* – FDR)

Ni installé ni prescrit.

1.11.2 Enregistreur de conversation de cockpit (*cockpit voice recorder* – CVR)

Ni installé ni prescrit.

1.11.3 Autres enregistreurs

A des fins de maintenance, un système électronique de surveillance *aircraft condition and monitoring system* – ACMS et *fault history database* – FHDB était installé.

La lecture de ces données n'a pu être que partiellement effectuée et n'a révélé aucune anomalie.

1.12 Renseignements sur l'impact et sur l'épave

1.12.1 Description sur l'impact

Deux traces importantes de freinage étaient visibles sur la piste 18. Le pneu droit a laissé une trace d'une longueur de 510 m et le gauche de 399 m (voir annexe 2).

Une trace métallique due au frottement de la jante droite sur le sol était visible à environ 360 m de la fin de la piste 18 (voir annexe 3).

Puis trois traces étaient visibles dans le terrain herbeux plat de 15 m situé en bout de piste. Le terrain descendait ensuite abruptement de 50 cm et le sol, constitué d'un remblai, devenait plus meuble. Le passage de l'avion à ce changement de niveau a provoqué l'arrachement de la roue de pouce, l'affaissement du train avant, des dommages à l'hélice et à la structure entraînant une fuite de carburant sous l'aile gauche. L'avion était immobilisé à environ 30 m de la fin de la piste et à 10 m à droite de son axe. Il avait un angle d'environ 45° à droite.



Fig. 1: Position finale du OO-GEE

1.12.2 Renseignements sur l'épave

Les constats suivants ont été faits sur l'épave:

- Les déformations des pales de l'hélice au niveau du bord d'attaque indiquent que la turbine fournissait de la puissance au moment de l'impact
- Le boîtier d'accessoire de la turbine a subi d'importants dégâts
- Le pneu du train principal droit est déchiré
- Le pneu du train principal gauche est crevé et présente un plat important
- La fourche de la roue de proue est brisée
- L'aile gauche est déformée
- Environ 490 litres de carburant se sont écoulés du réservoir gauche endommagé
- Les ceintures de sécurité ont été utilisées et ont résisté aux contraintes
- La porte principale d'accès à bord a pu être ouverte normalement après l'impact

Les interrupteurs, manettes et leviers de commande ont été retrouvés comme suit:

- | | |
|---|--|
| • Commande du frein de parc, <i>parking brake</i> | poussé – <i>off</i> |
| • Levier de puissance, <i>power control</i> | ralenti sol – <i>ground idle</i> |
| • Levier de conditionnement, <i>condition lever</i> | coupé/en drapeau
<i>cut-off / feather</i> |
| • Levier <i>manual override, MOR</i> | tiré– <i>off</i> |
| • Commande du train d'atterrissage, <i>landing gear lever</i> | sorti – <i>down</i> |
| • Levier des volets de courbures, <i>flaps lever</i> | rentré – <i>up</i> |

- Volets de courbures, *flaps* position ~15°
(en rétraction)
- Compensateurs, *trims* secteur vert –
green range
- Feux de navigation, *NAV lights* enclenchés – *on*
- Levier oxygène, *oxygen lever* enclenché – *on*
- Pompes électriques de carburant, *fuel pumps* automatique – *auto*
- Interrupteur principal,
Master Power switch coupé – *Emergency off*
- Interrupteurs batteries, *BAT* coupés – *off*
- Interrupteurs générateurs, *GEN* coupés – *off*

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Tous les occupants sont indemnes. Les résultats des tests d'alcoolémie de l'équipage sont négatifs.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

1.15 Questions de survie

1.15.1 Généralités

L'avion était équipé d'une balise de détresse ELBA de type *KANNAD Model 406 AF*. L'échéance de la batterie était en mai 2015. L'appareil n'a pas émis de signal après l'impact. Le commutateur était sur la position "*ARM*". Les tests effectués ont démontrés que la balise fonctionnait normalement.

1.15.2 Evacuation des occupants

Une fois l'avion immobilisé, l'équipage et les passagers ont quitté normalement l'avion par la porte principale.

1.16 Essais et recherches

Tous les composants du système de freinage ainsi que les roues des trains d'atterrissage principaux ont été démontés et vérifiés. Aucune anomalie n'a été constatée.

Le fonctionnement de la commande de *reverse* a été vérifié. Aucune anomalie n'a été constatée.

Les inspections du moteur, de la boîte de réduction d'accessoires (*accessory gearbox*) et celle de l'hélice (*propeller gearbox*) n'ont pas révélé d'anomalie particulière.

1.17 Renseignements en matière d'organisation et de gestion

Le propriétaire de l'avion Pilatus PC-12/47E immatriculé OO-GEE est le «Pilatus Club One V.Z.W.», groupement de plusieurs personnes ou entreprises possédant chacune une part de l'appareil (*fractional ownership*).

La compagnie Air Service Liège ASLnv a été créée en 1998. Elle offre des vols commerciaux à la demande, avec différents types d'appareils, dont des *Cessna citation* et des *Beechcraft King Air*.

Elle est également l'exploitant de l'avion OO-GEE et à ce titre responsable de son suivi technique et opérationnel.

Pour le vol en cause elle a mis à disposition l'équipage de l'avion OO-GEE. Elle a déclaré que ce vol était un vol privé, effectué pour le compte du propriétaire, le « Pilatus Club One V.Z.W. ». Les deux pilotes étaient engagés sur appel. Le commandant travaillait principalement pour Air Service Liège ASLnv.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Déclaration concernant l'état technique de l'avion au départ d'Anvers Deurne

Les pilotes ont déclaré:

« ... Le PC-12 OO-GEE était en parfait état de vol, sans inscriptions dans le techlog ni DI. ... Nous avons contrôlé le fonctionnement des freins au départ d'Anvers ... ».

1.18.2 Observations concernant l'étape de base à LSGL

L'avion a suivi le circuit publié mais se trouvait à 3100 ft AMSL soit 400 ft au-dessus de l'altitude prescrite.

1.18.3 Déclarations et observations concernant la finale à LSGL

- Pilote aux commandes (PF): « ...vitesse en réduction de 90 vers 80 kt ... J'estime l'angle d'approche à 4°. Le AOA était sur le doughnut tout était normal ... »
- Pilote assistant (PA): « En finale: speed check 85 à 90 kt, bleeding off et AOA one star above center - normal approach ». Ce qui signifie : vitesse vérifiée 85 à 90 kt en réduction et indication d'angle d'attaque à une étoile au-dessus de la position centrée - approche normale
- Observateur 1: « ...une fois en finale, il avait une attitude nez bas prononcée et j'estime l'approche très pentue environ 6° ... »

Selon le relevé radar, au début de la finale 18 l'avion se trouvait sur un plan d'environ 7.6° soit environ 3.6° au dessus du plan de l'abbreviated precision approach path indicator – APAPI.

1.18.4 Déclarations et observations concernant l'atterrissage et le freinage à LSGL

- Pilote aux commandes (PF): « ... normal touchdown after threshold marking and just before white triangle marked on rwy. Smooth touchdown, idle reverse with smooth braking was commenced after a few sec. I started braking more heavily but I felt no deceleration : I asked assistance of right seat pilot...I started to reverse (prop reverse) even more but no effect on stopping then I put the cond. Lever to low idle. ... »

Ce qui signifie: « ... touché normal après le marquage du seuil de piste et juste avant la marque du triangle blanc. Le touché est doux, début du freinage d'hélice (reverse) sur la position ralenti et freinage doux après quelques secondes. Puis j'ai freiné plus fortement mais je n'ai pas senti de décélération: j'ai demandé assistance au pilote de droite...J'ai actionné plus fortement le reverse mais sans effet sur la décélération puis j'ai positionné le levier de conditionnement sur low idle. ... »

- Pilote assistant (PA): « ...« Le contact avec la piste s'est déroulé sur le triangle dessiné sur la piste. A ce moment l'utilisation des Reverses ne

nous a pas semblé nécessaire. Jusque vers le milieu de la piste nous n'avons pas ressenti de décélération. M. xxxx (PF) m'a dit en néerlandais - ça ne freine pas, freinez, vous ! A ce moment là, j'ai appuyé sur les freins. Ne sentant pas d'effet, j'ai crié – reverse, reverse ! J'ai mis ma main sur sa main afin de m'assurer que la manette de puissance se trouvait en position arrière. Par contre je n'ai pas pu vérifier que la manette de puissance se trouvait en position Reverse. Ni l'effet des freins, ni l'effet du reverse n'ont été ressenti. »...

- Observateur 1: « *J'ai observé l'avion atterrir entre le triangle et le travers de la ferme. A ce moment là, les paramètres me paraissaient corrects. Au travers de l'intersection de la station de carburant, j'ai observé de la fumée qui provenait du pneu gauche du train principal. J'ai à nouveau observé de la fumée vers l'inscription 36. A ce moment là, j'ai compris qu'il ne s'arrêterait plus. J'estime la sortie de piste à environ 40 km/h. »*
- Observateur 2 : « *... je ne l'ai plus observé jusqu'à ce qu'il roule sur la piste à la hauteur de la manche à air. A ce moment là je me trouvais au début de la TWY 36. J'ai immédiatement observé de la fumée qui provenait des deux pneus du train principal. ... Lorsque l'avion est passé à notre hauteur, j'ai dit à mon élève : le pneu droit est plat. »*
- Observateur 3: « *J'ai observé l'avion au sol depuis la position correspondant environ au travers de la manche à air. La vitesse de l'avion au travers du marquage 36 m'a étonné. Elle m'a paru élevée, ce qui m'a fait un instant penser qu'il était en phase de décollage. De plus le régime de la turbine m'a également paru élevé pour cette phase de vol. »... « A part la vitesse élevée et l'absence du bruit caractéristique du reverse, je n'ai observé ni fumée, ni entendu de bruit particulier. Le régime moteur à ce moment là correspondait au son du Condition Lever en position Flight Idle »... « j'estime la sortie de piste à environ 40 à 50 kt ».*

1.18.5 Utilisation des relevés radar

L'avion OO-GEE était équipé d'un *transponder* mode S. Cet émetteur-récepteur est en liaison avec des stations radar. Il permet la localisation et la transmission de données telles que l'altitude, la vitesse vraie, la vitesse sol ainsi que le passage du mode air au mode sol de l'avion.

Les relevés radar ont permis d'établir que:

- La valeur moyenne de la pente lors de l'approche finale sur la piste 18 était de 7.6°
- La vitesse sol lors du passage du début de la piste 18 était de 90 kt
- Le point de contact sur la piste, signalé par le passage du mode air au mode sol du *transponder*, a eu lieu à environ 290 m du début de la piste 18
- Le *transponder* est ensuite repassé en mode air pour 2 à 3 secondes puis a définitivement commuté en mode sol. L'avion était à environ 400 m du début de la piste
- La vitesse sol 130 m avant la fin de la piste était de 48 kt
- Un vent arrière moyen de 2 kt était présent lors de l'atterrissage

1.18.6 Descriptif des leviers de puissance et de conditionnement

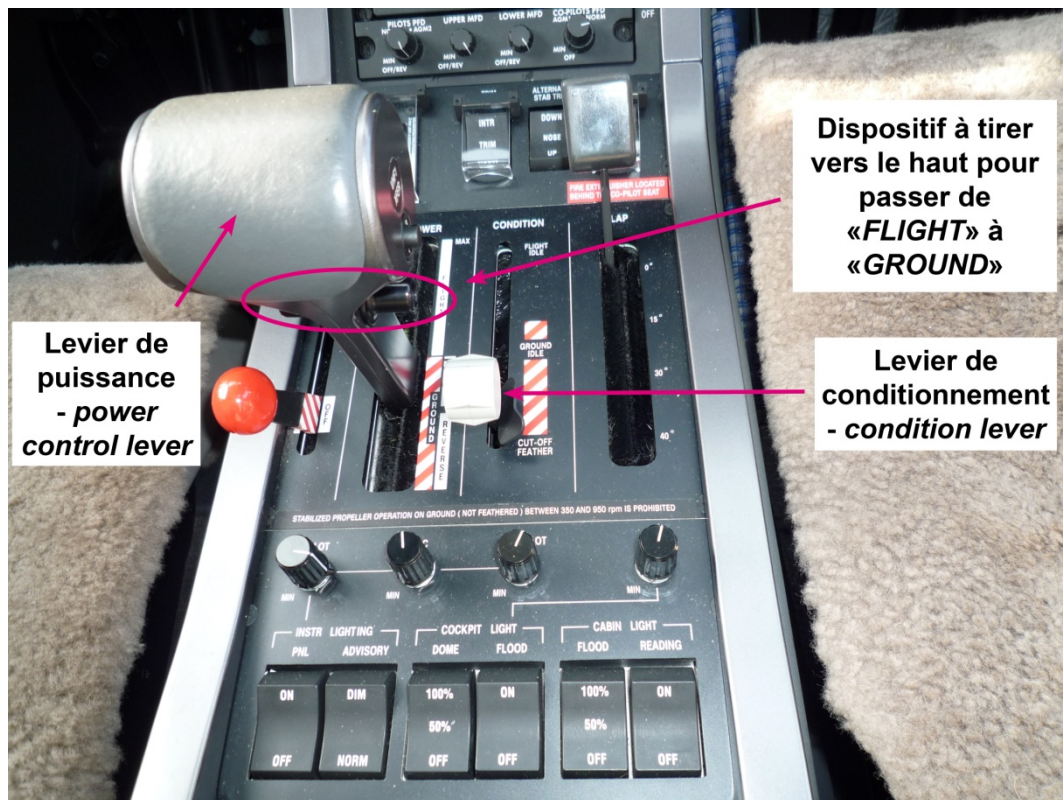


Fig. 2: Levier de puissance et de conditionnement

- Le levier de puissance (*power control lever*) est utilisé dans deux zones, une zone de vol *FLIGHT* (blanche) et une zone au sol *GROUND* (hachurée rouge et blanche). Elles sont séparées par une détente. Le passage dans la zone *BETA* se fait en levant le dispositif situé sur le levier de puissance au moyen de l'index et du majeur. La zone *GROUND* débute par une partie appelée *BETA* suivie d'une partie appelée *reverse*.
- Le levier de conditionnement (*condition lever*) règle le ralenti de la turbine et par conséquent son temps de réponse. Il a trois modes d'utilisation: le ralenti en vol *FLIGHT IDLE*, le ralenti au sol *GROUND IDLE* et l'arrêt de la turbine avec mise en drapeau de l'hélice *CUT-OFF FEATHER*. Le ralenti de la turbine est plus élevé en *FLIGHT IDLE* qu'en *GROUND IDLE*. Il suffit de pousser le levier vers l'avant pour passer de la position *GROUND IDLE* à *FLIGHT IDLE* mais il faut d'abord le soulever pour passer de la position *FLIGHT IDLE* à *GROUND IDLE*.

1.18.7 Procédure d'atterrissage du PC-12/47E

Le manuel de vol *Pilot's Operating Handbook* – POH mentionne deux procédures pour l'atterrissage au chapitre 4.16 LANDING

§ 4.16.1 NORMAL

1. TOUCH DOWN MAIN WHEEL FIRST
2. DO NOT FLARE WITH HIGH PITCH ANGLE
3. Power Control Lever IDLE
4. Condition Lever GROUND IDLE
5. Braking AS REQUIRED

§ 4.16.2 SHORT FIELD

1. TOUCH DOWN MAIN WHEEL FIRST
2. DO NOT FLARE WITH HIGH PITCH ANGLE
3. Power Control Lever IDLE
4. Reverse SELECT MAXIMUM (if desired)
5. Brake FIRM
6. Condition Lever GROUND IDLE
7. Power Control Lever IDLE (before airplane stops)

La différence principale entre les deux procédures est l'utilisation ou non du *reverse*. A noter que dans la procédure *NORMAL*, le levier de conditionnement (*Condition Lever*) doit être amené en position *GROUND IDLE* avant l'utilisation des freins.

1.18.8 Atterrissage *NORMAL* et *SHORT FIELD* – effet du levier de conditionnement

- Atterrissage *NORMAL* sans intention d'utilisation du *reverse*:
Au moment du contact avec le sol, si le levier de puissance est en position ralenti et le levier de conditionnement sur *FLIGHT IDLE*, l'hélice exerce une force de traction résiduelle due au ralenti élevé de la turbine. Le passage du levier de conditionnement sur *GROUND IDLE* diminue le ralenti de la turbine et ainsi la force de traction résiduelle. Si le pilote décide à ce moment d'utiliser le mode *reverse*, l'effet de freinage ne se fera qu'après un certain délai.
- Atterrissage *SHORT FIELD* avec intention d'utilisation du *reverse*:
Le passage du levier de puissance en mode *reverse* maximum produit sans retard une force de freinage car le levier de conditionnement se trouve encore sur *FLIGHT IDLE*.

1.18.9 Performances à l'atterrissage du PC-12/47E selon POH

Pour le vol de l'accident les distances de roulage après l'atterrissage (*landing ground roll*) sans utilisation du *reverse* (atterrissage *NORMAL*) étaient les suivantes en fonction du vent:

- Vent nul: 430 m
- Vent de face 2 kt: 415 m
- Vent de dos 2 kt: 450 m
- Vent de dos 4 kt: 465 m

Un vent arrière moyen de 2 kt était présent lors de l'atterrissage.

Le POH précise que ces valeurs sont associées à une technique de freinage dite moyenne *average braking technique* et au passage de la commande de levier de conditionnement de *FLIGHT IDLE* à *GROUND IDLE* après le contact avec la piste (*TOUCH DOWN*).

Dans ce cas une technique de freinage moyenne signifie: l'utilisation des freins sans blocage des roues, par un pilote standard, avec un avion n'ayant pas de problème particulier aux roues et au système de freinage.

La vitesse d'approche prescrite pour la masse et les conditions de l'accident était de 83 KIAS. Celle-ci était d'environ 5 kt plus élevée ce qui augmente les distances ci-dessus de 10 %.

1.18.10 Effet de la pente descendante de la piste 18

Au moment de l'atterrissage, le pilote porte généralement sa vision vers l'horizon naturel situé en bout de piste pour ajuster l'assiette de l'avion au moment du touché. S'il affiche une assiette identique à celle utilisé pour une piste horizontale, l'angle d'attaque est augmenté de l'angle de la piste, soit 1.4°. Ceci a pour effet d'augmenter la portance ce qui réduit les appuis normaux sur les roues principales et entraîne une diminution du freinage.

L'appui normal sur les roues est réduit par la pente descendante et une partie du poids de l'avion exerce une force de traction. Les performances d'atterrissage publiées tiennent compte de ces effets.

1.19 Techniques d'investigation utiles ou efficaces

Une modélisation tridimensionnelle des lieux de l'accident et de l'avion PC-12/47E a été effectuée. La corrélation de ce modèle avec les images des *webcams* et des relevés radar a montré que l'avion OO-GEE a initialement pris contact avec la piste à environ 290 m du début de la piste 18. A cet endroit celle-ci a une pente descendante de 2.5 % (1.4°).

Les images *webcams* ont montré que la roue de proue a pris contact avec le sol à 400 m du début de la piste. A cet endroit le *transponder* est passé définitivement en mode sol. C'est également là qu'a débuté la trace du pneu gauche et l'apparition de fumée. La vitesse sol était de 70 kt puis est restée plus ou moins constante sur une distance de 230 m. Puis l'avion a décéléré sur 90 m pour atteindre une vitesse de 50 kt. A 130 m de la fin de la piste la vitesse sol était de 48 kt (voir annexe 3).

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a révélé aucune défectuosité ayant pu contribuer à ou provoquer l'accident.

2.2 Facteurs humains et opérationnels

Au vu du déroulement du vol et des déclarations des pilotes, on peut conclure que ceux-ci avaient prévu d'utiliser la procédure d'atterrissage *NORMAL* et non la procédure *SHORT FIELD*. Selon le *POH*, en utilisant la procédure d'atterrissage *NORMAL*, la distance requise de roulage était de 495 m. La distance de roulage disponible après le premier touché était de 580 m.

Après une approche finale avec une pente moyenne d'environ 7.6°, l'avion s'est présenté en courte finale avec un léger excès de vitesse d'environ 5 kt. Le premier contact avec la piste 18 a été qualifié de doux. Il a eu lieu à environ 580 m avant la fin de la surface asphaltée, dans la partie descendante ayant pu induire, selon l'assiette choisie, une augmentation de l'angle d'attaque provoquant une diminution de l'appui sur les roues principales. Ceci peut expliquer le bref passage du transponder en mode air.

Le pilote PF a débuté un freinage doux quelques secondes après le premier contact avec le sol. A ce moment le levier de conditionnement était sur *FLIGHT IDLE* et l'hélice exerçait une force de traction résiduelle. Le *transponder* est repassé en mode « air » puis à nouveau en mode « sol » sur une distance de 90 m. Ceci confirme un manque ou un faible appui sur les roues du train principal rendant le freinage inefficace.

Constatant l'inefficacité du freinage, le pilote PF a demandé à son collègue de freiner également. Il est probable que les deux pilotes, ne comprenant pas ce qu'il se passait, appuyaient simultanément sur les freins. N'ayant que peu d'appui, les roues se sont bloquées réduisant ainsi considérablement l'efficacité de freinage. La roue de pouce a pris contact avec l'asphalte 475 m avant la fin de la piste permettant dès lors un appui correct sur les roues principales. Ceci a provoqué le déchirement du pneu droit et laissé une trace métallique due au frottement de la jante sur le sol. Conséquemment, le freinage du côté droit a été encore diminué.

Il n'a pas été possible de déterminer avec précision les actions effectuées par l'équipage sur les leviers de puissance et de conditionnement après l'atterrissage. Toutefois une traction résiduelle était encore présente durant une partie de la phase de freinage. Selon un observateur, le pneu gauche, qui dégageait de la fumée, a probablement crevé à environ 200 m de la fin de la piste. Dès lors, les deux roues n'avaient donc pratiquement plus d'effet de freinage.

En résumé, l'avion n'a eu un véritable appui sur ses roues qu'à 375 m de la fin de la piste et les roues n'avaient que peu d'effet de freinage dans les derniers 200 m. Si l'on compare cela avec la distance roulage après l'atterrissage de 495 m, calculée avec une technique de freinage moyenne, il est évident que l'équipage ne pouvait pas stopper l'avion avant la fin de la piste.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis à la circulation VFR/IFR
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur de l'avion
- L'enquête n'a révélé aucune défectuosité ayant pu contribuer ou provoquer l'accident
- Le dernier contrôle annuel a été effectué le 29 octobre 2010 à 201 h 18 et 171 atterrissages
- L'avion était équipé d'une balise de détresse (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) de type *KANNAD Model 406 AF* qui fonctionnait correctement. Celle-ci ne s'est pas déclenchée

3.1.2 Aspects humains

- Les documents fournis indiquent que les pilotes étaient titulaires d'une licence adéquate
- Le pilote aux commandes (PF) n'était jamais venu à Lausanne-La Blécherette avant le vol de l'accident
- Le commandant (PA) était déjà venu à Lausanne-La Blécherette avec d'autres types d'avions avant le vol de l'accident
- Les deux pilotes étaient expérimentés sur piste courte
- Aucun élément n'indique qu'ils aient été affectés dans leur état de santé lors de l'accident
- Les résultats des tests d'alcoolémie de l'équipage étaient négatifs

3.1.3 Aspects opérationnels

- Au début de la finale 18 l'avion se trouvait sur un plan d'environ 7.6° soit environ 3.6° au dessus du plan de l'*abbreviated precision approach path indicator* – APAPI.
- L'avion avait un excès de vitesse d'environ 5 kt lors du survol du début de la piste 18
- La piste 18 avait une pente descendante de 2.5 % sur les premiers 414 m, puis 1.8 % dans les 141 m suivants
- L'avion a touché le sol de manière douce, dans une pente descendante de 2.5 %, à environ 580 m de la fin de la piste 18
- L'avion a eu un appui réel sur ses roues à environ 400 m avant la fin de la piste 18
- Avec le levier de conditionnement en position *FLIGHT IDLE* et une non-utilisation du mode *BETA*, l'hélice exerce une force de traction résiduelle lors de l'atterrissage

- Pour la procédure d'atterrissage *NORMAL* avec une efficacité de freinage moyenne, la distance calculée de roulage après l'atterrissage était de 495 m
- Le pneu droit a laissé une trace de 510 m. Il s'est déchiré à environ 360 m avant la fin de la piste
- Le pneu gauche a laissé une trace de 400 m et a crevé à environ 200 m de la fin de la piste
- Le passage du dénivelé entre la zone herbeuse et le remblai situé après la fin de la piste a provoqué l'arrachement de la roue de proue, l'affaissement du train avant, des dégâts à la structure et la fuite de carburant
- Les occupants ont tous quitté l'avion indemnes par la porte principale
- Aucun incendie ne s'est déclaré

3.1.4 Conditions cadres

- Les conditions météorologiques n'ont pas joué de rôle dans l'accident
- Le vol a été déclaré comme vol IFR / VFR privé par l'exploitant
- L'avion OO-GEE était certifié IFR mono-pilote et a été opéré avec deux pilotes travaillant en équipage
- Le commandant était le pilote assistant PA

3.2 Causes

L'accident est dû à une sortie en fin de piste consécutive à des techniques d'atterrissage et de freinage inappropriées.

Payerne, 4 octobre 2012

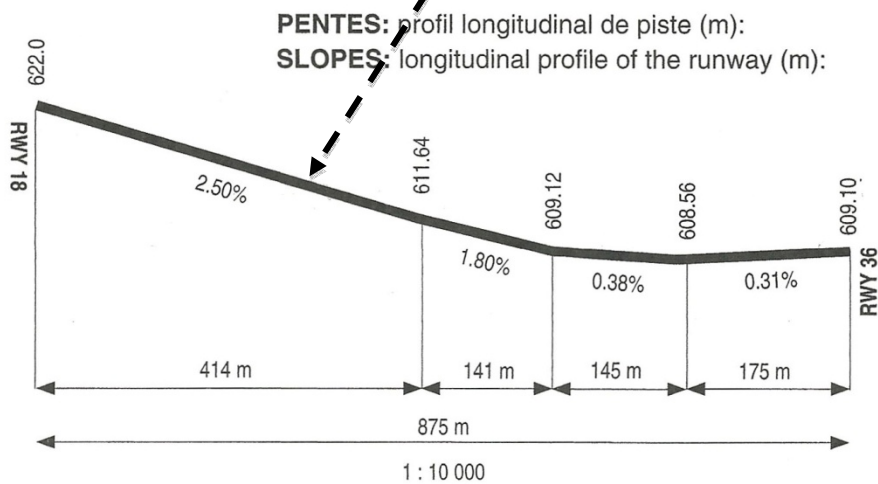
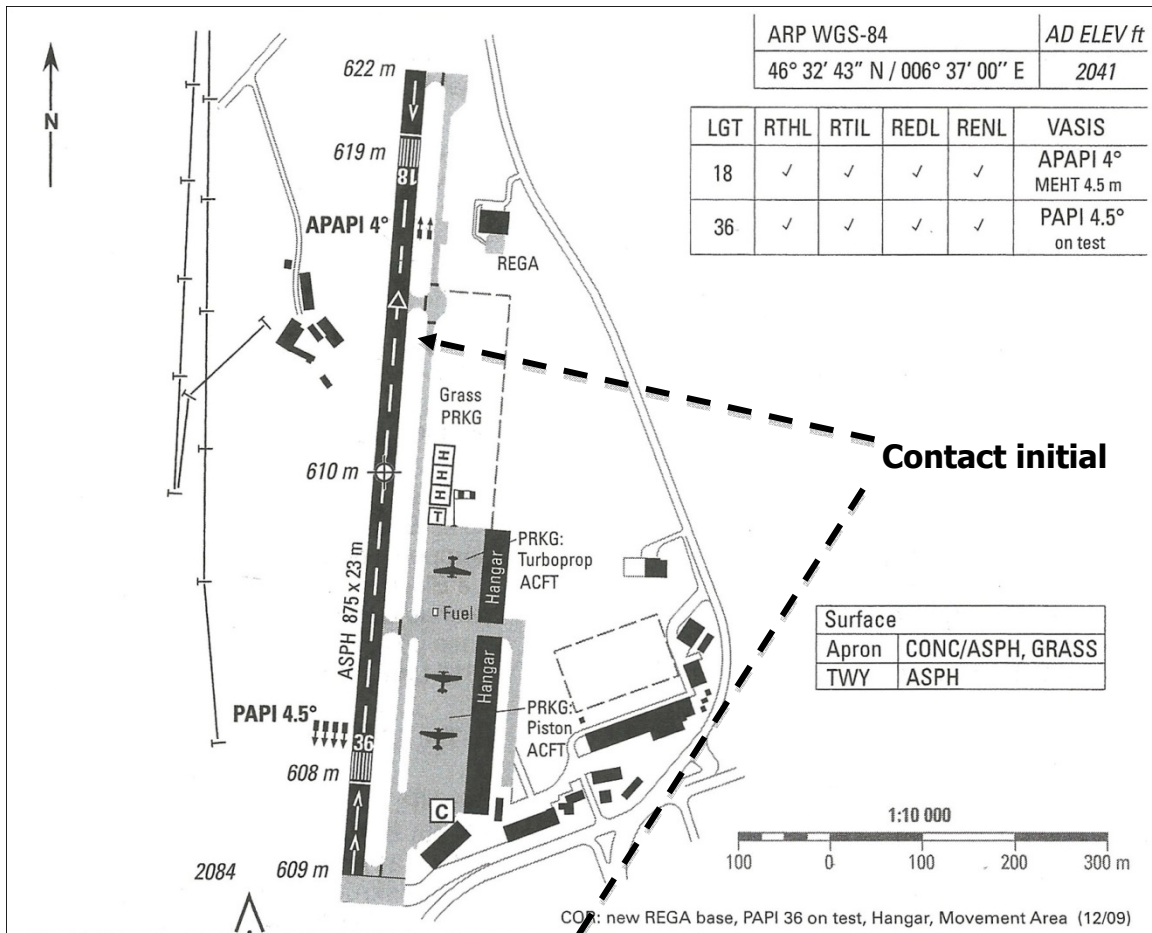
Service d'enquête suisse sur les accidents

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, 27 septembre 2012

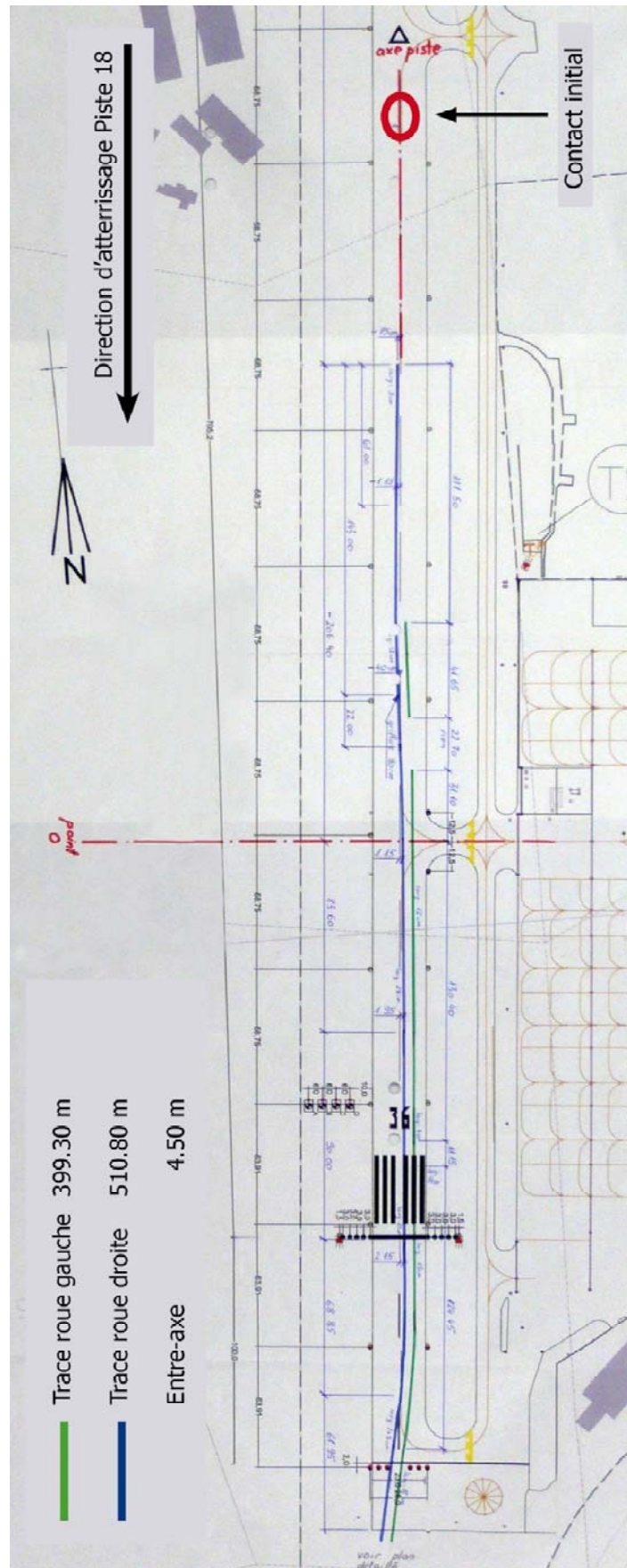
Annexes

Annexe 1: Carte au sol LSGL



RWY BRG TRUE/MAG	m	AVBL LEN LDG	AVBL LEN TKOF	Surface SFC	Résistance STRENGTH
004/003 184/183	875 x 23	775 805	805 775	ASPH	PCN 26/F/B/Y/T
VAR (10.5): 1° E		→ VFR AGA 3-0, § 3			→ VFR AGA 3-0, § 2

Annexe 2: Relevé des traces



Annexe 3: Relevé des distances et vitesses

