



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. 2188 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

concernant l'accident de l'avion
Bücker CASA, HB-UVT

survenu le 20 septembre 2012

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

Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust zurückzuführen, weil am rechten Hauptfahrwerk hinten eine Halterung brach.

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 normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) qui au moment de l'accident correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et l'heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC) est: LT = CEST = UTC + 2 h.

Rapport final

Type d'aéronef	Bücker Jungmann, CASA 1.131-E SERIE 2000			HB-UVT
Exploitant	Club Bücker Aéroformation, Rte de Romanel 3, 1018 Lausanne			
Propriétaire	Club Bücker Aéroformation, Rte de Romanel 3, 1018 Lausanne			
Pilote A, instructeur	Citoyen suisse, né en 1969			
Licence	Pilote privé (<i>private pilot licence</i> - PPL(A)) selon <i>joint aviation requirements</i> (JAR), établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 27 juin 1995			
Qualification de classe/type	Avion monomoteur à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP (land)), valable jusqu'au 30 juin 2014			
Qualifications instructeurs	Instructeur de vol (<i>flight instructor</i> - FI(A)) valable jusqu'au 14 mars 2014, instructeur de vol de virtuosité (<i>aerobatics</i> – FI(A) ACR) valable jusqu'au 14 mars 2014			
Certificat médical	JAR-FCL 3 class 2 (PPL) avec limitation VNL (<i>shall have available corrective lenses</i>), établi le 7 juin 2011, valable jusqu'au 13 juin 2013			
Heures de vol	total	2372:18 h	au cours des 90 derniers jours	108:45 h
	sur le type en cause	131:24 h	au cours des 90 derniers jours	1:18 h
Pilote B, élève	Citoyen suisse, né en 1960			
Licence	Pilote privé (<i>private pilot licence</i> - PPL(A)) selon JAR, établie la première fois par l'OFAC le 3 octobre 2002			
Qualification de classe/type	Avion monomoteur à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP (land)), valable jusqu'au 30 septembre 2014			
Certificat médical	JAR-FCL 3 class 2 (PPL), établi le 25 mai 2012			
Heures de vol	total	369:53 h	au cours des 90 derniers jours	6:23 h
	sur le type en cause	7:15 h	au cours des 90 derniers jours	2:15 h
Lieu	Aérodrome de Lausanne-La Blécherette (LSGL)			
Date et heure	20 septembre 2012, 15 h 36 min			
Type de vol	VFR de jour, instruction			
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	0	2	Sans objet
Total	2	0	2	0
Dommages à l'aéronef	Fuselage, aile gauche, train d'atterrissage principal			
Dommages à des tiers	Aucun			

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 des dépositions ainsi qu'un enregistrement vidéo.

1.1.2 Faits antécédents

Dans la matinée du 20 septembre 2012, deux pilotes à bord de l'avion Bücker immatriculé HB-UVT ont effectué un programme de voltige d'une durée de 42 minutes suivi d'un atterrissage. Dans sa déclaration, un des pilotes a précisé qu'aucune défectuosité n'avait été constatée lors de la visite pré-vol et que la prise de contact avec le sol, lors de l'atterrissage précédant l'accident, avait été douce.

1.1.3 Vol de l'accident

Le 20 septembre 2012, l'instructeur et son élève se retrouvent à l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette pour convenir du programme de vol de l'après-midi consistant à effectuer quelques tours de piste.

Préalablement, l'élève s'est rendu au bureau de piste afin d'y rassembler les informations météorologiques et d'y déposer un avis de vol.

Vers 14 h, il se rend seul vers le Bücker et procède aux contrôles pré-vol de l'appareil sans constater de défectuosité. Ensuite, il déplace l'avion vers la colonne d'avitaillement où l'instructeur le rejoint. Trente litres de carburant sont rajoutés à la quantité déjà existante dans le réservoir. Selon les déclarations des pilotes, la jauge indiquait alors 70 litres.

L'élève occupe la place arrière tandis que son instructeur s'installe en place avant. La mise en route du moteur se fait sans difficulté et peu après l'appareil roule vers le point d'attente de la piste 36. A cet endroit les contrôles "avant décollage" sont effectués. Après l'atterrissage d'un autre appareil, le Bücker HB-UVT s'aligne sur la piste 36 et décolle pour un premier circuit à main gauche suivi d'un atterrissage qualifié de bon par l'instructeur. Le Bücker libère la piste et remonte la voie d'accès pour rejoindre à nouveau le point d'attente 36. L'instructeur décide de procéder à des "posé-décollé".

L'avion prend son envol pour un tour de piste et se présente en finale pour la piste 36. Un atterrissage "trois points" a lieu à une centaine de mètres après le seuil de piste, soit juste avant la première bretelle conduisant à la colonne de carburant, rebondit à une hauteur d'environ 50 cm et reprend contact avec le sol une dizaine de mètres plus loin. Très rapidement, les pilotes constatent que l'appareil dévie sur la droite. L'élève tente de rétablir la trajectoire au moyen du palonnier tout en maintenant le manche en butée arrière et les ailerons au neutre. L'instructeur intervient également sur le palonnier. Ces manœuvres ne suffisent pas à corriger la trajectoire, un affaissement de l'aile droite survient et l'avion sort de la piste sur la droite. Il traverse la partie herbeuse qui sépare la piste de la voie de circulation, franchit cette dernière en décrivant un arc de cercle avant de s'immobiliser dans l'herbe le nez orienté vers le sud (voir Fig. 1).

L'élève arrête le moteur et les deux occupants quittent l'habitacle par leurs propres moyens. Personne n'est blessé. L'avion est endommagé.

Le chef d'aérodrome vient s'enquérir de l'état de santé des pilotes et sécurise l'endroit.

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Situation météorologique générale

Une haute pression centrée sur l'Allemagne déterminait le temps en Suisse.

1.2.2 Situation météorologique dans la région et au moment de l'accident

En bordure de la haute pression au sol, un vent faible du nord-nord-est soufflait près du sol. En altitude, un vent d'ouest-nord-ouest amenait une mince couverture de Cirrus sur le Jura. Les Cirrus couvraient 6/8 du ciel de la Suisse-Occidentale. Toutefois ils ne réduisaient que faiblement l'ensoleillement.

Nuage 6/8 Ci jusqu'à 31 400 ft AMSL

Visibilité 45 km

Vent Variable, 3 kt

Température/Point de rosée 17 °C / 6 °C

Pression atmosphérique (QNH) 1022 hPa

Danger Aucun

1.2.3 Situation météorologique générale

Position du soleil Azimut: 222°, hauteur: 36°

Conditions d'éclairage naturel Jour

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Renseignements généraux

Immatriculation HB-UVT

Type d'aéronef Bücker Jungmann, CASA 1.131-E SERIE 2000

Caractéristiques Monomoteur, biplace, biplan, de construction mixte bois et toile, avec train d'atterrissage fixe et roulette de queue

Constructeur Construcciones Aeronauticas SA (CASA), Madrid, Espagne

Année de construction 1953

N° de série 2013/409

Certificat d'immatriculation Etabli par l'OFAC, le 18 mai 2007 / Nr. 1

Certificat de navigabilité Etabli par l'OFAC, le 21 mai 2007 / Nr. 1

Attestation d'examen de navigabilité Délivré par l'OFAC le 29 mars 2012, valable jusqu'au 16 mai 2014

Champ d'utilisation VFR de jour, vol de virtuosité

Balise de détresse Pas installée

Moteur Constructeur: Lycoming Engines, Williamsport, USA

Caractéristiques: Moteur à pistons, injection, 4 cylindres de type *boxer*, refroidissement à air, d'une puissance maximale de 180 HP (131 kW)

Type et n° de série: IO-360-A3A, s/n L-25835-36A-C

Hélice	Constructeur: MT Propeller GmbH, Atting (D) Caractéristiques: bipale métallique à pas fixe Type et n° de série: 188 R130-4G, s/n 90-032
Heures totales d'exploitation	Cellule: 1854:20 h TSN ¹ , 1099:20 h TSO ² Moteur: 950:20 h TSN Hélice: 569:53 h TSO
Nombre d'atterrissages	1175
Masses	Masse à vide 488 kg (1075.8 lb) Masse maximale au décollage 720 kg (1587.3 lb)
Masse et centre de gravité	Au moment de l'incident, la masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites
Carburant	AVGAS 100LL
Capacité du réservoir	La capacité totale est de 90 litres
Quantité de carburant embarqué	40 litres de carburant se trouvaient dans le réservoir avant que l'équipage en ajoute 30 avant le vol. Selon la jauge de l'avion, il restait environ 65 litres de carburant après l'accident

1.3.2 Travaux d'entretien

1.3.2.1 Généralité

L'avion a été construit en 1953 par la société CASA à Séville (Espagne). Il n'a pas été possible de reconstituer le suivi technique du Bücker depuis sa construction jusqu'en 1987, année durant laquelle il a été immatriculé en Allemagne jusqu'en 2001. Il a ensuite été immatriculé en Grande-Bretagne avant d'être exporté vers la Suisse en avril 2007 avec 1453:24 h TSN et 698:24 h TSO. Le nombre total d'atterrissages n'a pas été comptabilisé avant l'exportation en Suisse.

1.3.2.2 Extraits des travaux d'entretien effectués en Suisse

- Le 9 mai 2008, TSO 738 h, réparation et entoilage jambe de train gauche.
- Le 19 mai 2008, TSO 740 h, correction des jeux du train d'atterrissage.
- Le 13 octobre 2008, TSO 744:24 h, 249 atterrissages depuis l'importation en Suisse, contrôle visuel de l'ensemble du train d'atterrissage, découverte des deux jambes pliées, remplacement des deux jambes de train avec joints neufs.
- Le 30 mars 2012, TSO 1047:30 h, dernier contrôle de 100 h effectué. Démontage complet de la jambe de train droite et désentoilage, remplacement du tube arrière et ajustage.
- Le 4 septembre 2012, TSO 1090:54 h, dépose des tubes des amortisseurs du train principal, en raison de fuites et de dureté du train, installation de nouveaux joints.

¹ time since new - TSN

² time since overhaul - TSO

1.4 Renseignements sur l'impact et les dommages à l'aéronef

1.4.1 Renseignements sur l'impact

Les traces occasionnées par l'affaissement de la jambe du train d'atterrissage droit ainsi que le frottement de l'aile inférieure droite sont parfaitement visibles et permettent de reconstituer le parcours de l'avion après son atterrissage jusqu'à son arrêt. Ces traces s'étendent sur une distance d'environ 115 mètres et décrivent une courbe à droite de 180°.

Dans sa déclaration, l'élève a précisé ne pas avoir actionné les freins lorsque l'avion se trouvait encore sur la piste, ceci afin d'éviter des balancements pouvant entraîner des modifications de trajectoire intempestives. Il affirme avoir en revanche utilisé ses freins lorsque l'avion se trouvait sur la zone herbeuse.

Ses dires ont été confirmés par l'instructeur qui a ajouté avoir observé la position des pieds de l'élève avant l'atterrissage et constaté qu'ils étaient correctement positionnés pour éviter un freinage involontaire.

Les constatations faites sur les lieux de l'incident, peu après sa survenance, ne permettent pas d'identifier de façon évidente des traces de freinage sur la partie herbeuse.



Fig. 1: Traces provoquées par l'affaissement du train droit, de l'aile inférieure droite et position finale de l'avion HB-UVT

1.4.2 Dommages à l'aéronef

L'attache arrière droite de la jambe de train s'est rompue, endommageant également le support de l'attache structurelle du fuselage. Des traces noires de graisse étaient visibles sur la toile et autour de l'attache de la structure du côté droit (voir Fig. 3). Par contre, les abords du support gauche étaient propres. La jambe de train était restée solidaire de l'attache avant et des tubes transversaux composant le trapèze du train d'atterrissage.

La douille principale de l'attache arrière, qui était soudée sur le support de la structure du fuselage, présentait une rupture d'environ 50 % de sa circonférence. A l'intérieur de cette douille se trouvaient deux paliers traversés par l'axe de l'attache arrière de la jambe de train (voir Fig. 4).

Le frottement de l'aile inférieure droite sur le sol a endommagé l'intrados de l'extrémité de l'aile et de l'aileron. Les caches roues du train principal ont été endommagés.

Le moteur et l'hélice n'ont pas subi de dégâts.



Fig. 2: Position finale de l'avion HB-UVT après la rupture de l'attache arrière droite du train d'atterrissage

1.5 Renseignements complémentaires

1.5.1 Train d'atterrissage principal

La structure du train se compose d'un système de trapèze tubulaire disposé à l'avant du fuselage. Ces tubes relient les deux jambes de train à la hauteur de l'axe de roue. Chacune des deux jambes du train d'atterrissage principal est fixée au fuselage par les deux attaches supérieures. Un amortisseur rempli de graisse ou d'huile est placé dans la partie avant de chaque jambe de train.

1.5.2 Roulette de queue et système de freinage

Avant l'atterrissage et conformément à la check-list, la roulette de queue était en position "fest".

Ce Bücker est équipé de freins à disque. Le système de freinage se compose de deux maîtres cylindres hydrauliques, actionnés par le système de pédalier installés uniquement sur le plancher de la place arrière de l'avion. Par l'action de l'une ou l'autre pédale ou même des deux, le liquide transite par une tuyauterie flexible vers les pistons de freins des roues.

1.6 Essais et recherches

1.6.1 Train d'atterrissage

Les dégâts constatés visuellement au niveau de train d'atterrissage se limitaient à leurs fixations. Les roues tournaient librement et les freins étaient en état de fonctionnement. La course de la pédale du frein gauche était plus grande que celle du frein droite. Les amortisseurs ne présentaient pas de fuite. L'examen du mécanisme de blocage de la roulette de queue n'a pas révélé de défectuosité.

1.6.2 Examen de l'attache arrière droite

L'axe de l'attache était correctement installé et présentait une légère déformation. Les zones de rupture de la douille, parties solidaires de l'attache arrière droite du train d'atterrissage représentée sur la Fig. 4, ont été expertisées et analysées par macroscopie, fractographie et métallographie.

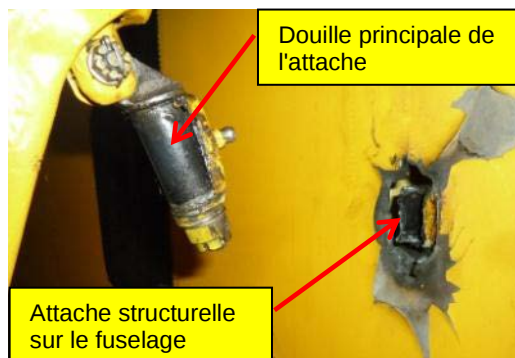


Fig. 3: Attache arrière du train d'atterrissage droit sur le fuselage

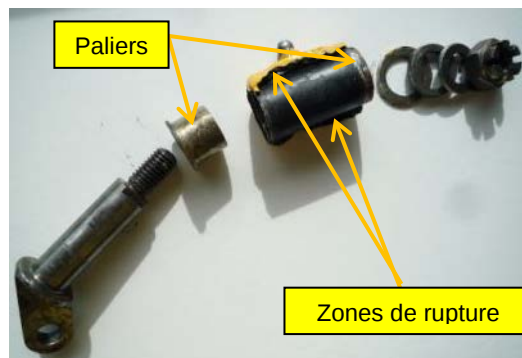


Fig. 4: Détail de l'axe de fixation de l'attache arrière

1.6.3 Expertise macroscopique

Les parties analysées étaient particulièrement sales, elles ont nécessité un nettoyage dans un bain à ultrasons avant leur expertise. Cependant, toutes les impuretés n'ont pas pu être extraites.

Les surfaces de rupture se limitent à deux tôles soudées de part et d'autre en bordure d'une douille. Bien que ces ruptures se prolongent le long de la surface de la douille, ces liaisons sont à peine porteuse et donc négligeables.

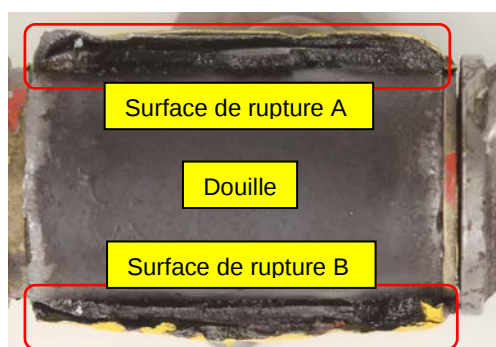


Fig. 5: Surfaces de ruptures A et B

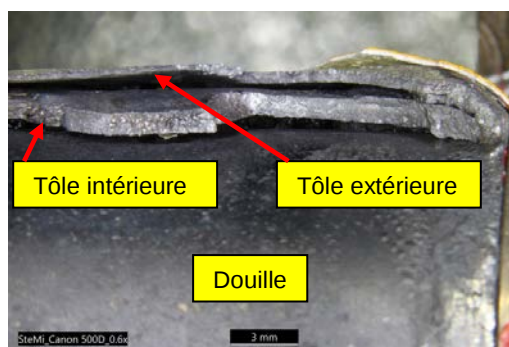


Fig. 6: Agrandissement de la surface de rupture A

Afin de permettre une meilleure clarté, les surfaces de rupture ont été scindées en deux secteurs, comme le montrent les Fig. 5 et 6. La structure de chacune des surfaces de rupture présente une épaisseur variable tant sur la tôle extérieure que celle intérieure. Les surfaces de rupture ne sont pas régulières et comportent des fissures et des crevasses. L'examen macroscopique permet déjà de mettre en évidence différentes zones de rupture. Avec un faible agrandissement, on peut reconnaître que la zone médiane de la surface de rupture A est probablement de nature intercristalline.

1.6.4 Expertise fractographique

Lors de l'analyse fractographique effectuée au microscope à balayage électronique, il est apparu que, pour les deux surfaces de rupture, la partie droite (Fig. 7) était très endommagée et sale. Ceci malgré un nettoyage effectué précédemment, aucune caractéristique de rupture n'a pu être identifiée.

Dans la zone gauche, on peut reconnaître des indices de rupture brusque consécutive à une contrainte sur les surfaces de rupture. Par contre on peut exclure d'autres genres de rupture, comme par exemple la fatigue, dans la zone ne pouvant être analysée.



Fig. 7: Demi-surfaces de rupture A. Dans les zones entourées, les faces de rupture avec les possibilités restreintes de caractérisation

1.6.5 Expertise métallographique

En raison des possibilités restreintes et incomplètes de caractérisation fractographique, une découpe longitudinale a été effectuée à travers la douille au niveau de la zone de rupture A. La surface polie permet de mettre en évidence des endroits sans matière tels que pores, inclusions ou fissures dans la soudure. L'examen permet de constater que la surface porteuse de la soudure est minimale.

La douille est constituée d'un métal d'environ 0.8 % de carbone. Ceci explique, du moins partiellement, la mauvaise qualité de la liaison. Ce métal pouvait difficilement être soudé.

1.7 Renseignements supplémentaires

Depuis sa construction en 1953 l'avion a vraisemblablement connu plusieurs interventions au niveau du train d'atterrissage. Malgré une recherche intensive le suivi technique de cet avion n'a pas pu être reconstitué. Il est vraisemblable que le train d'atterrissage avait fait l'objet de différentes réparations durant son exploitation à l'étranger. Il faut également prendre en compte que ce type d'amortisseurs nécessite une attention et un entretien particuliers.

Après son importation en Suisse au printemps 2007, le Bücker a effectué environ 400 h de vol et 1175 atterrissages. Plusieurs interventions en relation avec le train d'atterrissage ont été attestées dans les documents techniques de l'avion. Notamment le 13 octobre 2008 où le remplacement des deux jambes de train avec douilles et joints neufs a eu lieu. Le 30 mars 2012 le démontage complet de la jambe de train droite avec le remplacement du tube arrière a été effectué. Le 4 septembre 2012 les tubes des jambes du train principal ont été déposés en raison de fuites et de dureté du train.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

Lors des travaux d'entretien réalisés sur le train d'atterrissage 16 jours avant l'accident, aucune présence de fissures sur l'attache arrière droite n'a été décelée.

En raison de l'état des surfaces de rupture les expertises macroscopiques, fractographiques et métallographiques n'ont pas permis de définir s'il s'agissait uniquement d'une rupture brusque consécutive à une contrainte ou si l'élément de construction était préalablement fissuré consécutivement, par exemple, à de la fatigue.

En considérant les aspérités mises en évidence lors de l'analyse ainsi que la faible surface porteuse, il est concevable que des fissures étaient présentes avant la rupture définitive.

La date ainsi que la raison d'ajout d'une tôle de renforcement sur un matériau pouvant être difficilement soudable n'ont pu être déterminés. Ces travaux ont vraisemblablement été exécutés avant l'importation de l'avion en Suisse.

Il est possible que la combinaison de différentes qualités d'aciers au niveau de la soudure ait pu créer une fissure à l'issue de la réparation et qu'elle ait pu se propager, suite à des contraintes opérationnelles, jusqu'à la brusque rupture de la surface porteuse restante. Les traces noires de graisse relevées sur la toile proche de l'attache tendent à prouver l'existence antérieure de fissures.

2.2 Aspects opérationnels et humains

L'accident est intervenu dans le cadre d'une familiarisation. L'élève et son instructeur ont été surpris par le comportement inattendu de l'aéronef suite à la rupture d'une jambe de train. L'affaissement du train d'atterrissage droit a provoqué le contact de l'aile inférieure droite avec le sol. Cet enchaînement a rendu l'aéronef incontrôlable engendrant une sortie de piste sans conséquences graves.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis à la circulation VFR
- Le suivi technique de cet avion avant son arrivée en Suisse n'a pas pu être reconstitué
- Le 13 octobre 2008, TSO 744:24 h, 249 atterrissages depuis l'importation en Suisse, remplacement des deux jambes de train avec joints neufs
- Le 30 mars 2012, TSO 1047:30 h, le dernier contrôle de 100 h ainsi que la réparation de la jambe de train droite ont été effectués
- Le 4 septembre 2012, TSO 1090:20 h, les tubes des amortisseurs du train principal ont été démontés pour réparation
- Depuis son importation en Suisse au printemps 2007, le HB-UVT a effectué environ 400 h de vol et 1175 atterrissages
- L'attache arrière droite du train d'atterrissage s'est rompue

3.1.2 Aspects humains et opérationnels

- Les pilotes possédaient des licences adéquates
- L'élève possédait peu d'expérience sur l'avion en cause
- Aucun élément n'indique que les pilotes aient été affectés dans leur état de santé au moment de l'accident
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites

3.1.3 Aspects environnementaux

- Les conditions météorologiques n'ont joué aucun rôle dans la survenance de cet accident

3.2 Cause

L'accident est dû à une perte de contrôle suite à la rupture de l'attache arrière droite du train d'atterrissage.

Payerne, 18 juin 2013

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, 2 juillet 2013