



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU  
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA  
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA  
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA  
Aircraft accident investigation bureau AAIB

# **Rapport final no. 2087**

## **du Bureau d'enquête**

### **sur les accidents d'aviation**

concernant l'accident

de l'avion Diamond Aircraft Industries, Katana DA 20-A1, OE-AKG

survenu le 24 août 2008

à Romanel-sur-Lausanne, commune de Romanel-sur-Lausanne/VD

à environ 3 km au nord de Lausanne

**Ursache**

Der Unfall ist auf eine Kollision mit dem Boden in der Endanflugphase zurückzuführen, weil es zu einem Kontrollverlust kam, als sich die Cockpithaube im Flug öffnete. Die genaue Ursache für das Öffnen der Cockpithaube konnte nicht ermittelt werden.

## Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA) sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'art. 3.1 de la 9<sup>ème</sup> édition de l'annexe 13, applicable dès le 1<sup>er</sup> novembre 2001, 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

<b>Type d'aéronef</b>	Diamond Aircraft Industries, Katana DA 20-A1	OE-AGK
<b>Exploitant</b>	Vorarlberger Motorflieger Club, 6850 Dornbirn, Autriche	
<b>Propriétaire</b>	Vorarlberger Motorflieger Club, 6850 Dornbirn, Autriche	
<b>Pilote</b>	Citoyen autrichien, né en 1959	
<b>Licence</b>	Pilote privé PPL(A) ( <i>private pilot licence</i> ) selon OACI, établie la première fois par <i>Austro control GmbH, Civil Aviation Authority of Austria</i> le 24 octobre 1991	
<b>Qualification de classe/type</b>	SEP (land) valable jusqu'au 24 octobre 2007, avec revalidation manuscrite jusqu'au 24 octobre 2009 TMG valable jusqu'au 24 octobre 2007, avec revalidation manuscrite jusqu'au 24 octobre 2009	
<b>Certificat médical</b>	Classe 2 (PPL) sans restriction, valable jusqu'au 7 novembre 2008	
<b>Heures de vol</b>	<b>total</b> 203:10 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b> 1:35 h
	<b>sur le type en cause</b> 24:07 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b> 1:35 h
<b>Lieu</b>	Romanel-sur-Lausanne/VD, à 500 m environ au nord du seuil de piste 18 de Lausanne-La Blécherette	
<b>Coordonnées</b>	537 020 / 156 010 (Swiss Grid 1903) N 46° 33' 11" / E 006° 37' 21" (WGS 84)	<b>Altitude</b> 621 m/M
<b>Date et heure</b>	24 août 2008 à 14 h 13 min	
<b>Type de vol</b>	VFR de jour / privé	
<b>Phase de vol</b>	Approche finale	
<b>Nature de l'accident</b>	Perte de contrôle	

### Personnes blessées

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	1	1	2	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	0	0	0	Sans objet
Total	1	1	2	0
<b>Dommmages à l'aéronef</b>	Détruit			
<b>Dommmages à des tiers</b>	Léger dégâts au sol			

## 1 Renseignements de base

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol de l'accident repose sur les dépositions des différents témoins oculaires, des extraits des données du récepteur GPS et du témoignage de la passagère. Suite aux blessures subies lors de l'impact, le pilote déclare n'avoir aucun souvenir du vol en cause.

#### 1.1.2 Faits antécédents

Le pilote émet le souhait d'effectuer un vol de plaisance et de survoler la Suisse à bord du Katana DA 20-A1 immatriculé OE-AKG. Le dimanche 24 août 2008, le pilote et son épouse se rendent une heure environ avant le décollage prévu à l'aérodrome de Hohenems-Dornbirn/A - LOIH. Le pilote prépare l'avion, dépose un plan de vol VFR qui prévoit de survoler Coire, le Col de la Furka et Sion afin d'atteindre Lausanne-La Blécherette – LSGL.

Selon les restrictions d'ouverture émises par la direction de l'aérodrome de Hohenems pour la période estivale, ce dernier est fermé le dimanche et les jours fériés de 12 h 30 min à 16 h 00 min. Vers 12 h 20 min, le pilote complète l'unique réservoir du Katana DA 20-A1 avec ~17 litres de carburant AVGAS 100LL. Dans sa déclaration, l'épouse du pilote précise: *"Vor dem Start wurden wir von der Flugplatzleitung angewiesen, dass wir etwas beeilen müssen, sonst der Start nicht mehr möglich sein wird. Ich sass bereit im Flugzeug. Mein Mann ist eingestiegen. Hat den Motor angelassen und ist gerollt. Die Haube wurde durch meinen Mann beidseitig geschlossen"*, soit: Avant le décollage, la direction de l'aérodrome nous a rendu attentifs que nous devions nous dépêcher sinon le décollage ne serait plus possible. J'étais déjà installée à bord de l'avion. Mon mari a embarqué, puis a mis en marche le moteur et a effectué le roulage. La verrière a été fermée de chaque côté par mon mari.

#### 1.1.3 Déroulement du vol

Le 24 août 2008, le pilote, aux commandes du Katana DA 20-A1 immatriculé OE-AKG, décolle avec son épouse de l'aérodrome de Hohenems-Dornbirn à 12 h 38 min pour un vol de plaisance à destination de Lausanne-La Blécherette. Le vol se déroule selon l'itinéraire prévu. Selon les déclarations de la passagère, tout le vol s'est déroulé dans des conditions très calmes et sans difficulté.

Arrivé dans le secteur de Lausanne, le pilote survole les installations de Lausanne-La Blécherette puis effectue le circuit d'aérodrome et négocie le dernier virage avant de s'engager dans la finale de la piste 18. Durant cette phase de vol, la verrière s'entrouvre sur le côté droit et l'air s'engouffre dans la cabine.

Dans sa déclaration, la passagère précise: *"Während des ganzen Flugs habe ich weder den Griff noch das kleine Fenster berührt. Bei dem Anflug habe ich die Navigationskarte in der Hand gehabt. Ich habe keine Warnlampe während des ganzen Flugs beobachtet. Nach der letzten Kurve vor der Landung hat sich die Haube immer mehr geöffnet. Ich habe versucht diese zu schliessen, was ich nicht konnte. Ich versuchte die Haube mit der Hand zu halten, was während einer gewissen Zeit möglich war. Das Flugzeug flog solange ich die Haube halten konnte. Ich musste diese dann loslassen"*.

Traduction:

Pendant tout le vol, je n'ai touché ni la poignée ni la petite fenêtre. Lors de l'approche, j'avais la carte de navigation dans la main. Pendant tout le vol, je n'ai observé aucune lampe avertisseuse. Après le dernier virage avant l'atterrissage, la verrière s'est ouverte de plus en plus. J'ai tenté de la fermer, en vain. J'ai essayé de retenir la verrière avec la main, ce que j'ai réussi à faire un certain temps. L'avion continuait de voler tant que je retenais la verrière. J'ai ensuite dû la lâcher.

Fin de traduction.

En scrutant l'horizon de l'axe d'approche, l'attention de l'adjoint du chef de place de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette est attirée par l'aspect anormal d'un avion en phase d'approche. Dans sa déposition, ce dernier précise avoir observé: *"(...) une masse obscure juste au dessus de l'avion, ce que j'ai immédiatement confirmé à l'aide de jumelles (...) à savoir que cette masse sombre était la verrière de l'avion et se trouvait en position ouverte. Elle était ouverte de façon symétrique. (...) Après m'être déplacé de ma position initiale vers le pupitre de commande du déclenchement des alarmes (...) l'aéronef oscillait à plusieurs reprises vers la gauche puis vers la droite dans une position plus cabrée que normal. Puis il a plongé avec une relativement forte inclinaison vers la droite (env. 20°-30° AND [note du BEAA: en piqué] et env. 50-60° vers la droite)".*

L'avion perd subitement de l'altitude et s'écrase à 14 h 13 min dans un champ labouré, à quelques 500 mètres du seuil de piste 18 et à 20 mètres environ en contrebas d'une route à grand trafic.

Après avoir appelé les secours, le premier témoin arrivé sur les lieux a constaté que de la fumée s'échappait sur le côté gauche du moteur du Katana. Il saisit l'extincteur de bord positionné derrière le dossier de la passagère pour circonscrire le début d'incendie.

Les secours ont rapidement été dépêchés. Les deux occupants, gravement blessés, ont été pris en charge et transportés dans un centre hospitalier.

L'avion est détruit.

## 1.2 Renseignements sur les occupants

### 1.2.1 Pilote

Le pilote a obtenu sa licence de pilote privé PPL(A) le 24 septembre 1991. Au moment de l'accident, il totalisait une expérience de 203:10 h. Il a notamment volé sur Piper PA 28, Cessna 150, 172, 177 et 182, Avid Flyer, Katana DV 20 et Katana DA 20.

Le premier vol sur Katana a eu lieu le 19 mai 2001. Il s'agissait d'un Katana de type DV 20. Le premier vol sur le type DA 20 en cause a eu lieu le 31 juillet 2003. Au moment de l'accident, le pilote totalisait 2:00 h de vol sur le DV 20 et 24:07 h sur le DA 20.

Le dernier vol effectué sur Katana avant le vol de l'accident a eu lieu le 5 octobre 2007 avec un instructeur à bord.

Sur la licence du pilote figure une inscription manuscrite relative à la prolongation de la qualification de classe *SEP/TMG* attestée le 5 octobre 2007. Selon cette inscription, la qualification a été prolongée jusqu'au 24 octobre 2009. Cependant, la prolongation de la qualification de classe nécessaire pour le vol en cause n'a pas été ratifiée par l'autorité responsable de l'établissement des licences.

## 1.2.2 Passagère

La passagère ne bénéficiait d'aucune expérience aéronautique.

**1.3 Conditions météorologiques**

## 1.3.1 Généralités

Les informations contenues dans les chapitres 1.3.2. et 1.3.3 ont été fournies par MétéoSuisse.

## 1.3.2 Situation générale

*Une crête de haute pression va déterminer le temps sur la Suisse, de l'air encore humide s'évacue vers l'est.*

## 1.3.3 Conditions météorologiques à l'endroit et au moment de l'accident

<i>Nébulosité</i>	<i>1/8, base autour 5000 ft AMSL, au-dessus quelques cirrus</i>
<i>Temps</i>	-
<i>Visibilité</i>	<i>Environ 25 km</i>
<i>Vent</i>	<i>Variable 3 – 5 kt</i>
<i>Température / point de rosée</i>	<i>17 °C / 08 °C</i>
<i>Pression atmosphérique</i>	<i>QNH LSGG 1016 hPa, QNH LSZH 1016 hPa</i>
<i>Position du soleil</i>	<i>Azimut 194°, angle 54°</i>
<i>Dangers</i>	<i>Néant</i>

**1.4 Renseignements sur l'aéronef**

Immatriculation	OE-AKG
Type d'aéronef	Diamond Aircraft Industries, Katana DA 20-A1
Caractéristiques	Monomoteur, 2 places côte à côte à ailes basses, en construction composite, avec train d'atterrissage fixe et roue de proue.
Constructeur	Diamond Aircraft Industries/Canada
Année de construction	1996
N° de série	10153
Certificat de navigabilité	Etabli le 19 juin 2002 par l' <i>Austro Control, Austrian Civil Aviation Administration</i>
Certificat d'immatriculation	No. 3 établi le 6 juin 2003 par l' <i>Austro Control, Austrian Civil Aviation Administration</i>
Moteur	Constructeur: Bombardier Rotax GmbH & Co. KG, Günskirchen (A) Type: Rotax 912 S3, 4 cylindres opposés horizontalement, configuration "Boxer" avec refroidissement des culasses par liquide air/eau, avec réducteur intégré.

	<p>Puissance maximale:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- au décollage (5 min) 2385 RPM hélice: 100 CV / 73.5 KW</li><li>- continue (<i>continuous</i>) 2260 RPM hélice: 93 CV / 69 KW</li></ul> <p>N° de série: 4.923.599</p> <p>Année de construction: 2007</p>
Hélice	<p>Constructeur: Hoffmann GmbH &amp; Co. KG</p> <p>Caractéristiques: bipale à pas variable, de construction mixte, bois et composite.</p> <p>Type: HO-V352 F / C170FQ</p> <p>N° de série: H393AB</p>
Equipements	<p>VHF-COM/NAV KING KX 125, Transponder Bendix/KING KT 76A avec Encoder, Garmin GPS III Pilot</p>
Heures totales d'exploitation	<p>Cellule: 2604:05 h</p> <p>Moteur: TSN (<i>time since new</i>): inconnu TSO (<i>time since overhaul</i>): 57:18 h</p> <p>Hélice: TSN: inconnu TSO: 57:18 h</p>
Masse et centre de gravité	<p>La masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites au moment de l'accident.</p>
Carburants	<p>Les types de carburant suivants peuvent être utilisés:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Automotive gasoline unleaded, MIN 95 RON/91 AKI</i></li><li>• <i>AVAGAS 100LL</i></li></ul>
Quantité de carburant	<p>L'unique réservoir de l'avion peut contenir 20.1 US gal (76 l) de carburant, dont 19.5 US gal (74 l) utilisables</p>
Quantité de carburant au moment de l'accident	<p>Avant le vol, le pilote a ajouté ~17 l de carburant.</p> <p>Selon le chef d'école qui a consulté la liste d'avitaillement de la station de carburant, il est probable que le réservoir de carburant ait été complété lors de cette opération.</p> <p>Le vol de l'accident a duré 1:35 h avec une consommation moyenne horaire de 21 l/h. L'aéronef aurait consommé 33.3 litres de carburant. Il devait rester environ 41 litres dans le réservoir après l'accident.</p>
Champ d'utilisation	<p>Exploitation privée, VFR de jour</p>

## 1.5 Renseignements sur l'impact et sur l'épave

### 1.5.1 Renseignements sur l'impact

L'impact s'est produit à quelques 500 m du seuil de piste 18 et dans un champ labouré à env. 20 m en contre bas de la route cantonale Lausanne-Romanel (voir Fig. 1).



Fig. 1: Lieu de l'impact du Katana OE-AGK, approche piste 18 Lausanne-La Blécherette

L'aile droite est d'abord entrée en contact avec le sol avant l'hélice et le moteur. Au moment de l'impact, l'aéronef a effectué une rotation dans le sens horaire autour de son axe vertical et s'est retrouvé positionné sur le ventre à environ 160° par rapport à l'axe d'approche. Un ripage du fuselage de l'avant droite vers l'arrière gauche a été constaté.

L'aile droite a été fortement endommagée, le longeron a été déformé vers l'arrière. L'aile gauche a été partiellement endommagée. Le fuselage s'est rompu à la hauteur de l'empennage en T. Les trois trains d'atterrissage ont été arrachés et repliés latéralement vers la droite. L'habitacle et la planche de bord ont subi peu de dégâts. L'avant droit du fuselage présentait une profonde fissure, proche de l'embrasure de verrouillage de la verrière sur le fuselage (voir Fig. 7).

### 1.5.2 Renseignements sur l'épave

Un examen visuel des raccords d'ailerons, des tiges d'accouplement, des leviers de renvoi et des commandes de vol n'a fourni aucun indice de défaut préalable.

Le filet de protection de la partie bagage, située derrière les dossiers des deux sièges, n'était pas croché. Les crochets d'amarrage du filet n'ont pas été déformés lors de l'impact. Selon les déclarations de la passagère, celui-ci était correctement arrimé pendant le vol. Cet état de fait n'a pas empêché une mallette située dans le compartiment bagage de se déplacer vers l'avant lors de l'impact, blessant le pilote à la tête.

Relevé des positions des commandes suivantes:

- Commande des volets d'atterrissages: *CRUISE*
- Sélecteur d'essence: *OPEN*
- Sélecteur des magnétos: *OFF*, clé sortie
- Interrupteur GEN/BAT: *OFF*
- Interrupteur Avionic Master: *OFF*
- Interrupteur de la pompe à carburant: *ON*
- Transpondeur: positionné sur *ALT* avec code 7000 sélectionné
- *COM/NAV KX 125*: *ON*
- Garmin *GPS III PILOT*: *ON*
- Plusieurs *circuit breakers* (CB) se sont déclenchés ou brisés lors de l'impact

Le Katana OE-AKG était équipé d'un compensateur de profondeur électrique (*trim*) muni d'un indicateur lumineux. Sa position exacte n'a pas pu être déterminée en raison des dégâts causés à la cellule.

Les harnais de sécurité de l'équipage ont résisté aux contraintes lors de l'impact.

L'avion était équipé d'une balise de détresse (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) de type ACK-E01. L'appareil était installé et a normalement fonctionné au moment de l'impact.

Après avoir évacué l'aéronef du lieu de l'accident, il a été retiré 2,7 litres de carburant lors de la vidange du réservoir.

### 1.5.3 Renseignements sur la verrière

Le premier témoin arrivé sur place précise que la verrière n'était plus solidaire du fuselage. Elle était partiellement positionnée sur le bord de fuite de l'aile gauche, près du fuselage. De la terre amoncelée sur l'aile gauche délimitait clairement la position initiale de la verrière juste après l'impact.

La verrière a ensuite été déplacée pour les besoins des secouristes. A l'arrivée des enquêteurs, la verrière était positionnée dans le champ, à l'arrière de l'aile gauche (voir Fig. 2).



Fig. 2: Position finale de l'épave, la verrière a été déplacée par les secouristes.

La charnière principale entre la verrière et le fuselage a été désolidarisée de ses deux bases de fixation. Les tiges de retenue ont été arrachées lors de l'impact. Elles étaient tordues vers la droite et positionnées l'une à côté de la verrière et l'autre dans le compartiment des bagages. Plus de 90 % des débris de plexiglas ont été retrouvés éparpillés près de l'épave.

Le levier de verrouillage du côté droit de la verrière a été trouvé sur la position *OPEN* alors que le levier gauche a été découvert sur *CLOSE*, ceci après que la verrière ait été déplacée.

Des traces de frottements et de griffures ont été observées au-dessus et sur le côté droit du fuselage ainsi qu'à l'arrière de la cabine.

#### 1.5.4 Renseignements sur le moteur et sur l'hélice

Le moteur a subi peu de dégâts. La rupture des deux pales de l'hélice près du moyeu indique que le moteur fournissait de la puissance avant l'impact.

Toutes les commandes du moteur étaient correctement connectées sur les carburateurs et autres systèmes, selon les positions suivantes:

- Commande hélice (*PROP*): en avant (*HIGH*)
- Commande des gaz (*THROTTLE*): en avant (*FULL*)
- Commande *CHOKE*: poussée (*OFF*)
- Commande du réchauffage carburateur (*CARB HEAT*): poussée (*OFF*)

## 1.6 Renseignements complémentaires

### 1.6.1 Aide à la navigation et télécommunications

Le pilote avait embarqué les cartes de navigation et d'approche nécessaires à l'accomplissement du vol prévu.

Le récepteur GPS "*Garmin GPS III Pilot*" a été utilisé au cours du vol de l'accident (voir § 1.9.4).

Les échanges de conversations sur la fréquence *AFIS* (123.200 MHz) de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette ne sont pas enregistrés.

### 1.6.2 Entretien du moteur

Le moteur du Katana OE-AKG a été remplacé entre le 20 avril 2008 et le 2 juillet 2008 par un moteur révisé, s/n 4.923.599, TSO de 00:00 h, alors que la cellule totalisait 2547:47 h. Une attestation d'entretien correspondante figure dans le document de bord de l'avion.

Le 19 août 2008 à TSO 53:36 h, le moteur a été réparé et le *service bulletin* 912-056 R1 de Rotax, *replacement of the propeller gearbox*, a été effectué. La pompe à carburant mécanique a également été remplacée. Une attestation d'entretien correspondante figure dans le document de bord de l'avion.

Un contrôle de 100 h doit être effectué 25 h après la révision du moteur. Ce dernier n'a pas été attesté dans le document de bord de l'avion. Le moteur totalisait 57:18 h depuis son installation.

### 1.6.3 Entretien de la cellule

- L'avion a été importé du Canada en Autriche le 24 avril 2002 à TSN 747 h.
- Le dernier examen de *l'Austro Control, Austrian Civil Aviation Administration* est daté du 10 octobre 2006 et valable jusqu'au 19 juin 2008. Une tolérance de 3 mois après cette date est admise.
- Le dernier contrôle de 200 h a été effectué le 06 août 2007 à TSN 2357:10 h.
- Le dernier contrôle de 100 h a été effectué le 04 octobre 2007 à TSN 2456:21 h.
- Le dernier contrôle de 50 h a été effectué le 13 février 2008 à TSN 2502:00 h.

Aucune attestation d'entretien ne figure dans le document de bord de l'avion (*Bordbuch*) depuis le 13 février 2008.

Au moment de l'accident, l'avion totalisait 2604:05 h. Ainsi tous les contrôles d'entretien périodiques ont été dépassés d'environ 50 h.

Plusieurs avis de défauts sont signalés dans le document de bord de l'avion sans qu'aucune mesure corrective n'ait été attestée. Aucun d'eux ne concerne le système de fermeture de la verrière.

### 1.6.4 Programme d'entretien

Selon le programme d'entretien de l'aéronef OE-AKG, la *checklist* de l'inspection définit un contrôle spécifique sur le système de verrouillage de la verrière lors de chaque contrôle de 100 h.

Au chapitre 05-20 du *Schedule Maintenance Checks* du constructeur, le constructeur précise:

#### *1 GENERAL*

*Perform a 100 hour inspection of the engine and propeller at 25 hours after an engine installation.*

*Regular inspections are required at 50, 100, 200, and 1000 hours intervals. The 50 hour inspections apply only to aircraft being used in severe conditions i.e. flight training, extremely high or low outside temperatures etc.*

Dans le programme d'entretien l' *Inspection Checklist for the DA 20-A1* spécifie:

(...)

*Inspection Items*

*§ IV CABIN,*

*1. Canopy;*

*- checks for defects;*

*- check bond of canopy to frame for signs of separation;*

*- Check locking mechanism for proper operation; ensure unlatching force lies between 45-80 N (10-18 lbs)*

*Refer to Chapter 53-11*

*2. (...)*

## 1.7 Renseignements médicaux et pathologiques

Le pilote et sa passagère ont subi de graves blessures lors de l'impact.

Aucune analyse toxicologique ni d'alcoolémie n'a été effectuée.

## 1.8 Accidents similaires sur le Katana

Les types DA 20 et DV 20 se différencient entre autres par le système de verrouillage de la verrière.

Le constructeur de l'aéronef DA20-A1 en cause a rapporté trois accidents dus à l'ouverture intempestive de la verrière équipée du même système de verrouillage que l'OE-AKG. Contrairement au cas traité dans le présent rapport, ces accidents se sont tous déroulés lors du décollage ou peu après le départ.

## 1.9 Essais et recherches

### 1.9.1 Caractéristique du système de verrouillage de la verrière

La verrière s'ouvre par pivotement vers l'arrière. Les attaches du support de pivotement principal sont fixées par trois vis respectivement à l'arrière de la verrière et sur le fuselage. La verrière est guidée par deux tiges de retenue maintenues chacune en position ouverte par un ressort.

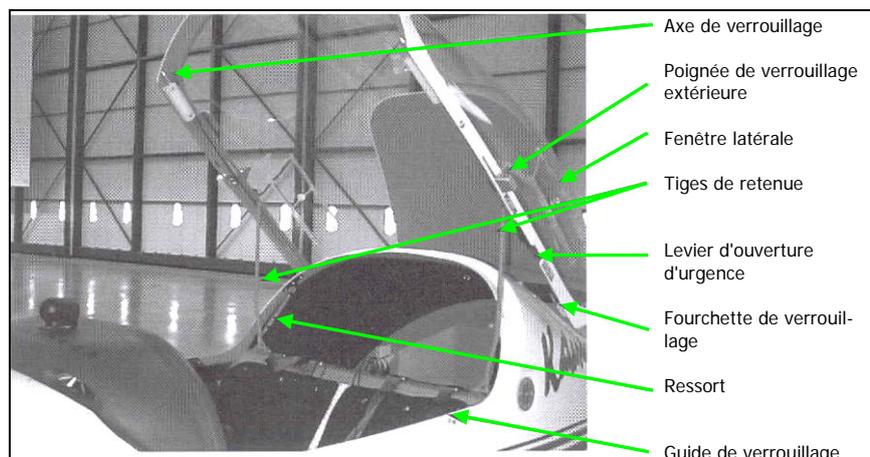


Fig. 3: Schéma de la verrière d'un DA 20-A1 en position ouverte

Depuis l'intérieur, la verrière se verrouille et se déverrouille indépendamment de chaque côté par le mouvement longitudinal d'une poignée rouge avec les indications *CLOSE* vers l'avant et *OPEN* vers l'arrière. Poussées en avant, les poignées rouges permettent à un axe conique (voir Fig. 6) de pénétrer dans un orifice de guidage en téflon munit d'un microcontact fixé sur le cadre avant du fuselage (voir Fig. 7). Dans cette position, les axes coniques actionnent chacun le microcontact qui confirme, par l'extinction de la lampe témoin sur le tableau de bord, le verrouillage correct de la verrière.

Depuis l'extérieur, l'ouverture et le verrouillage se font individuellement de chaque côté de la verrière par le mouvement longitudinal d'une poignée grise solidaire de la poignée rouge citée auparavant. De plus, une ouverture d'urgence de la verrière est possible du côté pilote à l'aide d'un levier rouge identifié *EMERGENCY LEVER* (voir Fig. 4).



Fig. 4: Poignées de verrouillage de la verrière côté gauche, en position fermée.

Fig. 5: Poignées de verrouillage de la verrière côté droit, en position ouverte.

### 1.9.2 Examen du système de verrouillage de la verrière

Un examen approfondi a été effectué sur la verrière et son système de verrouillage, sur la partie du côté droit du fuselage ainsi que la lampe témoin "*Canopy/EPU*" et sur les microcontacts de confirmation du verrouillage. L'expertise de ces différents éléments donne les résultats suivants:

- L'expertise et le fonctionnement des microcontacts de fin de course des deux axes de verrouillage ont été vérifiés. Ce test a démontré que les deux microcontacts fonctionnent normalement. La lampe témoin "*Canopy/EPU*" installée sur le tableau de bord a également été vérifiée. Plusieurs tests et mesures ont été réalisés. La lampe témoin a été trouvée intacte et en état de marche. Malgré les tests effectués et compte tenu de différents critères d'expertise, il n'a pas été possible de déterminer si la lampe fonctionnait au moment de l'impact.
- Sur le côté gauche les poignées grise et rouge, ainsi que l'axe de verrouillage de la verrière étaient intacts. La fourchette arrière gauche ne présentait aucune anomalie. L'orifice de guidage de l'axe de verrouillage avant gauche était intact. Le microcontact était correctement installé.
- Sur le côté droit les poignées grise et rouge ainsi que l'axe de verrouillage de la verrière étaient intacts. La fourchette arrière droite ne présentait aucune anomalie. Par contre, le support en époxy de l'orifice de guidage de l'axe de verrouillage du côté droit n'était plus solidaire du fuselage (voir Fig. 8 et 9).



Fig. 6: Axe conique de verrouillage de la verrière avant droit



Fig. 7: Orifice de verrouillage du côté avant droit



Fig. 8: Orifice de guidage et microcontact avant droit



Fig. 9: Support en époxy de l'orifice de guidage désolidarisé du fuselage, côté droit

- L'analyse des surfaces du support en époxy de l'orifice de guidage avant droit de l'axe de verrouillage de la verrière démontre que le support s'est désolidarisé du fuselage lors de l'impact.
- Les éléments de verrouillage analysés comprenant les guides et les fourchettes de verrouillage ne présentaient aucune déformation ni usure et s'ajustaient correctement.
- D'autre part, les traces relevées sur les différentes parties du fuselage et de la verrière permettent de confirmer que le verrouillage droit de la verrière s'est libéré et que la verrière s'est ouverte en vol.

### 1.9.3 Manuel de vol

Alors que le constructeur a équipé son avion d'une lampe avertisseuse en cas de non verrouillage de la verrière, il ne figure aucune procédure d'urgence dans le manuel de vol de l'avion lors de l'illumination de cette lampe.

### 1.9.4 Examen du récepteur GPS

Les données du récepteur GPS ont été extraites et analysées. Le tracé exact a été relevé et le vol a duré au total 1 h 35 min 2 secondes. Néanmoins, ce type d'appareil ne calcule pas l'altitude de l'avion. Il n'a donc pas été possible de déterminer le profil du vol.

## 2 Analyse

### 2.1 Aspects techniques

#### 2.1.1 Généralités

Le moteur a subi peu de dégâts. La rupture des deux pales de l'hélice près du moyeu indique que le moteur fournissait de la puissance avant l'impact. Les investigations effectuées n'ont pas révélé de défaillance qui aurait pu provoquer l'accident.

Lors de l'arrivée des enquêteurs sur le lieu de l'accident, ils ont constaté que le filet de protection n'était pas croché. Selon la déclaration de la passagère, celui-ci avait été installé correctement avant le décollage. Il n'a cependant pas été possible d'établir si celui-ci s'est décroché lors de l'impact ou s'il a été décroché par les personnes qui ont porté secours aux occupants.

Comme la majorité des débris de la verrière ont été retrouvés près de l'épave, on peut déduire que le plexiglas ne s'est brisé que lors de l'impact.

Selon les calculs de consommation effectués et la quantité de carburant avitaillée le jour de l'accident par le pilote, on peut en déduire que le réservoir était plein lors du décollage et que 33.3 l de carburant ont été consommés lors du vol de l'accident. Lors de l'évacuation de l'épave, il a été retiré 2.7 l de carburant alors qu'il aurait dû en rester 40.7 l. Ainsi, environ 38 l de carburant se sont écoulés sur le lieu de l'accident.

#### 2.1.2 Entretien de la cellule

L'avion a été exploité pendant 147:44 h depuis le dernier contrôle de 100 h cellule jusqu'au moment de l'accident, sans aucune attestation d'entretien. Un contrôle de 200 h cellule était dû à 2557 h et n'a pas été attesté dans les documents techniques. Au moment de l'accident, l'avion totalisait 2604:05 h. La *checklist* d'inspection du programme d'entretien du constructeur, prescrit un contrôle spécifique sur le système de verrouillage de la verrière chaque contrôle de 100 h (voir § 1.6.4).

Ainsi, il n'a pas été possible de déterminer si le système de verrouillage était encore dans les tolérances prescrites par le constructeur au moment de l'accident. Si le système de verrouillage avait été hors tolérance il aurait pu se mouvoir librement sous l'effet des vibrations de l'aéronef et permettre ainsi l'ouverture intempestive de la verrière.

#### 2.1.3 Verrouillage de la verrière

La verrière s'est tout d'abord entrouverte du côté droit. Elle s'est soulevée par la pression de l'air. La passagère a tenté en vain de la retenir. Le système de fermeture gauche s'est ensuite libéré. La verrière s'est complètement ouverte, retenue par les tiges de fixations latérales. La masse obscure observée sur le fuselage par un témoin confirme que la verrière était encore accrochée à l'avion au moment où il a disparu de son champ de vision.

L'analyse du système de verrouillage de la verrière a permis de constater que les différents éléments s'ajustaient et fonctionnaient normalement. De plus, la lampe témoin "*Canopy/EPU*" installée dans la partie supérieure et au centre au tableau de bord ainsi que les microcontacts ont été trouvés en état de fonctionnement.

L'enquête n'a pas permis de déterminer de cause technique à l'origine de l'ouverture de la verrière peu avant l'atterrissage.

## 2.2 Aspects opérationnels et humains

### 2.2.1 Aspects opérationnels

Les accidents connus, qui se sont produits suite à l'ouverture de la verrière en vol, se sont déroulés lors de la phase de décollage ou peu après le départ alors que la verrière n'avait pas été verrouillée correctement. Dans le cas qui nous concerne, la verrière s'est ouverte après plus d'une heure et demie de vol. Selon les déclarations de la passagère, la verrière a été fermée par le pilote juste avant le décollage à Hohenems. Elle précise ensuite que le vol s'est déroulé très calmement et qu'elle n'aurait pas touché ou manipulé volontairement la poignée de verrouillage droit de la verrière pendant tout le vol.

Selon ses déclarations, la passagère admet être quelque peu anxieuse en vol. Une personne dans cette situation pourrait avoir une tendance naturelle à prêter une attention particulière sur tout élément pouvant indiquer une situation anormale. Cependant, elle n'a pas observé de témoin lumineux pendant le vol, ce qui permet de déduire que la verrière était verrouillée durant la majeure partie du vol. Ainsi, il est peu probable que le système ait été mal verrouillé lors de la préparation pour le décollage.

Toutefois, on ne peut exclure une manipulation involontaire en vol du système de verrouillage du côté droit.

Les relevés du récepteur GPS montrent que le pilote a effectué une approche correcte sur l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette. Il a perdu le contrôle de l'aéronef dès que la verrière s'est complètement ouverte car elle obstruait l'écoulement de l'air vers les gouvernes de direction et de profondeur.

Il est surprenant que le constructeur n'a fait figurer aucune remarque ni procédure d'urgence en cas d'illumination lors du décollage ou en vol de l'avertisseur "*Canopy*" dans le manuel de vol.

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

##### 3.1.1 Aspects techniques

- L'avion était admis à la circulation pour le vol selon les règles de vol à vue VFR.
- Au moment de l'accident, les valeurs de masse et de centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur.
- La quantité de carburant embarquée était suffisante pour effectuer le vol projeté.
- La rupture des deux pales de l'hélice indique que le moteur fournissait de la puissance lors de l'impact.
- L'enquête n'a pas révélé de défektivité technique au moteur et à l'hélice ayant pu favoriser ou provoquer l'accident.
- La verrière s'est ouverte en vol lors de l'accomplissement du dernier virage vers la piste 18 de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette après environ une heure et demie de vol.
- Après le premier impact avec le sol, l'avion a effectué un mouvement de rotation dans le sens horaire d'environ 160° avant de s'immobiliser. La verrière s'est détachée du fuselage et s'est immobilisée sur le bord de fuite de l'aile gauche.
- L'avion s'est abimé à quelques 500 m du seuil de piste 18 et dans un champ labouré à env. 20 m en contre bas de la route cantonale Lausanne-Romanel.
- Un début d'incendie s'est déclaré dans le compartiment moteur qui a été circonscrit par un témoin.
- La verrière a été déplacée par l'équipe de secours. Après l'impact, elle se trouvait sur le bord de fuite de l'aile gauche et elle a été déplacée à l'arrière de celle-ci.
- Le levier de verrouillage du côté droit de la verrière a été trouvé sur la position *OPEN* alors que le levier gauche a été découvert sur la position *CLOSE*.
- L'expertise des différents éléments du système de verrouillage de la verrière a permis de constater qu'ils s'ajustaient et fonctionnaient normalement.
- Dans le programme d'entretien du constructeur, la *checklist* de l'inspection prescrit un contrôle spécifique sur le système de verrouillage de la verrière à chaque contrôle de 100 h cellule.
- L'avion totalisait au moment de l'accident 2604:05 h. Il a été exploité pendant 147:44 h depuis le dernier contrôle de 100 h cellule jusqu'au jour de l'accident, sans aucune attestation relative à l'entretien de la cellule.
- Au moment de l'accident, le moteur totalisait 57:18 h depuis son installation. Hormis l'application du SB 912-056 R1 de Rotax ainsi qu'une réparation, aucune attestation d'entretien ne figure dans les documents de bord de l'avion, alors que le constructeur préconise des contrôles de 25 h et 50 h.
- L'avion était équipé de harnais de sécurité qui ont résisté aux contraintes.

### 3.1.2 Aspects opérationnels

- Selon l'autorité responsable de l'établissement des licences, la qualification de classe nécessaire pour le vol en cause n'a pas été ratifiée.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été affecté dans son état de santé lors du vol en cause.
- Suite aux blessures subies lors de l'impact, le pilote a déclaré n'avoir aucun souvenir du vol en cause.
- Le pilote totalisait 24:07 h de vol sur le type en cause. Le dernier vol effectué sur le Katana DA 20-A1 OE-AKG remonte au 29 septembre 2007.
- Alors que le constructeur a équipé son avion d'une lampe avertisseuse "*Canopy/EPU*" en cas de non verrouillage de la verrière, il ne figure aucune procédure d'urgence dans le manuel de vol de l'avion lors de l'illumination de cette dernière.

### 3.1.3 Environnement

- Les conditions météorologiques n'ont joué aucun rôle dans le déroulement de l'accident.

## 3.2 Cause

L'accident est dû à une collision avec le sol lors de la phase d'approche finale consécutive à une perte de contrôle provoquée par l'ouverture en vol de la verrière. La raison exacte pour laquelle la verrière s'est ouverte n'a pas pu être déterminée.

## 4 Recommandations de sécurité et mesures adoptées depuis l'accident

### 4.1 Recommandations de sécurité

#### 4.1.1 Ouverture de la verrière en vol

##### 4.1.1.1 Déficit de sécurité

Le 28 août 2008, un avion de type Katana DA 20-A1, immatriculé OE-AKG, décolle de l'aérodrome de Hohenems-Dornbirn à destination de Lausanne-La Blécherette avec 2 occupants à son bord. Le vol se déroule selon l'itinéraire prévu. Selon les déclarations d'un des occupants, le vol s'est déroulé dans des conditions très calmes et sans difficulté.

Arrivé dans le secteur de Lausanne, l'avion s'intègre dans le circuit de l'aérodrome. Lors du dernier virage avant de s'engager dans la finale de la piste 18, la verrière s'entrouvre sur le côté droit et l'air s'engouffre dans la cabine.

Peu de temps après, la verrière s'est ouverte. L'avion perd subitement de l'altitude et s'écrase à quelques 500 m du seuil de piste 18 après 1:35 h de vol. Le pilote et la passagère subissent de graves blessures.

Suite à cet accident, le pilote a souffert d'amnésie. La passagère a déclaré ne pas avoir touché la poignée droite d'ouverture de la verrière et ne pas avoir remarqué le témoin d'alarme d'ouverture de la verrière en vol.

Sur la base de l'accident traité dans ce rapport et de ceux qui y sont relatés, on peut en déduire que le déverrouillage involontaire d'une des deux poignées d'ouverture de la verrière en vol rend ce type d'avion difficilement contrôlable, voire incontrôlable.

##### 4.1.1.2 Recommandation de sécurité no. 423

L'autorité de certification de ce type d'avion doit s'assurer que le constructeur modifie le système d'ouverture et/ou de verrouillage de la verrière afin que le déverrouillage involontaire d'une des deux poignées d'ouverture de la verrière en vol ne rende pas l'avion difficilement contrôlable, voire incontrôlable, ceci soit:

- en raison d'une modification majeure de l'aérodynamique de l'avion
- en raison d'une rupture ou d'un dégât important de l'empennage lors de la séparation de la verrière.

## 4.2 Mesures adoptées depuis l'accident

### 4.2.1 Mesures prises par le constructeur

Le 5 février 2010, le constructeur de l'avion Katana DA 20-A1 a publié une révision temporaire du manuel de vol « *TEMPORARY REVISION / TR 10-01 / Entering and Exiting the Airplane* ». Cette révision contient un texte complémentaire aux chapitres 4 et 7 du manuel de vol qui précise:

#### **CAUTION**

*Before starting the engine, the canopy must be closed and locked.  
The red handles must be moved fully forward.*

*After starting the engine the canopy must be CLOSED AND LOCKED and stay closed and locked until the engine is shut down.*

*During engine operation it is prohibited to enter or exit the airplane.*

Payerne, 25 octobre 2010

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

Le présent rapport relate les conclusions du BEAA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'art. 3.1 de la 9<sup>ème</sup> édition de l'annexe 13, applicable dès le 1<sup>er</sup> novembre 2001, 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.