



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. 2019 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'hélicoptère Robinson R22 Beta II, HB-ZGS

survenu le 29 septembre 2005

„Burehöchi“, commune de Limpach/BE

à env. 30 km au nord de Berne

Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass der Prüfer während einer Schwebübung eine nicht kontrollierbare Situation herbeiführte und der Helikopter in der Folge bei Bodenkontakt nach links umkippte (*dynamic rollover*).

Remarques générales sur le présent rapport

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

Conformément à l'art. 3.1 de la 9^{ème} édition, applicable dès le 1^{er} novembre 2001, de l'annexe 13 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents. 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 allemande.

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	Robinson R22 Beta II	HB-ZGS
Exploitant	Heli Sitterdorf AG, aérodrome, 8589 Sitterdorf	
Propriétaire	Heli Sitterdorf AG, aérodrome, 8589 Sitterdorf	

Candidat aspirant instructeur de vol Citoyen suisse, né en 1970

Licence Licence de pilote professionnel hélicoptère CPL(H), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile - OFAC et valable jusqu'au 16.06.2006. Cette licence a été établie sur la base d'une licence américaine CPL(H) de la FAA le 15.05.2003.
Qualifications RTI (VFR/IFR), NIT(H), MOU(H)

Heures de vol hélicoptère	total	290 h	au cours des 90 derniers jours	35 h
	sur le type en cause	83 h	au cours des 90 derniers jours	6 h
Heures de vol avions	total	7980 h	au cours des 90 derniers jours	197 h

Examineur Citoyen suisse, né en 1952

Licence Licence de pilote professionnel hélicoptère CPL(H), établie par l'OFAC et valable jusqu'au 24.11.2005.
Qualifications: RTI (VFR), NIT(H), MOU(H), HDF
Instructeur de vol FI(H), valable jusqu'au 18.06.2006

Heures de vol	total	3782 h	au cours des 90 derniers jours	38 h
	sur le type en cause	1972 h	au cours des 90 derniers jours	16 h

Lieu „Burehöchi“, commune de Limpach/BE

Coordonnées 604 714 / 216 489 **Altitude** à env. 535 m/M

Date et heure 29 septembre 2005, env. 15:45 h

Type d'utilisation VFR, privé

Phase de vol Vol stationnaire

Nature de l'accident Perte de contrôle

Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	---	---	---	---
Graves	---	---	---	---
Légères	2	---	2	---
Aucune	---	---	---	---
Total	2	---	2	---

Dommages à l'aéronef Détruit

Dommages à des tiers Légers dégâts au sol. Suite à une fuite de carburants, 2 m³ de terre ont dû être évacués.

1 Renseignements de base

1.1 Préambule et déroulement du vol

Les cours destinés aux instructeurs de vol hélicoptère étaient organisés et dispensés par l'OFAC. Après un test d'aptitude, les candidats aspirants instructeurs devaient suivre un cours d'instructeur de deux semaines au cours duquel des vols d'instruction ont eu lieu sur plusieurs types d'hélicoptère. Pour ces cours, des hélicoptères de l'OFAC et de location ont été utilisés.

A la fin du cours, le candidat aspirant instructeur de vol devait passer un nouveau test d'aptitude en vol afin d'obtenir la qualification d'aspirant instructeur de vol hélicoptère (FI(H) *skilltest*).

Le jeudi 29 septembre 2005, vers 13:30 LT, le candidat aspirant instructeur et l'examineur de l'OFAC se rencontrent à l'aéroport de Berne-Belp pour le briefing du FI(H) *skilltest*. Lors de ce vol, l'examineur tient le rôle de l'élève et le candidat aspirant instructeur celui d'instructeur. L'hélicoptère de type Robinson R-22 Beta II, prévu pour le vol du test d'aptitude, est piloté depuis le siège de droite, l'instructeur de vol occupant le siège de gauche. L'hélicoptère est équipé d'une double commande de sorte que toutes les manœuvres peuvent être effectuées des deux sièges.

L'hélicoptère de type Robinson R-22 est équipé d'un rotor bipale semi-rigide (*semi rigid two blade main rotor system*). Dans les premières années de commercialisation de ce type d'hélicoptère, plusieurs accidents se sont produits dans le monde entier, ils étaient dus au phénomène dit de *mast bumping*. Ce phénomène peut être provoqué par des turbulences ou si le pilote effectue des manipulations brusques ou inappropriées des commandes. C'est la raison pour laquelle le constructeur, à la demande des autorités de certification, interdit aux pilotes ayant peu d'expérience sur les hélicoptères Robinson de voler par fort vent (voir chapitre 1.3.3).

Au cours du briefing, le candidat aspirant instructeur relève qu'en raison de :

- son peu d'expérience de vol sur hélicoptère
- son peu d'expérience sur le type Robinson R22
- des vents annoncés pour ce jour là

il n'était pas autorisé à effectuer ce vol comme pilote responsable. Vu la grande expérience de l'examineur, l'équipage décide d'entreprendre quand même le vol et de réévaluer la situation des vents en cours de vol.

„Vu mon expérience (de l'examineur), nous avons décidé d'entreprendre le vol et d'évaluer la situation des vents en cours de vol“.

A 14:16 LT, le candidat aspirant instructeur et l'examineur décollent de l'aéroport de Berne-Belp sur l'hélicoptère de type Robinson R22 Beta II, immatriculé HB-ZGS, et quittent la zone de contrôle de Berne en direction de l'est. Ils survolent Krauchthal et Langenthal avant d'atteindre la région de Huttwil et de revenir par Kirchberg jusque dans la zone de Büren zum Hof. Plusieurs points du test d'aptitude ont été examinés durant ce vol.

N'étant pas d'accord avec la façon dont l'examineur simule le niveau de l'élève dans le maniement des commandes pendant cette première partie du vol du test, le candidat aspirant instructeur demande d'interrompre l'exercice. L'examineur répond qu'il allait se conformer aux aptitudes d'un élève pilote définies lors du

briefing et qu'il se comporterait à l'avenir d'une façon moins extrême. Le vol du test d'aptitude s'est alors poursuivi.

Le dernier volet du vol du test consiste à atterrir dans un champ à proximité de Limpach. L'examineur dans le rôle de l'élève devait amener l'hélicoptère à un mètre sol en vol stationnaire, le faire tourner à 90 degrés sur l'axe vertical avant de le poser au sol. Cet exercice devait être répété jusqu'à ce que l'hélicoptère se retrouve dans sa position initiale, c'est-à-dire quatre fois, l'examineur toujours dans le rôle de l'élève, le candidat aspirant instructeur celui de l'instructeur.

Voici comment l'examineur a décrit cet exercice: *„J'ai alors simulé un vol stationnaire non stabilisé et ai fait tourner l'appareil à 90 degrés parallèlement au chemin. J'ai encore regardé où se trouvait la main de l'aspirant instructeur de vol avant de lâcher le manche à balai en voulant provoquer une réaction de la part de l'instructeur“.*

„Puis tout s'est passé si vite que l'aspirant instructeur n'a plus pu réagir. Le manche à balai est parti sur le côté de même que l'appareil. Tout s'est passé si vite jusqu'à la perte de contrôle que nous ne pouvions plus éviter la chute de l'appareil“.

L'hélicoptère descend en dérapant latéralement lorsqu'un patin touche le sol et il bascule sur le côté gauche. Ce processus au cours duquel l'hélicoptère pivote autour d'un point fixe ou d'un axe est appelé renversement dynamique (*dynamic rollover*).

Les deux pilotes, légèrement blessés, parviennent à s'extraire de l'épave. L'examineur porte un casque alors que le candidat aspirant instructeur n'en porte pas.

L'enquête est ouverte le jour même de l'accident.



Illustration 1: position finale de l'hélicoptère après l'accident

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Généralités

Les informations contenues dans les chap. 1.2.2 à 1.2.7 ont été fournies par MétéoSuisse en allemand et traduit par la rédaction.

1.2.2 Situation météorologique générale

„La Suisse se trouvait à l'avant d'une perturbation. Des vents d'ouest à nord-ouest ont amené de l'air humide de l'Atlantique. Au moment de l'accident, le front froid était situé à l'ouest du Jura.“

1.2.3 Conditions météorologiques locales au moment de l'accident

Les indications suivantes concernant les conditions météorologiques locales au moment de l'accident se basent sur une interpolation spatiale et temporelle des observations faites dans plusieurs stations météorologiques.

<i>Nébulosité</i>	<i>3-4/8 base à 5000 ft AMSL, 6-8/8 base à 6000 ft AMSL, Bandes de stratus en dessous</i>	
<i>Conditions météorologiques</i>	<i>Petites averses possibles</i>	
<i>Visibilité</i>	<i>D'une dizaine de km</i>	
<i>Vent</i>	<i>Vent d'ouest de 10 noeuds avec des pointes jusqu'à 20 noeuds</i>	
<i>Température/Point de rosée</i>	<i>14 °C / 09 °C</i>	
<i>Pression atmosphérique</i>	<i>QNH LSGG 1023 hPa QNH LSZB 1022 hPa QNH LSZH 1020 hPa</i>	
<i>Dangers</i>	<i>Légères turbulences non exclues aussi à proximité du sol</i>	

1.2.4 Données astronomiques

<i>Azimut du soleil</i>	<i>224°</i>	<i>Hauteur du soleil: 31°</i>
<i>Luminosité</i>	<i>de jour</i>	

1.2.5 Vents et température au nord des Alpes

La prévision du service de météorologie aéronautique du 29 septembre 2005, valable de 12 h 00 UTC à 18 00 UTC, annonçait notamment les vents suivants:

<i>Altitude</i>	<i>DEGRE/NOEUDS</i>	<i>TEMP</i>
<i>GROUND</i>	<i>W 10-15 noeuds, tournant vers la fin au nord-ouest (passage du front). Rafales de 20 à 30</i>	
<i>05000 FT</i>	<i>240/025</i>	<i>PS06</i>
<i>10000 FT</i>	<i>260/030</i>	<i>MS03</i>
<i>18000 FT</i>	<i>270/045</i>	<i>MS15</i>

1.2.6 Prévisions d'aérodrome

Au moment de l'accident les prévisions d'aérodrome (terminal aerodrome forecast – TAF) suivantes étaient valables pour Berne et Granges:

LSZB 291019 30006KT 9999 FEW030 SCT050 BECMG 1012 22008 PROB40 TEMPO 1012 22015G25KT TEMPO 1219 4500 SHRA SCT010 BKN025

LSZG 291019 24010G30KT 9999 FEW0350 SCT050 TEMPO 1219 4500 SHRA SCT015 BKN025

1.2.7 Messages météorologiques émis par l'aérodrome

A partir de 13 h50 UTC, c'est-à-dire peu de temps après l'accident, les messages météorologiques (METAR) suivants étaient valables pour Berne et Granges:

LSZB 28009KT 9999 FEW022 SCT040 BKN050 15/08 Q1022 TEMPO SHRA

LSZG 26010KT 9999 –SHRA FEW031 SCT039 BKN060 14/09 Q1022 TEMPO 24025KT

1.2.8 Valeurs mesurées par les stations automatiques

Les valeurs suivantes ont été enregistrées entre 13 h 40 UTC et 13 h 50 UTC:

Granges: direction du vent 260°, vent 12 noeuds, rafales 18 noeuds

Wynau: direction du vent 260°, vent 9 noeuds, rafales 19 noeuds

Berne-Liebfeld: direction du vent 250°, vent 10 noeuds, rafales 20 noeuds

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Généralités

L'hélicoptère Robinson R22 est un biplace léger de conception mixte, composé d'un cadre tubulaire en acier, d'éléments en plastique renforcé avec de la fibre de verre et d'une structure en tôle d'aluminium. Le système dynamique est composé d'un rotor principal bipale, d'un rotor anticouple bipale, et il est entraîné par un moteur à pistons. Le moteur et les commandes sont entièrement mécaniques.

1.3.2 Carburant

L'hélicoptère Robinson R22 Beta II est alimenté en carburant AVGAS 100 LL. Selon les déclarations de l'équipage, le réservoir contenait environ 22 US gallons d'essence d'aviation lors du décollage. Une dizaine de US gallons étaient encore disponibles au moment de l'accident.

1.3.3 Informations relatives au manuel de vol du pilote – *pilot's operating handbook*

Le manuel de vol du pilote comprend toute la documentation importante pour les opérations de vol. Au moment de l'accident, les restrictions suivantes s'appliquaient:

„R22 limitations section

The following limitations 1-3 are to be observed unless the pilot manipulating the controls has logged 200 or more flight hours in helicopters, at least 50 of which must be in the RHC Model R22 helicopter, and has completed the awareness

training specified in Special Federal Aviation Regulation (SFAR) No. 73, issued February 27, 1995.

- 1) Flight when surface winds exceed 25 knots, including gusts, is prohibited*
- 2) Flight when surface wind gust spreads exceed 15 knots is prohibited*
- 3) Continued flight in moderate, severe, or extreme turbulence is prohibited*

Adjust forward airspeed to between 60 knots indicated airspeed (KIAS) and 0.7 Vne but no lower than 57 KIAS, upon inadvertently encountering moderate, severe, or extreme turbulence.

Note: Moderate turbulence is turbulence that causes: (1) changes in altitude or attitude; (2) variations in indicated airspeed; and (3) aircraft occupants to feel definite strains against seat belts."

Au chapitre 10 *safety tips* figure notamment la recommandation suivante:

Safety Notice SN-9

Issued: Jul 82 Rev: Jun 94

MANY ACCIDENTS INVOLVE DYNAMIC ROLLOVER

A dynamic rollover can occur whenever the landing gear contacts a fixed object, forcing the aircraft to pivot about the object instead of about its center of gravity. The fixed object can be any obstacle or surface which prevents the skids from moving sideways. Once started, dynamic rollover cannot be stopped by application of opposite cyclic alone. For example, assume the right skid contacts an object and becomes the pivot point while the helicopter starts rolling to the right. Even with full left cyclic applied, the main rotor thrust vector will still pass on the left side of the pivot point and produce a rolling moment to the right instead to the left. The thrust vector and its moment will follow the aircraft as it continues rolling to the right. Quickly applying down collective is the most effective way to stop dynamic rollover.

To avoid dynamic rollover:

- 1) Always practice hovering autorotations into the wind and never when the wind is gusty or over 10 knots*
- 2) Never hover close to fences, sprinklers, bushes, runway lights or other obstacles a skid could catch on*
- 3) Always use a two-step liftoff. Pull in just enough collective to be light on the skids and feel for equilibrium, then gently lift the helicopter into the air.*
- 4) Do not practice hovering manoeuvres close to the ground. Keep the skids at least five feet above the ground when practicing sideward or rearward flight."*

1.3.4 Entretien

Le numéro de fabrication de l'hélicoptère HB-ZGS est 3853. Il a été construit en 2005 et comptait 128 heures de vol au moment de l'accident.

Le dernier contrôle des 100 heures de la cellule et du moteur a été effectué et attesté par l'entreprise Valair Maintenance AG Sitterdorf le 12 août 2005 à 94.6 heures.

Selon les deux pilotes, l'hélicoptère était en état de navigabilité: „L'appareil était nickel. Il était neuf et marchait à la perfection.“

1.3.5 Installation de double commande

La commande de pas cyclique est composée d'un seul manche situé entre les deux sièges des pilotes. Une barre transversale est fixée au bout de ce manche et peut pivoter dans un mouvement de bascule autour de son point de fixation. Aux extrémités de cette barre transversale sont fixées deux poignées dont le pilote et l'instructeur se servent comme d'un manche à balai.

Pour faciliter l'entrée et la sortie de la cabine, la barre transversale avec les deux poignées est conçue de manière telle que, quand le pilote tient par exemple la poignée en posant l'avant-bras sur sa cuisse, la poignée de l'instructeur se trouve nettement plus haut et ne lui permet pas de poser aussi l'avant-bras sur sa cuisse. Cette différence de hauteur est comprise entre 20 et 30 cm suivant la taille des pilotes.



Illustration 2: tableau de double commande avant l'accident

Si l'élève tient la poignée (Ill. 2, flèche verte) en ayant son avant-bras posé sur la cuisse afin de pouvoir piloter finement, l'instructeur ne peut pas tenir la poignée de son côté avec l'avant-bras aussi posé sur sa cuisse (ill. 2, flèche rouge) s'il veut suivre les mouvements de la commande cyclique.

Afin de palier à cette situation, certains instructeurs posent la main droite (ill. 2, flèche jaune) sur l'extrémité du manche au centre de pivotement de la barre transversale. Cette pratique est utilisée principalement lorsqu'ils veulent intervenir rapidement dans le pilotage de l'appareil.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques préalables susceptibles d'avoir été à l'origine de l'accident.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Durant le briefing, le candidat aspirant instructeur a indiqué qu'au vu de son expérience de vol et des vents soufflant ce jour-là, il ne pouvait pas effectuer le vol en question en tant que pilote responsable. Les limites définies dans le manuel de vol n'étaient cependant pas dépassées. On peut en revanche se demander s'il était judicieux de réaliser ce programme compte tenu des vents qui soufflaient ce jour-là. Il se peut que l'examineur se soit senti sous pression étant donné la fin prochaine du cours.

L'intervention du candidat aspirant instructeur concernant le niveau simulé par l'examineur dans son rôle d'élève, a démontré qu'il était à la hauteur de la situation lors du test d'aptitude. Preuve en est qu'à un moment donné, l'examineur s'est engagé à piloter de façon moins extrême.

Plusieurs exercices en vol stationnaire à proximité du sol ont été exécutés dans la dernière phase du vol du test d'aptitude. Après un premier atterrissage, l'examineur a à nouveau fait décoller l'hélicoptère et l'a fait pivoter à 90° parallèlement à un chemin. Il a lâché le manche sans avertir le candidat aspirant instructeur pour provoquer une réaction de sa part.

Après que le manche ait été lâché l'hélicoptère s'est incliné et a dérapé vers la gauche en descendant. Lorsque le patin a touché le sol les conditions pour un renversement dynamique (*dynamic rollover*) étaient remplies.

L'examineur a sous-estimé l'effet de surprise qu'il allait créer. Un examinateur ou un instructeur doit être en mesure de reprendre le contrôle de l'appareil si l'élève, en l'occurrence le candidat aspirant instructeur, ne réagit pas ou pas de la manière escomptée.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Equipage

- L'équipage était en possession des licences adéquates.
- L'enquête n'a pas révélé d'éléments indiquant que l'équipage ait été affecté dans son état de santé lors du vol faisant l'objet de ce rapport.
- Les deux pilotes avaient une qualification de type pour le modèle concerné.

3.1.2 Aspects techniques

- L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques préalables susceptibles d'avoir été à l'origine de l'accident

3.1.3 Conditions cadres

- La masse et le centre de gravité de l'hélicoptère se trouvaient dans les limites prescrites.
- Un vent de 10 noeuds avec des pointes à 20 noeuds soufflait au moment l'accident.

3.1.4 Déroulement du vol

- L'accident s'est produit lors du test d'aptitude en vol d'un candidat aspirant instructeur de vol.
- Le candidat aspirant instructeur de vol occupait le siège de gauche.
- Lors d'un vol stationnaire à proximité du sol, l'examineur, dans le rôle d'élève, a subitement lâché la commande cyclique dans le but de provoquer une réaction de la part du candidat aspirant instructeur.
- L'équipage a par la suite perdu le contrôle de l'hélicoptère HB-ZGS.
- Il a basculé à gauche – renversement dynamique (*dynamic rollover*) – et a été détruit.
- Les deux pilotes, légèrement blessés, sont parvenus à s'extraire de l'épave.

3.2 Causes

L'accident est dû au fait que l'examineur, au cours d'un exercice de vol stationnaire, a provoqué une situation incontrôlable et par conséquent, l'hélicoptère a basculé à gauche (renversement dynamique – *dynamic rollover*) après avoir touché le sol avec un patin.

Payerne, le 6 mai 2009

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

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

Conformément à l'art. 3.1 de la 9^{ème} édition, applicable dès le 1^{er} novembre 2001, de l'annexe 13 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents. 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.