



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici
Uffizi d'investigaziun per accidents d'aviatica

Aircraft accident investigation bureau

Rapport Final No. 1900

du Bureau d'enquête

sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'avion Cessna 172 RG, HB-CGR

survenu le 23 juin 2003

Le Pont qui Branle, commune de Gruyères/FR,

25 km SSW de Fribourg

Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass es kurz nach dem Start zu einer Kollision mit dem Gelände kam, weil das Flugzeug aufgrund der gewählten Fluglage weder genügend an Höhe gewinnen konnte, noch ausreichend steuerbar blieb, um den Hindernissen ausweichen zu können.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Der Pilot verfügte über eine geringe Flugerfahrung und einen niedrigen aktuellen Trainingsstand. Er war weder mit dem Abflug von Flugplätzen im Gebirge noch von Flugplätzen mit Graspiste gut vertraut.
- Die durch rasch wechselnde Quer-, Auf- und Abwinde verursachten Turbulenzen, die grosse Dichtehöhe sowie die relativ hohe Abflugmasse verringerten die Flugleistung des Luftfahrzeuges.

Informations générales concernant ce rapport

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités.

Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

Pour des raisons de protection des données et de simplification du texte, ce rapport est exclusivement rédigé au masculin générique.

Toutes les heures indiquées dans ce rapport sont référées à l'heure locale (*local time* – LT) en vigueur en Suisse et au moment de l'accident, qui correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*Mitteeuropäische Sommerzeit* – MESZ). La relation entre LT, MESZ et l'heure universelle coordonnée (*universal time coordinated* – UTC) est: LT = MESZ = UTC + 2 h.

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

Le Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation remercie les autorités et les organismes pour leur soutien au cours de l'enquête.

Table des matières

Généralités	5
1 Renseignements de base	7
1.1 Faits antérieurs et déroulement du vol	7
1.1.1 Faits antérieurs	7
1.1.2 Déroulement du vol	7
1.2 Tués et blessés	8
1.3 Dommages à l'aéronef	8
1.4 Autres dommages	8
1.5 Renseignements sur le personnel	8
1.5.1 Pilote	8
1.5.1.1 Expérience de vol	8
1.5.1.2 Formation et entraînement	9
1.5.2 Passagers	9
1.6 Renseignements sur l'aéronef	9
1.7 Conditions météorologiques	10
1.7.1 Situation générale selon MétéoSuisse	10
1.7.2 Conditions météorologiques au moment et sur le lieu de l'accident	10
1.7.3 Conditions météorologiques selon divers témoins	11
1.8 Aides à la navigation	11
1.9 Télécommunication	11
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11 Enregistreurs de bord	12
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	12
1.12.1 Lieu de l'accident	12
1.12.2 Epave	12
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	12
1.14 Incendie	13
1.15 Questions relative à la survie des occupants	13
1.16 Essais et recherches	13
1.16.1 Reconstitution du décollage du champ d'aviation de Langenthal	13
1.16.2 Examen du moteur	13
1.16.3 Performances de l'aéronef au décollage et durant le vol de montée	14
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	15
1.18 Renseignements supplémentaires	15
2 Analyse	16
2.1 Aspects techniques	16
2.2 Aspects humains et opérationnels	16

3	<i>Conclusions</i>	18
3.1	Faits établis	18
3.1.1	Aspects techniques	18
3.1.2	Pilote	18
3.1.3	Aspects opérationnels	18
3.1.4	Cadre général	19
3.2	Causes	19
4	<i>Recommandations de sécurité et mesures prises pour améliorer la sécurité aérienne</i>	20
4.1	Recommandations de sécurité	20
4.2	Mesures prises pour améliorer la sécurité aérienne	20
5	<i>Annexes</i>	21

Rapport final

Propriétaire	Motorfluggruppe Olten des AeCS, 4600 Olten
Exploitant	Motorfluggruppe Olten des AeCS, 4600 Olten
Modèle	Cessna 172 RG
État d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-CGR
Lieu	Le Pont qui Branle, commune de Gruyères/FR
Date et heure	23 juin 2003, 14h36

Généralités

Résumé

L'avion Cessna 172 RG, HB-CGR décolle le 23 juin 2003 à 14h35 de la piste 17 du champ d'aviation de Gruyères pour un vol à destination de Langenthal. Après une trajectoire d'environ un kilomètre, l'avion s'écrase contre l'éperon nord-ouest de la Dent de Broc. Sous l'effet du choc, l'avion prend feu et ses quatre occupants sont tous mortellement blessés. L'avion est détruit.

Enquête

L'accident a eu lieu le 23 juin 2003, à 14h36. Le Bureau d'enquêtes sur les accidents d'aviation (BEAA) a été informé à 14h45 par la Garde aérienne suisse de sauvetage (REGA). L'enquête a été ouverte le 23 juin 2003, vers 16h00 sur le lieu de l'accident, en collaboration avec les secours et la police cantonale fribourgeoise.

L'accident est dû au fait que, peu après le décollage, l'avion est entré en collision avec le terrain car, en raison de l'assiette de vol choisie, il ne pouvait ni gagner suffisamment de hauteur, ni être suffisamment manoeuvrable pour éviter les obstacles.

Eléments ayant contribué à l'accident:

- Le pilote ne disposait que d'une faible expérience de vol et son niveau d'entraînement au moment de l'accident était bas. Il n'était familiarisé avec les décollages ni d'aérodromes situés en montagne, ni d'aérodromes dont la piste est en herbe.
- Les turbulences engendrées par les vents latéraux, ascendants et descendants très changeants, de même que l'altitude densité et une masse au décollage relativement élevée ont réduit considérablement les performances de l'avion.

1 Renseignements de base

1.1 Faits antérieurs et déroulement du vol

1.1.1 Faits antérieurs

Le 23 juin 2003, le pilote décolle à 09h28 avec l'avion Cessna 172 RG immatriculé HB-CGR de l'aérodrome régional de Granges à destination du champ d'aviation de Langenthal, pour y embarquer trois passagers et effectuer un vol vers Gruyères.

Vers 10h30, un habitant de Bollodingen observe un avion en provenance du champ d'aviation de Langenthal - identifié par la suite comme étant le Cessna 172 RG - qui survole sa maison à basse altitude. Puis, l'appareil se dirige vers le sud où il parvient juste à franchir la crête du Humberg. Selon cet observateur, l'appareil vole lentement et semble être en position nettement cabrée par rapport à sa trajectoire.

A 12h25, l'avion HB-CGR atterri sur le champ d'aviation de Gruyères.

Vers 13h30, le pilote se rend au bureau de l'aérodrome pour s'acquitter des taxes d'atterrissage. Selon un témoin, le pilote du HB-CGR est informé qu'en ce moment-ci un fort vent accompagné de rafales souffle en travers de la piste.

Un instructeur de vol, qui travaille accessoirement sur le champ d'aviation de Gruyères, a effectué un vol entre 13h35 et 14h05 où il a rencontré des conditions difficiles en matière de turbulences et de chaleur. Selon sa déposition, il discute vers 14h10 avec le pilote, le rendant attentif au problème des turbulences. En outre, le pilote de l'avion accidenté ne lui paraît pas très familiarisé avec le champ d'aviation de Gruyères.

1.1.2 Déroulement du vol

Peu après 14h20, le pilote met en marche le moteur du HB-CGR, puis roule un peu plus tard vers le début de la piste 17 du champ d'aviation de Gruyères. Un instructeur de vol observe l'appareil qui dérive vers la gauche sur la piste lors de la phase d'accélération, frôlant presque une balise latérale de la piste. La machine décolle au sud des bâtiments de l'aérodrome et, toujours selon ce même témoin, le temps nécessaire pour rentrer le train d'atterrissage semble plus long que d'habitude. Poussé par le vent, l'avion dérive d'abord encore plus vers l'est, puis on observe après quelques secondes une correction de sa trajectoire vers l'ouest. La machine ne gagne que très peu d'altitude et heurte finalement les arbres situés sur l'éperon nord-ouest de la Dent de Broc, dans le prolongement de la piste 17 et à une hauteur de 10 m AGL¹ environ. Tous les passagers sont mortellement blessés et l'avion prend feu.

Coordonnées de l'emplacement définitif de l'épave: 573 750/159 300

Altitude 697 m/M, soit 2287 ft AMSL

Feuillet No 1225 Gruyères, carte nationale de la Suisse 1:25 000

¹ m AGL – *meter above ground level*: hauteur par rapport au niveau du sol

1.2 Tués et blessés

Blessures	Equipage	Passagers	Tiers
mortelles	1	3	---
graves	---	---	---
légères ou aucune	---	---	---

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit.

1.4 Autres dommages

Légers dégâts à la forêt.

1.5 Renseignements sur le personnel**1.5.1 Pilote**

Identité	+Citoyen suisse, né en 1951
Licence	Licence de pilote privé selon JAR, établie par l'Office fédéral de l'aviation civile le 22.6.1994
Qualifications	Radiotéléphonie en anglais (<i>radiotéléphonie internationale</i> - RTI)
Qualifications à prolonger	Qualification de classe pour avions mono-moteurs à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP)
Certificat d'aptitude médicale	Classe 2
Dernier examen médical	effectué le 2 mai 2003: apte à voler sans restriction

1.5.1.1 Expérience de vol

Total	172 h
Sur le modèle accidenté	28:50 h
Au cours des 90 derniers jours	4:40 h au total 3:40 h sur ce type d'appareil
Formation aéronautique débutée en	1993

1.5.1.2 Formation et entraînement

Le pilote a effectué sa formation de base sur Cessna C150 et C152 auprès de l'école d'aviation du Groupe de vol à moteur d'Olten (*Motorfluggruppe Olten* - MFGO). Deux ans après avoir passé l'examen pour l'obtention de la licence de pilote privé, il a effectué une transition sur le modèle accidenté, toujours auprès du MFGO. En Suisse, le pilote volait exclusivement avec les avions dudit groupe. Selon les rapports de vol de ce groupe, le pilote n'avait jamais atterri ni décollé depuis le champ d'aviation de Gruyères avant le vol fatal. Ces mêmes rapports relèvent en outre que, durant toute sa carrière aéronautique, le pilote n'avait atterri qu'à quatre reprises sur deux aérodromes comparables du point de vue de la situation et de la topographie à celui de Gruyères. Aussi bien durant la transition sur le modèle accidenté que durant la période précédant l'accident, on ne trouve aucune information concernant des atterrissages et des décollages que le pilote aurait effectués sur des pistes en herbe.

Après avoir réussi en juin 1994 l'examen pratique d'aptitude en vue d'obtenir la licence de pilote privé, le pilote a volé annuellement entre 8 et 16 heures. Durant la dernière période de 12 mois à considérer pour renouveler la qualification de classe *single engine piston* (SEP), le pilote comptabilisait un temps de vol de 13:01 h, ce qui correspond à un temps de vol effectif de 10:11 h.

1.5.2 Passagers

+Citoyen suisse, né en 1970

+Citoyen suisse, né en 1930

+Citoyen suisse, né en 1921

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Cessna Aircraft Corporation
Modèle	Cessna 172 RG (<i>retractable gear</i>)
Caractéristiques	Avion quadriplace à aile haute, haubanée, entièrement en métal, avec train escamotable et roue de poue, équipé d'un moteur à pistons
Année de construction	1980
Numéro de série	172RG0688
Moteur	Moteur à pistons non suralimenté, à 4 cylindres opposés (type Boxer), à refroidissement à air, d'une puissance nominale de 134 kW au niveau de la mer, correspondant à 180 PS, type O-360-F1A6, numéro de série L-28900-36A, construit par Textron Lycoming Division
Hélice	Hélice à régime constant et commande hydraulique, type B2D34C220, numéro de série du moyeu 803401, fabriquée par Mc Cauley Propeller Incorporation

Certificat de navigabilité	Etabli par l'Office fédéral de l'aviation civile le 20.11.1995
Champ d'utilisation	Catégorie: Standard, Sous-catégorie: Normal, Opérations techniques: VFR de jour et de nuit
Heures de service	2664 h
Entretien	Le dernier contrôle des 100 h avant l'accident a été effectué le 23 mai 2003, avec 2648:37 h. Le 13 juin 2003, à 2660:58 h, l'hélice a subi une révision générale.
Masse maximale au décollage	1200 kg
Masse et centrage	Compte tenu du poids réel des passagers ainsi que de celui du contenu du réservoir après reconstitution, la masse du HB-CGR au moment de l'accident se situait entre 1143 kg et 1163 kg. Le centre de gravité se trouvait dans les limites prescrites.
Carburant	Essence d'aviation AVGAS 100LL
Quantité de carburant	Etant donné que le carburant à disposition au moment de l'accident a été brûlé lors de l'incendie, il a fallu reconstituer la quantité effective de carburant. Ainsi, la consommation a été calculée sur la base des avitaillements et des temps de vol effectués entre le 1er mai 2003 et la date de l'accident. Il est apparu qu'au moment de l'accident les réservoirs du HB-CGR devaient contenir entre 120 l et 140 l de carburant. Selon les informations du constructeur, ceci correspond à une durée de vol comprise entre trois et trois heures et demie.

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Situation générale selon MétéoSuisse

Une zone de basse pression centrée sur la Mer du Nord déterminait le temps au-dessus de l'Europe centrale. La Suisse se trouvait dans un secteur d'air chaud précédant un front froid en approche. Auparavant, de l'air chaud était encore poussé en direction du pays par un courant de sud-ouest.

1.7.2 Conditions météorologiques au moment et sur le lieu 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. Cette interpolation a été effectuée par MétéoSuisse.

Temps/nuages	1/8 Cumulus, base à environ 6000 ft AMSL, puis quelques cirrus	
Visibilité	environ 40 km	
Vent	d'ouest-sud-ouest (250°) avec une vitesse d'environ 17 kt, et des pointes de 30 kt	
Température/Point de rosée	32 °C / 5 °C	
Pression atmosphérique	QNH LSGG 1015 hPa QNH LSZH 1013 hPa	
Dangers	Turbulences de vent du sud-ouest et températures élevées	
Position du soleil	Azimut: 214°	Élévation: 64°

1.7.3 Conditions météorologiques selon divers témoins

Le pilote de l'hélicoptère de secours, qui est arrivé sur les lieux environ 15 minutes après l'accident, a décrit les conditions de vent comme très difficiles. Durant l'approche vers le lieu de l'accident, il régnait de fortes turbulences dans le secteur situé à l'ouest du champ d'aviation de Gruyères, à une hauteur de vol de 4000 ft QNH. Durant cette phase de vol, les équipements de navigation de l'hélicoptère ont enregistré un vent de direction sud à sud-ouest d'une force d'environ 35 kt. Puis, pendant le vol de reconnaissance qui a suivi, le système de navigation de l'hélicoptère a enregistré, juste au nord du lieu de l'accident à une hauteur de vol de 50 m AGL, un vent de direction sud à sud-ouest d'environ 25 kt. L'équipage de l'hélicoptère a ressenti dans cette région au nord du lieu de l'accident de forts courants descendants et des turbulences, qui nécessitaient une puissance nettement accrue.

Un instructeur de vol qui avait observé l'accident a décrit le vent comme très variable au moment de l'accident, évaluant sa vitesse de 8 à 13 kt et sa direction de 240 à 270°.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunication

Au moment de l'accident, la fréquence 124.675 MHz était attribuée au champ d'aviation de Gruyères pour le déroulement du service d'information de vol d'aérodrome (*aerodrome flight information service* – AFIS). Le trafic radio sur cette fréquence n'a pas été enregistré. Il était recommandé aux pilotes d'aéronefs équipés de radio, de diffuser les indications de trafic et leurs intentions par transmissions sans accusés de réception. Faute de témoins auriculaires, on ne sait pas si le pilote accidenté avait transmis des messages radio.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Le champ d'aviation de Gruyères est situé dans la vallée de la Sarine, sur le versant nord des Préalpes; il est entouré de montagnes aussi bien au sud-ouest, qu'à l'est et au sud-est. A environ un kilomètre au sud du champ d'aviation, la vallée de la Sarine se resserre nettement avant de s'élargir à nouveau quelques centaines de mètres plus loin en une cuvette dont la largeur à la base dépasse un kilomètre. Jusqu'à Grandvillard, la vallée ne monte qu'imperceptiblement. En raison de la topographie, le champ d'aviation est réputé particulièrement difficile du point de vue aéronautique. L'approche requiert une autorisation préalable nécessaire (*prior permission required* – PPR).

La piste en herbe désignée 17/35 est située approximativement dans le sens de la vallée et offre une surface de 810 x 30 m. Pour un décollage sur la piste 17, on dispose d'une distance d'envol de 717 m.

1.11 Enregistreurs de bord

Aucun appareil permettant d'enregistrer les paramètres de vol ou les données relatives à la trajectoire de vol n'équipait l'avion accidenté.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Lieu de l'accident

L'épave de l'appareil reposait en majeure partie sur un chemin forestier longeant la rivière au pied de l'éperon nord-ouest de la Dent de Broc. Au vu de la position des débris et des traces sur les arbres, on a pu conclure que, juste avant de heurter le terrain, la trajectoire de la machine était de 203° avec un angle de descente de -19.7°.

1.12.2 Epave

La structure de la machine était encore reconnaissable, bien que très fortement endommagée suite à l'incendie qui s'est déclaré après l'impact. Certains éléments tels que les bouts d'aile ou des éléments d'éclairage se sont détachés de l'appareil sitôt qu'ils sont entrés en contact avec les arbres. On a pu constater que toutes les surfaces porteuses et les éléments de commande de vol étaient encore existants. La déformation de l'hélice laisse penser que le moteur fonctionnait à pleine puissance lorsque l'appareil est entré en collision avec les obstacles situés sur sa trajectoire. Le train et les volets d'atterrissage étaient rentrés. Un contrôle visuel des câbles, des poulies et des tendeurs n'a fourni aucune indication laissant supposer un mauvais fonctionnement des commandes de vol.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

L'Institut de médecine légale de l'Université de Lausanne a procédé à une autopsie du corps du pilote ainsi qu'à un examen chimique et toxicologique. Ces examens n'ont pas permis de conclure à des déficits de santé qui auraient pu influencer sur le déroulement de l'accident. De même, on a pu exclure l'influence d'alcool, de drogues ou d'autres substances xéno biotiques. Une analyse de la saturation de monoxyde de carbone dans l'hémoglobine a montré que la mort est survenue avant que l'incendie ne se déclare.

1.14 Incendie

Au moment du choc, du carburant s'est dispersé et a pris feu. Il s'en est suivi un fort incendie qui a dû être combattu par le service du feu arrivé rapidement sur place.

1.15 Questions relative à la survie des occupants

Dans la dernière phase avant la collision, la trajectoire de l'avion descendait à plus de 19° par rapport à l'horizon. Etant donné que le flanc de la montagne contre lequel l'appareil s'est écrasé, présente un angle de plus de 30° par rapport à l'horizontale, l'angle de choc avec le terrain était si grand que la machine a été freinée sur quelques mètres seulement. Même avec une vitesse de vol réduite, il n'est guère possible de survivre à la décélération induite par une telle configuration. De plus, l'incendie qui s'est déclaré immédiatement après l'accident a encore réduit les chances de survie des occupants.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Reconstitution du décollage du champ d'aviation de Langenthal

Le 23 juin 2003, vers 10h30, un habitant de Bollodingen a observé une partie du décollage d'un avion Cessna 172 RG à partir du champ d'aviation de Langenthal. Il a été particulièrement surpris par le fait qu'après le décollage, au lieu de tourner vers le sud comme prévu sur la carte d'approche à vue (*visual approach chart* – VAC) entre Bettenhausen et Thörigen, la machine volait à une faible hauteur avec une trajectoire sud-ouest jusqu'au-dessus de Bollodingen. Puis, il a observé que l'appareil commençait de virer vers le sud et qu'il réussissait juste à franchir la crête du Humberg.

Ce témoin oculaire était un modéliste actif et peut donc être considéré comme exercé en matière d'observation des mouvements des avions et de leurs silhouettes. Il a évalué comme faible la vitesse de l'appareil alors qu'il en observait la trajectoire. En outre, il a constaté que la machine volait avec un grand angle d'attaque, ce qui signifie que son axe longitudinal présentait un angle par rapport à l'horizon nettement plus grand que sa trajectoire.

Après l'accident, plusieurs vols de reconstitution ont été effectués avec un hélicoptère afin de faire concorder le plus précisément possible la trajectoire et la hauteur de vol avec la situation observée alors par le témoin oculaire. Cette reconstitution a montré que la hauteur de vol de la machine au-dessus de Bollodingen était d'environ 1900 ft AMSL et qu'elle atteignait tout au plus 2000 ft AMSL au niveau de la crête du Humberg.

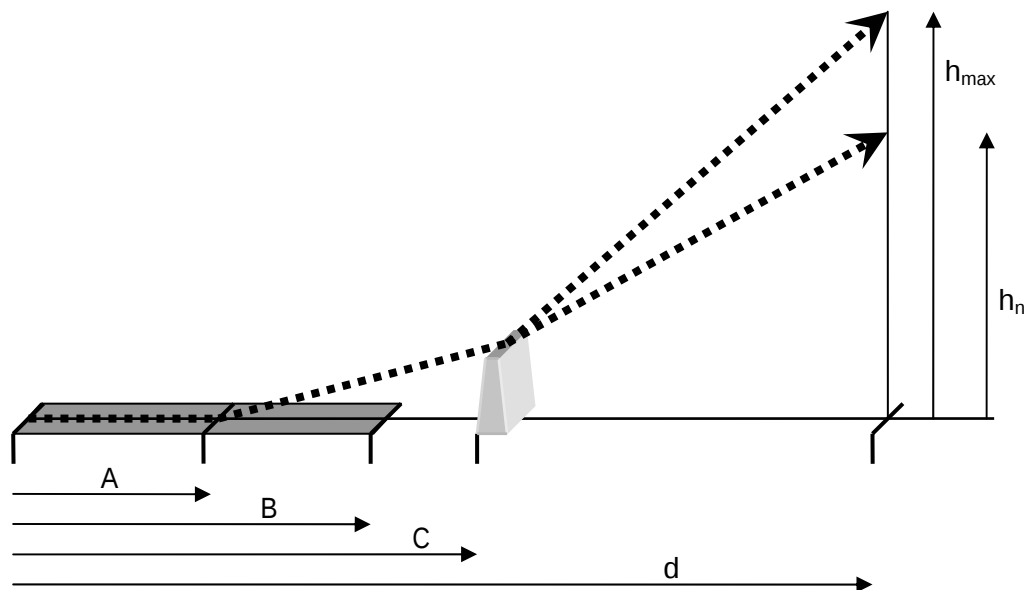
1.16.2 Examen du moteur

Le pilote qui a utilisé le HB-CGR le 22 juin 2003 a signalé au BEAA qu'il avait observé durant son vol de croisière une vibration qui lui semblait inhabituelle. Cependant, il a qualifié de normaux la performance et le comportement du moteur durant tout le vol. Bien que la déformation des pales de l'hélice montrait un fonctionnement à pleine puissance du moteur au moment de l'accident, le moteur du HB-CGR a malgré tout été complètement démonté et examiné dans les détails. Aucune défaillance, ni déféctuosité technique préexistantes susceptibles d'avoir

causé l'accident ont été constatées aussi bien au niveau du moteur que de la commande du pas de l'hélice. L'analyse des éléments amovibles, des roulements ainsi que des surfaces soumises au frottement a démontré une usure normale correspondant au nombre d'heures d'exploitation du moteur.

1.16.3 Performances de l'aéronef au décollage et durant le vol de montée

Compte tenu des valeurs réelles de la masse au décollage, de l'altitude théorique et de la température, on a déterminé les performances du HB-CGR au décollage et durant le vol de montée à Langenthal et à Gruyères, sur la base des indications fournies par le manuel de vol de l'aéronef (*aircraft flight manual* – AFM). Les deux champs d'aviation disposant de pistes en herbe, un supplément de 15% a été ajouté aux distances de roulage indiquées dans les tabelles. La représentation suivant illustre les valeurs à considérer pour le décollage:



Explications: a: distance de roulage, b: longueur de piste disponible, c: distance de décollage pour atteindre une hauteur de 50 ft AGL, d: distance entrant en ligne de compte pour le décollage, h_n : hauteur par rapport à l'aérodrome atteignable à une distance d, lors d'un vol de montée normale, h_{max} : hauteur par rapport à l'aérodrome atteignable à une distance d, avec un vol de montée maximale.

A Langenthal, la distance d considérée pour le décollage correspondait à la distance que l'avion a parcourue depuis le début de sa course jusqu'au moment où il franchissait la crête du Humberg. Sur la carte, on a pu évaluer la distance d à 4 km. A Gruyères, cette distance d correspondait à 1.6 km, soit le trajet entre le début du roulage et l'endroit où s'est produite la collision.

En résumé, on a obtenu les données suivantes pour les décollages effectués sur les deux aérodromes:

Aérodrome	a [m]	b [m]	c [m]	d [m]	h_n [ft]	h_{max} [ft]
Langenthal	473	490	753	4000	544	788
Gruyères	481	717	767	1600	168	226

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Le Groupe de vol à moteur d'Olten (MFGO) a été fondé en 1956 et était alors basé sur l'aérodrome de Gheid bei Olten. Suite à la fermeture de cet aérodrome aux avions à moteur, le MFGO a déplacé ses appareils sur l'aéroport régional de Granges. Au moment de l'accident, le groupe disposait d'une flotte de deux avions-écoles et de trois avions de tourisme tous issus du même constructeur. Le MFGO exploite une école d'aviation qui offre la formation de base jusqu'au niveau de la licence de pilote privé ainsi que des initiations et des transitions sur ses propres types d'avion.

1.18 Renseignements supplémentaires

Les autorités américaines de surveillance de l'aviation civile *Federal Aviation Administration* (FAA) règlent la construction d'avions, notamment dans les *Federal Aviation Regulations* (FAR). Les exigences des FAR 23 en vigueur au moment de la certification du modèle Cessna 172 RG exigeaient que, pour un avion de cette catégorie, le manuel de vol de l'aéronef (AFM) contienne notamment les indications suivantes concernant ses performances au décollage, plus précisément pour le vol de montée:

- Distance de décollage: distance dont l'avion a besoin pour accélérer entre le point où il est arrêté et celui où il décolle, resp. celui où il atteint une hauteur de 50 ft au-dessus de la piste. Il faut en outre définir pour quelle genre de piste ces valeurs sont applicables. Il faut déterminer les valeurs pour des aérodromes dont l'altitude va du niveau de la mer jusqu'à 10 000 ft AMSL. S'agissant des températures, il faut couvrir une plage allant jusqu'à 30 °C en dessus des conditions de l'atmosphère standard selon l'OACI.
- Le taux de montée stationnaire (*rate of climb*) et les gradients s'y référant pour au moins une vitesse de montée.

Contrairement aux avions de la catégorie dite *commuter category* ou à ceux qui sont certifiés comme avions de transport (*transport category airplanes*) selon les FAR 25, les valeurs pour la distance de décollage d'un avion certifié selon FAR 23 ne contiennent aucune réserve. Compte tenu des capacités du pilote ou de l'état technique de l'avion, il peut donc s'avérer en réalité difficile d'atteindre les performances mentionnées dans le manuel de vol.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

Malgré le degré élevé de destruction de l'épave, il a été possible de déterminer et de vérifier des éléments importants tels que la puissance du moteur, la configuration et la maniabilité. Juste avant l'accident, l'hélice du HB-CGR a subi une révision générale. Le pilote qui a volé avec l'avion accidenté le jour précédent, soit le 22 juin 2003, a constaté des vibrations en vol de croisière. Pour cette raison, le moteur et la commande du pas de l'hélice ont été démontés et examinés en détail. Les constatations faites étayaient les traces relevées sur le lieu de l'accident, montrant que le moteur du HB-CGR fonctionnait à pleine puissance, lorsque l'appareil est entré en collision avec les obstacles situés sur sa trajectoire.

Aucune explication satisfaisante n'a été trouvée concernant les vibrations annoncées après l'accident. Il faut cependant noter que celles-ci ne sont apparues aux dires du pilote concerné qu'en croisière et ne devaient donc pas être liées à des problèmes de performance. Au vu des résultats de l'analyse du moteur, on peut exclure avec une grande probabilité que ces vibrations étaient dues à un mauvais fonctionnement du moteur durant le vol fatal.

A l'issue des analyses effectuées, rien n'indique qu'un défaut technique pourrait être à l'origine de l'accident.

2.2 Aspects humains et opérationnels

Le pilote disposait de peu d'expérience, bien qu'il volait depuis plus de 10 ans et qu'il possédait une licence de pilote privé depuis neuf ans. Ainsi que le prouvent les enregistrements de ses prestations de vol, il avait effectivement volé annuellement entre sept et un peu plus de 12 heures au cours des quatre années précédentes l'accident, ce qui est à peine suffisant pour conserver un bon niveau d'entraînement. Par ailleurs, il apparaît que durant toute sa carrière de pilote, il n'avait atterri et décollé qu'à quatre reprises depuis des aérodromes similaires au champ d'aviation de Gruyères, tant du point de vue de l'altitude que de la topographie. Il s'agissait d'un vol à destination des Eplatures et de trois vols sur Saanen. À noter qu'au moment de l'accident, le dernier de ces vols remontait à deux ans.

Aussi bien l'heure de décollage à Langenthal que les observations faites par le témoin oculaire laissent conclure que le Cessna 172 RG observé était bien l'appareil immatriculé HB-CGR. Il faut s'intéresser à plus d'un titre au décollage à Langenthal lors du vol sur Gruyères: les observations faites par le témoin oculaire prouvent que le pilote s'est vraisemblablement vu forcé de prolonger sa trajectoire vers le sud-ouest. Il a suivi la vallée sur un kilomètre de plus que ne le prévoit la carte d'approche à vue, avant de pouvoir virer à gauche pour passer la crête du Humberg qui s'élève à 595 m/M, soit à 1950 ft AMSL. Comme les vols de reconstitution l'ont montré, le HB-CGR n'a survolé cette crête qu'à faible hauteur, car son altitude de vol atteignait à ce moment-là au maximum 2000 ft AMSL. Selon les informations du manuel de vol de l'appareil, le Cessna 172 RG aurait été en mesure d'atteindre une hauteur de 2120 à 2360 ft AMSL, soit 4000 m après avoir commencé le décollage. Un témoin oculaire a observé que l'inclinaison longitudinale de la machine présentait clairement un grand angle par rapport à sa trajectoire, ce qui signifie que l'appareil volait avec un grand angle d'attaque. La faible performance de montée devait très probablement résulter d'une

vitesse de progression inférieure à la vitesse optimale pour un vol de montée normale, respectivement pour un vol de montée maximale. Le choix d'une vitesse qui n'était pas optimale pour le vol de montée, montre que le pilote disposait plutôt de peu d'expérience de vol. A l'issue de ce décollage avec un avion lourd et des températures extérieures relativement élevée, il aurait fallu évaluer les performances de montée à escompter dans de telles conditions. Vraisemblablement, manquant d'expérience, le pilote n'a pas été en mesure de transposer ces facteurs à la situation de l'après-midi en question.

En raison de la consommation de carburant, le HB-CGR pesait 60 kg de moins lors du décollage de Gruyères par rapport à celui de Langenthal. Par contre, la température extérieure avait entre-temps grimpé à 32 °C. Un vent du sud-ouest soufflant par rafales contraignait l'utilisation de la piste 17, avec pour conséquences un décollage dans un relief difficile.

Aux dires des employés du champ d'aviation de Gruyères, on a signalé au pilote les conditions de vent. On ne sait pourquoi il s'est malgré tout décidé à décoller. Selon les valeurs de performance publiées dans le manuel de vol de l'aéronef, il était possible de décoller de Gruyères malgré une altitude-densité² relativement élevée de 4750 ft et la masse élevée au décollage. A noter cependant que ces données ne tiennent pas compte des vents latéraux et descendants et ne comprennent aucune réserve. C'est pourquoi il est utile que les équipages ajoutent aux valeurs de performance calculées selon les FAR 23 une marge supplémentaire en fonction de la situation, afin de disposer de points de référence réalistes pour l'exécution du vol.

La trajectoire du HB-CGR observée par un témoin oculaire montre que le pilote avait fort à faire avec le vent latéral. En revanche, il est difficilement explicable que l'avion n'a gagné que peu de hauteur après le décollage uniquement en raison des vents latéraux et descendants. Il faut plutôt envisager que l'avion, à l'image du décollage à Langenthal, n'a pas assez accéléré, volant dans une plage de vitesse avec un fort angle d'attaque et avec une résistance induite élevée. Il faut aussi noter qu'en raison de la configuration du terrain, un décollage à partir de Gruyères est impressionnant, même avec des conditions moins contraignantes, et requiert du pilote une certaine maîtrise pour respecter une procédure de vol appropriée (cf. annexe 3). Dans la dernière phase précédant la collision, le pilote a vraisemblablement agrandi l'angle d'attaque du HB-CGR de telle sorte que ce dernier s'est trouvé dans une position cabrée extrême au point d'empêcher définitivement toute correction. Cela explique pourquoi l'avion n'a finalement pas viré à droite dans la vallée de la Sarine en direction de Grandvillard, empruntant au contraire une trajectoire descendante de 19° et plus ou moins droite avant d'entrer en collision avec le terrain.

² Altitude-densité – *density altitude*: Selon l'atmosphère standard, une hauteur de vol spécifique peut être attribuée à chaque valeur de densité de l'air. Cette altitude-densité n'est cependant pas une valeur d'altitude fixe étant donné que la densité de l'air dépend de la pression, de la température et de l'humidité de l'air. Étant donné que les performances d'un avion dépendent de la densité de l'air, il faut tenir compte des écarts importants de la température lors de l'exécution du vol.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'avion HB-CGR ne présentait aucun défaut ayant pu favoriser ou causer l'accident.
- La déformation des pales de l'hélice ainsi que l'expertise technique effectuée sur l'épave permettent de conclure que le moteur fonctionnait à pleine puissance, lorsque l'appareil est entré en collision avec les obstacles situés sur sa trajectoire.
- Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité de l'avion se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur.

3.1.2 Pilote

- Le pilote était au bénéfice d'une licence de pilote privé selon JAR, d'une qualification de classe pour avion monomoteur à piston (*single engine piston* – SEP) ainsi que d'un certificat d'aptitude médicale de classe 2.
- Rien n'indique que le pilote souffrait de déficits de santé.
- En dix ans, le pilote avait accumulé une expérience de vol totale de 172 h. Au cours des 90 jours précédant l'accident, il avait volé durant 4:40 h.
- Durant sa carrière aéronautique, le pilote avait effectué trois décollages à partir de Saanen et un à partir des Eplatures. Sinon, il n'avait jamais décollé d'un aérodrome comparable du point de vue topographique au champ d'aviation de Gruyères.
- Aussi bien le contrôle de l'assiette de vol que le choix de la trajectoire indiquent que le pilote n'était pas familiarisé avec les particularités d'un décollage à partir d'un aérodrome entouré de montagnes et par conditions météorologiques difficiles.

3.1.3 Aspects opérationnels

- Selon les informations du manuel de vol de l'appareil, le Cessna 172 RG aurait été en mesure d'atteindre, lors du décollage de Langenthal, une hauteur de 2120 à 2360 ft AMSL, ceci 4000 m après avoir commencé d'accélérer et compte tenu de l'altitude-densité régnant au moment du décollage.
- L'appareil HB-CGR a été observé le 23 juin 2003 vers 10h30 à moins de 2000 ft AMSL, alors qu'il survolait lentement et avec un angle d'attaque important une crête d'une hauteur de 1900 ft AMSL. L'avion avait alors parcouru environ 4000 m depuis le début du roulage sur la piste de Langenthal.
- Selon les informations du manuel de vol de l'appareil, le Cessna 172 RG aurait été en mesure d'atteindre, lors du décollage de Gruyères, une hauteur de 160 à 220 ft AMSL, ceci 1600 m après avoir commencé d'accélérer et compte tenu de l'altitude-densité régnant au moment du décollage.

- Lors du décollage du HB-CGR à Gruyères, on a observé que la machine ne prenait guère de hauteur.
- Le HB-CGR est entré en collision avec le terrain à une hauteur de 30 ft AAL, quelque 1600 m après avoir commencé de rouler sur la piste de Gruyères.
- Juste avant la collision, l'appareil présentait une trajectoire descendante d'environ 19° par rapport à l'horizon.

3.1.4 Cadre général

- Le champ d'aviation de Gruyères est situé dans une vallée et est entouré de montagnes relativement élevées.
- Durant le vol fatal, la température extérieure était de 32 °C sur le champ d'aviation de Gruyères, correspondant à une altitude-densité de 4750 ft.
- Dans la région du champ d'aviation de Gruyères, un vent soufflait du sud-ouest et sa vitesse au sol était de 10 à 20 kt, selon différentes observations. Des rafales de vent de 30 kt étaient possibles.
- Aux dires des employés du champ d'aviation de Gruyères, on a signalé au pilote qu'il y avait des rafales de vent.

3.2 Causes

L'accident est dû au fait que, peu après le décollage, l'avion est entré en collision avec le terrain car, en raison de l'assiette de vol choisie, il ne pouvait ni gagner suffisamment de hauteur, ni être suffisamment manoeuvrable pour éviter les obstacles.

Éléments ayant contribué à l'accident:

- Le pilote ne disposait que d'une faible expérience de vol et son niveau d'entraînement au moment de l'accident était bas. Il n'était familiarisé avec les décollages ni d'aérodromes situés en montagne, ni d'aérodromes dont la piste est en herbe.
- Les turbulences engendrées par les vents latéraux, ascendants et descendants très changeants, de même que l'altitude densité et une masse au décollage relativement élevée ont réduit considérablement les performances de l'avion.

4 Recommandations de sécurité et mesures prises pour améliorer la sécurité aérienne

4.1 Recommandations de sécurité

A l'issue de l'enquête relative à l'accident du HB-CWT qui s'est produit le 8 août 2003 à Saanen, le BEAA a adressé à l'office fédéral de l'aviation civile les recommandations de sécurité suivantes:

Nr. 330: L'office fédéral de l'aviation civile devrait vérifier dans quelle mesure, pour les aérodromes exigeants d'un point de vue aéronautique, les cartes d'approche à vue (*visual approach charts* - VAC) pourraient être aménagées de façon appropriée. Des routes de départ pourraient par exemple être proposées ou des remarques sur les limitations de performances pour des températures élevées ou pour des conditions de vent dangereuses pourraient être insérées. Il devrait également vérifier si ces aérodromes ne devraient pas être identifiés par une marque distinctive sur la carte OACI.

Nr. 331: L'office fédéral de l'aviation civile devrait vérifier pour quels aérodromes une initiation avec instructeur devrait être conseillée ou rendue obligatoire.

4.2 Mesures prises pour améliorer la sécurité aérienne

En raison des accidents survenus au cours de l'été caniculaire de 2003, Météo-Suisse publie depuis l'été 2005 un avis de danger de température, ceci lorsque les prévisions de températures sur le Plateau atteignent 30 °C ou plus. Cette information est publiée dans la prévision météorologique aéronautique, sous la rubrique «Dangers».

5 Annexes

Trajectoire lors du décollage à Langenthal

Trajectoire lors du décollage à Gruyères

Vol de reconstitution: impression générale lors du décollage

Épave sur le lieu de l'accident

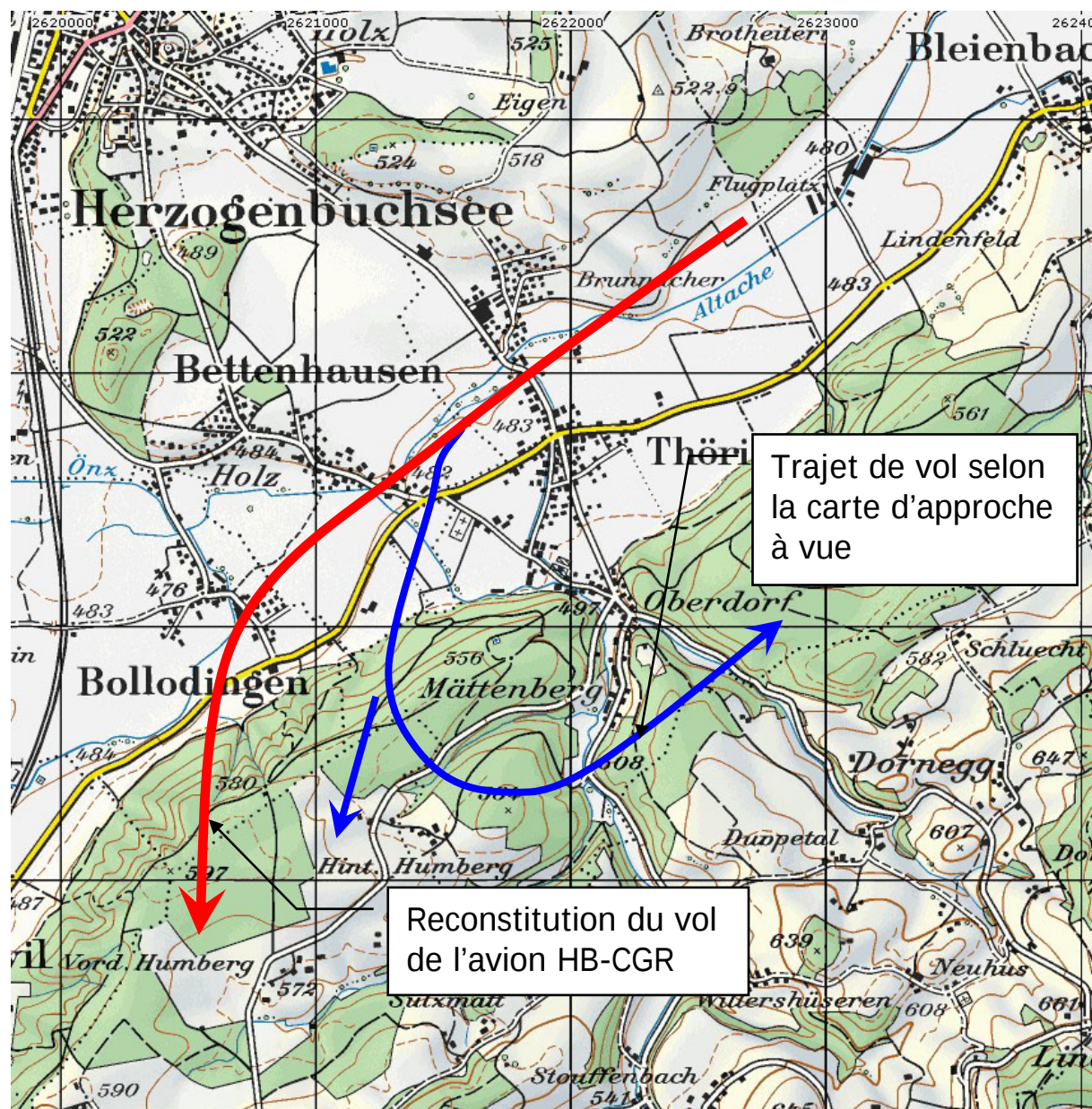
Berne, le 17 mai 2006

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

Ce rapport sert uniquement à la prévention des accidents. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave (art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation).

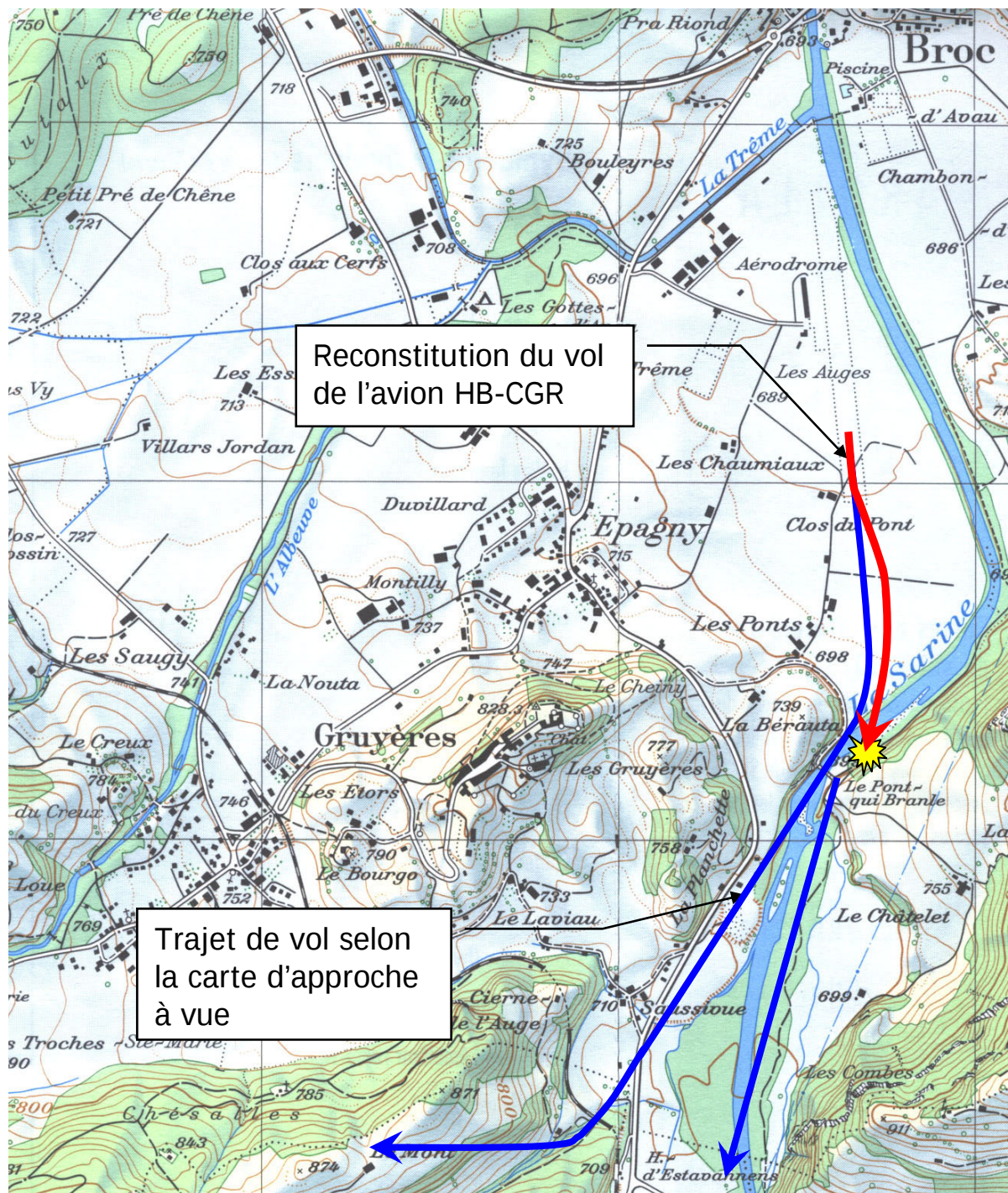
Annexe 1

Trajectoire suite au décollage à Langenthal



Annexe 2

Trajectoire suite au décollage à Gruyères



Annexe 3

Reconstitution: impression visuelle lors du décollage



Commencement du décollage



Jusqu'avant la collision

Annexe 4

Image de l'épave HB-CGR

