

Bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État

Rapport d'enquête de sécurité



A-2020-01-A

Date de l'évènement	27 janvier 2020
Lieu	Base aérienne de Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône)
Type d'appareil	Planeur Schempp-Hirth Duo Discus
Organisme	Armée de l'Air et de l'Espace

AVERTISSEMENT

UTILISATION DU RAPPORT

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors, toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des lois et des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'identification et l'analyse des causes de l'évènement font l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues.

Le BEA-É formule ses recommandations de sécurité dans le quatrième et dernier chapitre.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure légale française.

CRÉDITS

Figure 1	armée de l'Air et de l'Espace « Visu GPS » et BEA-É	Page de garde 8
Figures 2 à 4	<i>Google Maps</i> et BEA-É	9 à 14
Figure 5	Centre d'initiation et de formation des équipages de drones – École de l'Air	14
Figures 6 à 8	BEA-É	15 et 16
Figures 9 et 10	Schempp-Hirth et BEA-É	18 et 19
Figures 11 et 12	BEA-É	19 et 21
Figure 13	DGA TA	22
Figure 14	BEA-É	22
Figure 15	DGA TA	23
Figure 16	DGA TA et DGA EV	24
Figure 17	DGA EV	25
Figure 18	DGA EV et BEA-É	25
Figures 19 et 20	BEA-É	26
Figure 21	Météo-France et BEA-É	28
Figure 22	BEA-É	28

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS.....	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol.....	7
1.2. Dommages corporels.....	10
1.3. Dommages à l'aéronef	10
1.4. Autres dommages	10
1.5. Renseignements sur l'équipage.....	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef.....	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aide à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aéroport	12
1.11. Enregistreurs de bord.....	13
1.12. Constatations sur la zone de l'accident et sur l'aéronef.....	13
1.13. Renseignements médicaux.....	16
1.14. Incendie	16
1.15. Questions relatives à la survie des occupants et à l'organisation des secours	16
1.16. Essais et recherches	17
1.17. Renseignements sur les organismes.....	17
1.18. Description du système d'aérofreins.....	18
2. Analyse.....	21
2.1. Expertises techniques.....	21
2.2. Séquence du blocage des aérofreins.....	29
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	29
3. Conclusion	39
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	39
3.2. Causes de l'évènement	39
4. Recommandations de sécurité	41
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	41
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement	43
ANNEXES.....	46

GLOSSAIRE

CFAMI	Centre de formation aéronautique militaire initiale
CNVV	Centre national de vol à voile
daN	Deca Newton
DGA EP	Direction générale de l'armement – Essais propulseurs
DGA EV	Direction générale de l'armement – Essais en vol
DGA TA	Direction générale de l'armement – Techniques aéronautiques
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i> , agence de l'union européenne pour la sécurité aérienne.
EIVV	Escadron d'instruction au vol à voile
FLARM	<i>Flight alarm</i> , système d'anti-collision de trafic
ft	<i>Feet</i> , pied (un pied vaut environ 0,3 m)
FFVP	Fédération française de vol en planeur
hPa	Hectopascal
kt	<i>Knot</i> , nœud (1 nœud vaut environ 1,852 km/h)
VHF	<i>Very high frequency</i> , très haute fréquence
VNE	<i>Velocity never exceed</i> , vitesse à ne jamais dépasser

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 27 janvier 2020 à 16h08

Lieu de l'évènement : base aérienne 701 Salon-de-Provence

Organisme : armée de l'Air et de l'Espace

Commandement organique : direction des ressources humaines de l'armée de l'Air (DRHAA)/écoles de formation du personnel navigant

Unité : escadron d'instruction au vol à voile (EIVV) « Sainte Victoire »

Aéronef : planeur Schempp-Hirth Duo Discus n° 191 immatriculé F-CFEY

Nature du vol : formation au pilotage

Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le lundi 27 janvier 2020, lors d'une mission d'instruction au nord-est de Salon-de-Provence, l'instructeur du Duo Discus EY¹ réalise une descente rapide pour maintenir des conditions météorologiques réglementaires. Il affiche une assiette à piquer puis sort les aérofreins². Lorsque l'instructeur se remet en palier et essaie de rentrer les aérofreins, ceux-ci restent bloqués sortis. Il voit que l'aérofrein de droite présente une anomalie. Bien que son rayon d'action soit très réduit avec les aérofreins sortis, il met le cap vers le seuil des pistes en herbe 16, tout en cherchant une zone de poser d'urgence sur le trajet. Aucun espace disponible ne lui semble adéquat. Le planeur s'approche de la base aérienne. L'instructeur constate que la finesse du planeur est insuffisante pour atteindre la piste. Il est contraint de poser le planeur dans un champ environ 500 mètres avant la piste. Le planeur glisse au sol puis percute des blocs de béton qui stoppent sa course. Les deux pilotes sont blessés. Le planeur est détruit.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État (BEA-É) ;
- un enquêteur de première information (EPI) ;
- un mécanicien moniteur de sports aériens, ayant une expertise de pilote instructeur sur Duo Discus ;
- un mécanicien avion ayant une expertise sur Duo Discus ;
- un médecin du personnel navigant breveté supérieur de médecine aéronautique.

Autres experts consultés

- direction générale de l'armement – Essais en vol (DGA EV) ;
- direction générale de l'armement – Techniques aéronautiques (DGA TA)/département d'investigations suite à accident ou incident (MTI) ;
- direction générale de l'armement – Essais propulseurs (DGA EP)/restitution des enregistreurs d'accidents (RESEDA) ;
- Météo-France.

¹ L'immatriculation abrégée du planeur est utilisée communément pour le nommer.

² Les aérofreins sont des commandes de vol d'un aéronef permettant d'augmenter la traînée pour diminuer la vitesse, en particulier lors d'une descente rapide et après l'atterrissage. Sur les planeurs, en général, ce sont des plaques métalliques qui sortent des ailes. Les aérofreins permettent en outre de contrôler l'angle d'approche, puisqu'il n'y a pas de possibilité de gestion d'une puissance moteur.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : circulation aérienne générale VFR³

Type de mission : mission d'instruction

Dernier point de départ : base aérienne de Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône)

Heure de départ : 15h46

Point d'atterrissage prévu : base aérienne de Salon-de-Provence

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Contexte du vol

L'escadron d'instruction au vol à voile (EIVV) « Sainte Victoire » assure la formation pratique initiale de l'ensemble des élèves pilotes de l'armée de l'Air et de l'Espace. La formation de chaque pilote se déroule en trois phases. Lors de la première phase, l'élève découvre le pilotage de base du planeur, puis lors de la deuxième phase, il apprend le remorquage et l'atterrissage. Enfin, lors de la troisième phase, il doit être capable de mener le vol dans son ensemble, en sécurité.

Une promotion d'élèves est arrivée à l'escadron en décembre et a débuté les vols en janvier. L'élève a réalisé deux vols de la première phase de formation. En tenant compte de son expérience aéronautique de vol en avion, l'EIVV « Sainte Victoire » a décidé de lui faire débiter lors de ce vol la deuxième phase de la formation. Au cours de cette mission d'instruction, il doit apprendre le remorquage, coordonner les mises en virage et l'instructeur doit lui démontrer les effets des aérofreins.

1.1.2.2. Préparation du vol

En début de journée, un briefing météorologique (cf. annexe 1) est présenté à l'ensemble des élèves et des instructeurs de l'escadron. Puis les élèves sortent les planeurs et les positionnent pour un décollage en piste 16. Plusieurs planeurs volent dans la matinée, dont le Duo Discus EY.

En début d'après-midi, l'instructeur doit effectuer deux vols avec chacun de ses deux élèves. Il fait un rapide briefing à chacun, en évoquant brièvement le but de la mission. Ni les élèves, ni l'instructeur ne vérifie l'évolution de la météo. Avant son premier décollage, l'instructeur effectue les vérifications avant vol du planeur avec ses deux élèves. Il leur pose plusieurs questions sur le fonctionnement des aérofreins, les déploie et leur demande une vérification approfondie de ce système.

L'instructeur, installé en place arrière, réalise deux vols avec son premier élève. Il utilise les aérofreins en phase d'approche lors de chacun de ces deux vols.

Vers 15h40, le deuxième élève s'installe en place avant tandis que l'instructeur reste à bord. L'élève effectue la check-list avant décollage. Ce dernier sort les aérofreins jusqu'à la butée plein sorti, puis les rentre et les verrouille.

1.1.2.3. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

Le planeur décolle en piste 16. Il est remorqué jusqu'à 1 200 mètres de hauteur dans le secteur nord-est de Salon-de-Provence. L'élève est aux commandes du planeur pendant le remorquage. Après le largage, l'équipage met le cap vers le nord et l'instructeur demande à l'élève de réaliser plusieurs virages pour évaluer sa coordination.

Après sept à huit minutes de vol libre, l'instructeur constate que des nuages se forment en-dessous de son altitude de vol et qu'une couche nuageuse plus dense arrive par le sud-ouest, à proximité de la base aérienne. Craignant de perdre le contact visuel avec le sol, il décide de descendre entre deux nuages pour passer sous cette couche en formation.

³ *Visual flight rules*, règles de vol à vue.

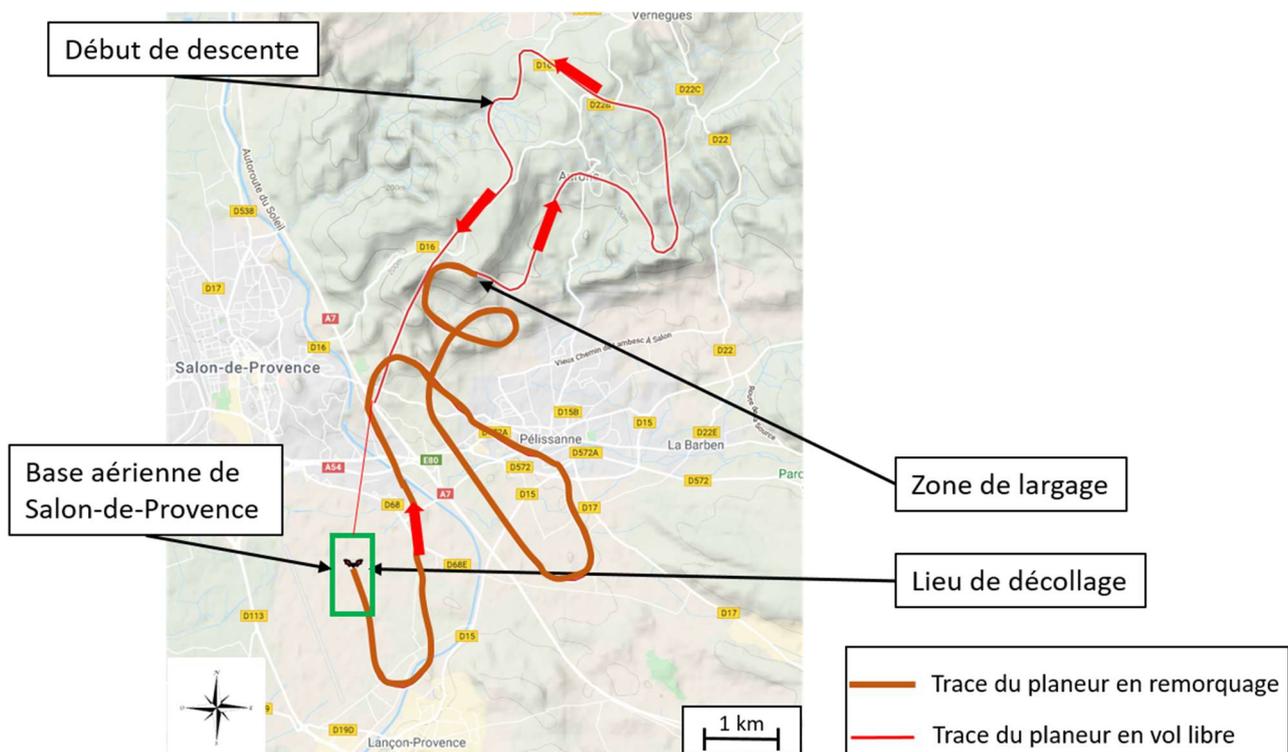


Figure 1 : trajectoire du planeur pendant et après le remorquage

1.1.2.4. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

L'instructeur prend les commandes. Conscient de la proximité éventuelle d'autres planeurs et d'un risque de voir les nuages se souder en dessous de lui, il souhaite effectuer une descente rapide sous la couche nuageuse. Il affiche une assiette à piquer estimée à environ 30°. L'accélération est franche. Il déverrouille et sort les aérofreins tout en virant à gauche. Puis, conscient que sa vitesse augmente rapidement vers la « vitesse à ne jamais dépasser » (VNE), il diminue la pente et vérifie que les aérofreins sont au maximum de leur débattement.

Après une descente d'environ 250 mètres, à 700 mètres de hauteur, l'instructeur rétablit l'assiette pour diminuer le taux de chute et souhaite rentrer les aérofreins. Il n'y parvient pas. Après plusieurs tentatives de l'instructeur et de l'élève, l'équipage constate visuellement que l'aérofrein droit n'est pas dans une position habituelle. La partie haute et la partie basse de l'aérofrein s'entrecroisent anormalement. Le système est mécaniquement bloqué.

L'instructeur est contraint de poursuivre le vol avec les aérofreins bloqués en position presque totalement sortis symétriquement, même s'il tente de réduire leur extension en maintenant la commande vers l'avant. Dès lors, la traînée est importante et la finesse⁴ du planeur est fortement réduite. L'instructeur n'a jamais rencontré cette situation auparavant. Il estime à vue sa distance de planer et juge pouvoir rejoindre une des pistes de la base aérienne. Il affiche la vitesse qui lui semble adaptée pour faciliter le planer vers la piste, mais constate que le taux de chute est important. Voyant qu'il sera difficile de rejoindre le seuil de la piste 16, il essaie de trouver une aire dégagée sur la trajectoire pour se poser en campagne. Aucune des zones connues ne lui semble adéquate pour se poser alors qu'il ne peut pas moduler sa pente d'approche puisque les aérofreins sont bloqués.

⁴ La finesse d'un aéronef est le rapport entre la distance parcourue et la hauteur perdue.

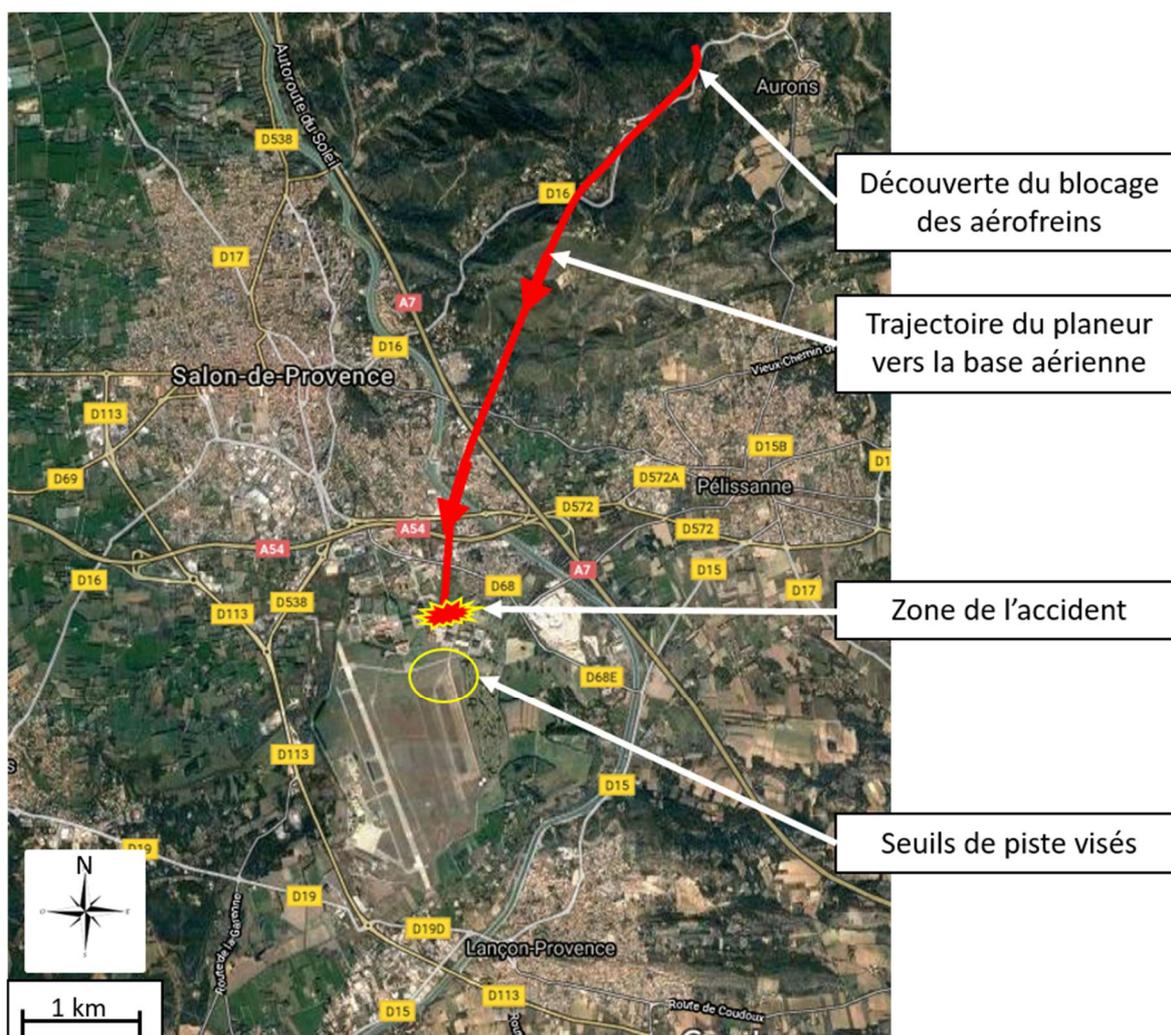


Figure 2 : trajectoire du planeur après le blocage des aérofreins

L'instructeur annonce ses difficultés à la radio sur la fréquence d'auto-information⁵ et poursuit vers la base. En phase d'approche finale, il observe qu'il n'atteindra pas la piste et qu'il risque de percuter un bâtiment situé devant lui. Il décide alors d'effectuer un atterrissage d'urgence dans un espace dégagé, dans l'enceinte de la base, en amont de la piste, entre des bâtiments. L'instructeur plaque le planeur au sol pour réduire sa vitesse mais il ne peut éviter de percuter trois buses⁶ de béton situées en bordure du champ.

Le pilote de l'avion remorqueur, resté en vol pour laisser la zone d'approche libre pour le planeur EY, survole les lieux et demande les secours au contrôleur de la tour.

L'instructeur sort du planeur et s'enquiert de l'état de l'élève qui est blessé. Le planeur est détruit.

1.1.3. Localisation

– Lieu :

- pays : France
- département : Bouches-du-Rhône
- commune : Salon-de-Provence
- coordonnées géographiques : N 43°37'13"/E 005°06'51"
- altitude du lieu de l'évènement : 64 mètres

– Moment : jour

– Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : Salon-de-Provence

⁵ Les utilisateurs des pistes en herbe annoncent leurs mouvements sur la plateforme et dans le circuit de piste sur une fréquence VHF, au profit des autres utilisateurs et sans attendre de réponse d'un contrôleur. Ils sont en vol non contrôlé.

⁶ Élément de puits en béton, de forme cylindrique, d'un diamètre et d'une hauteur d'environ un mètre.

1.2. Dommages corporels

L'élève est gravement blessé et l'instructeur est légèrement blessé.

1.3. Dommages à l'aéronef

Le planeur est détruit.

1.4. Autres dommages

Trois buses en béton situées sur la bordure du champ sont brisées.

1.5. Renseignements sur l'équipage

1.5.1. Instructeur

L'instructeur est un personnel militaire de spécialité mécanicien avion détenteur d'un brevet militaire de moniteur de sports aériens spécialité pilote de planeurs⁷. Il a obtenu une licence de pilote instructeur planeur dans le secteur civil.

- Âge : 49 ans
- Unité d'affectation : centre de formation aéronautique militaire initiale (CFAMI)
- Fonction dans l'unité : chef de la cellule instruction
- Qualification :
 - brevet de pilote de planeurs : 2015
 - pilote instructeur planeurs depuis septembre 2017
- École de spécialisation : centre national de vol à voile (CNVV) de Château-Arnoux-Saint-Auban
- Heures de vol de planeur comme pilote:

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Duo Discus	sur tout type	dont Duo Discus	sur tout type	dont Duo Discus
Total (h)	600 ⁸	250	70	60	8	8
Dont instruction	350	220	70	60	8	8

- Date du précédent vol : 27 janvier 2020 sur le Duo Discus EY

L'instructeur possède également une expérience de pilote d'avion d'environ 30 heures de vol.

1.5.2. Élève

- Âge : 19 ans
- Unité d'affectation : CFAMI
- Qualification : aucune
- Heures de vol comme élève au sein du CFAMI :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Duo Discus	sur tout type	dont Duo Discus	sur tout type	dont Duo Discus
Total (h)	2	2	2	2	2	2

- Date du précédent vol : 16 janvier 2020

L'élève a débuté une formation de pilote d'avion et a réalisé 63 heures de vol.

⁷ Ce diplôme reconnaît les compétences d'un militaire non navigant dans un domaine aérien spécifique. Il permet au militaire pratiquant les sports aériens dans les unités militaires de vol à voile d'être considéré en service aérien commandé au cours des vols qu'il exécute.

⁸ Le nombre d'heures de vol réel de l'instructeur est difficile à établir ; le tableau donne des informations moyennes vraisemblables. L'instructeur déclare avoir réalisé 395 heures d'instruction dont 266 heures sur Duo Discus, sans que le système d'enregistrement des heures de vol de l'armée de l'Air et de l'Espace ne puisse le confirmer.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

Depuis septembre 2016, l'armée de l'Air et de l'Espace a un contrat de location de planeurs avec le centre national de vol à voile (CNVV) basé sur l'aérodrome de Château-Arnoux-Saint-Auban. Le centre dépend de la fédération française de vol en planeur (FFVP⁹). Les planeurs sont mis en place pour la durée souhaitée à Salon-de-Provence. Le Duo Discus EY est utilisé par l'armée de l'Air et de l'Espace dans le cadre de ce contrat.

- Organisme : armée de l'Air et de l'Espace
- Commandement d'appartenance : CNVV
- Aérodrome de stationnement : aérodrome de Château-Arnoux-Saint-Auban
- Unité d'affectation : CFAMI
- Type d'aéronef : planeur Schempp-Hirth Duo Discus
- Caractéristiques :
 - planeur biplace
 - envergure : 20 mètres
 - aérofreins d'extrados
 - train rentrant
 - ailes équipées de pennes¹⁰
 - configuration : *water-ballast*¹¹ vides

Construit en 1998, le Duo Discus n° 191 EY fait partie de la première série des Duo Discus¹². Plusieurs autres séries ont été construites ensuite, chacune avec leur spécificité.

Le planeur EY est équipé d'un frein sur la roue principale actionné soit par la commande des aérofreins ou par une manette sur le manche des pilotes.

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis la dernière visite annuelle
Cellule	Duo Discus	191	3 122	73 ¹³

Le planeur n'a pas subi de grande visite. La première grande visite est prévue à 6 000 heures de vol.

1.6.1. Maintenance

Pour l'EASA, le planeur est un aéronef léger européen habité (ELA1). À ce titre, l'entretien et les actions de maintenance peuvent être effectués par le pilote-propiétaire¹⁴.

Le Duo Discus EY a été acquis par la FFVP le 1^{er} mars 2018. À cette date, il a changé d'immatriculation et de responsable du suivi de maintenance. Dès lors, le planeur est entretenu par le CNVV selon les recommandations du manuel de maintenance du constructeur. Le CNVV suit les recommandations de la réglementation civile EASA et adhère au groupement pour la navigabilité (GNAV)¹⁵.

Il n'a pas été possible de connaître les opérations de maintenance réalisées avant cette date par le précédent propriétaire.

⁹ La FFVP est un organisme national regroupant les associations sportives et aéronautiques consacrées au vol à voile.

¹⁰ Les pennes (ou ailerettes ou *winglets*) sont des ailettes sensiblement verticales situées à l'extrémité des ailes d'un avion ou d'un planeur pour améliorer la performance aérodynamique.

¹¹ Réservoir d'eau contenu dans les ailes du planeur ou dans la queue et servant à augmenter la charge alaire. Le remplissage des ballasts est utilisé pour réduire le temps de vol sur un parcours.

¹² Certificat de type EASA A 025 délivré le 10 septembre 2013 en remplacement du certificat de type n° 396 initialement délivré en mars 1994 par le Luftfahrt-Bundesamt (LBA, office fédéral allemand de l'aviation civile).

¹³ Dernière visite annuelle effectuée du 14 au 23 octobre 2019.

¹⁴ Pour être qualifiée de pilote-propiétaire, une personne doit être titulaire d'une licence de pilote et être propriétaire ou copropriétaire de l'aéronef (cf. CELEX EASA MA.803).

¹⁵ Le groupement pour la navigabilité des aéronefs du vol à voile (GNAV) est un organisme créé par la FFVP. Il est chargé du suivi et du renouvellement des certificats d'examen de la navigabilité selon les recommandations de l'EASA.

Le 12 juillet 2018, le planeur a subi une rétractation du train lors d'un atterrissage. Au cours de l'action de maintenance pour réparer les dégâts, un réglage du frein de la roue principale, lié à la commande des aérofreins, a été effectué.

La dernière visite annuelle a été réalisée du 14 au 23 octobre 2019, couplée à une visite 200 heures. Les différentes parties de la cellule et des équipements ont été contrôlés. En l'absence de critères définis, un réglage des aérofreins a été effectué au jugé du technicien, selon son expérience.

1.6.2. Masse et centrage

- Masse maximale admissible du planeur : 700 kilogrammes
- Masse du planeur au décollage et à l'atterrissage : 610 kilogrammes
- Le centrage est dans les normes

1.6.3. Limitations en vitesse du Duo Discus (cf. annexe 2)

- Vitesse de manœuvre VA : 180 km/h
- Vitesse à ne jamais dépasser VNE : 250 km/h
- Les aérofreins peuvent être utilisés dans tout le domaine de vol jusqu'à la VNE

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Le bulletin de prévisions météorologiques de Salon-de-Provence de 15h00 prévoit une couche nuageuse à 3 000 ft (900 mètres environ) et un vent du 130° pour 10 kt sans évolution pendant 24h.

1.7.2. Observations

À 15h00, le message d'observation de Salon-de-Provence indique un vent au sol du 120° pour 5 kt. Il note la présence de nuages épars à 2 200 ft (environ 670 mètres) et à 2 800 ft (environ 850 mètres). Le message de 16h00 montre une augmentation de la nébulosité sur chacun de ces trois niveaux et la présence de quelques nuages à 2 000 ft (environ 600 mètres). Cette masse nuageuse arrive par le sud-ouest.

1.8. Aide à la navigation

Le planeur est équipé d'un ordinateur de bord LX 9050. Cet appareil donne notamment au pilote des informations de trajectoire, d'altitude et de vitesse. Il est relié à un système FLARM, destiné à alerter les pilotes en vol à vue d'un risque de collision avec un autre aéronef ou avec un obstacle.

1.9. Télécommunications

Le planeur est équipé d'une radio VHF et d'un transpondeur.

Le planeur évolue dans une zone de Salon-de-Provence non contrôlée réservée au vol à voile. Le pilote émet sur une fréquence d'auto-information spécifique pour cette zone. Cette fréquence est régulièrement veillée par un personnel de l'EIVV et occasionnellement par un contrôleur aérien.

1.10. Renseignements sur l'aéroport

La base aérienne de Salon-de-Provence est dotée de plusieurs pistes. La piste revêtue est plus particulièrement utilisée par les avions. À l'est de cette piste, trois pistes en herbe (cf. annexe 3) sont plutôt dédiées à l'activité des planeurs.

La base aérienne dispose de services de la circulation aérienne militaire. La zone de contrôle est divisée en deux parties distinctes. La partie est de l'aérodrome est réservée à l'activité des planeurs. Lorsque cette zone est activée, elle est impénétrable. À l'intérieur de cette zone, l'activité est réalisée en auto-information sur une fréquence VHF distincte de celle du contrôle aérien. Ce dernier assure éventuellement une veille de la fréquence d'auto-information.

Un service de secours et d'incendie est présent sur la base. Pendant toute la durée de l'activité aérienne, il est prêt à intervenir en tous points de la base et de ses alentours sur le déclenchement du contrôle aérien.

1.11. Enregistreurs de bord

Le système LX 9050, qui génère les informations transmises au FLARM, enregistre des paramètres de vol stockés sur différentes cartes électroniques. Il dispose d'une prise d'air totale et d'une prise d'air statique permettant de donner une information de vitesse vraie. Il intègre également un accéléromètre.

Le planeur n'est pas équipé d'enregistreur de données d'accident. Néanmoins, le système LX 9050 a permis de récupérer des données qui ont pu être analysées.

1.12. Constatations sur la zone de l'accident et sur l'aéronef

1.12.1. Examen de la zone

Le planeur est accidenté dans l'enceinte de la base aérienne dans une zone herbeuse. Le champ mesure environ 100 mètres sur 80 mètres. La trajectoire du planeur est dans le sens de la largeur du champ.

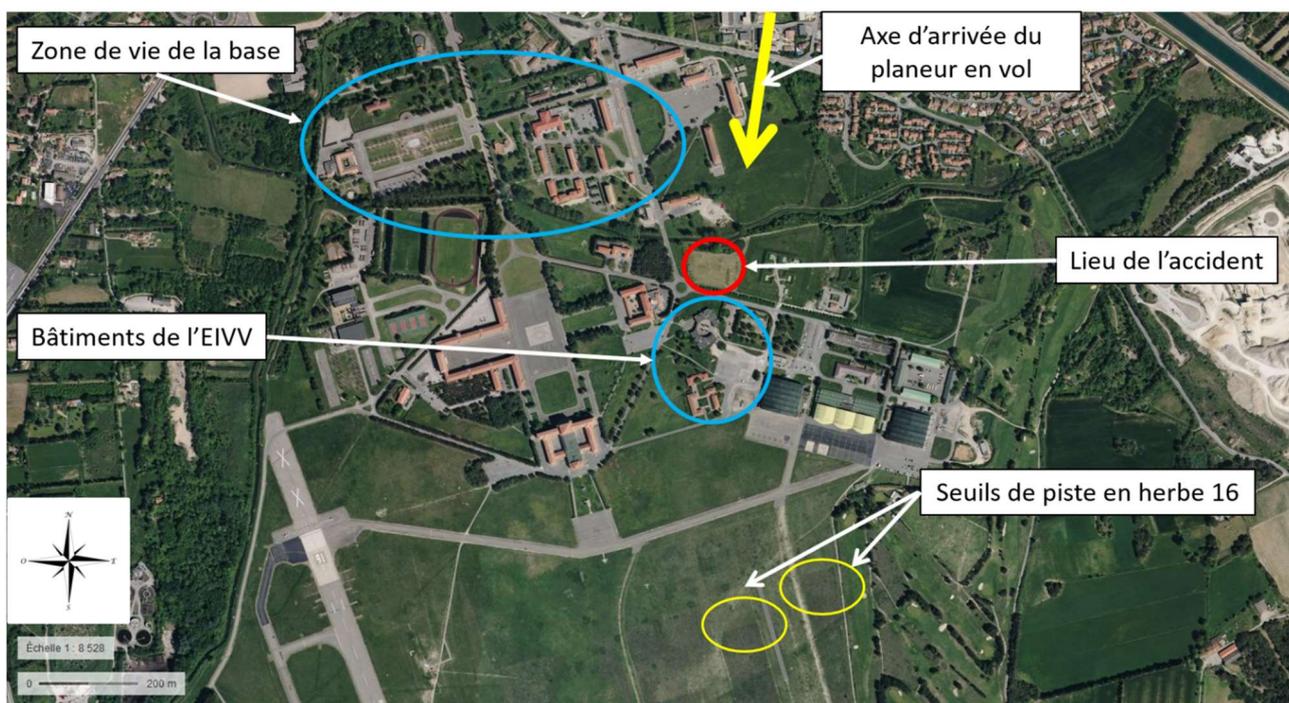


Figure 3 : zone de l'accident sur la base

Cet espace est plat et dégagé sur toute sa surface bien qu'entouré d'obstacles. La zone est située entre les bâtiments de vie de la base et les bâtiments de l'EIVV, à 500 mètres environ du seuil des pistes en herbe. Elle est bordée d'une haie d'arbres au nord. En bordure sud se trouvent un fossé profond et une rangée d'arbres.

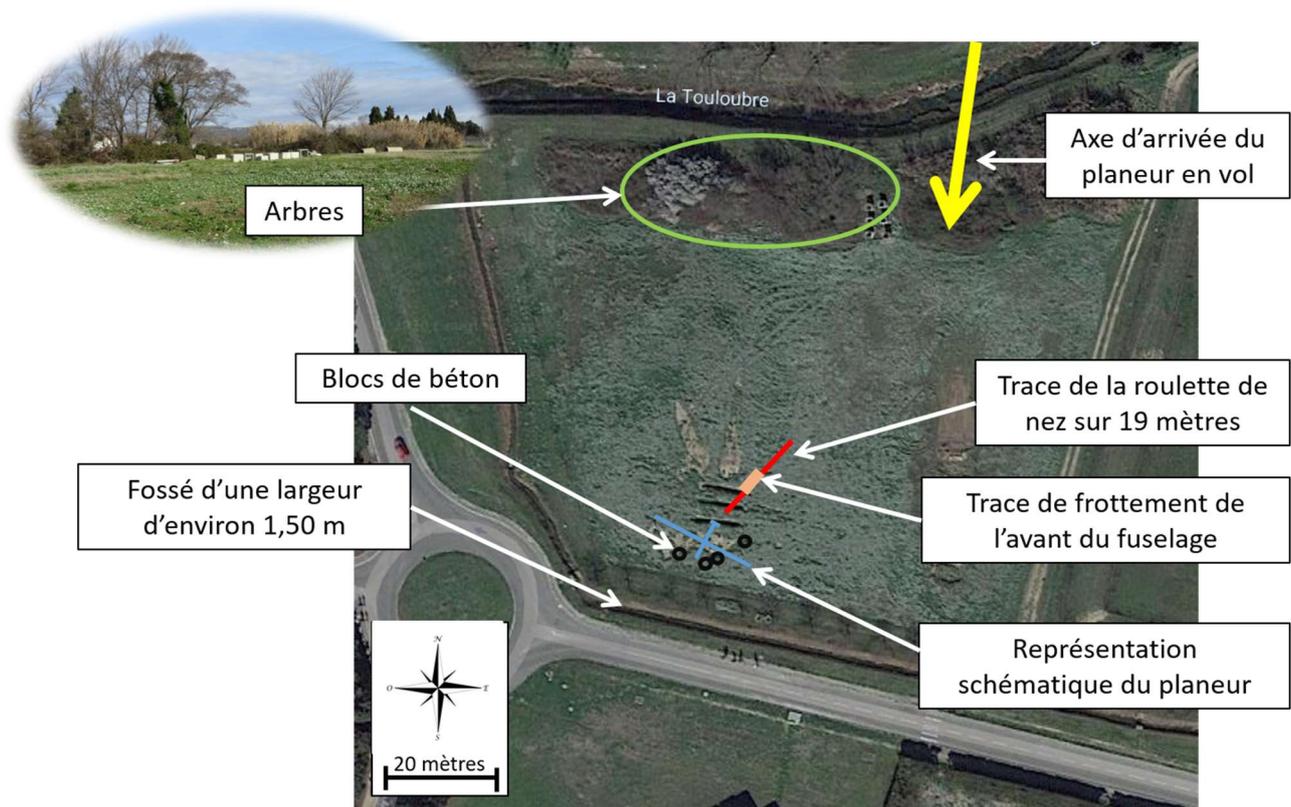


Figure 4 : traces et position du planeur sur la zone herbeuse

Le planeur est arrêté à proximité de la bordure sud de la zone. Il a percuté trois buses de béton qui étaient entreposées sur cette bordure.

Les traces de frottement de la roue avant du planeur sont visibles sur une longueur de 19 mètres avant son immobilisation. Une trace plus large montre que le dessous du planeur, au niveau du cockpit, a touché le sol fermement au milieu de la trace au sol. Deux buses de béton situées à gauche de l'avant du planeur ont été déplacées de plus d'un mètre par le choc et ont éclaté. Une autre buse de béton, à droite du planeur est également brisée. Plusieurs morceaux de ces blocs ont été déplacés par l'équipe de secours après l'accident pour faciliter leur intervention.

1.12.2. Examen de l'aéronef

Le planeur est posé sur le ventre. Le train principal n'a pas été sorti. Les ailes et la queue du planeur sont solidaires du fuselage, mais ont subi des dommages.



Figure 5 : vue d'ensemble du planeur

Le poste de pilotage en place avant est détruit. Il est enfoncé de manière plus marquée à gauche. Le fuselage à l'avant présente des traces de frottement de chaque côté. Le plexiglas de la verrière est absent mais la majorité du cadre est en place. La manette de commande des aérofreins en cabine est approximativement en position de demi-efficacité. La poutre de queue est cassée en son milieu. Elle a subi une rotation vers la droite.



Figure 6 : état du cockpit avant et du fuselage arrière

Les ailes droite et gauche sont endommagées et ouvertes sur leur bord d'attaque. Sur l'aile droite, l'aérofrein est sorti. Il présente un emboîtement anormal des panneaux qui le composent. Une partie des panneaux hauts se situe derrière le panneau du bas, ce qui crée un blocage mécanique de l'aérofrein en position sorti.

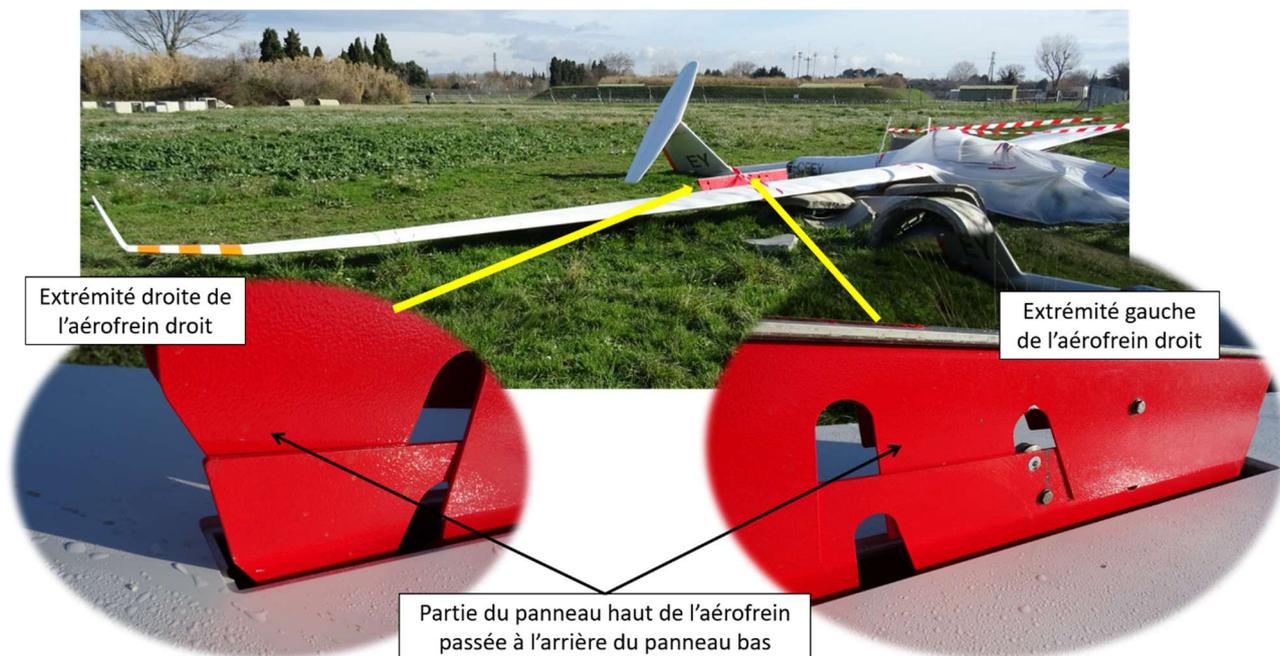


Figure 7 : aile droite

L'aile gauche est éventrée sur l'intrados. Le bord d'attaque est ouvert. L'aérofrein gauche est rentré, non verrouillé. La tringlerie a été rompue.



Figure 8 : aile gauche

1.13. Renseignements médicaux

1.13.1. Instructeur

- Dernier examen médical :
 - type : expertise médicale de classe 2¹⁶ du 24 janvier 2020
 - résultat : apte
- Examens biologiques : effectués
- Blessures : légères

1.13.2. Élève

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité du 14 janvier 2020 (référence : certificat du centre d'expertise médicale du personnel navigant du 22 juillet 2019)
 - résultat : apte
- Examens biologiques : effectués
- Blessures : graves

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants et à l'organisation des secours

1.15.1. Abandon de bord

Les deux pilotes étaient équipés de parachute. Il n'y a pas eu de tentative d'abandon de bord.

¹⁶ Référence au règlement européen n° 1178/2011 de la commission du 3 novembre 2011 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables au personnel navigant de l'aviation civile.

1.15.2. Organisation des secours

Le contrôleur aérien entend un message du pilote de planeur puis l'accident est confirmé par le pilote de l'avion remorqueur en vol. À 16h09, le contrôleur déclenche le klaxon de crash. L'escadron de sécurité incendie et de sauvetage (ESIS) et l'antenne médicale de la base sont alertés. Après quelques doutes sur le lieu décrit par le contrôleur aérien, ils se rendent sur la zone. Le planeur ayant survolé la caserne des pompiers, certains d'entre eux ont vu l'accident et se rendent immédiatement sur les lieux à pied.

À son arrivée sur place, au vu de la situation et de la présence de deux membres d'équipage, le médecin demande un renfort médical à ses collègues de l'antenne médicale. Constatant que l'impact a eu lieu avec une forte énergie, le médecin demande l'intervention d'une équipe du SAMU. L'élève, plus sérieusement blessé, est évacué par hélicoptère.

La balise de détresse s'est déclenchée. Le contrôleur aérien a reçu cette information quelques minutes après l'accident et son action sur le klaxon de crash.

1.16. Essais et recherches

DGA EV a effectué une campagne de vols d'interprétation permettant d'analyser les contraintes exercées en vol sur les aérofreins et d'expliquer le phénomène de blocage.

DGA EP/RESEDA a réalisé la lecture du système LX 9050 et la reconstruction de la trajectoire.

DGA TA a expertisé la cellule du planeur, le système des aérofreins et le circuit anémo-barométrique.

1.17. Renseignements sur les organismes

1.17.1. Organismes de la base aérienne de Salon-de-Provence

1.17.1.1. École de l'Air

L'école de l'Air, implantée sur la base aérienne de Salon-de-Provence, assure la formation initiale de l'ensemble des officiers de l'armée de l'Air et de l'Espace. Cette formation s'opère sur trois axes : une formation académique, une formation militaire et une formation aéronautique. Pour cette dernière, l'école de l'Air s'appuie sur le CFAMI.

1.17.1.2. Centre de formation aéronautique militaire initiale

Le CFAMI est une unité aérienne des écoles de formation du personnel navigant (EFPN) stationnée sur la base aérienne 701 de Salon-de-Provence. Il est subordonné au général commandant la base aérienne et directeur général de l'école de l'Air.

Le CFAMI assure la formation initiale théorique et pratique des personnels navigants de l'armée de l'Air et de l'Espace ainsi que certaines formations au profit de stagiaires d'autres spécialités.

Le centre dispose de plusieurs escadrons, dont l'EIVV « Sainte victoire », pour assurer les différentes phases de la formation des élèves.

1.17.1.3. Escadron d'instruction au vol à voile « Sainte Victoire » (EIVV)

L'EIVV « Sainte Victoire » est hiérarchiquement rattaché au CFAMI. Cet escadron délivre une formation initiale au pilotage de planeur aux élèves officiers du personnel navigant, qui est un prérequis pour débiter leur formation sur avion. Il s'agit d'acculturer les stagiaires pilotes à l'aéronautique militaire et de leur transmettre les connaissances et techniques de base du vol, de développer leur esprit de décision et leur autonomie. Cette formation doit permettre la délivrance de la licence européenne de pilote de planeur aux élèves. L'EIVV participe également à l'élaboration de la pré-orientation des stagiaires à la fin de leur cursus académique.

Les pilotes instructeurs sont des sous-officiers issus de diverses spécialités de l'armée de l'Air et de l'Espace qui ont bénéficié d'une formation d'instructeur au CNVV. Leur formation est identique au cursus civil.

L'EIVV « Sainte Victoire » dispose de quatre avions remorqueurs et de planeurs monoplaces ou biplaces. Appartenant auparavant à l'État, les planeurs de l'EIVV « Sainte Victoire » sont, depuis l'été 2016, mis à disposition au travers d'un contrat de location avec un organisme civil directement lié à la FFVP. En janvier 2020, l'EIVV est équipé, entre autres, de quatre planeurs de type Duo Discus.

1.17.2. Centre national de vol à voile

Le CNVV, basé sur l'aérodrome de Château-Arnoux-Saint-Auban, est un centre d'entraînement et de formation directement lié à la FFVP. Outre le perfectionnement des pilotes de planeur et l'élaboration de documents pédagogiques, le CNVV est un organisme de formation des pilotes et instructeurs planeur. Il organise toute l'année des stages de formation et de perfectionnement.

L'armée de l'Air et de l'Espace a conclu un contrat de location avec le CNVV. Le service comprend la location de planeurs, le suivi de leur maintenance et leur dépannage, ainsi qu'un contrat d'assurance des matériels. Le contrat permet de disposer d'une dizaine de planeurs dont six planeurs biplaces.

Le CNVV est également un organisme de formation des mécaniciens aux techniques d'entretien et de réparation des planeurs. Il dispose d'un centre de maintenance dans lequel sont entretenus les planeurs loués à l'armée de l'Air et de l'Espace.

1.18. Description du système d'aérofreins

Le système d'aérofreins du Duo Discus est intégralement conçu par le constructeur Schempp-Hirth.

1.18.1. Commande des aérofreins

Le planeur est équipé d'un aérofrein sur l'extrados de chaque aile. Ils sont couplés mécaniquement au niveau de l'emplanture des ailes. Le panneau supérieur est recouvert d'une réglette¹⁷ permettant une fermeture aérodynamique des aérofreins lorsqu'ils sont rentrés et verrouillés.

Le système peut être actionné par le pilote de la place avant ou par celui de la place arrière. Chacun dispose d'une poignée montée sur une même tige coulissante guidée dans un coulisseau.

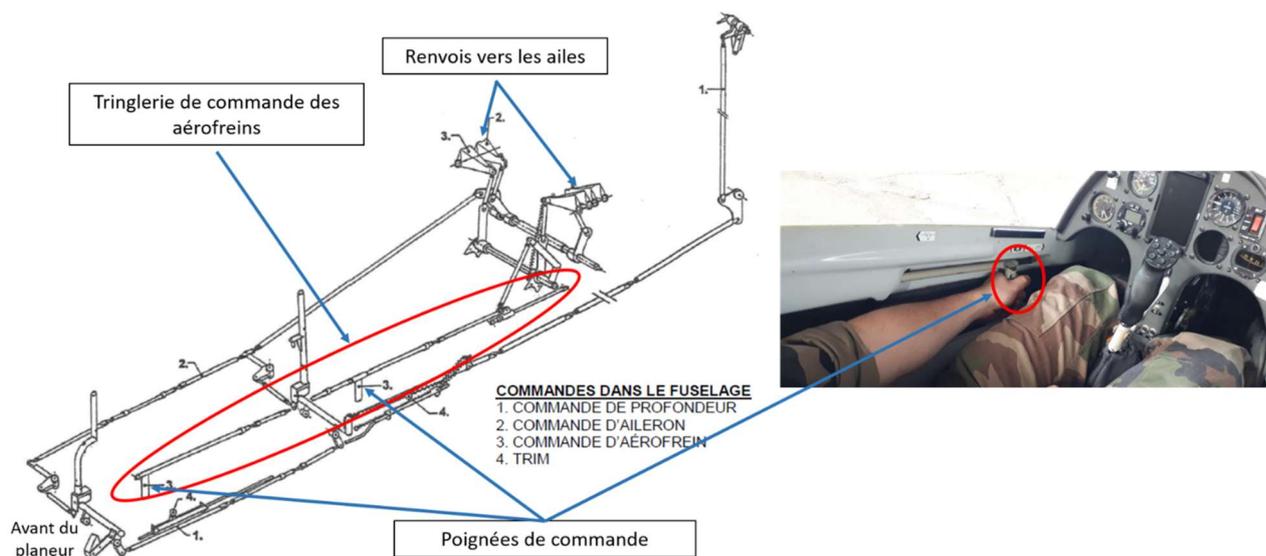


Figure 9 : commandes et tringlerie des aérofreins dans le cockpit

La tige coulissante est reliée à une tringlerie située dans chaque aile. Par l'intermédiaire de renvois et de biellettes, le système actionne la sortie de deux panneaux au-dessus de chaque aile, qui constituent les aérofreins. Le premier tiers de l'amplitude de la commande permet de déverrouiller les aérofreins (point dur à surpasser) ; le deuxième tiers permet la sortie des aérofreins, tandis que le dernier tiers permet leur déploiement maximal.

¹⁷ Plaque étroite de composite placée horizontalement au-dessus de l'aérofrein. Elle lui est reliée par des ressorts.

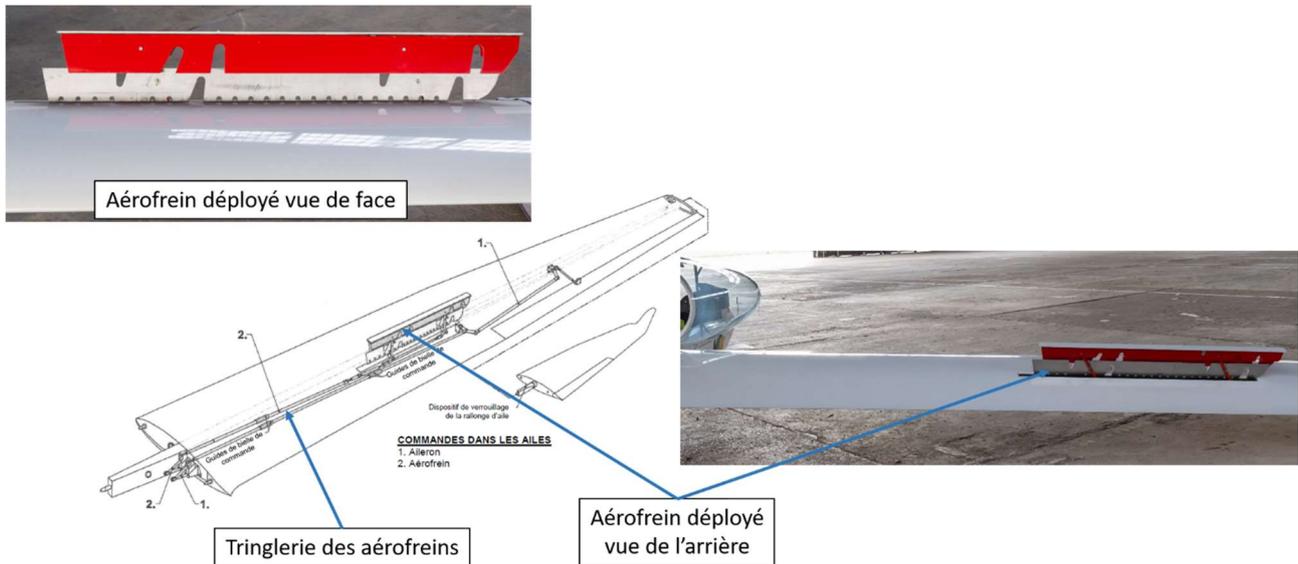


Figure 10 : commande et tringlerie des aérofreins dans les ailes

En bout de course, lors du déploiement maximal des aérofreins, la même commande actionne directement le cylindre du frein de roue. Ainsi, à l'atterrissage le pilote n'utilise qu'une seule commande pour réduire la vitesse de son planeur au sol. Cette action relève sensiblement le panneau supérieur des aérofreins. Le planeur EY est également équipé d'un levier sur chaque manche pour commander le frein.

1.18.2. Limitation du débattement des aérofreins

Le système des aérofreins est protégé par des butées mécaniques qui empêchent un déploiement excessif des panneaux.

La première butée mécanique est matérialisée par l'action de la tige coulissante sur le maître-cylindre du frein de la roue principale. Cette position correspond au déploiement « pleine efficacité » des aérofreins commandé par le pilote. Au sol, le recouvrement entre le panneau inférieur et le panneau supérieur des aérofreins est de l'ordre de 10 millimètres lorsqu'on sort les aérofreins uniquement à l'aide de la commande située dans le cockpit.

En vol les aérofreins subissent une aspiration, plus ou moins importante en fonction de la vitesse, provoquée par le phénomène de portance sur l'extrados de l'aile qui les fait sortir de manière très dynamique. Une autre butée mécanique, une bague en plastique, est située contre la bielle de manœuvre des aérofreins pour limiter la sortie des panneaux lors de cette aspiration. Cette butée assure un recouvrement de trois millimètres entre les panneaux. Ce réglage est effectué en usine lors du montage.

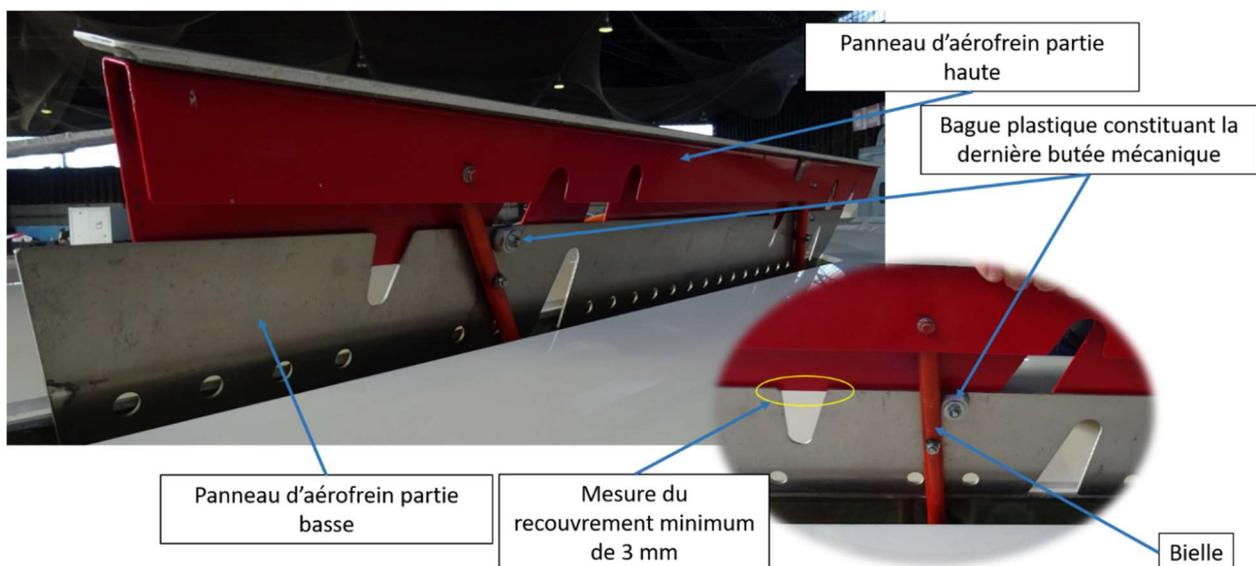


Figure 11 : aérofrein déployé et position de la dernière butée mécanique

Une note du constructeur publiée après l'accident décrit le réglage et les vérifications à réaliser pour s'assurer du bon recouvrement entre les deux panneaux des aérofreins (cf. annexe 4).

1.18.3. Limitations d'emploi des aérofreins

Le manuel de vol du constructeur permet le déploiement des aérofreins dans tout le domaine de vol du planeur jusqu'à la VNE (cf. annexe 5). Il précise que leur déploiement provoque une décélération notable.

La certification CS 22, qui concerne les planeurs, prévoit que les aérofreins puissent être sortis jusqu'à une vitesse supérieure de 5% de la VNE.

2. ANALYSE

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première expose les résultats des expertises techniques et environnementales, la deuxième décrit la séquence de l'évènement et la troisième en identifie les causes.

2.1. Expertises techniques

Les expertises techniques s'appuient en particulier sur la réalisation de vols d'identification qui ont permis de reproduire le blocage des aérofreins et donc d'en déterminer les causes.

2.1.1. Expertise du système d'aérofreins

2.1.1.1. Examen de la tringlerie de commande

La tringlerie de commande des aérofreins ne présente pas de discontinuité ni de déformation antérieure à l'évènement. Les deux aérofreins, liés par la tringlerie, sont sortis en même temps et ils sont restés en position sortie suite au blocage mécanique de l'aérofrein de droite. À l'impact, la rupture de la tringlerie de l'aérofrein de gauche a permis la rentrée des panneaux à gauche.

Les endommagements constatés sur la tringlerie de commande des aérofreins sont consécutifs à l'impact avec le sol.

2.1.1.2. Réglage des aérofreins

Lors d'une action de maintenance, il est possible de régler la position de la commande des aérofreins lorsqu'elle agit sur le frein de roue. Ce réglage conditionne directement la hauteur à laquelle sortent les aérofreins en position de « pleine efficacité ».

Sur les Duo Discus examinés, on note une grande disparité de réglage de hauteur de sortie des panneaux. Dans la majorité des cas, lorsqu'ils sont déployés par le pilote et butent sur le frein de roue, les aérofreins sortent davantage que ce que le constructeur a préconisé après l'évènement. Cependant, le recouvrement minimal de trois millimètres entre les panneaux lors de l'extension maximale des aérofreins, en butée sur la bague en plastique située sur la biellette, est respecté.

Sur le Duo Discus EY, lorsque la commande atteint le frein de roue, la hauteur de sortie des aérofreins est de 215 millimètres, laissant apparaître les trous situés en partie basse du panneau inférieur. Le réglage de cette butée sur le frein a été fait lors de la maintenance faisant suite à la rétractation du train (réf § 1.6.1).

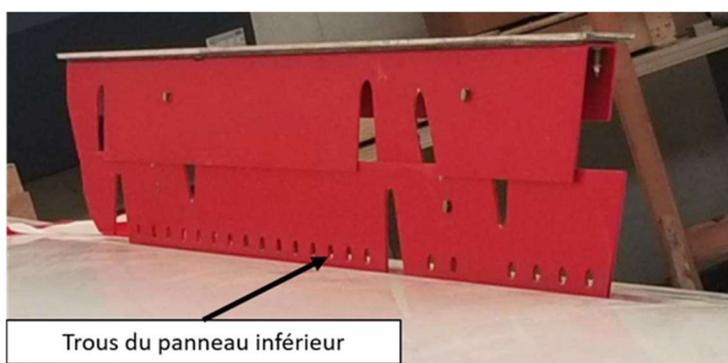


Figure 12 : réglage des aérofreins lorsqu'ils sont sortis par le pilote

Lorsque les ailes sont démontées, le recouvrement entre le panneau inférieur et le panneau supérieur des aérofreins est d'environ quatre millimètres, sur les deux ailes.

Le réglage des aérofreins permet un recouvrement de quatre millimètres au sol, ce qui correspond aux recommandations que le constructeur a données a posteriori.

2.1.1.3. Examen des butées mécaniques

Lorsque la commande des aérofreins atteint le frein de roue, la butée sur la biellette de l'aérofrein n'est pas atteinte. Un espace de quatre à cinq millimètres est visible entre la biellette et la bague en plastique, conformément à l'attendu.

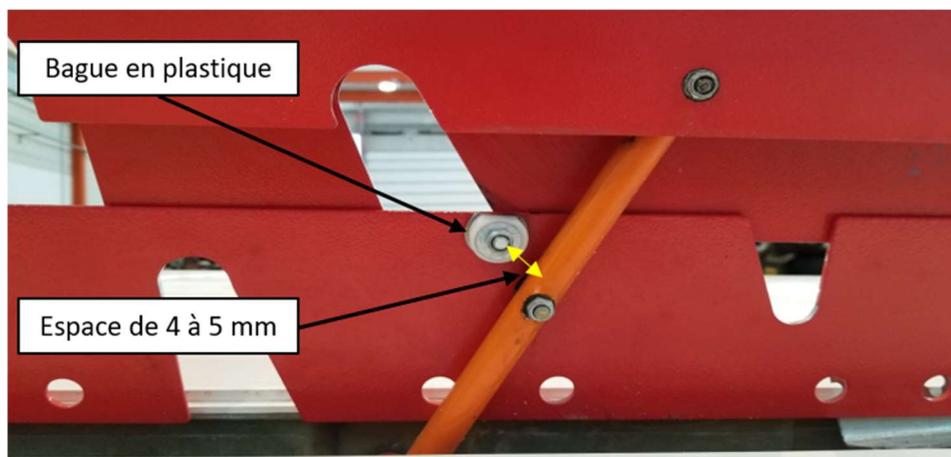


Figure 13 : positions relatives de la biellette et de la butée lors du déploiement des aérofreins en « pleine efficacité »

Les bagues en plastique des deux aérofreins présentent toutes des traces de contact. Leur diamètre est de 22,12 mm +/- 0,3 mm.

Les bagues ne sont pas cylindriques ; elles sont usinées sur leur partie supérieure pour permettre le verrouillage des aérofreins rentrés. Sur l'aérofrein droit, la bague située sur la biellette du côté de l'emplanture d'aile a tourné. La partie plate de la bague, située habituellement en haut, est à droite. La rotation est intervenue lors de l'emboîtement du panneau supérieur derrière le panneau inférieur.

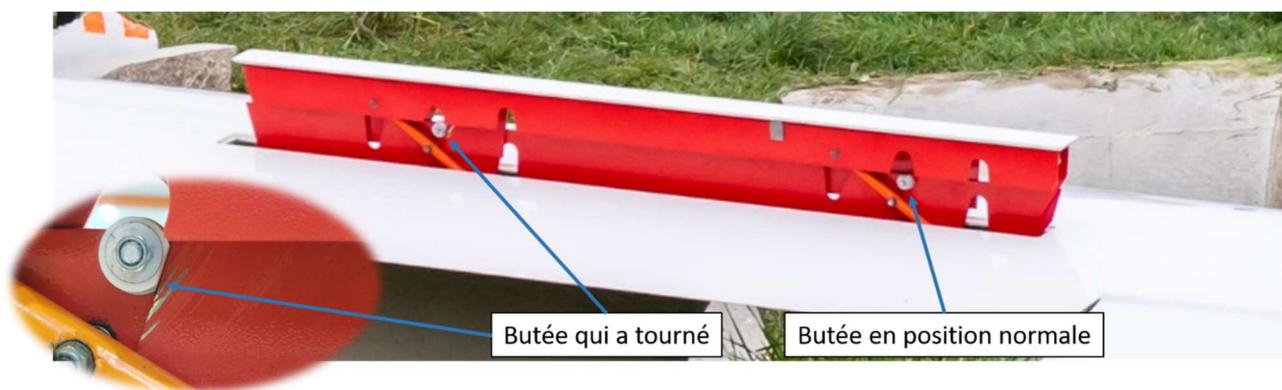


Figure 14 : rotation d'une butée sur l'aérofrein de l'aile droite, vue de l'arrière

Certaines séries de Duo Discus sont équipées d'une butée matérialisée par des colliers de type Serflex fixés sur la commande des aérofreins. Ces colliers Serflex, qui bloquent le recul de la commande d'aérofreins, limitent la hauteur de déploiement des panneaux avant que la biellette ne vienne en contact avec les butées plastiques. Le planeur EY est équipé de colliers Serflex (cf. figure 15) alors que la modification n'a pas été appliquée.

La présence des colliers Serflex n'est pas référencée sur ce planeur.

Ces colliers n'ont pas été déplacés lors de l'accident. Cette butée n'est pas atteinte lorsque la biellette de l'aérofrein touche la bague en plastique. Ces colliers n'étaient donc pas positionnés de manière à servir de butée à la commande des aérofreins avant la dernière butée sur la biellette.

Le non référencement de ces colliers pour ce planeur constitue un écart aux règles de la navigabilité.

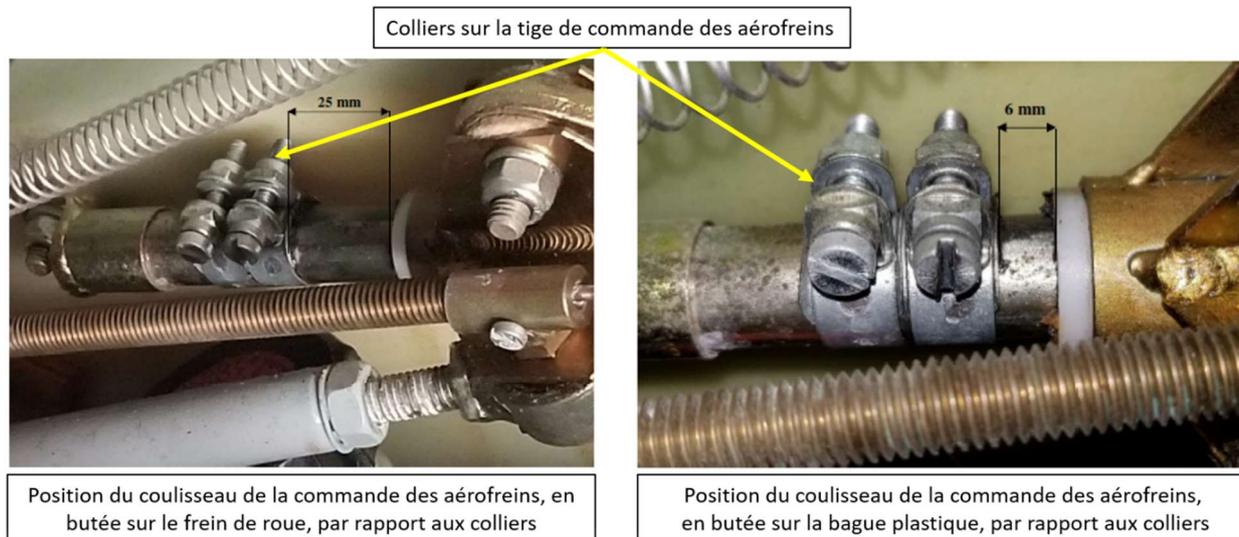


Figure 15 : position des colliers sur la commande des aérofreins

Les bagues en plastique servant de dernière butée pour le déploiement des aérofreins sont en bon état. L'une des bagues sur l'aérofrein droit n'est plus dans sa position initiale. Elle a tourné lors du blocage des aérofreins. La butée intermédiaire optionnelle, matérialisée par des colliers Serflex sur la commande d'aérofreins, est inefficace par la position des colliers Serflex installés. Elle n'est pas atteinte avant la dernière butée mécanique. Ces colliers ne sont pas référencés sur ce planeur.

2.1.2. Analyse des données du LX 9050

La descente du planeur débute à une hauteur de 970 mètres avec une vitesse d'environ 120 km/h. Le taux de chute augmente rapidement vers une valeur de 30 m/s. La vitesse augmente de 120 km/h à 246 km/h en neuf secondes. La valeur maximale de la vitesse enregistrée est de 246 km/h. Ces valeurs sont à relativiser puisque le système n'enregistre les paramètres que toutes les quatre secondes. La vitesse réelle maximale atteinte, déterminée par le calcul, est de 252 km/h. Il s'agit d'une vitesse conventionnelle¹⁸ qui diffère légèrement de la vitesse indiquée¹⁹ par l'anémomètre. Pour une vitesse conventionnelle de 252 km/h, l'anémomètre indique 248 km/h.

Le calcul identifie la pente du planeur au moment du blocage des aérofreins à 30°.

La vitesse maximale enregistrée par le LX 9050 est de 246 km/h indiqué par l'anémomètre. L'accélération entre 120 km/h et 246 km/h a duré moins de 10 secondes. Un pic de vitesse a eu lieu entre deux points d'enregistrement. La vitesse indiquée maximale déterminée par le calcul est de 248 km/h.

La VNE n'a pas été atteinte.

Le planeur avait une pente de 30° au moment du blocage des aérofreins.

2.1.3. Vols d'identification

Une campagne de vols d'identification, tous réalisés dans le domaine de vol, a été menée sur un planeur Duo Discus équipé de penne puis sur un autre Duo Discus sans penne, de manière à évaluer l'effet aérodynamique de ces derniers sur les aérofreins. Ces vols ont permis de déterminer les paramètres de vol du planeur lors de la descente et la manœuvre à l'origine du blocage des aérofreins. Les paramètres tels que la vitesse, l'accélération, le facteur de charge ont été enregistrés lors des vols d'identification, les angles de pente et

¹⁸ La vitesse conventionnelle (V_c) ou *Calibrated Air Speed* (CAS) est la vitesse mesurée à bord de l'aéronef par différence entre la pression statique et la pression totale.

¹⁹ La vitesse indiquée (V_i) correspond à la vitesse conventionnelle à laquelle s'additionne d'éventuelles erreurs dues aux instruments de mesure. La différence entre la V_i et la V_a est indiquée dans le tableau fourni par Schempp-Hirth (cf. annexe 5).

d'inclinaison ont été notés. Ces informations ont été comparées avec les données du vol de l'évènement. Les mouvements des aérofreins ont été filmés.

2.1.3.1. Détermination de la vitesse à laquelle les aérofreins ont été sortis

Les différents vols effectués pour analyser l'accélération du planeur en descente démontrent que l'instructeur a initié sa descente sans les aérofreins. Ceux-ci ont été sortis au cours de la descente.

Lors de la sortie des aérofreins, une variation significative du facteur de charge est enregistrée permettant d'identifier le moment précis auxquels ils sont manœuvrés. Sur le vol de l'évènement, ce sursaut est identifié à 214 km/h.

L'instructeur sort les aérofreins à 214 km/h.

2.1.3.2. Identification du phénomène de blocage des aérofreins

2.1.3.2.1. Déformation des panneaux d'aérofreins en vol

Chaque panneau des aérofreins est composé d'une plaque d'aluminium. Le panneau inférieur est plus souple que le panneau supérieur. Le panneau supérieur manœuvre à l'avant du panneau inférieur. Ce dernier subit une déformation plus marquée. La réaction relative de ces deux panneaux a été modélisée et montre une tendance naturelle du panneau inférieur à onduler sous la contrainte du vent relatif. Les vidéos confirment que la partie centrale du panneau inférieur recule. La partie centrale du panneau supérieur bombe en avant. Il se crée un rapprochement des deux panneaux au niveau des languettes du panneau supérieur ainsi qu'au niveau de la languette côté extérieur de l'aérofrein.

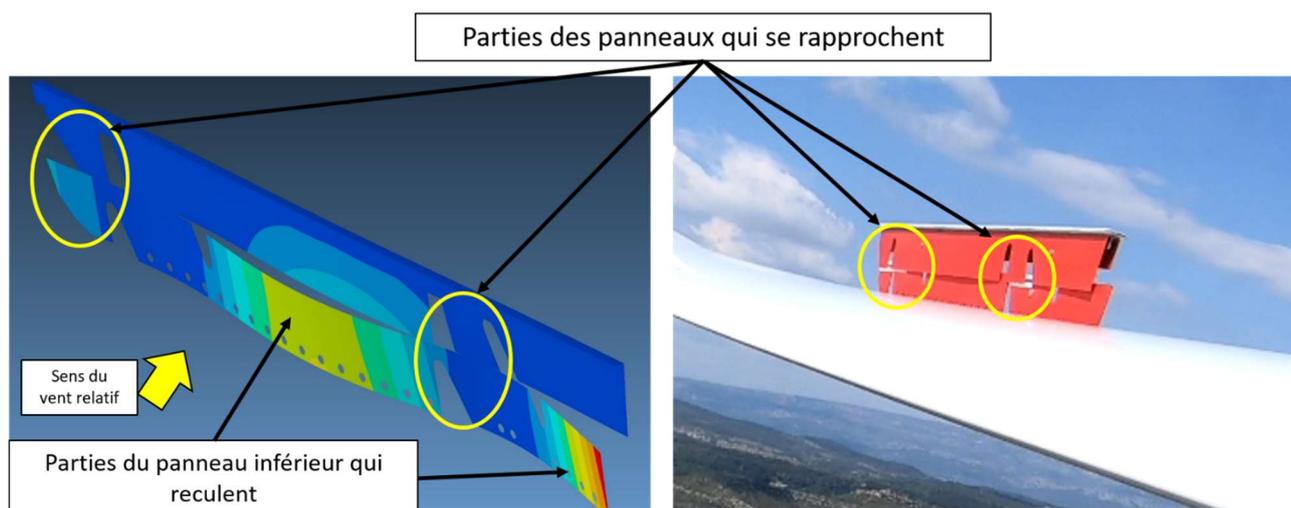


Figure 16 : déformation des panneaux des aérofreins

Cette déformation apparaît dès 140 km/h et s'accroît jusqu'à 215 km/h, ainsi que lorsque le vol est en léger dérapage.

2.1.3.2.2. Aspiration aérodynamique des aérofreins

En vol, lorsque les aérofreins sont déverrouillés par le pilote, sans vouloir les déployer complètement, ils subissent une aspiration aérodynamique notable. Cette aspiration est accentuée par l'effet de portance d'une réglette horizontale située sur le haut des aérofreins et fixée par des ressorts. L'aspiration peut être dissymétrique selon le réglage des aérofreins et la tension des ressorts (cf. figure 17). La sortie prématurée de la tête de l'aérofrein crée un mouvement oscillatoire qui se transmet à la cellule entière du planeur. L'aspiration des aérofreins ne peut pas être amortie par le pilote. Elle génère quasi systématiquement un claquage²⁰ des aérofreins en butée de course.

²⁰ Sortie brutale des aérofreins allant jusqu'à la butée mécanique.

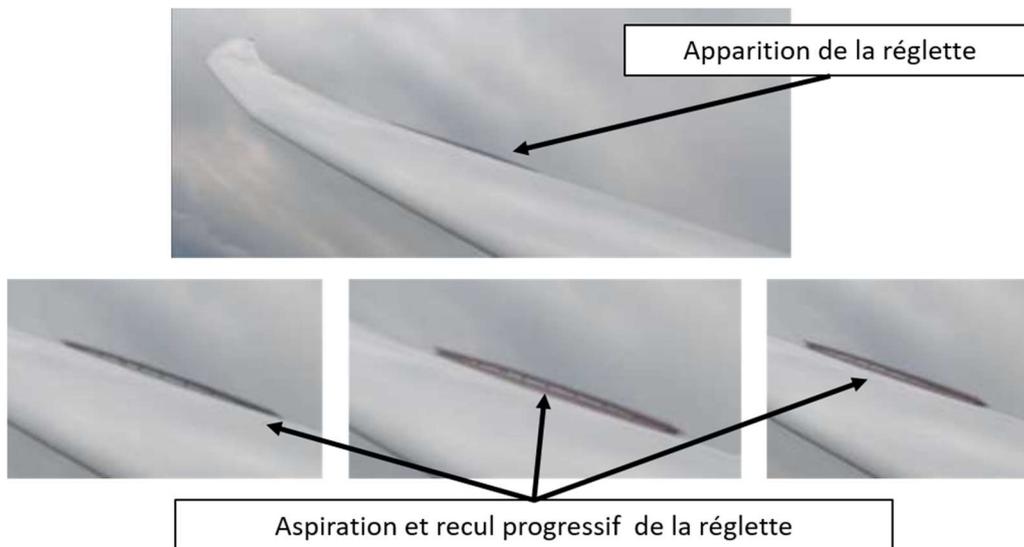


Figure 17 : aspiration des aérofreins

À partir de 215 km/h, l'aspiration est telle qu'il est presque impossible de retenir le déploiement brutal des aérofreins. Une fois les panneaux sortis, cette aspiration crée une extension de manière plus importante que celle pouvant être obtenue au sol. Ainsi, la zone de recouvrement des deux panneaux se réduit de manière significative.

2.1.3.2.3. Distorsion de la tringlerie des aérofreins

Sous l'effet de l'aspiration des aérofreins par le vent relatif, l'ensemble de la tringlerie est sollicité en extension. Les différents jeux présents inévitablement dans les attaches, les bielles et les renvois se cumulent brutalement. Ils octroient une valeur de débattement des panneaux ponctuellement plus importante que la valeur maximale souhaitée par le constructeur. Ainsi, le recouvrement minimal de trois millimètres entre les deux panneaux n'est plus respecté et laisse les panneaux séparés l'un de l'autre.

La flexion de l'aile en vol accentue probablement le phénomène même si cette contribution n'a pas pu être démontrée lors des vols d'identification.



Figure 18 : cinématique du déploiement jusqu'à l'annulation du recouvrement

2.1.3.2.4. Blocage des aérofreins

Les déformations structurales évoquées ci-dessus associées au degré de liberté qui apparaît sur l'axe longitudinal autorisent le passage d'une partie du panneau supérieur à l'arrière de la patte inférieure, créant ainsi le blocage, sur chaque aile ou de manière asymétrique. Lors d'une sortie des aérofreins à une vitesse supérieure à 200 km/h, les vols d'identification montrent que l'entrecroisement des panneaux d'aérofreins est immédiat, sur le planeur équipé de pennes ou non.

Le panneau supérieur redescend en arrière du panneau inférieur, sans qu'il soit possible de le ramener vers l'avant. Dans ce cas, les aérofreins restent bloqués à au moins 2/3 de débattement, ce qui correspond à la configuration de blocage lors de l'évènement. La commande reste utilisable et efficace sur la plage « 2/3-full ».



Figure 19 : configuration de blocage avec entrecroisement des panneaux

Au cours d'un des vols d'identification, le panneau supérieur est resté bloqué en appui au-dessus du panneau inférieur. Les aérofreins sont bloqués à une valeur de déploiement au-delà du maximum observable au sol. Dans cette position, ils provoquent une action puissante sur le frein de roue. L'approche dans cette configuration est jugée comme particulièrement difficile par l'équipage et l'atterrissage s'effectue avec la roue principale bloquée, ce qui accentue le risque d'accident.

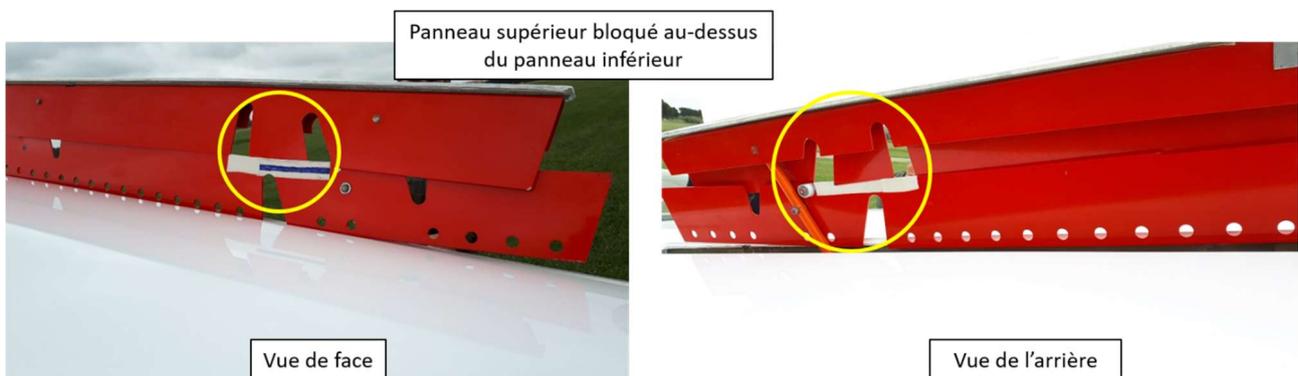


Figure 20 : blocage des aérofreins en extension maximale

Le vent relatif crée une déformation importante des panneaux des aérofreins. Au-dessus de 200 km/h, l'aspiration aérodynamique des aérofreins nécessite un effort musculaire certain pour retenir un déploiement énergétique. Cette aspiration provoque une tension de la tringlerie qui autorise un déploiement des aérofreins au-delà de la valeur préconisée par le constructeur. Le recouvrement entre les panneaux s'annule. Le cumul de ces phénomènes permet au panneau supérieur de passer derrière le panneau inférieur et de rester dans cette position. Les aérofreins sont alors bloqués en position sortie et peuvent provoquer le blocage de la roue principale.

2.1.3.3. Comportement du planeur en virage

Les qualités de vol intrinsèques du planeur démontrent une sensibilité naturelle au lacet inverse lors d'une mise en virage à faible vitesse. Ainsi, lors d'un virage en descente accélérée, la coordination parfaite du virage est pratiquement impossible et un dérapage résiduel est systématiquement observé. Ce dérapage favorise les déformations aéro-élastiques observées sur les aérofreins en position sortie, notamment au niveau de l'aile opposée au dérapage.

Le planeur a une forte tendance au dérapage lors de la mise en virage. Le dérapage accentue le risque de blocage dissymétrique des aérofreins.

2.1.4. Efforts sur la commande d'aérofreins

2.1.4.1. Mesure des efforts sur la commande des aérofreins

Pour déverrouiller les aérofreins, il est nécessaire d'appliquer un effort notable sur la commande. Cet effort est différent si la commande est actionnée de la place avant ou de l'arrière. La valeur de cet effort est bien différente d'un planeur à l'autre, variant de 12 à 23 daN. Sur le planeur EY, un effort de 20 daN doit être appliqué en place arrière pour déverrouiller les aérofreins.

2.1.4.2. Réduction des efforts sur la commande des aérofreins

Pour limiter ces efforts, le constructeur a proposé une modification de la commande des aérofreins par l'intermédiaire d'une note technique du 31 janvier 2002 qui s'applique de manière optionnelle aux planeurs Duo Discus du n° 1 au n° 321 puis du n° 325 au n° 333. Le n° 191 EY est donc inclus dans les planeurs pouvant être modifiés. Cependant, cette modification optionnelle ne lui a pas été appliquée.

2.1.4.3. Application de la note technique

Le constructeur a profité de la diffusion de cette note technique pour apporter quelques consignes de réglage de l'action de la commande des aérofreins sur le frein de roue. Il propose également la mise en place des colliers Serflex au titre d'une butée mécanique supplémentaire pour le déploiement des aérofreins.

La note technique n'a pas été appliquée au planeur, pourtant il est équipé des colliers Serflex (cf. figure 15). Ce constat ne permet pas de dire quand les colliers ont été posés.

La modification permettant de réduire les efforts du pilote lors du déverrouillage de la commande des aérofreins n'a pas été appliquée sur ce planeur.

2.1.5. Cohérence du circuit anémo-barométrique

La vitesse atteinte lors de la descente étant très proche des limites préconisées, une expertise a été menée sur les anémomètres du planeur. Elle montre que l'anémomètre du pilote en place avant indique une vitesse supérieure de 10 km/h à la vitesse réelle sur toute la plage de mesure. Il n'est donc pas conforme à l'attendu. L'anémomètre de l'instructeur en place arrière est conforme à l'attendu.

Le constructeur de l'anémomètre indique une précision de ces équipements de plus ou moins 5 km/h.

L'anémomètre de l'instructeur donne une indication fiable. L'erreur admise pour l'instrument est de plus ou moins 5 km/h. La vitesse de 248 km/h indiquée atteinte par le planeur, n'était donc pas précisément lisible sur l'instrument de l'instructeur.

2.1.6. Expertise des conditions météorologiques

Les trois messages de prévision TAF de Salon-de-Provence du 27 janvier 2020 se contredisent sur la nébulosité attendue. L'un prévoit de la brume toute la journée, le suivant annonce CAVOK²¹ jusqu'au lendemain matin et le dernier indique la présence d'une couche de nuages à 3 000 ft.

La prévision des conditions météorologiques le 27 janvier est rendue difficile par la présence d'une petite dépression centrée sur le golfe du Lion. Cette dépression amène de l'humidité maritime et des nuages bas dans la région de Salon-de-Provence, plus ou moins présents selon sa position réelle, difficile à prévoir à 10 kilomètres près. Ce phénomène, qui s'accompagne de vents de sud caractéristiques dans cette région de France, peut conduire à des erreurs de prévision importantes. En réalité, la nébulosité et le plafond de la couche nuageuse sont très variables tout au long de la journée. Mais leur base ne descendant pas en dessous d'une hauteur seuil (1 500 ft), le prévisionniste n'a pas l'obligation de modifier son message de prévision.

Les messages d'observation sont émis automatiquement toutes les trente minutes. Ils indiquent systématiquement « NOSIG » à la fin du message. Cette indication précise aux utilisateurs qu'aucun

²¹ CAVOK : *ceiling and visibility OK* est un terme météorologique utilisé en aéronautique signifiant : visibilité \geq 10 km, pas de nuage au-dessous de la plus élevée des altitudes ou hauteurs suivantes : l'altitude minimale de secteur la plus élevée ou une hauteur de 5 000 ft par rapport à l'aérodrome.

changement significatif n'est attendu dans les deux heures suivantes. En effet, le système reprend automatiquement les informations d'évolution de la situation indiquée dans le TAF. Le 27 janvier, aucune évolution n'est attendue.

Entre 15h et 16h, la base des stratocumulus les plus bas baisse légèrement. À 16h, les nombreux nuages bas commencent à se dissiper et les nuages élevés de type cumulus sont denses. Ils ont tendance à se développer.

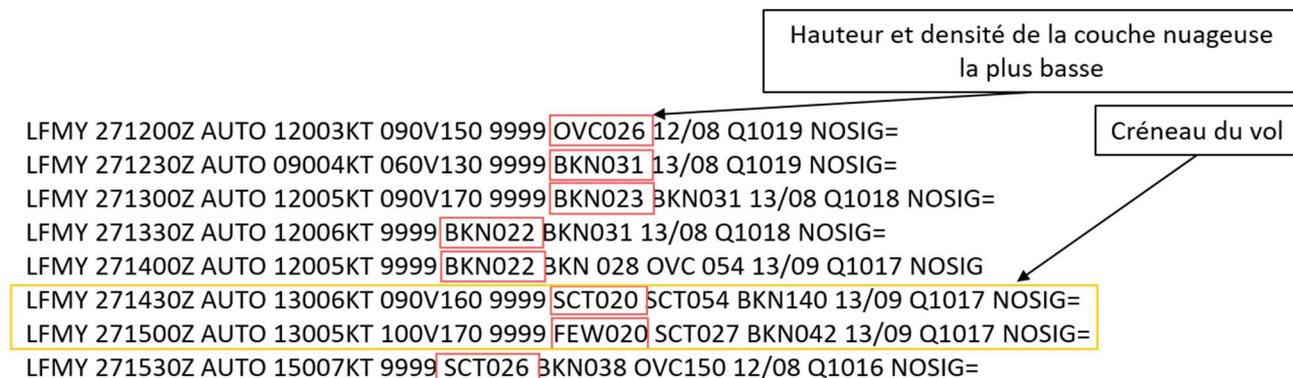


Figure 21 : messages d'observation de la météo de Salon-de-Provence



Figure 22 : couche nuageuse au-dessus de la base aérienne au moment de l'évènement face au nord-est

La présence d'un centre légèrement dépressionnaire en Méditerranée rend les prévisions météorologiques difficiles et potentiellement erronées. Les conditions réellement rencontrées l'après-midi ne correspondent pas à celles annoncées aux pilotes le matin lors du briefing. Le décollage du planeur correspond au moment où la couche nuageuse inférieure est la plus basse et où les cumulus s'épaississent. Les messages d'observation, souvent émis par un automate, ne sont pas toujours représentatifs de la réalité.

2.2. Séquence du blocage des aérofreins

L'instructeur met le planeur en descente et sort les aérofreins à 214 km/h, en virage vers la gauche. Il ne peut pas amortir l'aspiration aérodynamique des aérofreins, même avec un effort musculaire important et préparé. Les aérofreins sortent rapidement en pleine extension. L'aspiration provoque une tension de la tringlerie qui autorise le déploiement des aérofreins de telle façon que le recouvrement entre les panneaux, l'un au-dessus de l'autre, s'annule. Le vent relatif crée une déformation importante des panneaux des aérofreins. Le panneau supérieur passe derrière le panneau inférieur de manière irréversible et reste dans cette position, en position sortie.

Le dérapage provoque un blocage dissymétrique des aérofreins.

La vitesse maximale atteinte par le planeur à la fin de la descente est de 248 km/h.

2.3. Recherche des causes de l'évènement

Les expertises techniques montrent que l'évènement est dû à une extension extrême des aérofreins survenue en vol. Toutefois, certains éléments relevant du domaine environnemental et des facteurs organisationnels et humains ont également contribué à l'évènement.

2.3.1. Blocage des aérofreins en position sortie

Au-delà de 200 km/h, si les aérofreins sont déployés vers leur extension maximale sans pouvoir être retenus, le cumul des jeux dans la tringlerie permet un déploiement des panneaux que les butées mécaniques n'interrompent pas suffisamment tôt. Les panneaux ne se chevauchent plus et sont déformés par le vent relatif. Les parties les plus souples du panneau supérieur passent derrière le panneau inférieur. Cette position est irréversible. Les aérofreins restent alors bloqués en position sortie, plus ou moins hauts. Le blocage n'engendre aucun signal particulier pour le pilote, qui pourrait ne pas le percevoir tant qu'il ne commande pas la rentrée des aérofreins.

Une sortie sans retenue des aérofreins à une vitesse supérieure à 200 km/h provoque le blocage des aérofreins en position sortie. La probabilité que cet évènement se produise sur les Duo Discus est très forte.

2.3.2. Causes environnementales

L'activité de vol en planeur est tributaire des conditions aérologiques. L'instructeur tente de rechercher des ascendances pour permettre à l'élève de rester en vol le plus longtemps possible. En hiver, les conditions météorologiques sont peu propices aux ascendances sous les nuages ou au-dessus de la plaine. L'instructeur vole vers le nord pour tenter de trouver des ascendances au-dessus du relief. Or, le vent étant de secteur sud à sud-est, il se crée une contrainte supplémentaire pour revenir au terrain en cas d'urgence.

Pour rester en vol le plus longtemps possible, l'instructeur rejoint le nord de la base aérienne, ce qui le met face au vent lors de son retour.

2.3.3. Causes relevant des facteurs organisationnels et humains

2.3.3.1. Réglage de la commande des aérofreins

2.3.3.1.1. Réglage des efforts sur la commande d'aérofreins

La force à appliquer sur la commande des aérofreins, pour le déverrouillage comme pour le verrouillage, est réglable. Ce réglage est hétérogène sur la flotte des Duo Discus présents à l'EIVV « Sainte Victoire ». Le manuel de maintenance ne précise pas comment mesurer cette force. Sur le Duo Discus EY, il est nécessaire d'appliquer une force de traction importante pour déverrouiller la commande. Sur certains planeurs, à 200 km/h, cet effort est proche de la valeur maximale de certification. L'instructeur, surpris par cet effort plus important que sur d'autres Duo Discus, a eu du mal à retenir le déploiement rapide des aérofreins vers leur extension maximale.

Lorsqu'ils sont sortis, le maintien précis de la position des aérofreins à une position intermédiaire, par un pilote, nécessite un effort significatif et impose d'être concentré sur cette tâche sous peine de conduire à une augmentation du débattement non consciente.

Sur ce planeur, la force de traction à appliquer pour déverrouiller les aérofreins est importante. L'instructeur, surpris par l'effort nécessaire pour le déverrouillage sur ce planeur, a laissé la commande d'aérofreins reculer brutalement vers la position plein sorti.

2.3.3.1.2. Réglage de la hauteur de sortie des panneaux des aérofreins

La hauteur de déploiement des aérofreins sur plusieurs Duo Discus est très différente d'un planeur à l'autre, allant de 20 centimètres à peine pour certains à près de 23 centimètres pour d'autres.

Cette hauteur est réglable selon la position retenue pour la commande des aérofreins lorsqu'elle vient buter sur le frein de la roue.

La surface de recouvrement entre le panneau haut et le panneau bas est également variable d'un planeur à l'autre. La valeur de trois millimètres minimum de recouvrement, recommandée par le constructeur après l'évènement, n'est pas respectée sur tous les planeurs.

La hauteur maximale de déploiement des aérofreins varie d'un planeur à l'autre. Cette hauteur de déploiement a un impact sur le recouvrement entre les panneaux. Ainsi, sur certains planeurs, la valeur minimale de recouvrement entre les deux panneaux des aérofreins devient insuffisante.

2.3.3.1.3. Manuel de maintenance

L'étude du manuel de maintenance du constructeur, dans sa version originale en allemand comme dans sa version traduite en anglais donne peu d'informations sur les réglages et contrôles du système de commande des aérofreins. Le constructeur ne donne pas de consigne à appliquer pour le réglage de la hauteur des aérofreins ni sur la force maximale à appliquer pour le déverrouillage. Il est seulement précisé d'obtenir « un effet de freinage prononcé lors de la sortie des aérofreins ». Pourtant, la hauteur du débattement des aérofreins conditionne leur efficacité. Elle est prise en compte dans la certification du planeur.

Après l'évènement, le constructeur a diffusé une note succincte d'une page donnant des informations sur le chevauchement recommandé des deux panneaux des aérofreins²². Par ailleurs, cette note n'a été envoyée qu'à l'armée de l'Air et de l'Espace et à la FFVP.

Le constructeur ne donne pas d'information sur le réglage de la hauteur de sortie des aérofreins ou sur le recouvrement minimal à observer entre les deux panneaux dans la documentation de maintenance.

²² Lorsque la sortie des aérofreins est commandée par le pilote, les trous du panneau inférieur des aérofreins doivent uniquement être intégralement visibles au-dessus du plan de l'aile (cf. annexe 4). Lorsque les ailes sont démontées et que les aérofreins arrivent sur la butée mécanique située sur la biellette, le recouvrement entre les deux panneaux doit être de trois millimètres au minimum.

2.3.3.2. Contrôle périodique du planeur

2.3.3.2.1. Contrôle périodique des butées

La bague en plastique fixée sur la biellette des aérofreins a été rajoutée après la conception du planeur pour limiter le débattement des panneaux et s'assurer que le panneau supérieur reste bien devant le panneau inférieur. Sur chaque planeur, cette bague est ajustée par la création d'un plat sur sa partie supérieure. Si la bague tourne, le mauvais positionnement du plat face à la biellette, lui accorde plus de liberté et peut provoquer une augmentation importante de la montée des panneaux. La position de la bague de butée sur la biellette est déterminante sur son action. Il n'est pas demandé aux pilotes de la vérifier lors de la visite avant vol. Seul le mécanicien lors des visites périodiques vérifie son bon positionnement, à vue et sans consigne particulière.

La fiche de travail du mécanicien lors des visites annuelles ne précise pas de vérifier que les butées mécaniques soient atteintes dans l'ordre prévu. La bague en plastique sur la biellette des aérofreins a été atteinte avant la butée mécanique (colliers Serflex) qui se trouve dans le fuselage. Une des sécurités a donc été supprimée.

Le constructeur ne donne ni valeur ni consigne pour vérifier la position de la butée mécanique sur la biellette des aérofreins. Pourtant, elle est la dernière protection permettant de limiter le débattement des panneaux des aérofreins et donc le risque de blocage en vol. Les butées sont positionnées en usine lors de la construction, et ne sont plus contrôlées ensuite.

2.3.3.2.2. Programme de maintenance

Le planeur a subi une visite annuelle et une visite 200 heures en octobre 2019. Le programme de ces visites prévoit une inspection des commandes de vol. Il n'est pas prévu de vérifier le réglage de la butée de la commande des aérofreins sur le frein, ni de vérifier l'état et les dimensions de la bague en plastique faisant office de dernière butée mécanique.

Par ailleurs, la hauteur excessive à laquelle sortent les panneaux des aérofreins en vol est liée à une augmentation progressive des jeux dans la tringlerie. Pourtant le constructeur ne prévoit un contrôle approfondi des tringleries de commandes qu'à 6 000 heures de vol. En plus de 20 ans, le planeur n'a réalisé que 3 000 heures de vol. La programmation du contrôle de ces tringleries n'est pas adaptée.

De plus, le programme de maintenance de la visite à 6 000 heures prévoit de vérifier le débattement des commandes et l'état de la tringlerie, sans consigne précise pour le contrôle de la position des aérofreins et de leurs butées.

Le contrôle du réglage de la hauteur de sortie des aérofreins et de l'état de la butée mécanique n'est pas prévu dans le programme de visite de maintenance établi par le constructeur. L'inspection de la tringlerie, programmée à 6 000 heures de vol à l'occasion de la grande visite, arrive tardivement au regard des déformations constatées à 3 000 heures, au bout de 20 ans.

2.3.3.2.3. Évolution du système d'aérofreins

Lors de la certification du Duo Discus en 1994, une amélioration des aérofreins a été demandée et a conduit à la mise en place des bagues en plastique sur les biellettes pour limiter l'extension des aérofreins.

Par ailleurs, le constructeur a apporté des évolutions sur le Duo Discus au fil du temps lors de la fabrication, notamment sur le système des aérofreins. Il a modifié la commande des aérofreins pour réduire les efforts, et ajouté des colliers Serflex pour fournir une butée mécanique supplémentaire au déploiement des aérofreins. Ces multiples évolutions révèlent un point de préoccupation connu dès l'origine du planeur sur le système des aérofreins développé par le constructeur.

Les nombreuses évolutions proposées par le constructeur sur le planeur de type Duo Discus montrent une fragilité dans la définition des aérofreins.

2.3.3.2.4. Contrôle des anémomètres

L'anémomètre de la place avant surestime la vitesse de 10 km/h, ce qui présente un risque lors de manœuvres à faible marge de sécurité. Le fabricant de l'anémomètre préconise un test de fuite tous les deux ans et un test de justesse tous les cinq ans. Le programme de maintenance du planeur ne stipule pas la dépose de cet instrument pour effectuer les vérifications recommandées par son fabricant. La commission européenne impose un test annuel du circuit anémo-barométrique.

L'anémomètre avant du planeur surestime la vitesse. Les anémomètres des Duo Discus ne sont jamais contrôlés, contrairement aux dispositions réglementaires.

2.3.3.3. Partage de l'information

2.3.3.3.1. Renseignement du carnet de route du planeur

L'étude du carnet de route du planeur ne permet pas un suivi aisé des problèmes techniques rencontrés. Les défauts y sont rarement consignés. Les pilotes inscrivent les problèmes rencontrés dans un registre de l'unité, consulté au besoin par le responsable de la maintenance. Si le problème ne permet plus de voler, il est signalé par téléphone, sans être nécessairement mentionné dans la case « Observation du pilote ».

Les événements qui sollicitent le planeur dans un domaine particulier, comme l'atterrissage en campagne ou son démontage/remontage, ne sont pas répertoriés dans son carnet de route.

Les défaillances techniques ou les efforts significatifs subis par le planeur ne sont pas toujours répertoriés sur son carnet de route, ce qui rend difficile le suivi du vécu de l'aéronef.

2.3.3.3.2. Diffusion des informations techniques par le constructeur

Plusieurs planeurs de Schempp-Hirth sont équipés d'un système d'aérofreins conçus par le constructeur. Les planeurs monoplaces Ventus et Discus sont équipés de ce système, très similaire à celui du Duo Discus. Des cas de blocage des aérofreins en position sortie, rendant le contrôle du planeur difficile, ont été signalés sur ces monoplaces. Le constructeur a publié une note technique en février 2016 imposant de vérifier un chevauchement minimal entre les deux panneaux des aérofreins. Les exploitants de Duo Discus n'ont pas été destinataires de cette note. Ils n'ont pas été sensibilisés aux conséquences d'un éventuel blocage des aérofreins. Le constructeur n'a pas profité de cette publication pour enrichir le manuel de maintenance des Duo Discus.

Au cours de l'enquête, le constructeur reconnaît qu'un cas similaire s'est produit sur Duo Discus. Ce cas n'a pas été suivi d'une recherche des causes de l'évènement. Le constructeur a inclus quelques consignes de réglages des aérofreins dans une note visant à l'assouplissement du déverrouillage de la commande des aérofreins. L'application de cette note n'est pas obligatoire. Elle n'a pas été appliquée sur le planeur EY.

Des cas de blocage des aérofreins liés à une insuffisance de chevauchement des panneaux ont été signalés et traités sur les planeurs monoplaces Ventus et Discus. Le constructeur n'a diffusé aucune information sur les cas connus sur Duo Discus. Il n'a pas mené de recherche pour remédier à ce problème.

2.3.3.3.3. Remontée d'information vers le constructeur

Les aérofreins sont très rarement mis en œuvre à une grande vitesse. Ainsi, le risque effectif de blocage en vol est atténué. Pourtant, la problématique identifiée, due à un défaut technique aggravé par le jeu qui s'installe dans les tringleries, n'a pas pu s'installer brutalement. Le risque de blocage des aérofreins est donc latent depuis la production initiale de ce type de planeur.

Un seul évènement similaire a été signifié au constructeur. Il est probable que d'autres blocages se soient produits mais que les exploitants aient réussi à se poser sans difficulté. Le pilote-proprétaire étant apte à effectuer des actes de maintenance, les exploitants peuvent avoir remis en place les aérofreins par eux-mêmes, sans en rendre compte au constructeur. Pourtant, après les vols d'identification, les aérofreins s'étant bloqués ont été remis en place, mais un défaut de tringlerie difficile à détecter a été identifié ultérieurement.

Les planeurs sont majoritairement entretenus directement par leur propriétaire, ce qui ne facilite pas la remontée des informations vers le constructeur, malgré les incitations de la FFVP pour favoriser ce dialogue.

2.3.3.4. Étude de la documentation de certification

L'étude du certificat de type du planeur n'a pas permis de déterminer si les vols de certification ont été faits avec des ailes équipées de pennes ou sans ce système d'amélioration des performances aérodynamiques.

Un défaut sur le système des aérofreins y est mentionné et a donné lieu à la mise en place des butées en plastique sur les biellettes pour en limiter le débattement.

Par ailleurs, le règlement de certification des planeurs (CS-22) de l'EASA impose des normes à respecter pour les efforts à fournir sur les commandes. Ces informations ne sont pas reprises dans la documentation du constructeur.

Les butées en plastique limitant la hauteur de débattement des aérofreins ont été rajoutées au moment de la certification du planeur. Les critères des bagues ne sont pas précisés dans la documentation certifiée. Les règles de certification pour le réglage des efforts à appliquer sur les commandes ne sont pas reprises dans le manuel de maintenance du constructeur.

2.3.3.5. Décision de remorquage jusqu'à 1 200 mètres

2.3.3.5.1. Prévisions météorologiques

Lors du briefing présenté le matin à l'EIVV, les météorologues prévoient que le ciel devienne clair après la dissipation des brumes et des strato-cumulus. Ainsi, la météo permet d'envisager des vols en planeur. Selon le répertoire d'emploi du vol à voile, l'élève doit vérifier les prévisions météo avant le vol. Suite à une migration des pratiques acceptée par les instructeurs, les élèves ne vérifient pas la météo avant les vols de l'après-midi durant lesquels ils restent sur la piste.

Le lundi 27 janvier 2020, la météo est évolutive et ne correspond pas aux prévisions annoncées par le spécialiste lors du briefing matinal. Seul le message de prévision de Salon-de-Provence de 15h00 annonce cette dégradation. L'équipage n'a pas connaissance de ces modifications.

Les remorqués sont réalisés pour les premiers vols de l'après-midi jusqu'à une hauteur d'environ 600 mètres pour rester sous la couche nuageuse. Lors du vol précédant l'évènement, la couche nuageuse, qui s'est morcelée et élevée, a permis à l'instructeur de monter jusqu'à 1 200 mètres. Sur le vol suivant, le planeur EY est le dernier planeur remorqué jusqu'à cette hauteur.

Mais peu de temps après que le planeur est largué, une couche nuageuse provenant du nord-ouest se forme. Les nuages sont en-dessous des planeurs et sont de plus en plus présents. L'instructeur a été surpris par cette situation. Craignant de perdre la vue du sol²³, il a rapidement pris la décision de redescendre sous la couche nuageuse.

Les prévisions météorologiques ont évolué dans la journée et l'équipage n'en est pas conscient. L'instructeur constate visuellement la dégradation météo peu de temps après le largage. Le changement rapide de situation météo, qu'il n'avait pas anticipé, a surpris l'instructeur et l'a conduit à prendre une décision de modification de trajectoire sans préavis.

2.3.3.5.2. Charge de travail de l'instructeur

Depuis quelques années, l'armée de l'Air et de l'Espace a confié aux EIVV la formation de tous les futurs pilotes au vol en planeur. Chacun des élèves doit effectuer 50 heures de vol en une période de 10 semaines environ pour les élèves officiers du personnel navigant (EOPN) et répartie sur les trois années de scolarité pour les élèves de l'École de l'air. Ce planning représente une charge de travail importante pour l'EIVV. La pré-orientation des futurs pilotes vers une filière de pilote de chasse ou de transport est également réalisée durant cette période.

L'instructeur est affecté depuis deux ans à l'EIVV. Il fait partie des sous-officiers les plus anciens et les plus gradés de l'escadron. Il a donc été nommé chef de la cellule instruction. À ce titre, il est responsable du suivi des dossiers de chaque élève et de la préparation de la synthèse de leur période de formation à l'EIVV. Il est également chargé de la mise en place d'un nouveau logiciel de planification et de suivi de cette formation. Pour accomplir ces tâches, l'instructeur ne peut pas accorder beaucoup de temps à la préparation des missions d'instruction.

La charge de travail de l'instructeur en lien avec le poste à responsabilité qu'il occupe est certaine et constante depuis son affectation à l'EIVV. Il dispose de peu de temps pour préparer ses missions d'instruction.

2.3.3.5.3. Préparation de la mission

Les instructeurs de l'EIVV doivent voler le plus souvent possible pour permettre à chaque élève de réaliser le nombre d'heures de vol attendu pendant leur période de formation au planeur. Ainsi, lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables aux ascendances, les planeurs sont remorqués le plus haut possible pour donner aux élèves le plus de temps de vol possible. Selon le manuel de travail aérien²⁴ du vol à voile, l'élève doit vérifier la météo avant de partir en vol. Il ne l'a pas fait, et les instructeurs ne vérifient pas ce point. L'instructeur ignorait la dégradation du plafond annoncée par le dernier message de prévision.

Par ailleurs, chacune des phases de la formation des élèves est définie par une liste des manœuvres qui doivent être acquises. Le contenu de chaque vol n'est pas réellement défini. Ainsi, chaque instructeur a la liberté de faire réaliser des exercices à l'élève en fonction du temps de vol dont il dispose, qui est directement lié aux conditions météo du moment.

²³ Le vol en planeur doit respecter les règles de vol à vue. En espace aérien contrôlé, le pilote doit maintenir la vue du sol et respecter des distances vis à vis des nuages.

²⁴ Manuel de travail aérien édité par l'armée de l'Air et de l'Espace/EFPN le 06 juin 2014.

En conséquence, les instructeurs sont dans l'impossibilité d'organiser la séance d'instruction avant le vol. Le briefing avant vol ne peut donc pas être exhaustif. L'instructeur n'avait pas défini clairement la mission avant le décollage.

Le contenu de la mission d'instruction n'est pas clairement défini avant le décollage. Il est adapté en vol en fonction du temps de vol disponible. L'instructeur ne peut pas préparer la mission d'instruction avant le décollage. L'équipage n'a pas étudié la météo juste avant son vol et n'était pas conscient de la dégradation de la météo.

2.3.3.6. Détection tardive de la dégradation de la météo

2.3.3.6.1. Perception de l'environnement

Dès le début du vol, l'instructeur est totalement impliqué dans la mission d'instruction. En permanence, il explique à son élève l'exercice à réaliser, guide l'élève à la voix lors de la manœuvre puis fait corriger les erreurs. En même temps, il réfléchit à l'exercice suivant tout en gérant la trajectoire globale du planeur et la surveillance du ciel dans une zone fréquentée par plusieurs autres planeurs. L'instructeur ne dispose donc que de très peu de ressources pour observer l'environnement. L'instructeur peut avoir mis un peu de temps à s'apercevoir que les nuages se refermaient en dessous de lui.

L'instructeur, pleinement concentré sur la mission d'instruction, a manqué de ressources cognitives pour percevoir la dégradation météorologique.

2.3.3.6.2. Prise de décision

En lien avec les conditions de réalisation de la mission d'instruction, l'instructeur n'a pas de projet d'action défini à l'avance. Il prend la décision de descendre dans l'urgence et n'a pas le temps d'analyser la situation. Il n'a donc pas détecté la perte d'altitude nécessaire pour passer sous les nuages qui conduira à une accélération importante. N'ayant pas pu anticiper cette prise de vitesse, il n'a pas envisagé de sortir les aérofreins avant le début de descente. Cette situation est nouvelle au vu de l'expérience de l'instructeur, encore en phase de consolidation.

**Une représentation erronée de la perte d'altitude nécessaire pour s'éloigner des nuages a conduit l'instructeur à un manque d'anticipation de l'accélération du planeur.
Par manque de ressources cognitives et en lien avec une expérience d'instruction en construction, l'instructeur a pris la décision de descendre sans avoir correctement anticipé le niveau de cette accélération.**

2.3.3.6.3. Gestion de la trajectoire

Lorsqu'il découvre le blocage des aérofreins, l'instructeur se trouve dans une situation qu'il n'a jamais envisagée auparavant. Sa charge cognitive augmente brutalement car le vol avec les aérofreins bloqués sortis n'est jamais évoqué dans la formation des pilotes, ni dans celle des instructeurs. Il tente d'analyser la situation et de calculer la pente du planeur dans cette configuration. En même temps, il recherche une zone de poser adéquate, alors qu'il survole d'abord une zone en relief, puis très urbanisée et envisage mentalement une approche sur chacune d'elle. L'absence d'expérience de vol dans cette situation lui demande un effort important pour concevoir une trajectoire adaptée à son impossibilité de modification d'énergie du planeur²⁵. La charge cognitive qu'il subit l'empêche d'intégrer pleinement la notion de vent de face. Préoccupé et sans expérience de trajectoire avec un tel taux de chute, il perçoit tardivement que son plan d'approche ne lui permettra pas d'atteindre la piste. Selon les pilotes experts ayant reconstitué ce type de vol, c'est seulement en dessous de 300 mètres que l'estimation du plan devient plus précise.

²⁵ Sur un planeur, seuls les aérofreins permettent de modifier la traînée pour faire varier la pente.

En approchant du sol, les effets du vent ont probablement encore dégradé le vol plané ; l'instructeur perçoit un bâtiment devant lui qu'il risque de toucher. Il précipite alors l'atterrissage dans la seule zone disponible devant lui et ne peut éviter de percuter des blocs de béton.

L'instructeur fait face à une situation qu'il n'a jamais envisagée. En l'absence d'expérience de vol avec les aérofreins bloqués sortis, il subit une charge mentale importante qui rend l'anticipation de la trajectoire du planeur très difficile. Il perçoit tardivement l'impossibilité de rejoindre la piste et réalise alors un atterrissage d'urgence sur une zone assez dégagée mais restreinte.

2.3.3.7. Expérience de l'équipage

2.3.3.7.1. Expérience de l'instructeur sur planeur Duo Discus

L'armée de l'Air et de l'Espace utilise les planeurs depuis de nombreuses années pour développer la culture aéronautique de son personnel non navigant. Une formation de découverte du vol est proposée dans les écoles de formation des officiers et des sous-officiers. Sur volontariat au cours de leur carrière, certains d'entre eux ont la possibilité de devenir instructeur de planeur. Un brevet militaire de sports aériens avec la mention pilote de planeur leur est délivré. Ils suivent la formation d'instructeur au CNVV.

L'instructeur avait une expérience d'environ 220 heures de vol avant sa formation d'instructeur²⁶. Il a débuté son activité d'instruction en janvier 2018. L'instructeur totalise environ 250 heures de vol de Duo Discus. Son expérience sur les planeurs biplaces s'est construite en grande partie sur d'autres planeurs. Le Duo Discus est un planeur de hautes performances de la classe de finesse 45. Il est reconnu notamment pour sa rapidité à accélérer, dès que son assiette est un peu négative.

Lors de la mise en descente, le planeur est passé de 120 km/h à 250 km/h en moins de 10 secondes. Au moment où l'instructeur agit sur la commande des aérofreins, la vitesse est d'environ 215 km/h. Bien qu'il ait déjà réalisé ce type de descente, il sort généralement les aérofreins à une vitesse moins élevée.

Par son manque d'expérience sur ce type de planeur, l'instructeur peut s'être fait surprendre par l'augmentation rapide de la vitesse.

Par manque d'expérience sur Duo Discus, l'instructeur n'avait pas anticipé une telle augmentation de vitesse en un délai très bref. Il sort les aérofreins à une vitesse plus élevée que d'habitude et autorisée par le manuel de vol.

2.3.3.7.2. Expérience de l'élève

L'élève a une expérience de quelques heures de vol sur avion. Sa connaissance des manœuvres de base du pilotage ayant été confirmée lors de ses deux premiers vols en planeur à l'EIVV, il débute la deuxième phase de la formation. Lors de cette période de formation, il doit apprendre à maîtriser le remorquage, les mises en virage ainsi que l'utilisation des aérofreins. Pour avoir le temps de réaliser plusieurs de ces exercices, qui impliquent une certaine perte de hauteur, le planeur doit être suffisamment haut. L'instructeur peut avoir souhaité poursuivre le remorquage le plus haut possible, même si des nuages commencent à apparaître en dessous de lui et risquant de lui faire perdre la vue du sol, pour permettre à l'élève de travailler efficacement.

L'expérience aéronautique déjà acquise par l'élève et les attendus de la formation peuvent avoir invité l'instructeur à poursuivre le remorquage même si des nuages se formaient en-dessous de sa hauteur de vol.

²⁶ La FFVP demande une expérience de 100 heures de vol et 200 lancement aux pilotes candidats à la formation d'instructeur.

2.3.3.8. Absence d'anticipation du risque de sortie des aérofreins à haute vitesse

2.3.3.8.1. Habitude d'emploi des aérofreins par les pilotes

La certification du Duo Discus permet de sortir les aérofreins à n'importe quelle vitesse jusqu'à la VNE. Le manuel du pilote de vol à voile indique que cette possibilité « procure au pilote une grande sécurité pour échapper, par exemple, à une formation orageuse ou pour perdre de l'altitude dans un délai très court ». L'emploi des aérofreins pour effectuer une descente rapide est préconisé dans le manuel du pilote vol à voile²⁷ et dans le manuel de travail aérien de l'escadron.

Pourtant, les pilotes de planeur jugent en général imprudent de sortir les aérofreins au-delà de la vitesse maximale recommandée en air calme, soit 180 km/h pour le Duo Discus. Selon eux, la décélération provoquée par une sortie des aérofreins au-delà de cette vitesse est violente pour le pilote et pour la cellule du planeur. En effet, l'aspiration aérodynamique des aérofreins à cette vitesse provoque brutalement leur pleine extension très rapidement. La force musculaire nécessaire pour retenir la commande est importante et presque impossible à maintenir. Pour ces raisons, la démonstration de l'emploi des aérofreins à grande vitesse n'est pas réalisée lors de la formation des pilotes ni lors de celle des instructeurs.

La manœuvre réalisée par l'instructeur est rare. Il ne l'avait probablement jamais réalisée auparavant. Il a pu être surpris par la sortie très rapide des aérofreins et ne les a pas retenus.

Pourtant, pour respecter leur zone de vol ou la libérer lorsqu'un autre utilisateur demande avec un bref préavis de la pénétrer, les pilotes de planeur de l'EIVV « Sainte Victoire » sont parfois dans l'obligation de descendre rapidement pour atterrir. Ils sont alors susceptibles d'utiliser les aérofreins dans toute la plage de vitesse autorisée, y compris à des vitesses supérieures à 200 km/h.

La rareté de cette manœuvre est également à l'origine de la méconnaissance de ce problème technique par le constructeur.

L'instructeur a pu être surpris par l'effort nécessaire pour retenir les aérofreins à cette vitesse. Ils sont allés rapidement vers leur pleine extension. À cette vitesse, une extension rapide des aérofreins provoque systématiquement leur blocage.

2.3.3.8.2. Formation des pilotes et des instructeurs à l'utilisation des aérofreins

Bien que plusieurs cas de blocage des aérofreins soient connus sur d'autres types de planeur, les vélivoles ne s'entraînent pas à faire face à ce type d'évènement. La formation des instructeurs au CNVV n'inclut pas d'exercice d'approche avec les aérofreins bloqués.

La mission conduite par l'instructeur prévoit de démontrer les effets de la sortie des aérofreins. Par manque de remontée d'information sur le risque de blocage des aérofreins, l'EIVV ne prévoit pas de réaliser ce type d'exercice à une distance permettant de rejoindre la piste en cas de blocage.

L'instructeur n'a jamais été sensibilisé au blocage des aérofreins. Il n'a jamais réalisé d'approche dans cette configuration au titre d'un exercice. La démonstration d'utilisation des aérofreins n'est pas réalisée à proximité des pistes.

²⁷ Édité par le ministère chargé des transports, 6^e édition.

2.3.3.9. Décompte des heures de vol

Pour les besoins de l'enquête, un travail d'analyse de l'expérience de l'instructeur a été nécessaire. Il s'avère que les heures de vol notées par l'instructeur sur son carnet de vol diffèrent de celles enregistrées dans le logiciel de suivi de l'activité des pilotes de l'armée de l'Air et de l'Espace. Ce dernier semble être mal renseigné ou défaillant. Ainsi, l'organisme de tutelle ne bénéficie pas d'une information fiable sur l'activité de ses pilotes. Par ailleurs, le suivi de maintenance des planeurs est lié aux heures de vol qu'ils réalisent. Ce décompte est également déclaratif et ne s'appuie pas sur les données d'un enregistrement à bord, comme le FLARM par exemple.

Le décompte des heures de vol des pilotes et des planeurs ne bénéficie pas d'un contrôle croisé avec une autre source d'information que celle déclarée par les pilotes eux-mêmes. Le logiciel de suivi de l'armée de l'Air et de l'Espace n'est pas renseigné de manière fiable.

2.3.3.10. Formation des stagiaires à l'abandon de bord

Dès le début de leur formation, les élèves reçoivent une formation théorique sur les raisons pouvant imposer un abandon de bord. L'éventualité d'évacuer le planeur si la trajectoire ne permet pas de rejoindre une zone de poser adéquate n'est pas évoquée. Pourtant, dans le passé, plusieurs accidents ont été la conséquence d'un atterrissage forcé dans une zone inadaptée.

Pour se préparer à un abandon de bord, les élèves reçoivent une formation théorique sur l'éjection de la verrière, la position à adopter pour sortir du planeur ainsi que sur l'emploi du parachute et les consignes à appliquer pour l'atterrissage en parachute. Ils ne sont pas sensibilisés à un éventuel amerrissage. Pourtant, une des zones envisagées pour un poser d'urgence à proximité de la base aérienne de Salon-de-Provence est l'amerrissage dans le canal de Craonne qui est une des rares zones dégagées. L'instructeur a envisagé cette possibilité, sans la retenir en raison d'un risque de noyade, notamment de l'élève.

Les élèves reçoivent une formation théorique à l'abandon de bord. Ils n'ont jamais pratiqué le saut en parachute. Ils ne sont pas sensibilisés aux risques liés à une immersion sous voile.

3. CONCLUSION

L'évènement est un blocage des aérofreins en vol, en position déployés, suivi d'un atterrissage d'urgence du planeur.

3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

Le Duo Discus EY effectue une mission d'instruction avec un instructeur et un élève. La météorologie est moins favorable que prévu. L'équipage n'a pas réactualisé sa connaissance de la météo avant de partir en vol. L'instructeur est concentré sur la mission d'instruction, en vol, et perçoit tardivement la dégradation de la météo.

En peu de temps, il décide de descendre entre des nuages pour voler sous la couche nuageuse qui se forme. L'instructeur prend une pente d'environ 30°. Il se fait surprendre par l'accélération rapide du planeur. Il sort les aérofreins à 214 km/h, en virage avec une légère dissymétrie dans une configuration peu habituelle au regard de son expérience d'instructeur. À cette vitesse, le vent relatif provoque un déploiement rapide des aérofreins jusqu'à leur pleine extension. Les panneaux des aérofreins se déforment. Le panneau supérieur passe derrière le panneau inférieur sur l'aérofrein de droite, en deux endroits, de manière irréversible. Les aérofreins se bloquent en position déployé, symétriquement. L'instructeur se dirige vers la base aérienne pour tenter de rejoindre une piste d'atterrissage. Il éprouve des difficultés à estimer le plan d'approche et le point d'aboutissement. Il perçoit tardivement qu'il ne pourra pas rejoindre la piste et risque de percuter un bâtiment. Au dernier moment, il provoque un atterrissage d'urgence sur une aire dégagée et percute des obstacles au sol situés en bordure. L'instructeur n'a jamais été entraîné au vol avec les aérofreins bloqués en position sortie, ce type d'exercice n'étant pas intégré dans le cursus de formation des instructeurs. Il a éprouvé des difficultés à percevoir la finesse du planeur. Il décide alors tardivement de réaliser un atterrissage d'urgence dans un champ.

Des cas de blocage des aérofreins ont déjà pu être identifiés mais la remontée d'informations concernant un tel défaut technique vers le constructeur est rendue difficile par le fait que l'entretien et le dépannage des planeurs peuvent être effectués par les propriétaires eux-mêmes ou les associations qui le possèdent. Néanmoins, le constructeur avait conscience d'une fragilité de conception du planeur dans ce domaine depuis sa certification.

3.2. Causes de l'évènement

Le Duo Discus est particulièrement sensible au blocage des aérofreins en position sortie lors de leur extension à haute vitesse dans le domaine de vol.

Ce défaut est lié à :

- une aspiration des aérofreins en vol à une vitesse supérieure à 200 km/h, difficile à amortir à la seule force des bras ;
- une accumulation des jeux dans la tringlerie qui permet le déploiement des aérofreins jusqu'à la dernière butée mécanique et annule le recouvrement entre les deux panneaux ;
- une déformation importante des panneaux composant les aérofreins qui peuvent s'entrecroiser de manière irréversible en vol ;
- une absence de procédure de réglage des aérofreins dans la documentation de maintenance du Duo Discus ;
- une absence de prise en compte par le constructeur de ce problème au regard du peu d'informations qui lui sont remontées.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

4.1.1. Blocage des aérofreins en vol

Dès le début de l'enquête, les premiers éléments confirment que le blocage des aérofreins en vol est intervenu dans le respect du domaine de vol. Cette sensibilité au blocage des aérofreins en position sortie à des vitesses supérieures à 200 km/h, sans dépasser la VNE, donc dans le domaine de vol, n'est pas acceptable. Il est impératif que les aérofreins puissent être utilisés sans risque de blocage dans l'ensemble du domaine de vol conformément aux exigences de certification.

Après l'accident, le BEA-É a donc recommandé à Schempp-Hirth puis à l'EASA de suspendre les vols des Duo Discus dans l'attente de pouvoir proposer une solution pour remédier au blocage des aérofreins en vol.

4.1.2. Manuel de maintenance

4.1.2.1. Consignes de réglage des aérofreins

L'étude de la documentation de maintenance a mis en évidence l'absence de consigne concernant le réglage de la hauteur de sortie des aérofreins. Pourtant ce réglage, directement lié à l'action sur le frein, peut être modifié au cours d'une opération de maintenance simple, comme le changement d'une roue. Un réglage inapproprié des aérofreins a de lourdes conséquences :

- si les aérofreins ne sortent pas suffisamment, les capacités de réduction de vitesse du planeur peuvent être insuffisantes et ne plus correspondre aux critères de certification ;
- si les aérofreins sortent trop, le risque de blocage par entrecroisement est immédiat.

La consigne concernant le réglage des aérofreins diffusée le 31 janvier 2020 par le constructeur est jugée non satisfaisante par DGA EV car elle est imprécise et sujette à interprétations.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth d'intégrer des consignes précises de réglage de la hauteur des aérofreins et de contrôle de la position des butées dans son manuel de maintenance.

R1 – [A-2020-01-A] Destinataires : EASA, Schempp-Hirth

4.1.2.2. Contrôle périodique

Une augmentation de la hauteur de sortie des panneaux est de nature à provoquer immédiatement un blocage des aérofreins en position sortie. Aucun contrôle de la hauteur de sortie des aérofreins n'est prévu dans le programme des différentes visites de maintenance établi par le constructeur. Le contrôle de la position et de l'état de la butée mécanique sur les biellettes des aérofreins n'y apparait pas non plus.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth de définir une périodicité de contrôle ainsi que des critères pour la hauteur de sortie des aérofreins et la vérification de l'état et de la position des butées mécaniques.

R2 – [A-2020-01-A] Destinataires : EASA, Schempp-Hirth

De plus, la première grande visite du planeur Duo Discus est programmée à 6 000 heures de vol. En moyenne, un planeur réalise moins de 200 heures de vol par an. Le pas de ce contrôle est donc inadapté.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth la révision du pas du contrôle des tringleries pour ses planeurs de type Duo Discus.

R3 – [A-2020-01-A] Destinataires : EASA, Schempp-Hirth

4.1.3. Formation des pilotes de planeur

Au cours de leur formation, les pilotes de vol à voile ne sont pas sensibilisés au risque de blocage des aérofreins en vol. Pourtant, l'emploi des aérofreins est indispensable pour gérer la trajectoire du planeur, en approche notamment. S'agissant d'un élément rétractable, un incident à l'extension ou à la rétractation peut survenir. Seul un entraînement régulier à ce type d'incident peut permettre aux pilotes de visualiser le plan imposé et d'appréhender justement leur point d'aboutissement.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la FFVP d'intégrer dans la formation des instructeurs un entraînement à la visualisation du plan avec les aérofreins plein sortis. Cette procédure sera à inclure dans la formation récurrente des pilotes de planeur.

R4 – [A-2020-01-A] Destinataire : FFVP

4.1.4. Remontée de l'information

Au regard des conditions aboutissant au blocage des aérofreins en position sortie, on ne peut exclure que d'autres cas identiques se soient produits auparavant, sans que les exploitants aient forcément fait remonter ces informations, en prenant le risque de ne pas avoir identifié toutes les déformations subies par le système. Sans remontée d'information systématique, le constructeur n'a pas pu prendre les mesures adéquates.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA et à la DGAC de promouvoir auprès des utilisateurs de planeurs et auprès de la FFVP la nécessité de faire remonter vers le constructeur toute anomalie susceptible d'être un défaut technique des aéronefs.

R5 – [A-2020-01-A] Destinataires : EASA, DGAC

4.1.5. Préparation du vol

4.1.5.1. Prévisions météorologiques

La situation météo du 27 janvier 2020 était difficile à prévoir. Les messages de prévision s'avèrent erronés mais la dégradation de la nébulosité n'atteint pas la valeur seuil imposant de rééditer le message de prévision. Ainsi, les équipages peuvent être surpris de trouver une couche de nuages bien présente vers 2 000 ft alors qu'ils n'attendaient aucun nuage en dessous de 5 000 ft. Cette situation est susceptible d'imposer une prise de décision tardive du pilote qui peut présenter des risques.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace de s'assurer que les prévisionnistes militaires effectuent un rafraîchissement de leurs prévisions météo en cohérence avec l'activité vélicole de la plateforme.

R6 – [A-2020-01-A] Destinataire : CEMAEE

4.1.5.2. Actualisation de la météo

Les équipages de l'EIVV reçoivent une information météorologique chaque matin lors du briefing. Puis, en cours de journée, ils ne réactualisent pas ces informations. Ainsi, en cas d'erreur de prévision, ils manquent de données pour réactualiser leur activité de vol en planeur.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace d'adapter l'organisation de l'instruction au sein des EIVV afin que chaque équipage dispose de la dernière information météo à jour immédiatement avant de partir en vol au-delà du briefing du matin.

R7 – [A-2020-01-A] Destinataire : CEMAEE

4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement

4.2.1. Déclenchement des secours

4.2.1.1. Veille de la fréquence d'auto-info

Les planeurs de l'EIVV utilisent les pistes en herbe de Salon-de-Provence sans les services du contrôle aérien. Ils appliquent les règles d'auto-information sur une fréquence qui leur est dédiée. La veille de cette fréquence par les contrôleurs aériens n'est pas formalisée. L'EIVV prévoit qu'une veille soit effectuée soit par un agent d'opérations, qui n'est pas formé à une écoute attentive de la fréquence, soit par le directeur de séance, pouvant être lui-même en vol. Si un pilote émet un message d'urgence sur cette fréquence pour demander les secours, il n'est pas certain qu'il soit reçu par une personne apte à le transmettre efficacement.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace de s'assurer que la veille de la fréquence d'auto-information de l'EIVV soit effective pour être en capacité de déclencher les secours si besoin.

R8 – [A-2020-01-A] *Destinataire : CEMAAE*

4.2.1.2. Guidage des secours de la base aérienne par les contrôleurs aériens

L'accident du planeur a été confirmé par le pilote de l'avion remorqueur en vol. Il a indiqué la position géographique de l'accident à l'aide du surnom d'un bâtiment de la base. Cette identification non formelle a été transmise à l'équipe de secours qui aurait pu mal comprendre où se trouvait le lieu à rejoindre. Le contrôleur n'a pas utilisé le carroyage officiel pourtant prévu pour identifier formellement chaque point de la base.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace d'imposer aux contrôleurs aériens l'utilisation systématique et formelle du carroyage de la base aérienne pour orienter les secours.

R9 – [A-2020-01-A] *Destinataire : CEMAAE*

4.2.2. Abandon de bord

Les élèves reçoivent une formation théorique à l'abandon de bord. Il pourrait être intéressant de leur faire pratiquer la sortie de l'aéronef sur une maquette. Leur formation au parachutisme n'intervient qu'après leur période de formation en planeur.

En constatant que le plan d'approche était court, l'instructeur a brièvement envisagé l'abandon de bord mais, sachant que l'élève n'y était pas particulièrement formé, il n'a pas retenu cette option.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace d'envisager une formation pratique de ses élèves à l'abandon de bord planeur avant leur premier vol.

R10 – [A-2020-01-A] *Destinataire : CEMAAE*

4.2.3. Améliorations techniques

4.2.3.1. Verrouillage du train d'atterrissage

Le planeur a subi une rétractation du train d'atterrissage quelques mois avant l'évènement. Le train s'est effacé lors de l'atterrissage car il était mal verrouillé. L'enquête montre que, sur certains planeurs, l'effort musculaire nécessaire pour verrouiller la commande en position sortie est très important. Le verrouillage du train est parfois difficile voire impossible, surtout depuis la place arrière. Ainsi, plusieurs Duo Discus ont subi un effacement du train à l'atterrissage à cause d'un mauvais verrouillage de la commande.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth l'amélioration du système de verrouillage du train d'atterrissage du Duo Discus et de préciser, dans le manuel de maintenance, le réglage de la force nécessaire pour manœuvrer cette commande.

R11 – [A-2020-01-A] *Destinataires : EASA, Schempp-Hirth*

4.2.3.2. Sécurisation de la barre de démontage des ailes

Le montage des ailes du planeur nécessite l'emploi d'une barre métallique. Cette barre n'a pas d'emplacement spécifique dans le planeur. Elle est placée librement derrière le pilote. Au cours de l'enquête, il a été identifié sur d'autres Duo Discus un risque de blocage des commandes de vol lié au mauvais positionnement de cette barre.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth de proposer un emplacement sûr pour le transport de la barre de montage du Duo Discus.

R12 – [A-2020-01-A] *Destinataires : EASA, Schempp-Hirth*

4.2.3.3. Test de conformité des anémomètres

L'expertise des anémomètres du planeur montre que celui de la place avant est mal calibré. Le fabricant de l'anémomètre recommande de le faire vérifier tous les deux ans. Le manuel de maintenance du planeur ne prévoit pas la dépose de cet instrument, essentiel à la sécurité aérienne, pour le faire vérifier.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA de demander à Schempp-Hirth d'intégrer un contrôle de l'anémomètre de l'ensemble de ses planeurs à leur plan d'entretien.

R13 – [A-2020-01-A] *Destinataires : EASA, Schempp-Hirth*

4.2.4. Suivi du vieillissement du planeur

De manière générale, les pilotes inscrivent peu d'information dans le carnet de route des planeurs. Il est alors difficile de recenser les pannes et défaut de ces aéronefs.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'EASA et à la DGAC de promouvoir auprès des pilotes la nécessité de renseigner avec attention le carnet de route des planeurs.

R14 – [A-2020-01-A] *Destinataires : EASA, DGAC*

4.2.5. Protection du lieu de l'accident

L'accident ayant eu lieu sur une base aérienne, un attroupement s'est rapidement formé autour du planeur. Les badauds, nombreux sur les lieux, ont piétiné le sol, au risque de détruire des indices utiles à l'enquête de sécurité. De plus, les commentaires inévitables sur les raisons de l'évènement ont donné lieu à des rumeurs mal fondées, préjudiciables à l'équipage. L'accès au lieu de l'accident aurait dû être interdit à toute personne en dehors des secours et des équipes d'enquête.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de l'Air et de l'Espace de rappeler aux commandants de base aérienne la nécessité de faire interdire l'accès au site d'un évènement aérien.

R15 – [A-2020-01-A] Destinataire : CEMAAE

ANNEXES

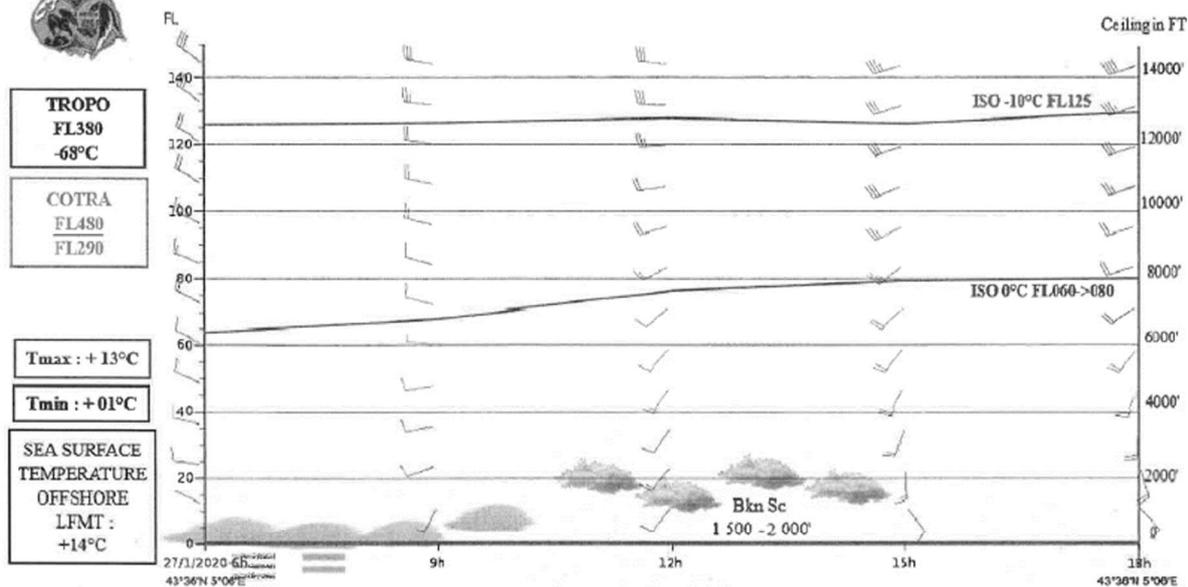
ANNEXE 1 Extrait du briefing météo	47
ANNEXE 2 Extrait du manuel de vol Schempp-Hirth	48
ANNEXE 3 Carte à vue de l'aérodrome de Salon-De-Provence	49
ANNEXE 4 Lettre de Schempp-Hirth précisant le réglage des aérofreins	50
ANNEXE 5 Extrait du manuel de vol Schempp-Hirth	51
ANNEXE 6 Extrait du manuel de vol Schempp-Hirth	52

ANNEXE 1
EXTRAIT DU BRIEFING MÉTÉO



SALON DE PROVENCE - CROSS SECTION - VALID 20200127/ 06Z - 18Z - DAY

MADE 20200127 AT 0630Z



	06:00	09:00	12:00	15:00
Wind	VRB 02 KT	090-120° 03-05 KT	110-150° 05-08 KT	
Gust	NO GUST			
Visibility	1500m TEMPO 800m	1500m BECMG 10Km	>10Km	
Weather	BR TEMPO FG	BR BECMG NSW	NSW	
Temperature (°C)	+ 02°	+ 05°	+ 11°	+ 12°
Vz	0		0.5 - 1	
QNH (hPa)	1020		1019	1017

Remarks R71: VAL BR/FG until 10Z

ANNEXE 2
EXTRAIT DU MANUEL DE VOL SCHEMPP-HIRTH

SCHEMPP-HIRTH FLUGZEUGBAU GMBH, KIRCHHEIM/TECK

Duo Discus

FLIGHT MANUAL

2.2 Airspeed

Airspeed limitations and their operational significance are shown below:

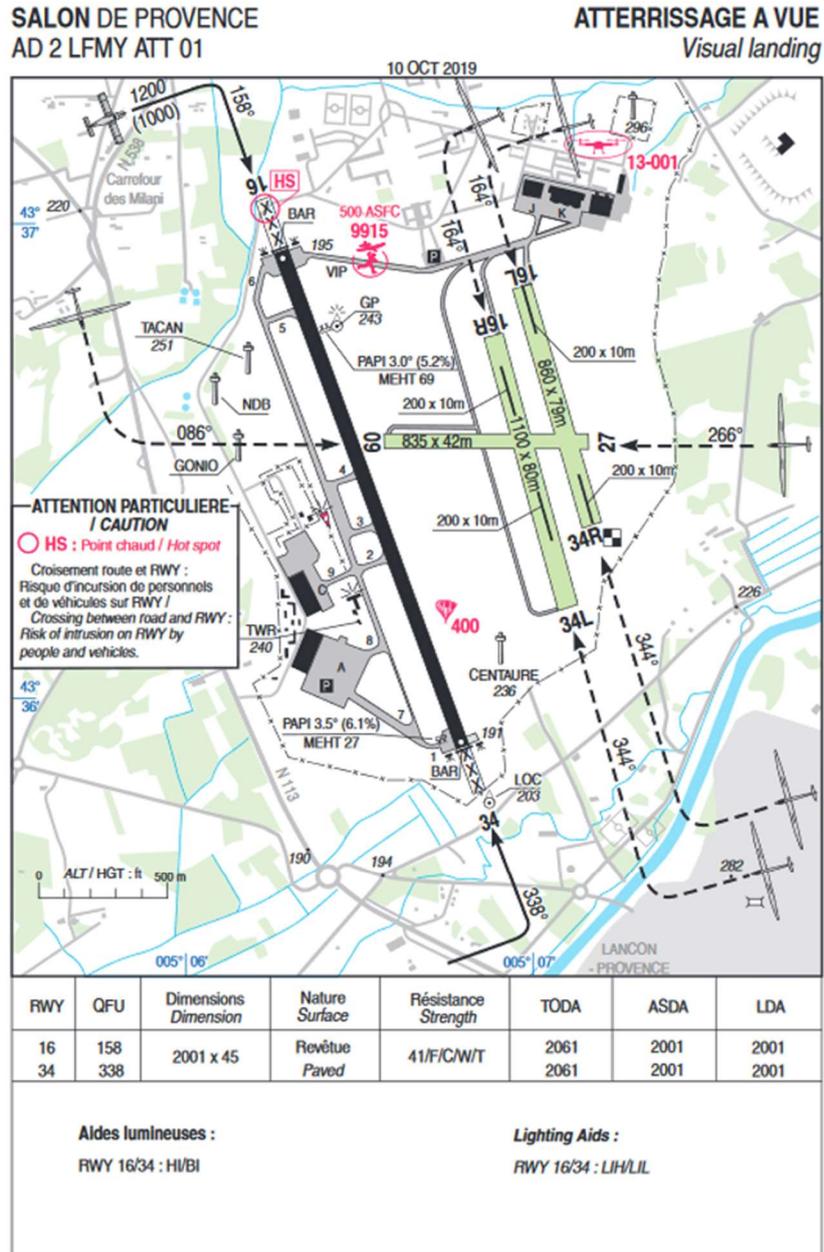
SPEED		(IAS)	REMARKS
V_{NE}	Never exceed speed in calm air	250 km/h 135 kt 155 mph	Do not exceed this speed in any operation and do not use more than 1/3 of control deflection.
V_{RA}	Rough air speed	180 km/h 97 kt 112 mph	Do not exceed this speed except in smooth air, and then only with caution. Rough air is met in low-wave rotors, thunderclouds etc.
V_A	Maneuvering speed	180 km/h 97 kt 112 mph	Do not make full or abrupt control movements above this speed as the aircraft structure might get overstressed.
V_T	Maximum speed on aerotow	180 km/h 97 kt 112 mph	Do not exceed this speed during an aerotow.
V_U	Maximum winch launch speed	150 km/h 81 kt 93 mph	Do not exceed this speed during a winch launch.
V_{LO}	Maximum landing gear operating speed	180 km/h 97 kt 112 mph	Do not extend or retract landing gear above this speed.

January 2000
Revision 5

TN 396 - 5
MB 396 - 10

LBA-app.
2.2

ANNEXE 3
CARTE À VUE DE L'AÉRODROME DE SALON-DE-PROVENCE



DIRCAM

AMDT 12/19 CHG : Suppression cheminement HEL et Aire de poser HEL.

© DIA

ANNEXE 4
LETTRE DE SCHEMPP-HIRTH PRÉCISANT LE RÉGLAGE DES AÉROFREINS

SCHEMPP-HIRTH Flugzeugbau GmbH Kirchheim/Teck	Information in regard of sufficient overlap between airbrake panels on Duo Discus and Duo Discus T variants	page	1
		no of pages	1

In all variants of the Duo Discus and Duo Discus T there is an end-stop installed directly on the airbrake which limits the ultimate extension travel of the airbrakes. However in the airbrake control there is a second end-stop in the fuselage. When the airbrakes are extended on the ground by the airbrake handle in the cockpit the end-stop in the fuselage will be reached by the controls. As long as there is no aerodynamic force or dynamic mass force on the airbrakes the end-stop on the airbrake will not be reached.

The function of the end-stop on the airbrake panel is to ensure in all situations in flight a sufficient overlap between the upper and the lower airbrake panel with consideration of the unavoidable weakness of the controls between end-stop in the fuselage and airbrake. The overlap should be in general at least about 3 to 4 mm. This is necessary to avoid even in extreme situations that the airbrake panels catch into each other and so block the airbrake control irreversible.

The design of the airbrakes and the above mentioned end-stops varies with the different variants of the Duo Discus.

The end-stop on the airbrakes is in all variants a cylindrical part which is bolted on the lower airbrake panel and which limits the travel by hitting on the airbrake lever.

In the early Duo Discus without trailing edge flap the end-stop in the fuselage is formed by the actuating mechanism of the master cylinder for the wheel brake. So in this version the airbrake end-stop in the fuselage depends on the adjustment of the wheel brake. Normally the adjustment of the wheel brake automatically yields to an overlap of the airbrake panels (no extra force on the airbrake) of far more than a few millimeters. With a good adjustment of the wheel brake normally the lower airbrake panel may be extended by the hand force on the hand grip to a position where the holes in the lower panel are just completely visible above the wing surface. Therefore for these variants it is advisable to derig the wings from the fuselage to check the overlap between the panels.

All other variants with trailing edge flap have an airbrake control end-stop in the fuselage independent of the wheel brake and therefore the airbrake panels may be extended considerably more just by the hand force on the hand grip. Therefore for these variants the overlap between the airbrake panels may be checked with rigged or derigged wings.

To check the overlap between the airbrake panels pull by hand force on the upper airbrake panel until the cylindrical end-stop bolted to the lower airbrake panel touches the airbrake lever. In this position the overlap between the panels should be at least 3mm.

Kirchheim/Teck, 31.01.2020	
Bearbeiter:	J. Krauter 

ANNEXE 5
EXTRAIT DU MANUEL DE VOL SCHEMPP-HIRTH

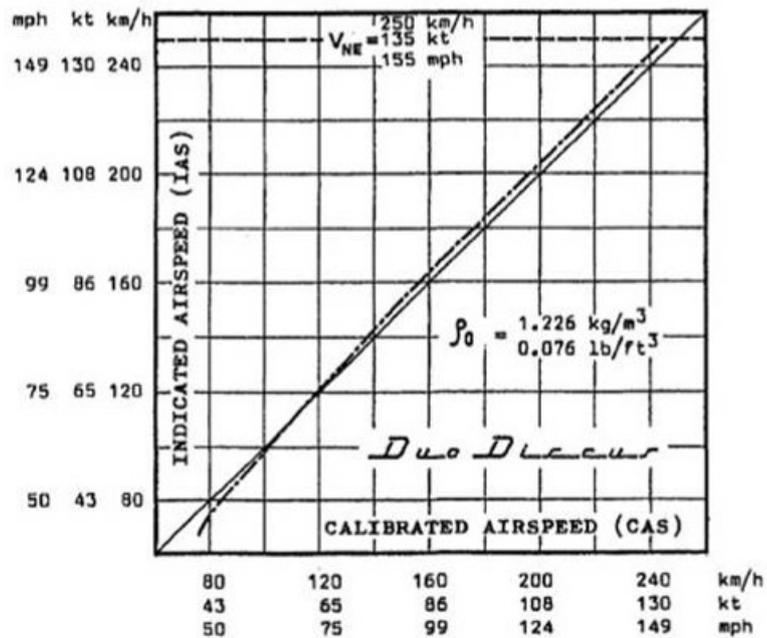
5.2.1 Airspeed indicator system calibration

Errors in indicated airspeed (IAS) caused by Pitot/Static pressure errors may be read off from the calibration chart shown below.

PITOT pressure source: Fin

STATIC pressure ports: Fuselage tail boom, approx. 1.02 m (40.16 in.) forward of the base of the fin and 0.18 m (7.09 in.) below fuselage/wing fillet

All airspeeds shown in this manual are indicated airspeeds (IAS) as registered by the airspeed indicator.



February 1996
Revision 4

MB 396-7 / TM 396-3

LBA-app.
5.2.1

ANNEXE 6
EXTRAIT DU MANUEL DE VOL SCHEMPP-HIRTH

The airbrakes may be extended up to $V_{NE} = 250$ km/h (135 kt, 155 mph). However, they should only be used at such high speeds in emergency or if the maximum permitted speeds are being exceeded inadvertently.

When extending the airbrakes suddenly, the deceleration forces are noticeable.

WARNING:

Consequently it is wise to check in advance that the harness is tight and that the control stick is not inadvertently thrown forwards when the airbrakes are extended. There should be no loose objects in the cockpit.

It should also be noted that in a dive with the airbrakes extended, the "Duo Discus" should be pulled out less abruptly than with retracted brakes (see section 2.9 "Maneuvering load factors").

A dive with the airbrakes fully extended is limited to an angle to the horizon of 30° at maximum permitted all-up mass at a speed of 250 km/h (135 kt, 155 mph).