



Accident d'un parapente impliquant l'hélicoptère Airbus - EC135 - T2 PLUS

immatriculé F-HTIN

survenu le 11 mai 2019

au Conquet (29)

⁽¹⁾ Sauf précision
contraire, les heures
figurant dans
ce rapport sont
exprimées en
heure locale.

Heure	Vers 15 h 20 ⁽¹⁾
Exploitants	Hélicoptère : Société Babcock pour SAMU 29 à Brest Parapente : Privé
Nature des vols	Hélicoptère : Service médical d'urgence Parapente : Vol local
Personnes à bord	Hélicoptère : Commandant de bord (PF) ; un membre d'équipage technique ; un médecin ; un infirmier Parapente : Un pilote
Conséquences et dommages	Parapente : Pilote décédé

Chute d'un parapentiste en vol de pente lors d'un croisement avec un hélicoptère en finale, collision avec le sol

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues de données de l'enregistreur de maintenance et des témoignages.

Plusieurs parapentistes évoluent en vol de pente sur la plage des Blancs Sablons depuis le début d'après-midi. Vers 15 h, un seul d'entre eux est encore en vol sur ce même site.

À 15 h 10, l'équipage d'un hélicoptère du SAMU⁽²⁾ de Brest, reçoit la mission d'intervenir sur cette plage, pour prendre en charge une personne blessée qu'il devra déposer ensuite auprès d'une ambulance.

À 15 h 13, le Commandant de bord assis en place droite décolle avec à bord un membre d'équipage technique (TCM)⁽³⁾ pour l'assister, un médecin urgentiste et un infirmier du SAMU.

À 15 h 21, l'hélicoptère arrive par le sud-est de la plage le long de la Ria du Conquet.

⁽²⁾ Service d'aide
médicale urgente.

⁽³⁾ Technical Crew
Member.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Pendant l'approche le pilote effectue une analyse rapide du site d'atterrissage, son intention est de poser sur la plage au plus près de la personne blessée. Passant travers sud du rivage, il observe le parking au-dessus de la plage et voit l'ambulance et d'autres véhicules stationnés. Dans le même temps, il voit, ainsi que le TCM, des voiles de kitesurf. Le pilote vire vers le nord et se présente en finale sur la plage. Il franchit les derniers reliefs et aperçoit alors un parapente en vol. Il l'observe à sa droite sur une trajectoire parallèle et l'estime plus bas que l'hélicoptère, en rapprochement. Le pilote décide de ne pas effectuer une remise des gaz pour ne pas perturber l'environnement aérologique du parapente. Il demande au TCM de surveiller les voiles de kitesurf stationnées à gauche de l'axe d'approche, et il prend en compte lui-même la surveillance visuelle du parapente pour assurer l'anti-abordage. Puis le pilote demande au médecin et à l'infirmier assis en place arrière de poursuivre cette surveillance jusqu'à ce que ces derniers le perdent de vue.

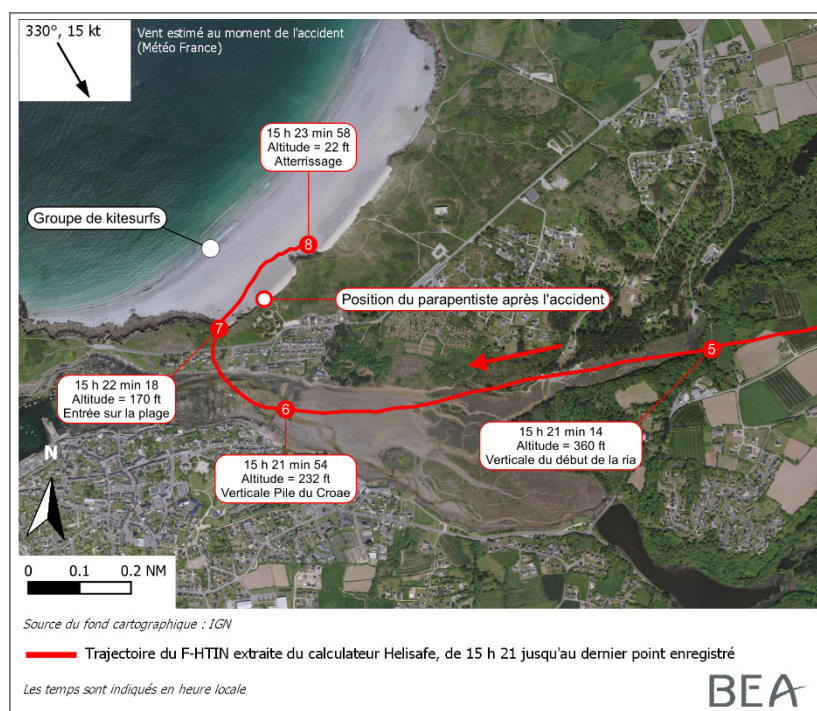


Figure 1 : Trajectoire d'arrivée de l'hélicoptère sur la plage

Les témoins au sol indiquent qu'ils observent l'hélicoptère arriver basse hauteur et en approche sur la plage tandis que le parapentiste évolue face à l'hélicoptère sur une trajectoire parallèle à la falaise. Quelques secondes après le croisement entre l'hélicoptère et le parapentiste, ces témoins voient la voile de ce dernier se fermer « *comme un livre* », puis le parapentiste chuter jusqu'au sol.

Le pilote atterrit sur la plage et éteint les moteurs. Des témoins vont au-devant du pilote et l'informent que le parapentiste vient de tomber.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Environnement du site au moment de l'accident

2.1.1 Site de l'accident



Figure 2 : Configuration de la plage

Le site de l'accident, fréquemment utilisé par les parapentistes, est une plage de forme rectangulaire d'environ 1 300 mètres de long sur 180 mètres de large. La falaise est parallèle à la plage, orientée nord-sud d'une hauteur moyenne comprise entre 15 et 20 m.

2.1.2 Conditions météorologiques

Le site de l'accident est situé à environ 27 km dans le sud-ouest de l'aéroport de Brest, 26 km dans le nord-est de Lanvéoc et 49 km dans le sud-ouest de Landivisiau.

Conditions observées sur la région

METARs disponibles à Brest (LFRB) entre 13 h 30 et 14 h 30 UTC (correspondant à 15 h 30 et 16 h 30 heures locales) :

- ☐ LFRB 111330Z AUTO 32009KT 290V010 9999 FEW035 15/07 Q1025 NOSIG=
- ☐ LFRB 111400Z AUTO 33010KT 290V010 9999 SCT034 15/07 Q1026 NOSIG=

METARS disponibles à Lanvéoc (LFRL) entre 13 h 30 et 14 h 30 UTC

- ❑ LFRL 111330Z AUTO 33009KT 300V360 CAVOK 15/07 Q1025=
- ❑ LFRL 111400Z AUTO 33009KT CAVOK 15/05 Q1026=

METARS disponibles à Landivisiau (LFRJ) entre 13 h 30 et 14 h 30 UTC

- ❑ METAR LFRJ 111330Z AUTO 33010KT 300V360 9999 SCT029 14/07 Q1025=
- ❑ METAR LFRJ 111400Z AUTO 33009KT 300V010 9999 SCT030 SCT038 14/07 Q1026=

Conditions prévues

TAF de Brest(LFRB) :

- ❑ TAF AMD LFRB 110818Z 1108/1212 32008KT 9999 SCT018 SCT030 TEMPO 1108/1110 BKN012=
- ❑ TAF LFRB 111100Z 1112/1218 34008KT 9999 SCT018 SCT030 PROB30 TEMPO 1203/1208 1200 BCFG BKN003=

Conditions météorologiques estimées sur la commune du Conquet au moment de l'événement

Les observations complémentaires disponibles, et notamment l'imagerie satellitaire, montrent qu'au moment de l'accident, le ciel était peu nuageux, au plus avec des nuages épars à 3 000 ft.

La force du vent sur le littoral était un peu supérieure à celle indiquée dans les METARs : le vent au sol, comme dans les basses couches jusqu'au FL 050, était un vent de nord-ouest d'environ 15 kt. La visibilité horizontale au sol était supérieure à 10 km.

Les parapentistes présents sur le site au moment de l'accident rapportent qu'il y avait de bonnes conditions de vol avec un vent établi venant de la mer, du nord-ouest, de 25 km/h (13 kt) environ avec quelques rafales.

2.2 Trajectoire de l'hélicoptère

L'hélicoptère était équipé d'un système Hélisafe, enregistrant les paramètres de trajectoire, d'attitudes et quelques paramètres moteur.

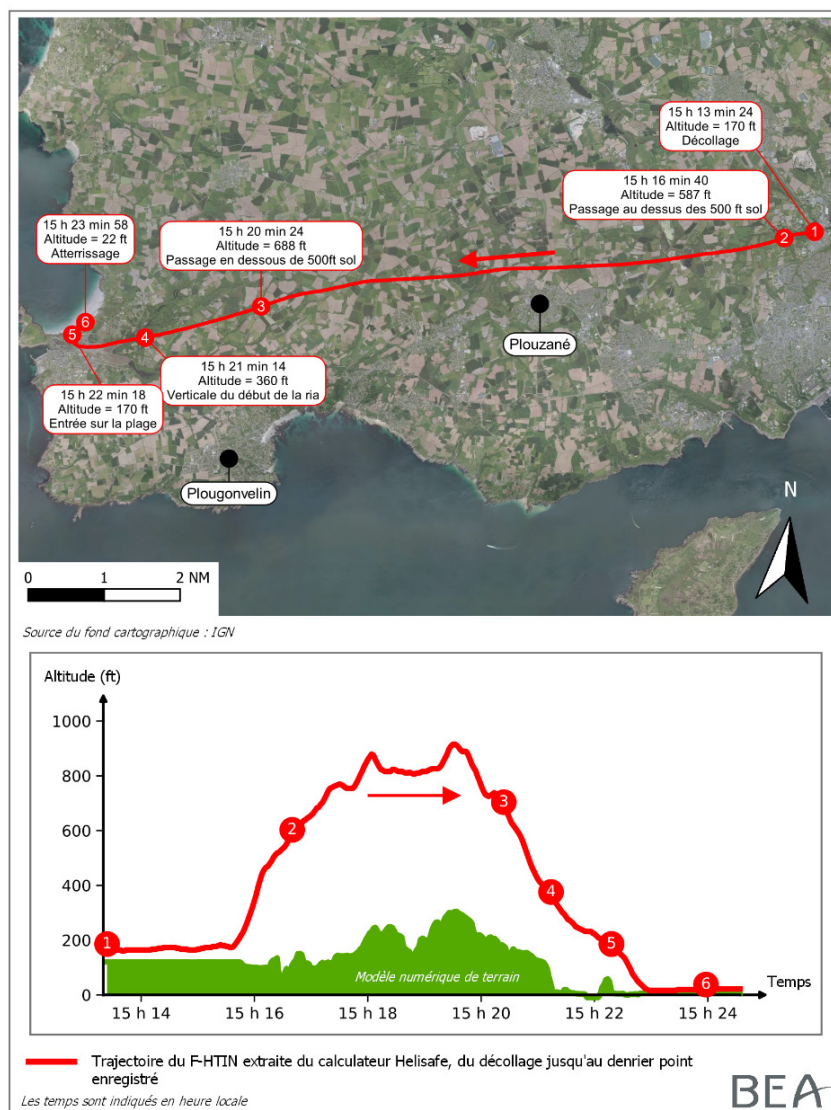


Figure 3 : Trajectoire globale de l'hélicoptère et profil altimétrique

L'observation de la trajectoire de vol montre que le pilote a pris une route pour se présenter au sud-est de la plage et s'aligner en semi-directe pour la finale.

Le pilote a débuté sa descente plus de quatre minutes avant l'arrivée sur la plage et est passé sous les 500 ft sol environ 5 km avant la plage.

En finale, après avoir effectué le dernier virage et avoir survolé le relief à une hauteur de 125 ft, le pilote a effectué un palier sur la plage vers 130 ft sol avant de reprendre la descente jusqu'à l'atterrissage. Le point d'aboutissement du pilote de l'hélicoptère, proche de la personne à secourir, était à environ 430 m en avant de la trajectoire. Le point d'atterrissage était constitué de sable, sans devers ni obstacle environnant.

Lors de l'approche finale, le site de l'accident était occupé par des pratiquants de kitesurf au sol, côté ouest de la plage en bord de mer.

Le parapente était quasiment à la verticale de la falaise à une hauteur d'environ 30 ft par rapport à celle-ci. Sa trajectoire parallèle et en sens opposé à celle de l'hélicoptère était décalée de 70 m environ vers l'est.

2.3 Informations sur l'équipage et le parapentiste

2.3.1 Équipage de l'hélicoptère

Commandant de bord

Homme, 48 ans.

- ☐ CPL (H) du 29 juin 2011.
- ☐ Qualification EC135 valide jusqu'au 30 novembre 2019.
- ☐ Dernier contrôle en vol le 19 septembre 2018.

Expérience

- ☐ Totale : 4 783 heures de vol, dont 3 282 en qualité de Commandant de bord.
- ☐ Sur type : 247 heures de vol, dont 230 en qualité de Commandant de bord.
- ☐ Dans les 3 derniers mois : 28 heures de vol.
- ☐ Dans les 7 derniers jours : 2 heures de vol.

Le pilote avait effectué environ 230 missions SMUH⁽⁴⁾ dans le cadre du SAMU 29.

Il était sous contrat avec la société Babcock, salarié comme pilote Commandant de bord SAMU pour 73 jours d'alerte par an et comme responsable commercial des marchés EMA (*European Military Aviation*) pour le secteur France.

Il travaillait alors sept jours par mois sur la base SAMU de Brest, puis le reste du mois il travaillait sur ses dossiers commerciaux.

Membre d'équipage technique (TCM)

Selon le paragraphe SPA.HERMS.130 du [règlement \(UE\) n°965/2012 \(dit « Air-OPS »\)](#), le membre d'équipage technique d'un Service médical d'urgence par hélicoptère (SMUH), a pour tâche d'assister le pilote, entre autres :

- ☐ Dans la fonction anti-collision avec d'autres aéronefs ou avec les obstacles, il doit signaler la présence d'aéronef en route convergente et les obstacles pouvant interférer avec la trajectoire de l'hélicoptère.
- ☐ Dans la sélection des sites d'atterrissage, il doit rechercher les zones de poser les plus appropriées aux besoins opérationnels et à la sécurité.
- ☐ Dans la détection des obstacles lors des phases d'approche et de décollage, il informe le pilote avec le plus de préavis possible.

Le TCM à bord de l'hélicoptère était salarié du SAMU 22 de Saint Brieuc (22). Il détenait la qualification de *Technical Crew Member* délivrée par l'opérateur Babcock, il était en renfort à Brest depuis le 9 mai 2019.

Il totalisait environ 520 h comme membre d'équipage technique sur EC135, 586 h totales sur hélicoptère dans cette fonction. Il n'avait pas de qualification de pilote hélicoptère.

⁽⁴⁾ SMUH, service médical d'urgence par hélicoptère.

⁽⁵⁾ Anglicisme utilisé pour désigner le « *surf des airs* ». Le pilote reste juste devant le relief (une falaise) sans s'en éloigner, en virant sans cesse de gauche et à droite.

2.3.2 Parapentiste

Le pilote était affilié à la Fédération française de vol libre (FFVL). Il pratiquait régulièrement le vol en parapente (*soaring*)⁽⁵⁾ et il était familier du site de la plage du Conquet.

La FFVL indique qu'elle ne dispose pas d'informations relatives à la formation et à l'expérience du pilote, celles-ci n'ont pas pu être établies par le BEA. Elle précise que pratiquer le *soaring* relève au moins du niveau du brevet initial.

2.4 Témoignages

2.4.1 Équipage

Lors de la prise en compte de la mission, l'équipage n'était pas informé d'un quelconque danger sur le site de l'intervention. Il connaissait par expérience un certain nombre de sites de pratique de parapente, dont la plage du Conquet.

Lorsque l'hélicoptère a abordé la plage, seul le parapentiste était en vol.

Les observations des membres d'équipage concordent entre elles et ont permis de confirmer une prise en compte des voiles de kitesurf sur la mer à gauche par le TCM, puis du parapente par le pilote sur la droite afin d'assurer l'anti-abordage. Lorsque le pilote a perdu de vue le parapentiste alors à sa droite et en arrière, il a demandé à la personne assise en arrière à droite de poursuivre la surveillance du parapentiste tant qu'elle le pouvait. Cette dernière n'a pas vu la chute du parapentiste.

2.4.2 Observateurs sur la plage et la zone d'envol des parapentes

Les témoignages de plusieurs personnes ayant ou non des connaissances sur la pratique du vol en parapente, positionnés en différents endroits de la plage, sont concordants. Ils indiquent que le parapentiste, qui était familier de la plage du Conquet et avait l'habitude d'utiliser sa voile Spiruline, évoluait en vol de pente. Les témoins indiquent que lorsqu'ils ont vu l'hélicoptère, ce dernier « *a surgi* » sur la plage et que le parapentiste a vraisemblablement lui-même été surpris de son arrivée. Certains ont tenté d'avertir le parapentiste du danger de l'arrivée de l'hélicoptère par des gestes et en criant. Les témoins ne rapportent pas de manœuvre particulière du parapentiste qui a continué à évoluer en route inverse de l'hélicoptère après que ce dernier est apparu depuis le bout de la plage, jusqu'à la fermeture de la voile. Certains témoins ajoutent que pour eux le parapentiste n'avait pas d'autre alternative que de poursuivre sa route en parallèle de la plage après l'apparition de l'hélicoptère.

Les témoins, sur la plage ou sur le relief, n'ont pas senti le souffle de l'hélicoptère, ou la turbulence de sillage.

2.4.3 Équipe de secours au sol

Le blessé sur la plage a été pris en charge par les pompiers du centre de secours local. L'équipe de sapeurs-pompiers sur place a sollicité un hélicoptère pour déplacer le blessé de la plage vers un parking proche où stationnait un Véhicule de secours et d'assistance aux victimes (VSAV) qui devait assurer le transfert du blessé vers un hôpital.

Lors de la prise de contact avant l'envol, entre le chef d'agrès du VSAV, le coordinateur SAMU et le pilote de l'hélicoptère, ce dernier a indiqué connaître la zone d'intervention.

Aucun des personnels présents sur le site de l'accident n'a pensé à s'assurer auprès des pratiquants de kitesurf et de parapente, ou du pilote de l'hélicoptère lui-même, que chacun était conscient de la présence des autres.

Le chef d'agrès indique avoir observé furtivement le parapente mais sans y porter une attention particulière puisqu'il ne lui semblait pas que cela amenait de danger dans son secteur d'intervention. Il indique également qu'aucun contact radio avec le pilote n'a eu lieu, malgré des essais de sa part avec son émetteur portatif. De son avis, il se peut que cela soit à cause de sa position éloignée par rapport au VSAV.

Le VSAV resté sur le parking au-dessus de la plage disposait d'un moyen radio amovible / portatif permettant de communiquer avec le pilote ou avec le Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS).

L'enquête de sécurité a relevé des difficultés récurrentes de communication radiophonique entre les pilotes et les secours au sol. Bien que les moyens de radiocommunication soient disponibles à bord de quasiment tous les VSAV, les secours au sol ne sont pas tous spécifiquement formés aux échanges radio avec un hélicoptère. De plus, ils peuvent être hésitants à utiliser la radio parce qu'ils savent qu'il est de la responsabilité du pilote de choisir le site de l'atterrissage et que ce dernier adaptera son évolution en conséquence. Le bruit de l'hélicoptère lorsqu'il est à proximité du site d'intervention peut également altérer les communications. C'est la raison pour laquelle parfois les pilotes eux-mêmes ne contactent pas les équipes au sol.

2.5 Information sur les aéronefs

2.5.1 Hélicoptère Airbus EC135

L'EC135 est un hélicoptère bimoteur multi-missions. La société Babcock ne l'utilise qu'en version SMUH, i.e. quatre places assises avec un brancard. Le Commandant de bord (PF) est assis en place avant droite, le TCM en place avant gauche.

D'une masse maximale au décollage de 2 835 kg, l'EC135 est classé aéronef *Light*⁽⁶⁾ dans la catégorie des turbulences de sillage.

Avec une masse de 2 724 kg au moment du décollage, l'hélicoptère était dans les limites de masse et centrage sur l'ensemble du vol.

2.5.2 Parapente

La voile du parapente était une Spiruline EZ 24, de catégorie B⁽⁷⁾. C'est une aile souple en tissu résistant et léger. Elle est composée de nombreux « caissons » dans lesquels l'air s'engouffre essentiellement par dépression sur l'extrados afin de lui donner sa forme (gonflement). Ainsi, la pression dans la voile conditionne sa rigidité.

Selon le constructeur, la voile Spirule EZ 24 s'adresse à tout pilote y compris en phase d'apprentissage et elle est considérée comme ayant des caractéristiques de vol tolérantes. Elle offre en outre une résistance moyenne aux sorties du domaine de vol normal.

⁽⁶⁾ La catégorie *Light* inclut les aéronefs de masse maximale au décollage certifiée inférieure ou égale à 7 000 kg (OACI doc 4444 – Procédures pour les services de la navigation aérienne).

⁽⁷⁾ Voile dite standard selon l'homologation European Norm (EN), qui classe les voiles de la catégorie voile école/débutant (A) à voile de compétition (D).

Le concepteur indique cependant que la plupart des voiles de parapente, comme la plupart des voiles souples, sont sensibles aux variations de vitesse air. La présence d'ascendances thermiques, qui génèrent des changements de vitesse air, peut entraîner des fermetures de voiles, même pour des variations de vitesse air de 5 à 10 m/s. Un changement brusque de la direction de la vitesse air peut perturber l'alimentation en air des caissons et donc la pression à l'intérieur de la voile et par conséquent sa rigidité ; la voile verra sa portance modifiée voire annulée, soit en partie sur une demi-aile (frontale asymétrique) ou totalement jusqu'au collapse, décrit comme la fermeture d'un livre par les témoins.

La FFVL indique que lors de leur formation, les parapentistes sont informés des dangers que représente le souffle des rotors. La FFVL préconise aux parapentistes de s'éloigner de l'environnement d'évolution de l'hélicoptère jusqu'à 500 m voire de se poser dès que ces derniers entendent ou voient un hélicoptère. Cette vigilance doit être particulière en montagne car les interventions d'hélicoptère pour secourir des pilotes accrochés en falaise sont assez fréquentes.

Lors de la formation des pilotes, la turbulence de sillage est abordée et ce pour tous les types d'aéronef y compris celle des parapentes et des hélicoptères. Sur le plan théorique il s'agit d'une analyse succincte du vortex aérodynamique de bout d'aile illustrée par des supports vidéos.

La turbulence de sillage est souvent rencontrée par les pilotes lors de vols en grappes (plusieurs parapentes en vol très proche), ou lors des croisements en vols de pente.

2.6 Opérateur de l'hélicoptère

La société Babcock disposait d'un certificat de transport aérien (CTA) en application du [règlement \(UE\) n° 2018/1139](#) concernant les licences de transporteurs aériens.

La société opère des hélicoptères bimoteurs certifiés mono-pilote en vol VFR de jour et de nuit.

Les pilotes de la société doivent justifier d'une expérience aéronautique importante lors de leur recrutement. Ils doivent entre autres montrer une capacité d'adaptation à la pratique du vol car les types d'intervention en secours ne sont jamais les mêmes. Les interventions peuvent se faire en fonction des contrats, de jour et de nuit, dans des zones géographiques variées incluant des plaines, des zones montagneuses, des étendues d'eau ou des zones urbaines.

2.7 Mission de secours

2.7.1 Définition

Les opérations de SMUH ne peuvent être effectuées que dans le cadre d'un agrément délivré par l'autorité compétente (agrément SPA.HERMS). Ces vols SMUH ont pour but de faciliter l'assistance médicale d'urgence, lorsqu'un transport immédiat et rapide est essentiel. Le transport peut inclure du personnel médical, des fournitures médicales, des personnes malades ou blessées et d'autres personnes directement concernées. L'équipage minimal pour les vols SMUH est composé d'un pilote et d'un membre d'équipage SMUH.

Les interventions des SMUH (et plus généralement des SMUR) sont de deux types :

- ☐ les interventions primaires correspondent à la prise en charge d'un patient qui n'est pas déjà admis dans un hôpital en n'importe quel lieu (ex: domicile, lieu de travail, voie publique, etc.) ;
- ☐ les interventions secondaires (ou transferts inter-hospitaliers) correspondent au transfert d'un patient d'un hôpital vers un autre hôpital.

2.7.2 Reconnaissance de site

Pour une mission de secours à personne, l'atterrissage et le décollage sur un site d'exploitation SMUH est possible sans autorisation préalable du propriétaire et sans déclaration à l'autorité compétente (code de l'aviation civile, article D 132-6-1).

Le choix du site d'exploitation SMUH est rarement laissé à l'initiative du Commandant de bord. Bien souvent, il dépend du lieu où se trouve la personne à secourir ou du positionnement de l'équipe de première intervention. Néanmoins, il est de la responsabilité du Commandant de bord en arrivant sur une zone, d'effectuer une reconnaissance de l'aire d'atterrissage pour s'assurer de son accessibilité et éventuellement de refuser cette dernière et d'en soumettre une autre présentant un niveau de sécurité compatible avec l'exploitation de l'hélicoptère.

À cet effet, chaque hélicoptère est équipé d'une radio Antares sur les fréquences 150 MHz ou 80 MHz. Elle permet au pilote de communiquer avec l'équipe de secours au sol, de la prévenir de l'atterrissage imminent et de prendre connaissance d'éventuels dangers comme des obstacles particuliers avant l'atterrissage.

Le manuel d'exploitation de Babcock indique que la reconnaissance d'aire de poser permet au Commandant de bord de prendre en compte tous les éléments aérologiques et environnementaux afin d'en déduire les meilleurs axes d'atterrissage, de décollage, les profils associés et le point de poser.

À une distance correspondant à un angle fort d'approche, le pilote effectue un 360° autour de l'aire de poser à une hauteur comprise entre 300 ft et 500 ft. Selon le vent et la physionomie de l'aire de poser, le 360° peut être réduit à un 180°.

Au cours de la phase de reconnaissance, le pilote doit assurer la sécurité « *air* », en prenant en compte en particulier :

- ☐ la présence d'autres aéronefs dans le volume d'évolution ;
- ☐ la présence d'oiseaux.

Il doit également assurer la sécurité « *sol* », et entre autres

- ☐ s'assurer de l'absence à proximité immédiate de matériel, véhicule, personnes, pouvant être soufflés ;
- ☐ déterminer la direction du vent ;
- ☐ déterminer la trajectoire de l'approche et du décollage en fonction du vent et des obstacles.

À la suite de cette reconnaissance de site, le pilote prend la décision d'atterrir ou non. S'il choisit d'atterrir, le pilote annonce sa décision au TCM en indiquant l'axe d'approche et le type d'approche, et lui demande s'il a des questions sur le plan d'action.

Tant que les éléments de sécurité ne sont pas clairement identifiés, le pilote ne peut pas atterrir en sécurité. En cas de doute il est recommandé de faire un autre passage de reconnaissance et sur un autre axe d'approche, voire de choisir une autre aire d'atterrissage.

Dans la pratique, l'exploitant attend de l'équipage que la prise de décision d'accepter ou refuser d'atterrir voire de trouver une autre aire de poser soit prise rapidement, en sécurité. L'équipage doit ainsi réaliser la mission au profit des secours aussi rapidement que possible, tout en assurant un haut niveau de sécurité.

2.8 Turbulence de sillage

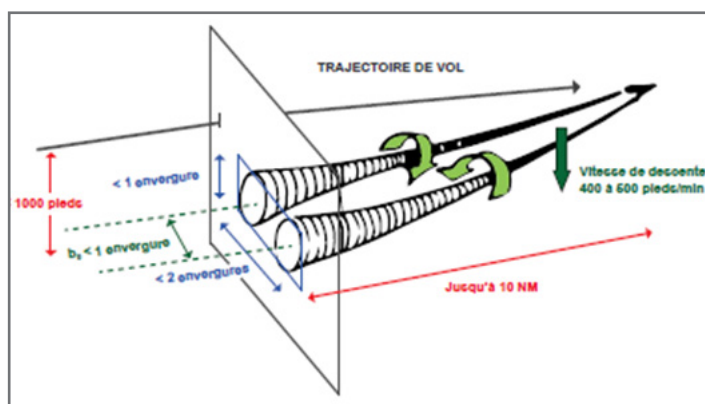
2.8.1 Description du phénomène

La portance d'un aéronef génère un phénomène parasite appelé turbulence de sillage. Il prend naissance aux extrémités de la surface portante. Dans ces zones, des mouvements de l'air apparaissent depuis l'intrados (zone de surpression) vers l'extrados (zone de dépression), générant deux tourbillons marginaux.

Les tourbillons possèdent les caractéristiques suivantes :

- ☐ ils n'existent que lorsque l'aéronef est porté par l'air ;
- ☐ ils sont bien organisés aux faibles vitesses de l'aéronef (phase de décollage, d'approche, d'atterrissage) ;
- ☐ ils sont importants si la charge alaire est élevée (masse élevée, surface voilure faible) ;
- ☐ ils sont importants si l'allongement est faible (envergure relativement faible par rapport à la corde de profil comme pour les avions d'arme).

Le comportement des tourbillons est influencé par certaines conditions atmosphériques, notamment la turbulence atmosphérique, la température ambiante (en particulier son gradient vertical). Des conditions atmosphériques calmes favorisent la persistance des tourbillons; au contraire la turbulence atmosphérique accélère leur désintégration. En atmosphère calme, les tourbillons marginaux peuvent persister plusieurs minutes après le passage de l'aéronef, en descendant sous sa trajectoire. Les tourbillons se déplacent sous l'influence du vent et ne sont pas visibles à l'œil nu (sauf dans des conditions atmosphériques très particulières).



Source : STAC, 2016

Figure 4 : Tourbillons de sillage

2.8.2 Turbulence de sillage avion et hélicoptère

Tous les aéronefs en vol génèrent de la turbulence de sillage.

Les trois principaux risques engendrés par la rencontre avec une turbulence de sillage sont le roulis induit par les vitesses du tourbillon, les variations d'altitude et les contraintes sur la structure.

De la même manière qu'un avion, un hélicoptère génère une turbulence de sillage en vol d'avancement. Les pales du rotor principal, assurant la sustentation et la propulsion, sont les équivalents mobiles des ailes fixes d'avion. Les pales du rotor en rotation, par leur profil et leur incidence, modifient la pression de l'air localement et génèrent des tourbillons.

Une distinction dans la dénomination est généralement faite entre les modifications aérologiques d'un hélicoptère en stationnaire, appelées souffle rotor ou *downwash* (dans ce cas un flux d'air descendant est généré par le rotor principal), et les modifications aérologiques d'un hélicoptère en vitesse d'avancement appelées turbulences de sillage ou *wake-vortex* (dans ce cas le flux d'air modifié derrière l'hélicoptère se rapproche des turbulences de sillage d'un avion avec deux tourbillons principaux).

Le risque associé au souffle rotor est bien connu des pilotes car lorsque l'hélicoptère passe à travers son propre sillage, il y a un risque de décrochage des pales et de perte de contrôle de l'appareil (VORTEX).



Source : STAC, 2016

Figure 5 : Turbulences de sillage hélicoptère

2.8.3 Connaissance et sensibilisation aux turbulences de sillage hélicoptère

Alors que la communauté hélicoptère est sensibilisée au souffle rotor, comme en témoignent les manuels de vol, le risque engendré par la turbulence de sillage semble mal connu et peu pris en compte. Le BEA a pris l'initiative lors d'une réunion autour de professionnels pilotes et exploitants français de voilures tournantes, organisée postérieurement à l'accident, d'interroger les participants pour savoir qui au sein de cette communauté prenait en compte la turbulence de sillage. Il apparaît par cette consultation que 90 % d'entre eux n'en tiennent pas compte. Pour certains d'entre eux la turbulence de sillage n'est pas à prendre en compte par celui qui va la créer, mais par celui qui doit l'éviter.

Peu d'études ont été réalisées sur les turbulences de sillage générées par les hélicoptères, en comparaison du nombre d'études sur les turbulences de sillage avion. Cependant, à partir de 1979, quelques études se sont attachées à mesurer ou estimer les caractéristiques des turbulences de sillage hélicoptère :

1. 1979, Air Force Flight Dynamics Laboratory, A method for assessing the impact of the wake vortices on USAF operations: estimation de la direction et la force de la turbulence de sillage des hélicoptères, dans le but d'évaluer les procédures d'exploitation des aéroports desservis à la fois par des avions et par des hélicoptères.
2. 1996, Basset, Modeling of the dynamic inflow on the main rotor and the tail components in helicopter flight mechanics: modélisation des vitesses induites par le rotor principal, et effet des vortex sur le rotor principal et la structure arrière.
3. 1999, Köpp, Wake-vortex characteristics of military-type aircraft measured at Airport Oberpfaffenhofen using the DLR laser doppler anemometer: étude expérimentale des caractéristiques des turbulences de sillage avion et hélicoptère par mesure lidar.
4. 2007, Matayoshi and all, Flight-test evaluation of a helicopter airborne lidar: comparaison entre des mesures lidar et anémométriques du downwash d'un hélicoptère en stationnaire proche du sol, simulant des turbulences atmosphériques pour la phase de validation de la fiabilité des mesures du lidar
5. 2017, Jimenez-Garcia and all, Helicopter wake encounters in the context of RECAT-EU: application de la méthodologie de catégorisation des avions, par rapport à leurs turbulences de sillage, aux hélicoptères

Les études 1 et 3 indiquent que les vitesses maximales induites par la turbulence de sillage d'un avion de type Boeing 707 en configuration atterrissage sont 30 % supérieures à celles d'un hélicoptère de type AS330-Puma. La masse d'un Boeing 707-300 est de l'ordre de 140 t et celle d'un Puma est de l'ordre de 7 t.

Il est également mentionné dans l'étude 1 que :

- ☐ *"the turbulence level in the vortices trailed behind a rotor, should be larger than that in the vortices trailed behind airplanes even in the landing approach configuration";*
- ☐ *"the vertical wake strength trailed behind a HH-53 flying at 60 knots is similar to that trailed behind a KC-135 or Boeing 707 in landing approach";*
- ☐ *"the HH-53 helicopter at 38,000 pounds is not a «heavy» configuration according to the FAA separation criteria; the strength of the vertical wake it trails while flying at 60 knots is similar to that behind a KC-135 or Boeing 707 in landing approach".*

L'étude 5 indique que la décroissance de la circulation de la turbulence de sillage d'un hélicoptère de type CH-53, en fonction de la distance, est équivalente à celle d'un Boeing 737-500. La masse maximale d'un CH-53 est de l'ordre de 20 t, tandis que celle d'un Boeing 737-500 est de l'ordre de 60 t.

Le BEA n'a pas eu connaissance d'étude spécifique sur les turbulences de sillage d'EC135.

2.8.4 Règles de séparation

Pour minimiser les rencontres dangereuses lors des phases de décollage et d'atterrissage, des règles d'espacement entre aéronefs sont définies. Aujourd'hui, au niveau international comme au niveau national, les aéronefs sont classifiés dans des catégories en fonction de leur masse maximale au décollage et non pas du type d'aéronef.

Au niveau européen les règles de séparation sont définies dans le paragraphe « *ATS TR.220 Application of wake turbulence separation* » du [règlement \(EU\) n° 2017/373 annexe 4](#). Les aéronefs sont classés en quatre catégories définies dans les AMC. Certains aéroports, contraints en termes de capacité, mettent en œuvre des séparations réduites, fondées sur une classification d'aéronefs différente. Cependant, il n'existe pas en France de réglementation en matière de séparation entre un aéronef et un hélicoptère, que ce soit en stationnaire ou en vol d'avancement.

La réglementation anglaise⁽⁸⁾ préconise une zone de sécurité autour d'un hélicoptère en stationnaire, fondée sur l'expérience opérationnelle, d'un diamètre de trois fois le diamètre du rotor de l'hélicoptère générateur. Cet ordre de grandeur est cohérent avec les résultats d'études précédemment menées par le STAC et devrait être publié prochainement à l'OACI lors de la révision du document Procédures pour les services de navigation aérienne (Doc 4444).

Selon l'autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni (CAA UK), les contrôleurs aériens et les pilotes devraient prendre en considération la turbulence de sillage des hélicoptères en circulation près du sol sur une piste en service et appliquer les minimums de séparation appropriés en fonction de la turbulence de sillage (*apply the appropriate wake turbulence separation minima*). La réglementation américaine mentionne également qu'en vol d'avancement les hélicoptères génèrent une forte turbulence de sillage (2014, FAA, *Advisory Circular on Aircraft wake turbulence*⁽⁹⁾), sans prescrire de séparation en distance ou en temps entre avions légers et hélicoptères, mais tout en suggérant un effet autour de l'hélicoptère sur une distance de trois diamètres rotor autour de l'hélicoptère.

En application de la réglementation actuellement en vigueur en France, le pilote utilisant les règles de vol VFR (ou IFR en approche à vue) doit s'assurer lui-même de l'évitement de la turbulence de sillage et donc maintenir une séparation suffisante avec l'aéronef qui le précède. Par radio, le pilote peut recevoir des informations de trafic sur des aéronefs au décollage ou en approche qui risquent de générer de la turbulence de sillage.

2.8.5 Accidentologie liée aux turbulences de sillage hélicoptère

Les rencontres avec de la turbulence de sillage doivent faire, selon la réglementation européenne, l'objet d'une notification d'événements auprès de l'autorité de surveillance. Ces événements font alors l'objet d'un suivi et les incidents les plus notables ou les événements récurrents font l'objet d'analyses approfondies afin de faire évoluer au besoin la réglementation.

⁽⁸⁾ CAA, 2014, *Aeronautical information Circular AiC P 3/2014Wake Turbulence, Civil Aviation Administration*.

⁽⁹⁾ https://www.faa.gov/documentLibrary/media/AdvisoryCircular/AC_90-23G.pdf

Une recherche documentaire fait apparaître des accidents et incidents pour lesquels la turbulence de sillage d'un hélicoptère a été considérée comme facteur contributif (voir [annexe 1](#)). L'analyse de ces événements montre qu'ils ont tous eu lieu aux abords immédiats du circuit d'aérodrome voire sur les pistes elles-mêmes, entre des avions légers et des hélicoptères légers.

Certains de ces rapports portaient des recommandations mais toujours en lien avec le contrôle et la circulation aérienne.

2.9 Simulation de la turbulence de sillage du F-HTIN

2.9.1 Modélisation de la turbulence de sillage de l'hélicoptère

La concomitance du passage de l'hélicoptère avec la chute du parapentiste a amené le BEA à s'interroger sur la potentielle contribution de l'hélicoptère à l'accident et au risque associé à sa présence.

Le BEA a sollicité Airbus Helicopters Deutschland afin de modéliser la turbulence de sillage de l'hélicoptère. Le BEA a également sollicité une société d'aide à la modélisation (Iviation) ainsi que les différents témoins de l'accident et l'équipage de l'hélicoptère (pilote et TCM) afin d'estimer la trajectoire du parapente, ce dernier n'étant pas équipé d'un système d'enregistrement de position.

Une simulation complète a été produite par la combinaison des résultats obtenus. Elle a permis de confirmer que la turbulence de sillage de l'hélicoptère avait atteint le parapentiste.

La trajectoire de l'hélicoptère enregistrée par le calculateur Hélisafe a été utilisée dans le cadre de ces travaux. La fiche de masse et centrage de l'hélicoptère était également disponible. Les observations météorologiques au moment de l'accident, produites par Météo-France, ont corroboré les témoignages des parapentistes dans la zone.

Outils de simulation

De manière générale, il existe peu d'outils disponibles pour modéliser la turbulence de sillage des hélicoptères. Les constructeurs utilisent des moyens de simulation numérique lors de la conception et de l'optimisation aérodynamique, mais leurs applications sont généralement limitées à la propagation de la turbulence aux alentours de l'hélicoptère (environ quelques diamètres rotor), pour étudier notamment les effets des turbulences de l'hélicoptère sur lui-même. Les outils de modélisation aérodynamique d'Airbus qui existaient au moment de l'accident ne permettaient pas complètement de modéliser le flux d'air dans l'environnement plus large de l'hélicoptère. Aussi, un outil de simulation nouvellement industrialisé a dû être adapté afin d'étudier la génération et propagation des turbulences de sillage.

La turbulence de sillage étant essentiellement générée par le rotor principal, seul ce dernier a été modélisé et étudié. Ce travail a été bâti en deux étapes :

1. Utilisation du modèle général disponible de l'EC 135 pour déterminer les attitudes et vitesses du rotor principal à partir de la trajectoire enregistrée de l'hélicoptère.
2. Utilisation des attitudes et vitesses du rotor dans l'outil de simulation des turbulences de sillage pour déterminer la propagation de cette dernière.

Ces deux étapes ont permis de calculer une distribution de pressions et de vitesses air à l'arrière de la trajectoire de l'hélicoptère.

Plusieurs méthodologies sont possibles pour calculer les variations de pression et vitesse de l'air. Pour représenter le rotor, Airbus a sélectionné la méthodologie *Freewake*, qui permet de modéliser au mieux les interactions des flux locaux et d'intégrer des calculs en limitant la dissipation numérique pendant une plus longue période temporelle. Cette méthodologie utilisée avait été validée par Airbus lors de simulations pour un autre type d'hélicoptère, et également lors d'une comparaison avec des essais expérimentaux en soufflerie.

Application au cas de l'événement

Pour la modélisation, la longueur de la turbulence de sillage a été limitée à 230 m, considérée négligeable au-delà, et la simulation a été lancée sur une période de 28 s.

Le vent a été pris selon les estimations de Météo-France et les témoignages des personnes présentes sur le site de l'accident, c'est-à-dire un vent de 15 kt venant du 330°. La masse prise pour les simulations était comprise entre 2 300 kg et 2 750 kg, ce qui a permis de déterminer la force de portance.

La visualisation de la turbulence de sillage en arrière du rotor principal montre que le vent poussait la turbulence générée vers la falaise, et notamment vers la position de chute du parapentiste.



Source : IWIATION

Figure 6 : Propagation de la turbulence de sillage calculée représentée par un flux bleu

La position du parapente a été estimée dans un premier temps en corrélant les témoignages des personnes présentes sur site et le témoignage de l'équipage de l'hélicoptère. De plus, une reconstitution a été effectuée plusieurs mois plus tard avec l'application Iwiation, dans les mêmes conditions de marée. Les témoins, positionnés au même endroit que lors de l'événement, ont eu la possibilité d'indiquer sur une tablette les positions estimées de l'hélicoptère et du parapente, en pointant sur l'environnement réel. Le pilote et le TCM ont pu refaire le vol de l'événement depuis le cockpit grâce à une technologie de réalité augmentée tout en commentant différents instants du vol. La combinaison des données dans Iwiation a permis de confirmer la trajectoire du parapente.

En complément, une analyse photogrammétrique de deux photos prises par un témoin depuis la plage (voir [Figure 2](#) témoin photographe) a permis d'affiner la trajectoire du parapente et de la synchroniser avec la trajectoire de l'hélicoptère. Cela a été possible uniquement sur les dernières treize secondes (temps entre les deux photos), en supposant que la dernière position du parapente en vol était à la verticale de son point de chute. L'utilisation de ces photos a également permis d'estimer l'orientation du parapente par rapport à l'hélicoptère.



Source : BEA

Figure 7 : Illustration dans l'aviation du point de vue du pilote de l'hélicoptère

Après le recoupement des différents témoignages, l'aviation estime l'incertitude sur le positionnement du parapente de trois mètres en vertical et cinq mètres en horizontal.

2.9.3 Conclusion sur la simulation

La simulation des turbulences de sillage de l'hélicoptère réalisée par le constructeur a montré que ces dernières, transportées par le vent du nord-ouest, se sont propagées depuis le milieu de la plage jusqu'à la falaise lors de l'approche finale de l'hélicoptère.

La simulation montre que la turbulence de sillage de l'hélicoptère a croisé la trajectoire du parapente. Les vitesses air induites de la turbulence dans l'environnement immédiat du parapentiste avant et au moment de sa chute ont atteint des valeurs supérieures à celles de l'amplitude des variations supportables par la voile, tout en ayant des directions et des amplitudes variables. La poursuite du vol dans ces conditions était vraisemblablement impossible.

3 - CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

Scénario

L'hélicoptère a été appelé en mission de secours pour prendre en compte une personne blessée sur la plage du Conquet.

3.1 La reconnaissance rapide de site

3.1.1 Approche vers la plage

Le pilote, expérimenté, avait réalisé de nombreux vols et des approches sur des sites en dehors des aérodromes et il était familier de l'environnement entre Brest et Le Conquet. La mission du jour semblait simple dans son exécution. Lors de la préparation du vol, il a acquis les éléments (météorologie, espaces aériens) qui lui ont permis de prendre la décision de décoller. Il n'a pas reçu d'informations particulières de danger sur le site d'intervention. Dès l'envol, il a suivi une route directe vers la zone de récupération du blessé et a opté pour une aire d'atterrissage sur la plage au plus près de ce dernier.

Du fait de la courte durée du vol, le pilote a choisi une hauteur de vol peu élevée pour lui permettre de rejoindre rapidement le site. Pour cette même raison, le pilote a choisi de faire une approche semi-directe et sous un angle de descente constant qui l'a amené à un début de descente à 2 Nm travers est du site. Cette trajectoire a alors restreint son champ visuel à la plage, masquée par le relief qui la borde, quelques arbres hauts et des maisons.

Le pilote et le TCM ont noté alors la présence de kitesurfs sur la gauche tandis que le pilote poursuivait son approche. Lorsqu'il a passé les derniers reliefs et qu'il s'est présenté en finale, le pilote a vu le parapente, en avant de lui et à sa droite. Le pilote a assigné à chacune des personnes embarquées une tâche pour s'assurer de l'anti-collision avec les différentes voiles.

L'hélicoptère était à 170 ft au-dessus de plage, le parapente devant lui à environ 300 m à sa droite.

3.1.2 Approche finale sur la plage

Le choix d'effectuer une approche semi-directe sous un angle constant, sans reconnaissance du site par un passage à la verticale ne laissait au pilote qu'un choix restreint d'évolutions à partir du moment où il a observé les kitesurfs et le parapente.

Deux options se présentaient à lui : remettre les gaz pour se présenter de nouveau sur la plage avec un nouveau plan d'action, ou poursuivre l'approche finale jusqu'au poser. Il a rejeté la remise de gaz, pensant que la turbulence générée par le souffle de l'hélicoptère pouvait perturber le vol du parapente. Il a considéré que le risque pour le parapentiste était moindre à poursuivre l'atterrissage sur l'aire de posé identifiée car il avait le visuel sur ce dernier à droite de l'hélicoptère, légèrement plus bas.

Une arrivée à la verticale, voire sous un angle fort d'approche comme préconisée par le manuel de l'exploitant, aurait vraisemblablement alerté le parapentiste de l'arrivée de l'hélicoptère et des risques associés. Une telle arrivée aurait également laissé la possibilité au pilote de l'hélicoptère de prendre une autre trajectoire pour éviter le rapprochement avec le parapentiste. Le sentiment de maîtrise de la situation par le pilote, lié à son expérience, a vraisemblablement occulté la nécessité de prendre le temps d'analyser les obstacles par une reconnaissance complète de l'aire de poser.

La mise en place vers la plage ne présentait pas de difficultés majeures pour le pilote. Arrivé sur la plage, il a découvert presque brutalement une nouvelle situation avec des difficultés associées. Cette gestion de risques à court terme a placé l'équipage dans une impasse relative avec comme seules sorties la remise de gaz ou la poursuite de la trajectoire jusqu'à l'atterrissage mais dans des conditions défavorables (souffle, espace d'évolution restreint).

3.1.3 Évolution du parapentiste

Le parapentiste était en vol de pente, il évoluait le long de la plage proche de la falaise en faisant des allers et retours. Il est vraisemblable qu'il n'a perçu l'hélicoptère que lorsqu'il volait vers le sud, l'hélicoptère étant alors à sa droite, plus haut. Bien que des témoins tentaient de l'alerter de la présence de l'hélicoptère, il ne pouvait uniquement le voir que lors de son évolution face au sud. Son champ d'évolution était alors restreint.

Dans cette configuration, le parapentiste ne pouvait ni virer à gauche ce qui l'aurait amené face au relief, légèrement au-dessus et avec du vent arrière, ni virer à droite du fait de la présence de l'hélicoptère. De plus il est vraisemblable que le parapentiste, qui évoluait à faible hauteur, n'a pas voulu descendre rapidement en fermant sa voile au risque de se blesser. Une descente dans l'idée d'atterrir en vent arrière n'offrait que peu de sécurité.

Par conséquence et dans l'hypothèse où le parapentiste a identifié la présence de l'hélicoptère en trajectoire contraire et a pris en compte le risque associé, il est vraisemblable qu'il a souhaité continuer sur sa trajectoire, cette solution présentant le moindre risque.

L'absence de manœuvre de la part du parapentiste peut également indiquer qu'il n'avait pas conscience du danger que représentait à cet instant la turbulence de sillage qui, compte tenu du vent, allait être rabattue vers la falaise.

3.2 La non prise en compte des turbulences de sillage

Comme les contrôleurs aériens et d'autres pilotes, le pilote d'hélicoptère a reçu, lors de sa formation initiale, une information sur la turbulence de sillage d'un aéronef, essentiellement prise en compte dans l'environnement restreint que représente un aérodrome. Cette information est notamment orientée sur les distances de séparation entre aéronefs.

⁽¹⁰⁾ Cette notion est reprise dans « GM1 to AMC7 ATS. TR.220 Application of wake turbulence separation ».

De plus, les pratiquants de l'aéronautique associent souvent la puissance de la turbulence de sillage à la taille de l'aéronef alors qu'en réalité la turbulence de sillage engendrée par un hélicoptère sera plus grande qu'un avion de même masse⁽¹⁰⁾. Ainsi, les pilotes ne pensent en général pas aux conséquences associées à la turbulence de sillage. De plus, leur attention se porte essentiellement sur les risques liés au souffle du rotor, prenant soin d'éviter de souffler des objets voire des personnes.

Le souffle de l'hélicoptère s'exprime généralement comme de l'air propulsé par le rotor, vers le bas, et dans l'environnement immédiat de l'hélicoptère. En opposition la turbulence de sillage se propage en arrière de l'hélicoptère et a tendance à descendre. Le pilote, qui avait estimé que l'anti-collision était assurée au moment où il a aperçu le parapentiste à sa droite et plus bas, n'a pas réalisé que la turbulence de sillage provoquée par son hélicoptère se déplacerait vers le parapente, poussée par le vent.

Dans la réglementation et les normes internationales, la catégorie des aéronefs liés à la turbulence de sillage n'est valable que pour les avions et elle est fonction de leur masse. Des études ont été initiées, mais peu ont été prises en compte, pour tenter de classer les hélicoptères en fonction de la puissance de leur turbulence de sillage au lieu de leur masse. Les pilotes qui n'associent les catégories de turbulence qu'à la masse des aéronefs, ont ainsi tendance à assimiler un hélicoptère à un avion de taille équivalente, occultant les dangers de la turbulence de sillage.

Des rapports d'enquête de sécurité ont mis en avant la turbulence de sillage comme facteur contributif voire comme cause d'accident. Certains de ces rapports ont amené des autorités à informer les pratiquants des dangers de la turbulence de sillage, à promouvoir cette information, et parfois à envisager que des études sur la turbulence de sillage soient entreprises pour mieux classer les hélicoptères.

3.3 Facteurs contributifs

À l'arrivée sur le lieu d'intervention, au moment où le pilote a identifié le parapentiste à sa droite et les voiles de kitesurf à sa gauche, l'éventail de choix d'évolutions pour l'hélicoptère et le parapente est devenu restreint. Le parapentiste, même informé du danger que représente la turbulence de sillage, ne pouvait ni éviter de la croiser, ni atterrir.

Lorsque le parapente a croisé la turbulence de sillage de l'hélicoptère, cette dernière a entraîné la fermeture de la voile et la chute du parapente jusqu'au sol. L'évolution à faible hauteur du parapentiste ne lui a pas permis de récupérer la situation.

Ont contribué à la faible séparation entre l'hélicoptère et le parapente :

- ☐ La reconnaissance de site inadéquate, préalable à l'atterrissage, qui n'a pas permis au pilote de voir le parapentiste suffisamment tôt ni à ce dernier d'être possiblement alerté de la présence de l'hélicoptère.
- ☐ La décision d'une approche semi-directe effectuée à basse hauteur par le pilote qui a restreint la zone d'évolution du parapente.

3.4 Enseignements de sécurité

Connaissance du phénomène de turbulence de sillage

Même si dans le cas présent, une connaissance accrue du phénomène de turbulence de sillage n'aurait probablement pas changé les intentions du pilote sur le choix de sa trajectoire, l'enquête a cependant mis en évidence un manque d'étude spécifique et une absence d'information générale de ce phénomène au sein de la communauté des voilures tournantes avec pour conséquence :

- ☐ une méconnaissance du risque associé aux turbulences de sillage de l'hélicoptère sur les aéronefs alentour dans des zones d'évolutions restreintes ;
- ☐ une absence de consignes particulières adressées aux pilotes sur la dangerosité des turbulences de sillage des hélicoptères évoluant fréquemment près d'autres aéronefs.

Les actions de sensibilisation sur le risque associé aux turbulences de sillage d'un hélicoptère seraient plus efficaces si une information sur l'ordre de grandeur de ces turbulences comparativement à celles des avions de masse comparable était fournie. Ce thème fait l'objet d'une recommandation de sécurité (voir [S4](#))

Afin de partager avec la communauté aéronautique la prise en compte du risque associé aux turbulences de sillage d'un hélicoptère, une vidéo réalisée par le BEA est disponible sur son [site internet](#).

Consignes de sécurité en présence d'un hélicoptère

Le Réseau sécurité des vols France (RSVF), mis en place par la Direction de la sécurité de l'aviation civile (DSAC) et piloté par la Mission d'évaluation et d'amélioration de la sécurité (MEAS), regroupe des entités chargées de la sécurité des exploitants français (compagnies aériennes, exploitants d'hélicoptères, ateliers de maintenance, aéroports, services de la navigation aérienne, etc.). Il permet des échanges directs entre ces entités, non seulement lors de réunions régulières mais aussi dans le cadre d'un réseau « *social* » privatif.

Au sein du réseau spécifique « *exploitants d'hélicoptères* », une fiche réflexe a été créée offrant des consignes à destination du personnel au sol pour sécuriser l'accueil d'un hélicoptère sur un site d'intervention (Voir [annexe 2](#)).

Elle mentionne entre autres items :

- ☐ De veiller en permanence la fréquence air/sol avant l'arrivée sur zone de l'hélicoptère lorsque des moyens radio sont disponibles et, si possible, de ne jamais interrompre une liaison radio avec un hélicoptère sans son accord.
- ☐ De signaler au pilote toute présence de danger à proximité de l'aire de poser (câbles, antennes, autres aéronefs, parapentes, etc.)

La DSAC a indiqué au BEA que cette fiche avait été partagée et diffusée au sein des services de sapeurs-pompiers et qu'elle devrait être prochainement disponible sur le site internet de la DGAC. La DSAC a indiqué au BEA que des discussions étaient en cours avec l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) pour une diffusion plus large de cette fiche.

Mesures prises à la suite de cet accident par l'exploitant

À la suite de l'accident, Babcock a mené des actions de promotion de la sécurité spécifiques qui viennent compléter l'enseignement déjà fait depuis plusieurs années concernant les principes du TEM⁽¹¹⁾ et les consignes de reconnaissance, en particulier lors des missions sur site d'exploitation. Elles visent à mettre en œuvre une méthode de conduite du vol favorisant la détection/anticipation des menaces et l'adaptation du plan d'action.

Lors de sessions d'entraînements et contrôles périodiques (ECP) adressées au personnel navigant (pilotes et TCM) les points suivants ont également été complétés pour mieux préparer et sensibiliser les équipages :

- ☐ Turbulences de sillage des hélicoptères.
- ☐ Reconnaissances de site.
- ☐ Retour d'expérience sur l'accident du F-HTIN.

Babcock a révisé son manuel d'exploitation en ce qui concerne la reconnaissance de site et plus particulièrement la reconnaissance Air avec la prise en compte possible de parapentes.

4 - RECOMMANDATIONS

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

4.1 Turbulence de sillage hélicoptère

Lors de l'enquête sur cet accident, plusieurs documents ont été étudiés, notamment des textes réglementaires, des manuels d'instruction et des études réalisées sur la turbulence de sillage.

Bien que peu d'études se soient attachées à spécifiquement comparer les caractéristiques des turbulences de sillage avion et hélicoptères, les études identifiées par le BEA suggèrent que les turbulences de sillage des hélicoptères sont équivalentes à celles d'avions de masse nettement plus importante.

De plus, les manuels destinés à l'instruction des pilotes privés avion et ULM mentionnent des dangers provoqués par la turbulence de sillage engendrée par des avions de transport ou, de façon générale, par des aéronefs à voilure fixe. Il n'est pas précisé l'importance et les dangers de la turbulence de sillage générée par les hélicoptères alors que celle-ci peut être relativement plus importante que celle d'un avion de masse comparable.

Des rapports d'enquête de sécurité mentionnent la turbulence de sillage comme facteur contributif voire comme cause d'accident. Certains de ces rapports ont amené des autorités à informer des dangers de la turbulence de sillage, à promouvoir cette information, et parfois à envisager que des études sur la turbulence de sillage soient entreprises pour mieux classer les hélicoptères.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **considérant le danger associé à la turbulence de sillage générée par le déplacement des hélicoptères même légers ;**
- **considérant la méconnaissance de la communauté aéronautique (exploitants, pilotes et autorités de certification) sur la turbulence de sillage associée au déplacement des hélicoptères ;**

L'AESA, en coordination avec les principaux constructeurs d'hélicoptères européens, évalue des ordres de grandeur des turbulences de sillage générées par un hélicoptère par comparaison à un avion de masse équivalente et partage ces informations pour sensibiliser la communauté aéronautique.

[Recommandation FRAN 2021-007]

Rapports d'événements aériens en lien avec la turbulence de sillage

- ❑ [Accident d'un parapente impliquant l'hélicoptère AW109SP immatriculé HB-ZRW survenu le 23 juin 2016 en Suisse](#) : chute d'un parapentiste, méconnaissance de la turbulence de sillage d'un hélicoptère et des dangers associés. Une sensibilisation des pilotes (hélicoptère et parapente) a été faite par la rédaction d'un document des bonnes pratiques entre hélicoptère et parapente.
- ❑ [Incident grave de l'avion Aero AT-3 immatriculé HB-SRC et de l'hélicoptère Robinson R66 immatriculé HB-ZOK survenu le 12 août 2016 en Suisse](#) : perte de contrôle à l'atterrissage. La turbulence de sillage d'un hélicoptère est vraisemblablement la cause de l'accident. L'autorité d'enquête recommande à l'office suisse en charge de l'aviation civile (OFAC) de garantir que les pilotes et les autres personnes impliquées dans les opérations de vol soient instruites et sensibilisées quant aux turbulences de sillage des hélicoptères et aux dangers qu'elles génèrent.
- ❑ [Accident d'un parapente impliquant l'hélicoptère EC 120 B immatriculé HB-ZFM survenu le 28 décembre 2016, en Suisse](#) : chute d'un parapente, la turbulence de sillage de l'hélicoptère peut être un facteur contributif.
- ❑ [Accident du Piper PA-28 immatriculé G-BRWO survenu le 26 août 2016 au Royaume-Uni](#) : basculement de l'avion à l'atterrissage probablement causé par la turbulence de sillage d'un hélicoptère Sikorsky S76 qui venait d'atterrir devant l'avion. Une recommandation a été émise pour que l'autorité de l'aviation civile émette des consignes claires pour alerter les avions des dangers à évoluer derrière un hélicoptère.
- ❑ [Accident de l'Air Création Racer 503 SL identifié 83-IA survenu le 8 janvier 1998 en France](#) :
 - La perte de contrôle, ayant abouti à l'accident, est causée par l'entrée de l'ULM dans la turbulence de sillage générée par l'hélicoptère AS332 Super Puma le précédant.
 - Lors de l'enquête sur cet accident, plusieurs documents ont été étudiés, notamment des textes réglementaires et des manuels d'instruction. Le Règlement de la Circulation Aérienne (RCA 3, § 5.6.6.2. « augmentation des espacements en raison de la turbulence de sillage ») prévoit la séparation des aéronefs à l'atterrissage et au départ en fonction de leur masse. Les illustrations accompagnant le texte présentent des turbulences de sillage engendrées par des avions, sans faire état d'hélicoptères. Les manuels destinés à l'instruction des pilotes privés avion et ULM mentionnent des dangers provoqués par la turbulence de sillage engendrée par des avions de transport ou, de façon générale, par des aéronefs. Il n'est pas précisé l'importance et les dangers de la turbulence de sillage générée par les hélicoptères. Le BEA a recommandé que la DGAC s'assure que, dans les textes réglementaires et les documents à caractère pédagogique, les hélicoptères soient explicitement désignés comme aéronefs pouvant induire des turbulences de sillage au même titre que les avions, et que l'importance de celles-ci soit précisée.

- En application de l'arrêté du 13 mars 1992 relatif aux procédures de rédaction et de communication des plans de vol déposés (FPL), la catégorie de turbulence de sillage d'un aéronef est indiquée sur ce document au moyen de l'une des lettres L, M ou H. Selon ce texte, l'aéronef appartient à l'une ou l'autre de ces catégories en fonction de sa masse. Cependant, il apparaît que l'hélicoptère produit une turbulence de sillage sensiblement supérieure à celle d'un avion de masse équivalente. Ainsi, la seule masse de l'aéronef ne constitue pas un critère suffisant pour quantifier l'importance de la turbulence de sillage générée. En conséquence, le BEA a recommandé que la DGAC, éventuellement en concertation avec les JAA, étudie la définition de nouveaux critères de classement des hélicoptères en catégories de turbulence de sillage selon l'importance de la turbulence de sillage effectivement produite.

Consignes de sécurité en présence d'un hélicoptère

La présence sur intervention d'un ou plusieurs hélicoptères nécessite une vigilance accrue au regard de la sécurité du personnel et de la zone d'intervention.

1 Procédure radio et protection individuelle



- Veiller en permanence la fréquence air/sol avant l'arrivée sur zone de l'hélicoptère. Si possible, ne jamais interrompre une liaison radio avec un hélicoptère sans son accord !
- Protéger vos yeux des débris volants et de la poussière.
- Protéger vos oreilles du bruit.
- Être visible, mettre un gilet haute visibilité.
- Ne pas fumer aux abords de l'appareil.

2 Choix d'une zone de poser



- Dimensions minimales de la zone de poser : **30 x 30 mètres**.
- Éviter les sols poussiéreux, sablonneux ou caillouteux, les surfaces meubles.
- Surface dure et à peu près plane, sans obstacle au sol de plus de 30 cm.
- Vérifier sur l'aire de poser retenue et sur ses abords, qu'aucun objet ne pourra s'envoler en présence du souffle ou être arraché (ex. : fenêtres partiellement ouvertes ou mal verrouillées, auvents, etc.).
- Si possible un axe dégagé, face au vent.



- De nuit :**
- Respecter les mêmes consignes que de jour.
 - Dimensions minimales de la zone de poser : **100 x 50 mètres**.
 - Ne pas éclairer l'hélicoptère à l'approche, comme au décollage.
 - De nuit les perceptions visuelles et sonores sont différentes, ne pas se faire surprendre.

3 Approche de l'hélicoptère

- Le personnel qui guide l'hélicoptère doit porter ses EPI (Gilet Haute Visibilité, casque, lunette).
- Un **personnel compétent doit être en contact** (VHF, FM, ANTARES, réseau GSM, etc.) avec l'hélicoptère lorsqu'il arrive sur la zone.
- Il doit se tenir dos au vent, les bras en l'air, en laissant la plus grande partie de la zone de poser libre devant lui.
- Signaler sa position au pilote via le cadran horaire.
- Signaler au pilote toute présence de danger à proximité de l'aire de poser (câbles, antennes, autres aéronefs, drones, parapentes, etc.).
- Durant l'approche finale, mettre un genou à terre, garder les bras levés en V, ne pas bouger et garder un contact visuel permanent avec le pilote.
- Aucune autre personne, objet ou véhicule ne doit se trouver sur l'aire d'atterrissage.



4 Poser de l'hélicoptère



Garder l'aire d'atterrissage propre

Le déplacement d'air produit par l'hélicoptère soulèvera et déplacera une étonnante variété d'objets. Le souffle peut projeter des graviers ou cailloux sur plus de 40 mètres ; ne garer aucun véhicule proche de la trajectoire et du point de poser.

- Vérifier que sur l'aire de poser retenue, et sur ses abords, aucun objet ne pourra s'envoler en présence du souffle.
- Le personnel se trouvant à proximité de l'aire de poser doit avoir sa veste boutonnée, ses poches fermées et ne pas porter de vêtements risquant de s'envoler, tels que casquette, écharpe...
- Il lui est conseillé de porter des lunettes pour éviter les projections dues au souffle du rotor.

5 Aux abords de l'hélicoptère

- Lorsque le rotor tourne :
 - Attendre que les patins (ou le câble si treuillage) aient touché le sol afin de décharger l'électricité statique accumulée par la machine.
 - Attendre l'**AUTORISATION** explicite du mécanicien ou du pilote (par le geste du pouce levé) pour approcher.
- En toute circonstance, l'abord est toujours réalisé par le secteur **AVANT** de l'hélicoptère pour :
 - **Rester en visuel de l'équipage.**
 - Ne s'approcher de l'hélicoptère rotors tournants uniquement sur accord de l'équipage.
 - Il faut attendre environ deux minutes après l'atterrissage pour que les rotors s'arrêtent. Durant ce temps, les personnes et les véhicules doivent rester à une distance sûre.
 - **Il convient dans tous les cas de suivre les instructions de l'équipage.**
 - Ne jamais aborder un hélicoptère par son secteur arrière.
 - Dans cette zone **DANGEREUSE** l'équipage ne peut vous voir.



Baissez-vous et ne courez pas en approchant.
Si vous transportez des objets assez longs, toujours les positionner à l'horizontale pour ne pas percuter les pales.

Attention aux dévers et aux talus.
Ils réduisent la garde entre le sol et les pales du rotor.
Toujours aborder l'hélicoptère par le côté aval.



Ne jetez jamais rien au voisinage d'un hélicoptère.

Les objets les plus innocents deviennent des projectiles mortels.

Il convient avant tout d'**ÉVITER TOUTE PRÉCIPITATION !!!**

Au départ de l'appareil, ne pas bouger jusqu'au décollage complet de l'hélicoptère (sauf ordres contraires).

6 À la mise en route

- Rester en vue du pilote afin de lui faire un signe d'urgence si besoin.
- Surveiller les alentours de la zone de poser.
- Interdire tout mouvement de personnel(s) ou de véhicule(s) tant que l'hélicoptère n'a pas décollé.



Réseau Sécurité des Vols France



Fiche réflexe Accueil Hélicoptère, RSVF