



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

Rapport d'enquête de sécurité



T-2022-01-A

Date de l'évènement
Lieu
Type d'appareil
Organisme

24 janvier 2022
Hélistation ministérielle d'Azur (Landes)
EC120 B - NHE Calliopé
Armée de Terre



AVERTISSEMENT

UTILISATION DU RAPPORT

Conformément à l'article L.1621-3 du code des transports, 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 aux engagements internationaux de la France, à l'esprit des lois et des règlements et relève de la seule 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

	François de Dijon, CC BY-SA 4.0	Page de garde
Figure 1	Armée de Terre	10
Figures 2 à 4	BEA-É	11 et 12
Figure 5	Gendarmerie nationale	12
Figure 6	Airbus Helicopters	15
Figure 7	RESEDA	17 et 18
Figures 8 à 10	Airbus Helicopters	19 à 21
Figure 11	Armée de terre	24

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS.....	5
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE.....	7
1.1. Déroulement du vol.....	7
1.2. Dommages corporels.....	8
1.3. Dommages à l'aéronef	8
1.4. Autres dommages	8
1.5. Renseignements sur l'équipage.....	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef	9
1.7. Conditions météorologiques	9
1.8. Aides à la navigation	10
1.9. Télécommunications	10
1.10. Renseignements sur l'hélistation.....	10
1.11. Enregistreurs de bord.....	11
1.12. Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'accident.....	11
1.13. Renseignements médicaux.....	13
1.14. Incendie.....	13
1.15. Questions relatives à l'organisation des secours	13
1.16. Essais et recherches	13
1.17. Renseignements sur les organismes.....	13
1.18. Techniques spécifiques d'enquête	15
2. ANALYSE.....	17
2.1. Expertises techniques.....	17
2.2. Séquence de l'évènement	23
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	23
3. CONCLUSION	29
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	29
3.2. Causes de l'évènement	29
4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE	31
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	31
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement	31

GLOSSAIRE

ALAT	Aviation légère de l'armée de Terre
BE	Base école
BTA	Boîte de transmission arrière
BTP	Boîte de transmission principale
COMALAT	Commandement de l'aviation légère de l'armée de Terre
CPL(H)	<i>Commercial pilot licence (helicopter)</i> – licence de pilote professionnel (hélicoptère)
DGA EP/DESA	Direction générale de l'armement - Essais propulseurs/division évaluation des systèmes aéropropulsifs
DGA EP/RESEDA	Direction générale de l'armement - Essais propulseurs/restitution des enregistreurs d'accidents
DGA TA	Direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques
EALAT	Ecole de l'aviation légère de l'armée de Terre
HOST	<i>Helicopter Overall Simulation Tool</i>
NHE	Nouvel hélicoptère école
PA	Pilote automatique
PG	Pas général
RAC	Rotor anticouple
6 ^e RHC	6 ^e régiment d'hélicoptères de combat
SĖCMA	Section d'évaluation des candidats aux métiers de l'aérocombat
TSIU	<i>Tactical Simulation Interface Unit</i>
VHF/UHF	<i>Very/ultra high frequency</i> – très/ultra haute fréquence

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 24 janvier 2022 à 14h30

Lieu de l'évènement : hélistation ministérielle d'Azur – commune de Léon (Landes)

Organisme : armée de Terre

Commandement organique : commandement de l'aviation légère de l'armée de Terre (COMALAT)

Unité : école de l'aviation légère de l'armée de Terre (EALAT) / base école (BE) - 6^e régiment d'hélicoptères de combat (6^e RHC) de Dax

Aéronef : EC120 B - NHE¹ Calliopé immatriculé F-HBKB

Nature du vol : instruction

Nombre de personnes à bord : 1

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'une séance de la phase d'instruction de base, un moniteur et un élève-pilote de la base école de l'EALAT de Dax effectuent des exercices de stationnaire avec et sans pilote automatique (PA), des tours de piste et des approches sur l'hélistation ministérielle d'Azur, à environ 20 km au nord-ouest de la base de Dax. Jugeant le niveau de l'élève-pilote suffisant, le moniteur réalise le briefing en vue de son premier vol solo en tour de piste, vérifie l'engagement des deux chaînes du PA et s'éloigne de l'hélicoptère. Un deuxième EC120 avec un autre équipage moniteur et élève-pilote est au sol à une cinquantaine de mètres, de l'autre côté de la piste revêtue, en vue d'assurer la surveillance de l'élève-pilote qui va réaliser son vol solo. Il est prévu qu'il décolle immédiatement après lui.

L'élève-pilote effectue les vérifications cabine puis initie la mise en stationnaire. Dès que les patins ont quitté le sol, l'hélicoptère part en rotation en lacet à gauche. Cette rotation s'accélère, et après plus d'un tour et des oscillations en roulis et en tangage, le patin droit touche le sol et provoque le basculement de l'hélicoptère sur son flanc droit. Une fois celui-ci immobilisé, le moniteur aide l'élève-pilote à actionner le levier coupe-feu et à évacuer l'aéronef.

L'hélicoptère est fortement endommagé, l'élève-pilote et le moniteur sont indemnes.

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 technique du BEA-É ;
- un pilote ayant une expertise sur EC120 ;
- un mécanicien ayant une expertise sur EC120 ;
- un médecin breveté supérieur de médecine aéronautique.

Autres experts consultés

- direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA EP)/division évaluation des systèmes aéropropulsifs (DESA) ;
- DGA EP/restitution des enregistreurs d'accidents (RESEDA) ;
- direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques (DGA TA) ;
- Airbus Helicopters ;
- Safran Electronics and Defense.

¹ NHE : nouvel hélicoptère école.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : circulation aérienne militaire à vue (CAM V)

Type de mission : premier vol solo supervisé

Dernier point de départ : aérodrome de Dax-Seyresse (LFBY)

Heure de départ : 13h58

Point d'atterrissage prévu : aérodrome de Dax-Seyresse (LFBY)

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le vol prévu est la séance B17 de la phase de base 1 du stage initial d'officier pilote d'hélicoptère de l'ALAT². C'est l'avant-dernière séance de cette phase qui en comporte 18 et le premier vol solo de l'élève-pilote y est prévu. La séance suivante est le contrôle de fin de phase. Les 7 premières séances de la phase de base 1 sont réalisées au simulateur.

Le vol est planifié initialement à 11 heures sur l'hélistation de Herm. Des contraintes internes à la société Helidax, qui réalise la maintenance et la mise à disposition des hélicoptères de l'EALAT de Dax, amènent l'équipage à le reporter au début d'après-midi sur l'hélistation d'Azur, d'abord à 13 heures puis finalement à 14 heures.

L'équipage réalise le briefing entre 10 heures et 11 heures puis va déjeuner. Avant le vol, l'élève-pilote réalise un devis de masse et centrage et le présente au moniteur.

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

Le moniteur et l'élève-pilote réalisent la première partie de la séance en double commande. Les exercices se déroulent comme prévu : stationnaires avec et sans PA, tours de piste et approches sur l'hélistation d'Azur. Cette phase de la séance constitue environ 30 minutes de vol.

Jugeant le niveau de l'élève-pilote suffisant, le moniteur prévient la base de Dax sur la fréquence sécurité que son premier vol solo en tour de piste va avoir lieu. Rotor tournant, sur l'hélistation d'Azur, il réalise le briefing de cet exercice et prépare la cabine. Avant de s'éloigner de l'hélicoptère, il vérifie l'engagement des deux chaînes du PA (roulis et tangage).

Un deuxième EC120 avec un autre équipage moniteur et élève-pilote est au sol à une cinquantaine de mètres, dans l'herbe de l'autre côté de la piste revêtue, en vue d'assurer la surveillance de l'élève-pilote qui va réaliser son vol solo. Il est prévu qu'il décolle immédiatement après et reste en liaison radio avec lui.

L'élève-pilote réalise les actions en cabine en vue du vol, vérifie l'engagement des deux chaînes du PA, place le cyclique au neutre et appuie sur le bouton « *trim release* » du manche pour corriger la légère dérive latérale à gauche du PA apparue en raison du temps passé au sol.

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

L'élève-pilote commence à tirer le pas général (PG) pour amorcer la mise en stationnaire. Le patin gauche se soulève en premier, puis quelques secondes après, le patin droit. Des oscillations sur les axes de roulis puis de tangage apparaissent. Simultanément, l'hélicoptère part en lacet à gauche et cette rotation s'accélère progressivement. Après plus d'un tour autour de l'axe de lacet, le patin droit heurte le sol et provoque le basculement de l'hélicoptère sur son flanc droit. Le rotor principal et la poutre de queue se brisent.

Le moniteur vient aider l'élève-pilote à actionner le levier coupe-feu et à évacuer. L'hélicoptère est fortement endommagé, l'élève-pilote et le moniteur sont indemnes.

² Selon le programme de formation C AER 1 1 4 PILINI OPH du 28 février 2020.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Landes (40)
 - commune : Léon
 - coordonnées géographiques : N 43°48'18"/O 001°15'19"
 - hauteur du lieu de l'évènement : au sol
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : hélistation ministérielle d'Azur

1.2. Dommages corporels

L'élève-pilote et le moniteur sont indemnes.

1.3. Dommages à l'aéronef

L'hélicoptère est fortement endommagé.

1.4. Autres dommages

L'autre hélicoptère présent sur l'hélistation n'a subi aucun dommage.

1.5. Renseignements sur l'équipage

1.5.1. Moniteur

- Âge : 53 ans
- Unité d'affectation : EALAT / BE 6^eRHC / 4^e brigade
- Fonction dans l'unité : moniteur EC120
- Formations :
 - qualifications : CPL(H)³, FI(H)⁴, EC120
 - école de spécialisation : EALAT de Dax (1992)
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont EC120	sur tout type	dont EC120	sur tout type	dont EC120
Total (h)	5 200	1 200	119	119	17	17

- Date du précédent vol : 21 janvier 2022

1.5.2. Élève-pilote

- Âge : 26 ans
- Unité d'affectation : EALAT / BE 6^eRHC / 4^e brigade
- Fonction dans l'unité : élève-pilote
- Formations :
 - qualification : aucune
 - école de spécialisation : EALAT de Dax (en cours)
- Heures de vol comme pilote :

	Total			Dans le semestre écoulé			Dans les 30 derniers jours		
	sur tout type	dont EC120	dont simulateur EC120	sur tout type	dont EC120	dont simulateur EC120	sur tout type	dont EC120	dont simulateur EC120
Total (h)	17	17	7	17	17	7	17	17	7

- Date du précédent vol : 21 janvier 2022

³ CPL(H) : *Commercial pilot licence (helicopter)* – licence de pilote professionnel (hélicoptère).

⁴ FI(H) : *Flight instructor (helicopter)* – instructeur hélicoptère.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de Terre
- Propriété : société Helidax
- Commandement d'affectation : COMALAT
- Aérodrome de stationnement : aérodrome de Dax-Seyresse (LFBY)
- Unité d'affectation : BE 6^eRHC
- Type d'aéronef : EC120 B – NHE Calliopé

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	EC120 B – NHE Calliopé	1573	7 387	GV ⁵ : 2 404
Moteur	Turboméca Arrius 2F	34690	6 931	RG ⁶ module 1 : 561 RG module 2 : 2 404

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur. L'aéronef est navigable.

1.6.2. Performances

Les performances de l'aéronef dans les conditions du jour sont compatibles avec la mission envisagée.

1.6.3. Masse et centrage

La masse de l'aéronef au décollage de Dax est de 1 515 kg, pour une masse maximale de 1 715 kg. Au décollage du vol solo de l'élève-pilote, la masse de l'aéronef est de 1 378 kg. Le centrage est dans les limites autorisées lors de l'ensemble des vols effectués.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-34
- Quantité de carburant au décollage : 216 kg
- Quantité de carburant au moment de l'évènement : 164 kg

1.6.5. Autres fluides

L'huile de lubrification du moteur est du type O-156. L'huile de lubrification de la boîte de transmission principale et de la boîte de transmission arrière est du type O-155. Le fluide hydraulique est du type H-537.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les prévisions réalisées par la base de Dax à 6 heures le jour de l'évènement indiquent pour 14 heures un vent variant entre le 060° et le 090° pour 3 à 5 nœuds, pas de rafale, pas de phénomène significatif, une visibilité supérieure à 10 kilomètres, une pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer de 1 028 hectopascals et une température de 7 °C.

1.7.2. Observations

Les observations sont conformes aux prévisions. Le vent enregistré à Dax à l'heure de l'évènement varie du 360° au 010° pour 2 à 4 nœuds. L'hélistation d'Azur n'est pas dotée de station météo mais les observations des pilotes présents à l'heure de l'évènement sont similaires.

⁵ Grande visite : effectuée tous les 144 mois (12 ans) sur EC120 B.

⁶ Révision générale : effectuée sur chacun des deux modules de l'Arrius 2F lorsqu'ils atteignent 3 500 heures de fonctionnement.

1.8. Aides à la navigation

L'EC120 B est équipé d'un système GNS 430 W qui intègre un récepteur GPS⁷.

1.9. Télécommunications

L'EC120 B dispose de deux postes radio : un poste VHF⁸-4000^E et un poste UHF⁹ KFS599A/KTR909.

Au moment de l'évènement, le pilote est sur la fréquence de sécurité du contrôle de Dax dédiée aux appareils en instruction et sur la fréquence d'auto-information de l'hélistation d'Azur, sur laquelle se trouve également l'autre EC120 chargé de sa supervision.

Le moniteur débarqué au sol ne dispose pas de radio portative pour communiquer avec son élève. Avant de se poser et de débarquer, il a prévenu la base de Dax sur la fréquence sécurité que le lâcher solo allait avoir lieu. En effet, le contact radio avec la base de Dax n'est pas possible depuis le sol à cette distance.

1.10. Renseignements sur l'hélistation

L'hélistation ministérielle d'Azur est située à 20 kilomètres au nord-ouest de Dax-Seyresse et à 4 kilomètres au nord-ouest de Magescq. Elle est affectée à titre principal et unique à l'armée de Terre¹⁰ pour la formation des élèves-pilotes de l'ALAT. Elle dispose d'une piste revêtue de 600 mètres de long sur 24 mètres de large orientée 14/32, d'un taxiway en dur et de deux bandes en herbe de part et d'autre de la piste revêtue. Elle est dotée d'une salle de cours située à proximité du seuil 32.

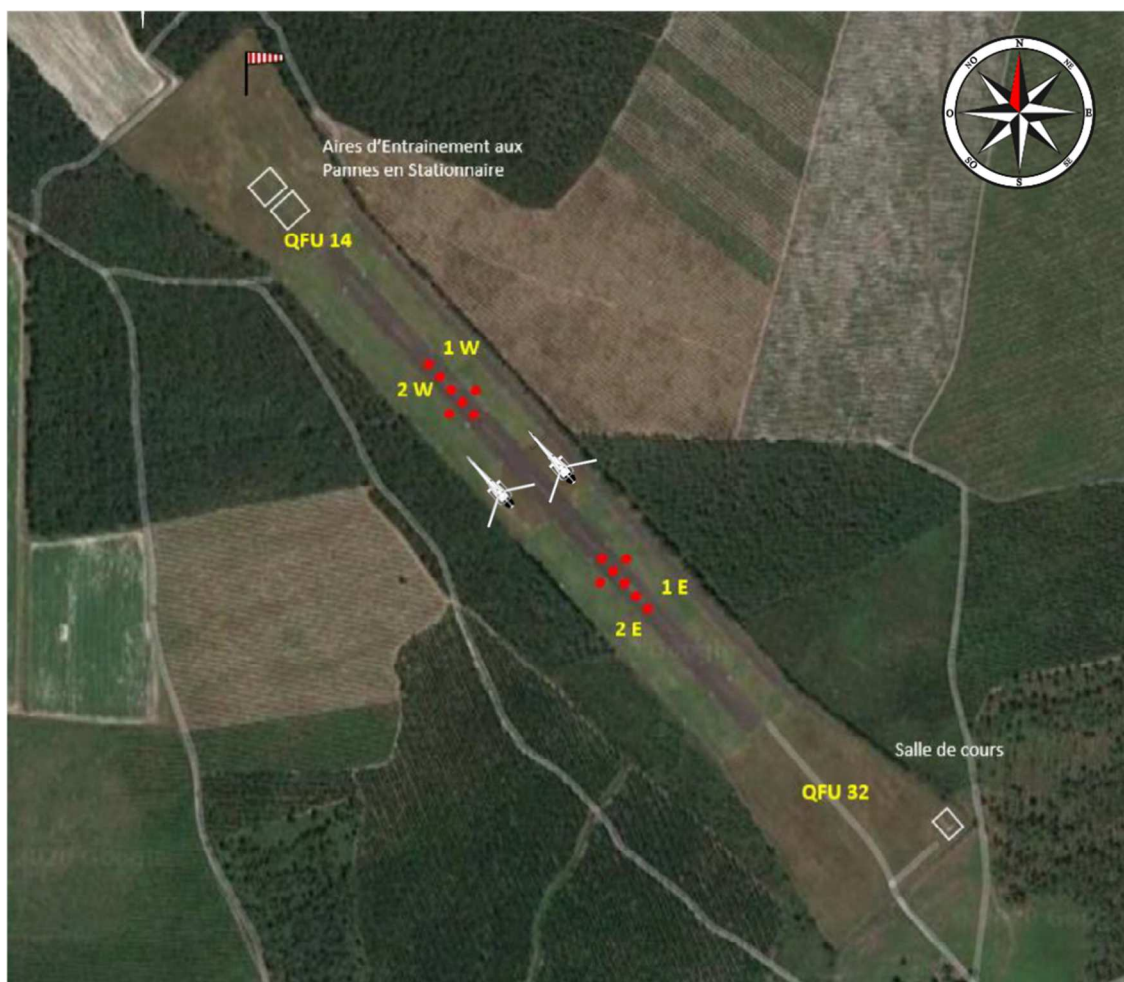


Figure 1 : vue satellite de l'hélistation d'Azur¹¹ et position des aéronefs au moment de l'évènement

⁷ GPS : *Global positioning system* – système de positionnement global.

⁸ VHF : *Very high frequency* – très haute fréquence.

⁹ UHF : *Ultra high frequency* – ultra haute fréquence.

¹⁰ Arrêté du 27 juillet 2007 portant création, affectation et mise en service des hélistations d'Azur (Landes), de Castets (Landes), de Herm (Landes), de Pontonx (Landes) et de Tinon (Landes).

¹¹ Extrait du manuel d'exploitation (MANEX) ALAT.

1.11. Enregistreurs de bord

L'EC120 B ne dispose d'aucun enregistreur de données d'accident ni de voix, mais il est équipé d'un enregistreur de maintenance UMS¹² « Brite Saver ». Celui-ci enregistre sur un support non durci (carte SD) et à une fréquence de 1 Hertz un nombre limité de paramètres dont l'assiette, l'inclinaison et le cap. Les données du vol de l'accident sont exploitables.

Une vidéo montrant le décollage de l'hélicoptère depuis l'extérieur a également été récupérée. Elle est exploitable mais ne montre pas l'hélicoptère jusqu'à l'accident.

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

1.12.1. Examen de l'aéronef

L'hélicoptère repose sur son flanc droit. La poutre de queue et la transmission arrière sont cassées. Les pales du rotor principal sont disloquées. La béquille est séparée de la poutre de queue. Le plan fixe horizontal droit est cassé. L'extrémité arrière droite du patin droit est tordue. Au moment des constatations, la commande de lacet est intègre et toujours en capacité de transmettre les ordres du palonnier au rotor anticouple (RAC).

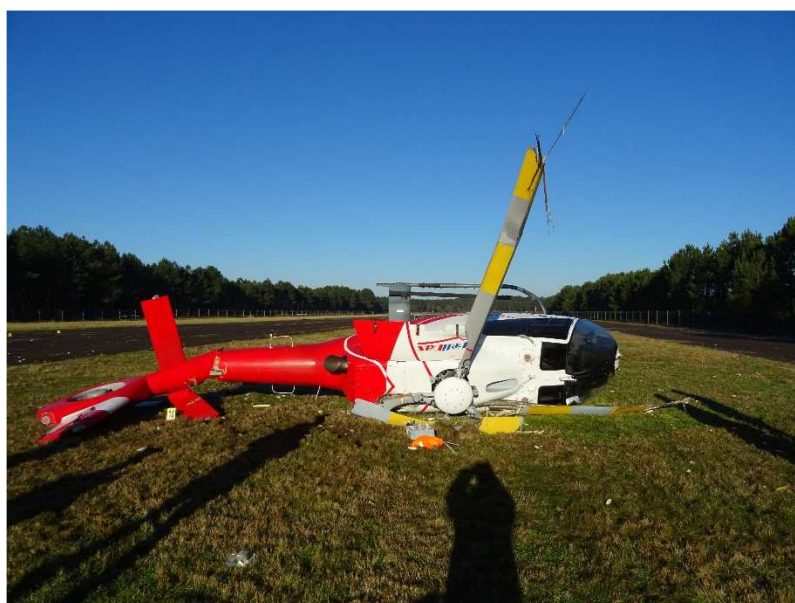


Figure 2 : vue générale de l'hélicoptère



Figure 3 : patin droit tordu

¹² Usage and monitoring system : système de surveillance de l'usage d'un aéronef .

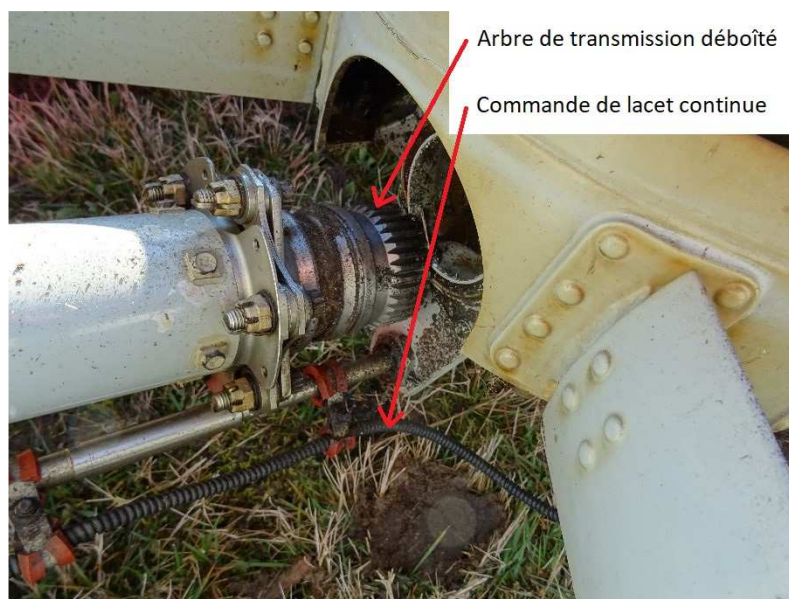


Figure 4 : commande de lacet continue

1.12.2. Examen de la zone de l'accident

La zone de l'accident est jonchée de débris provenant pour la plupart des pales du rotor principal. Certains de ces débris ont été projetés sur la piste revêtue. Les masselottes d'équilibrage du rotor principal ont été retrouvées dans la forêt au nord de l'enceinte de l'hélistation, à plus d'une centaine de mètres. La terre de la zone de l'accident est marquée en plusieurs endroits :

- des stries parallèles apparaissent près du rotor principal et semblent avoir été causées par les pales ;
- un trou est présent sous les patins de l'hélicoptère ;
- un autre trou, plus petit, est visible à l'aplomb de la béquille de queue.

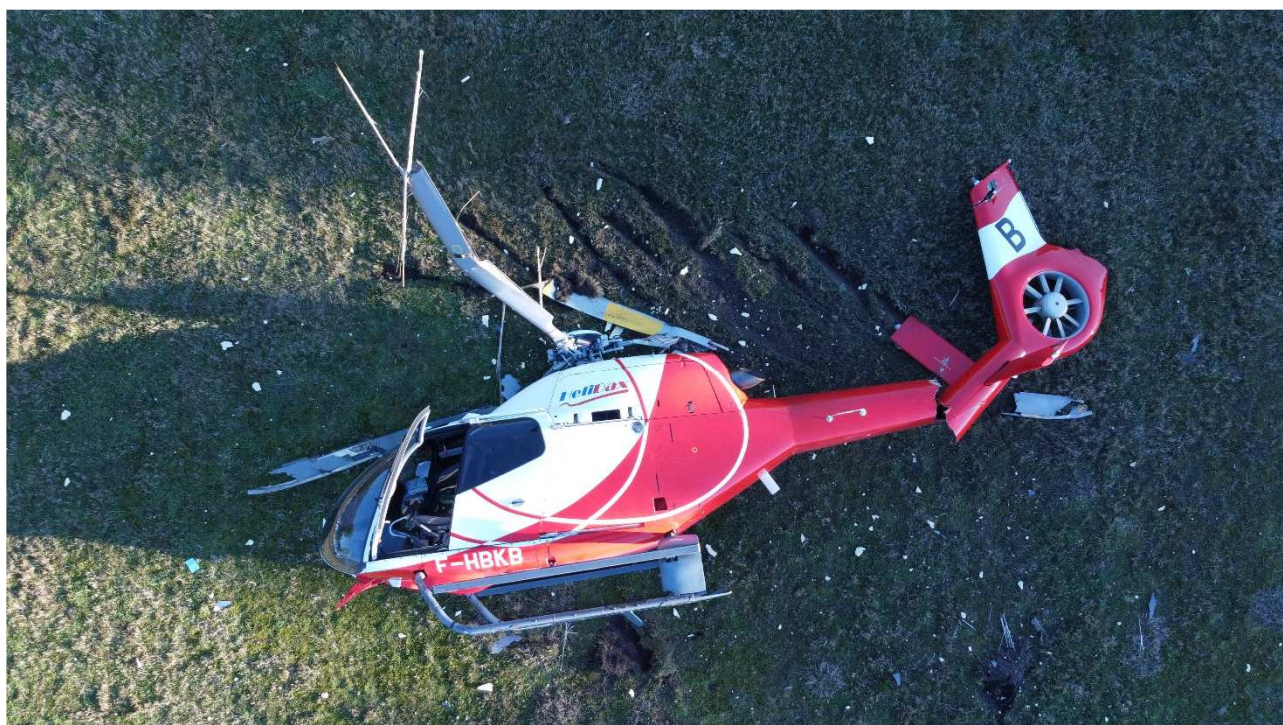


Figure 5 : vue aérienne de la zone de l'accident

1.13. Renseignements médicaux

1.13.1. Moniteur

- Dernier examen médical :
 - type : visite médicale périodique (VMP) du 17 novembre 2021 (en référence à la visite au centre d'expertise médicale du personnel navigant¹³ (CEMPN) du 31 août 2021)
 - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : aucune

1.13.2. Élève-pilote

- Dernier examen médical :
 - type : VMP du 27 septembre 2021 (en référence à la visite au CEMPN du 26 mars 2021)
 - résultat : apte
- Examens biologiques : effectués
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré sur l'hélicoptère accidenté. Un extincteur est présent dans un container fermé à clé et situé entre le taxiway et la clôture d'enceinte de l'hélistation mais le moniteur n'a pas la clé avec lui.

1.15. Questions relatives à l'organisation des secours

Une fois l'aéronef immobilisé, le moniteur aide l'élève-pilote à actionner le levier coupe-feu et à évacuer. Environ une minute après, le deuxième EC120 décolle et prévient la base de Dax sur la fréquence sécurité. Le contrôleur appelle immédiatement l'officier de sécurité des vols (OSV) puis les opérations à 14h35. Les pompiers de la base sont alertés à 14h39 et envoient un véhicule sur les lieux sans diminuer le niveau SSLIA¹⁴ de la base. Les pompiers civils sont alertés via le centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS) à 14h57.

Des membres de la société Helidax arrivent sur le site de l'accident en voiture une trentaine de minutes après l'accident. Un véhicule des pompiers de la base les rejoint immédiatement suivi par plusieurs véhicules de pompiers civils puis la gendarmerie. Enfin, l'OSV est déposé sur les lieux par un autre EC120 à 15h03.

Après un bilan par les pompiers civils, l'élève-pilote est transféré à l'antenne médicale de la base de Dax. Le moniteur s'y rend le lendemain.

1.16. Essais et recherches

Les fluides prélevés sur l'aéronef ont été analysés par DGA EP/DESA.

Les données du UMS et la vidéo ont été exploités par DGA EP/RESEDA et par Airbus Helicopters.

Le pilote automatique a été expertisé par Safran Electronics & Defense.

L'analyse des facteurs organisationnels et humains a été menée par le BEA-É.

1.17. Renseignements sur les organismes

1.17.1. EALAT Dax

La mission principale de l'EALAT de Dax consiste à réaliser la formation initiale des pilotes d'hélicoptères des trois armées, de la gendarmerie et de l'armée belge (depuis 2006). La formation est dispensée sur la base du programme civil de formation de pilote professionnel d'hélicoptère. L'école a été certifiée ATO¹⁵ par la direction générale de l'aviation civile (DGAC). Elle est donc autorisée à former les élèves-pilotes pour l'obtention de la licence CPL(H).

¹³ Selon l'instruction ministérielle n° 3300/DEF/EMAT/OAT/BEMP du 8 octobre 2014 relative à l'aptitude médicale des spécialistes navigants et non navigants liés à la mise en œuvre des aéronefs habités et non habités de l'armée de Terre.

¹⁴ SSLIA : service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs.

¹⁵ ATO : *Approved Training Organization* – organisme de formation agréé.

L'école reste cependant orientée vers le métier de pilote militaire avec une formation d'aérocombattant spécifique. Elle est également chargée de la formation des moniteurs pilotes et des instructeurs sur simulateur de vol. Toutes les formations sont dispensées par les moniteurs d'active ou de réserve de l'école exclusivement sur EC120.

1.17.2. Société Helidax

Implantée sur l'aérodrome de Dax, la société Helidax fournit des heures de vol sur EC 120 pour la formation initiale des pilotes d'hélicoptère dans le cadre d'un contrat de partenariat avec le Ministère des Armées depuis 2008 au profit du 6^e RHC et des élèves pilotes. Propriétaire des EC 120, elle assure la gestion du maintien de navigabilité et la maintenance de cette flotte. En 2019, Helidax a étendu son périmètre d'activités en remportant le contrat de maintenance des 18 hélicoptères Fennec de l'ALAT.

1.17.3. Section d'évaluation des candidats aux métiers de l'aérocombat

La section d'évaluation des candidats aux métiers de l'aérocombat (SÉCMA) a vu le jour en 1977 dans le but de limiter le taux d'échec en formation à l'ESALAT de Dax (école de spécialisation de l'ALAT, ancienne appellation de l'EALAT BE 6^e RHC) qui pouvait atteindre jusqu'à 50 % avant sa création. Les premiers résultats s'avérant probants, il fut décidé en 1981 de pérenniser cette sélection et de créer officiellement "l'antenne de sélection ALAT". Aujourd'hui appelée SÉCMA, sa mission est de sélectionner diverses spécialités d'aérocombattants :

- les météorologues, les contrôleurs de la sécurité aérienne et les préparateurs missions ;
- les mécaniciens navigants ;
- les pilotes de drones tactiques du 61^e régiment d'artillerie ;
- les pilotes d'hélicoptères et d'avions.

L'objectif de la SÉCMA est de mesurer le potentiel des candidats à réussir leur stage de formation initiale et de donner satisfaction dans leur emploi opérationnel. Il s'agit donc d'évaluer l'adéquation entre les aptitudes d'un candidat et la spécialité demandée.

1.18. Techniques spécifiques d'enquête

Le « *Brite Saver* » n'enregistrant pas la position des commandes, Airbus Helicopters a utilisé le modèle numérique Helicopter Overall Simulation Tool (HOST)¹⁶ de l'EC120 afin de remonter à celles-ci et servir à l'analyse des facteurs organisationnels et humains conduite par le BEA-É. Ainsi, des simulations numériques inverses ont été réalisées en partant de l'attitude de l'hélicoptère (assiette, roulis, lacet) pour obtenir les actions du pilote sur le cyclique latéral, le cyclique longitudinal, le PG et le palonnier.

Comme le « *Brite Saver* » n'enregistre les données qu'une fois par seconde, Airbus Helicopters les a complétées en exploitant la vidéo de l'accident afin de déterminer avec plus de précision l'attitude de l'hélicoptère au cours de l'évènement. Vingt-trois images ont été extraites de la vidéo et un profil en 3 dimensions d'un EC120 y a été superposé. En utilisant une matrice de transfert recalée avec la position finale de l'épave et certains points caractéristiques connus de l'arrière-plan (bordures des pistes), il a été possible de remonter à l'assiette, au roulis et au lacet pour ces vingt-trois images. Une loi d'interpolation polynomiale a ensuite été appliquée pour relier ces vingt-trois points, et les données issues du « *Brite Saver* » ont été ajoutées pour compléter la fin de l'évènement qui n'est pas visible sur la vidéo.

Les données d'attitude extraites de la partie de la vidéo montrant l'hélicoptère correspondent à celles du « *Brite Saver* », validant la méthode employée. Ces données ont ensuite servi à alimenter le modèle HOST pour réaliser les différentes simulations, dont la justesse est évaluée par le degré de correspondance entre l'attitude simulée et l'attitude réelle.

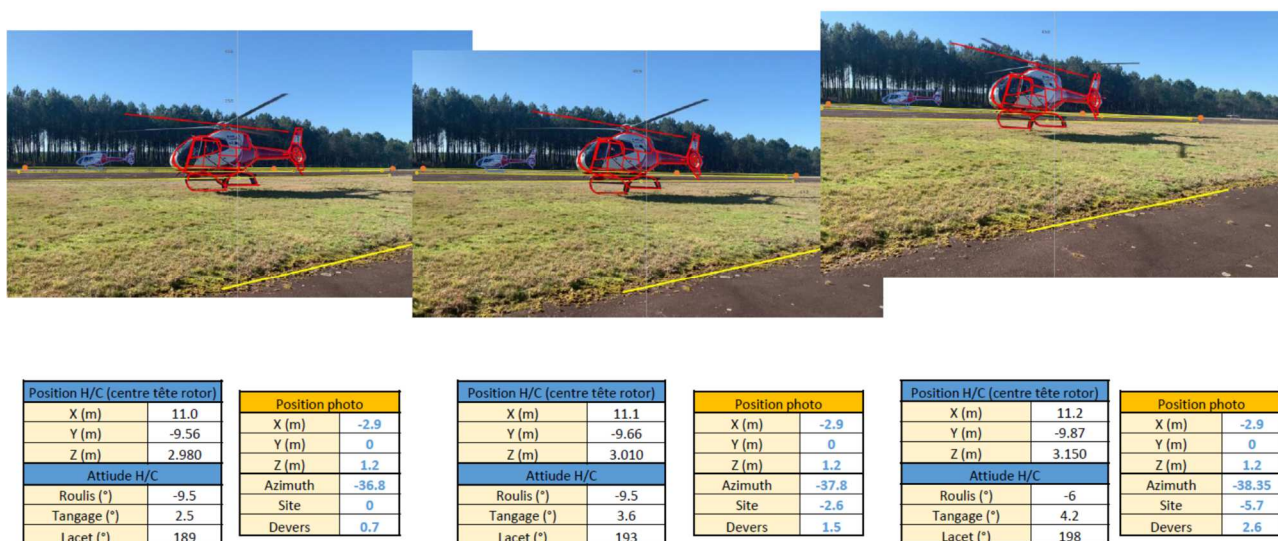


Figure 6 : superposition d'un profil d'EC120 en 3 dimensions sur les images choisies

¹⁶ L'outil numérique HOST est développé par Airbus Helicopters pour simuler le comportement au sol et en vol des hélicoptères, en phase de conception. Par la suite, il peut être utilisé pour toute étude complémentaire.

PAS DE TEXTE

2. ANALYSE

2.1. Expertises techniques

2.1.1. Analyse des fluides prélevés sur l'hélicoptère

Divers prélèvements de fluides ont été réalisés afin d'être analysés :

- carburant, dans l'aéronef et dans la cuve utilisée pour l'avitaillement ;
- huile, dans le moteur, dans la BTP et dans la BTA ;
- fluide hydraulique.

Des bidons d'huile et de fluide hydraulique neufs ont été utilisés pour les analyses comparatives.

L'analyse des prélèvements montre que tous les fluides sont du type attendu et ne comportent pas de trace de pollution organique. Seule l'huile de la BTA présente une teneur en eau assez élevée, mais celle-ci peut provenir des conditions du prélèvement et n'est pas contributive à l'accident.

Les prélèvements de fluides ne comportent aucune anomalie de nature à expliquer l'évènement.

2.1.2. Expertise de la vidéo et des données du « Brite Saver » par DGA EP/RESEDA

Afin de servir de support à l'analyse, DGA EP/RESEDA a réalisé une reconstitution de la partie manquante de la vidéo correspondant à la fin de l'évènement grâce aux données d'attitude du « Brite Saver ». Ainsi, une maquette numérique d'EC120 a été animée selon ces données. On y voit que le premier impact avec le sol se produit avec l'extrémité arrière du patin droit, puis que l'hélicoptère tourne autour de ce point de pivot et se couche.



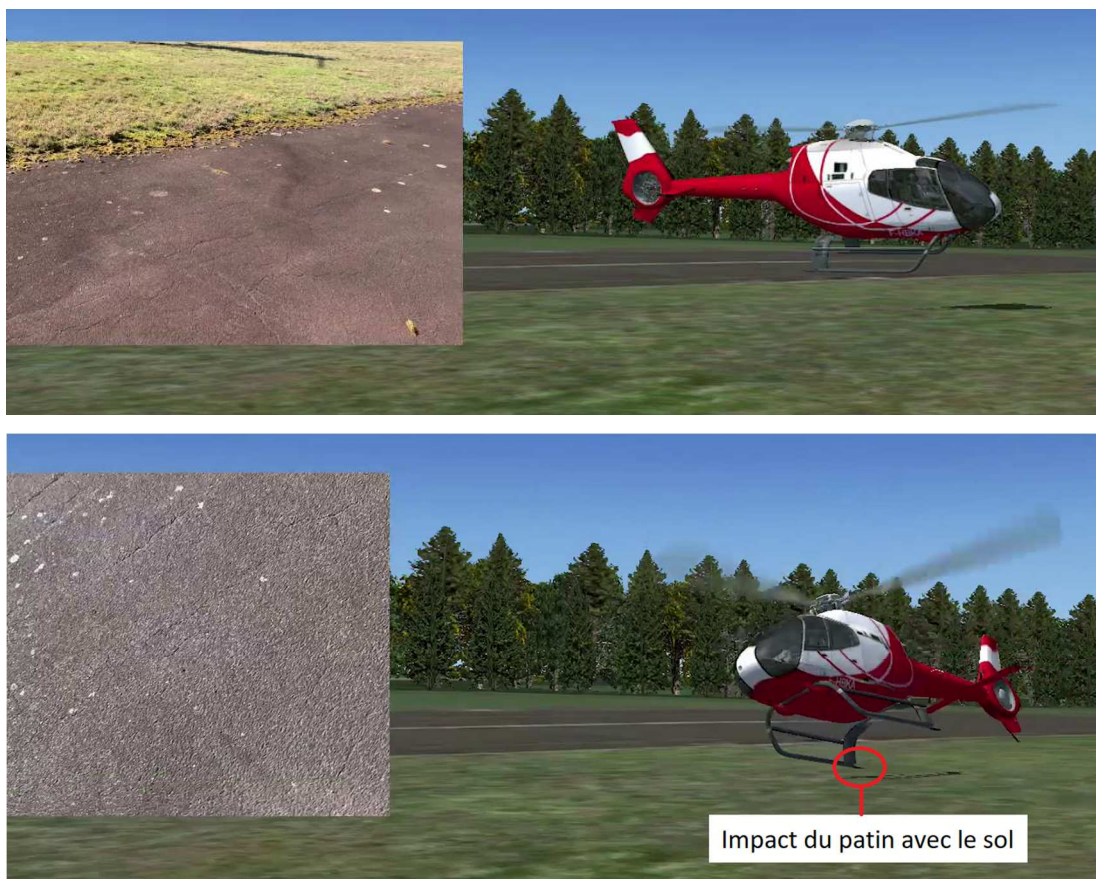


Figure 7 : reconstitution de l'évènement dans l'ordre chronologique

De plus, une analyse du spectre des fréquences présentes sur la bande sonore de la vidéo a été conduite afin de déterminer si le RAC tournait à son régime nominal avant l'accident. La documentation de l'EC120 précise la démultiplication de la boîte de transmission principale (BTP) et de la boîte de transmission arrière (BTA). Ainsi, avec le régime du rotor principal de 411 tours/min enregistré par le « *Brite Saver* », il est possible de déterminer que le RAC devrait tourner à environ 4 630 tours/min. L'analyse spectrale indique que le régime du RAC est compris entre 4 510 et 4 728 tours/min au moment de l'évènement. Cette imprécision vient du fait qu'un effet Doppler est présent en raison du déplacement de l'hélicoptère et de la personne qui filme. Cependant, avec ces valeurs extrêmes et leur moyenne qui est de 4 636 tours/min, on peut dire que le RAC tournait probablement à son régime nominal.

Les données du « *Brite Saver* » ne montrent aucune anomalie d'ordre technique jusqu'à l'impact.

Aucune anomalie d'ordre technique n'a été mise en évidence par l'analyse des données du « *Brite Saver* ». L'extrémité arrière du patin droit s'est plantée dans la terre avant que l'hélicoptère ne se couche. Le RAC tournait à son régime nominal jusqu'à l'accident. Comme la commande de lacet a été retrouvée continue, le palonnier permettait donc d'agir sur le RAC de façon normale.

2.1.3. Expertise de la vidéo et des données du « *Brite Saver* » par l'industriel

Les données d'attitude obtenues par l'industriel en exploitant la vidéo et le « *Brite Saver* » par la méthode explicitée en 1.18 ont été tracées (assiette, lacet, roulis) afin d'analyser la partie de l'évènement qui n'a pas été filmée.

On voit que la rotation en lacet accélère jusqu'à un changement brutal de pente de la courbe, indiquant le contact du patin avec le sol. Le moment où ce premier contact s'est produit a été déterminé en traçant l'intersection des deux parties de la courbe du lacet.

De plus, l'exploitation de la piste audio de la vidéo permet de déterminer quand le rotor principal a touché le sol, même si la caméra n'était pas tournée vers l'hélicoptère à ce moment.

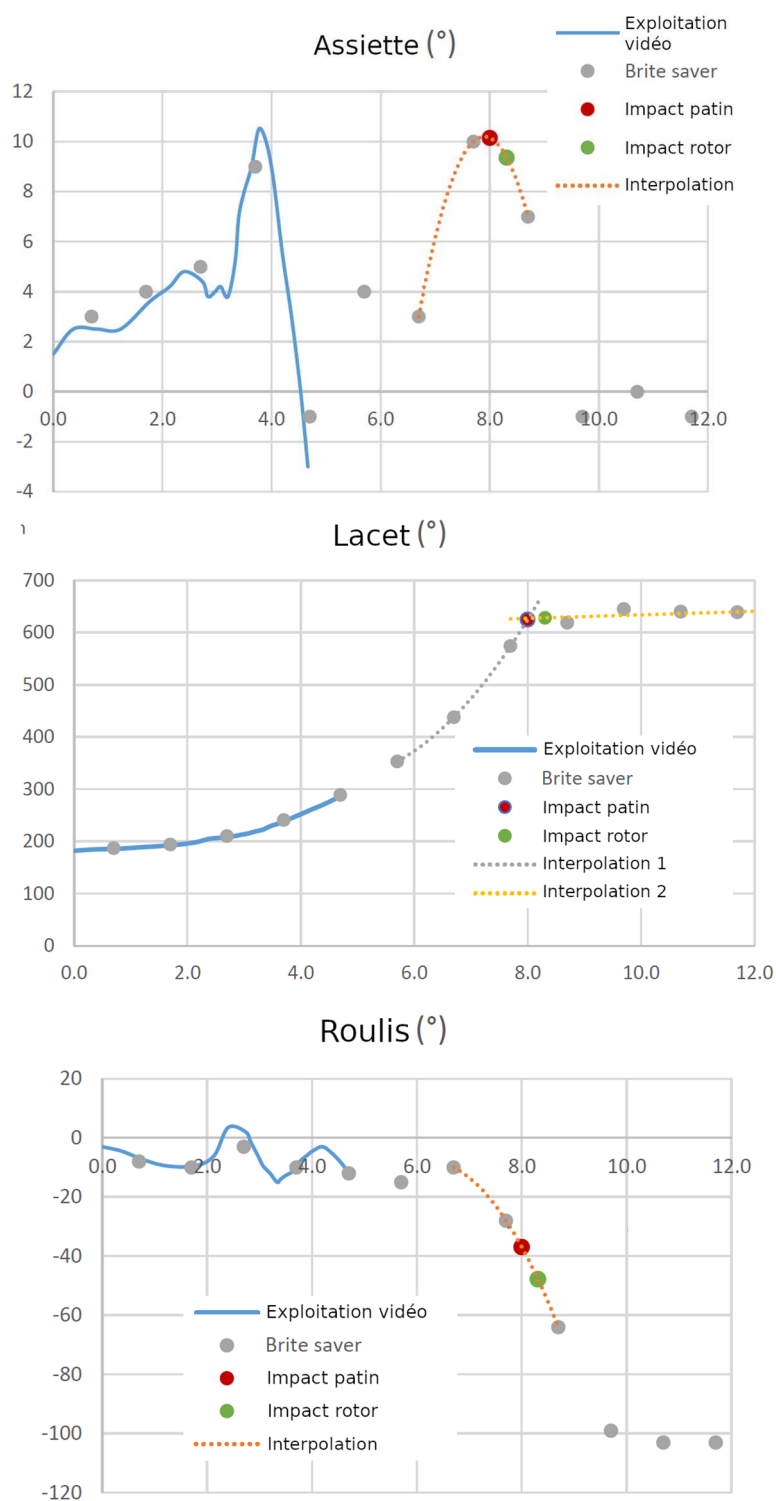


Figure 8 : courbes d'assiette, lacet et roulis réalisées par Airbus Helicopters

La courbe du lacet montre un changement brutal de pente à 8,01 s, correspondant au contact du patin avec le sol. L'impact du rotor principal avec le sol se produit à 8,31 s.

2.1.4. Simulation numérique de l'évènement

Les conditions du jour (vent, pression atmosphérique et température) ont été paramétrées dans le modèle HOST de l'EC120 et la masse de l'hélicoptère a été estimée à partir de la quantité de carburant au départ de Dax, à laquelle a été retirée la consommation estimée lors de la première partie de la mission. Le module de stationnaire dans l'effet de sol du modèle HOST a été employé.

2.1.4.1. Hypothèse d'une perte de puissance du RAC

Afin de confirmer qu'une perte de puissance du RAC ne s'est pas produite lors de l'évènement, une simulation de l'évolution du cap en fonction du temps a été réalisée en introduisant une vitesse de rotation nulle du RAC. On constate alors que si le RAC ne fournissait plus aucune puissance, comme ce serait le cas si la transmission arrière était rompue, le mouvement de lacet de l'hélicoptère serait bien plus rapide que celui observé lors de l'évènement.

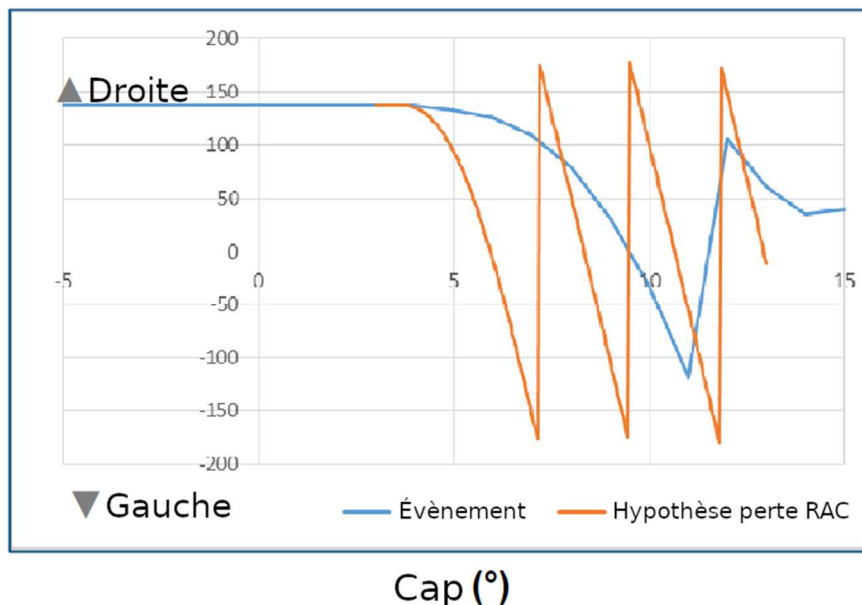


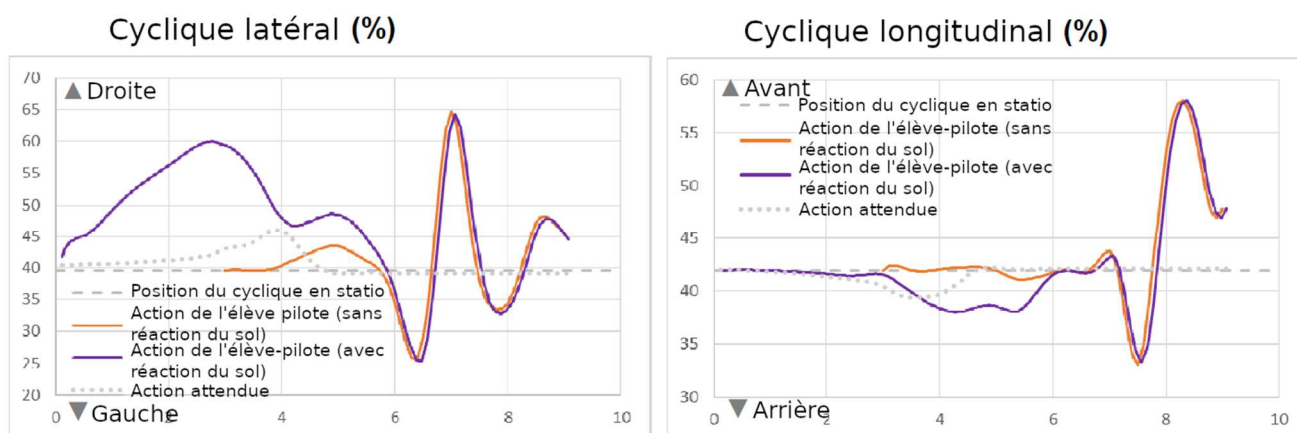
Figure 9 : évolution du cap en fonction du temps (évènement vs simulation d'une perte de puissance du RAC)

L'hypothèse d'une perte de puissance du RAC est rejetée.

2.1.4.2. Détermination des actions aux commandes de l'élève-pilote au cours de l'évènement

Plusieurs simulations ont ensuite été réalisées afin d'obtenir une estimation précise de la position des commandes (cyclique latéral, cyclique longitudinal, PG, palonnier) au cours de l'évènement. Les actions de l'élève-pilote ont ainsi été reconstituées par le modèle à partir des données d'attitude de l'hélicoptère obtenues précédemment par l'industriel.

Des premières simulations ont été effectuées sans tenir compte de l'effet du sol sur les patins, puis celui-ci a été pris en compte dans les simulations finales présentées ci-dessous. Pour ces dernières, la masse de l'hélicoptère a été paramétrée pour représenter celle de l'aéronef sans le moniteur à bord. Ceci permet de comparer les actions effectuées aux commandes par l'élève-pilote à celles requises pour une mise en stationnaire dans l'effet de sol sans moniteur à bord.



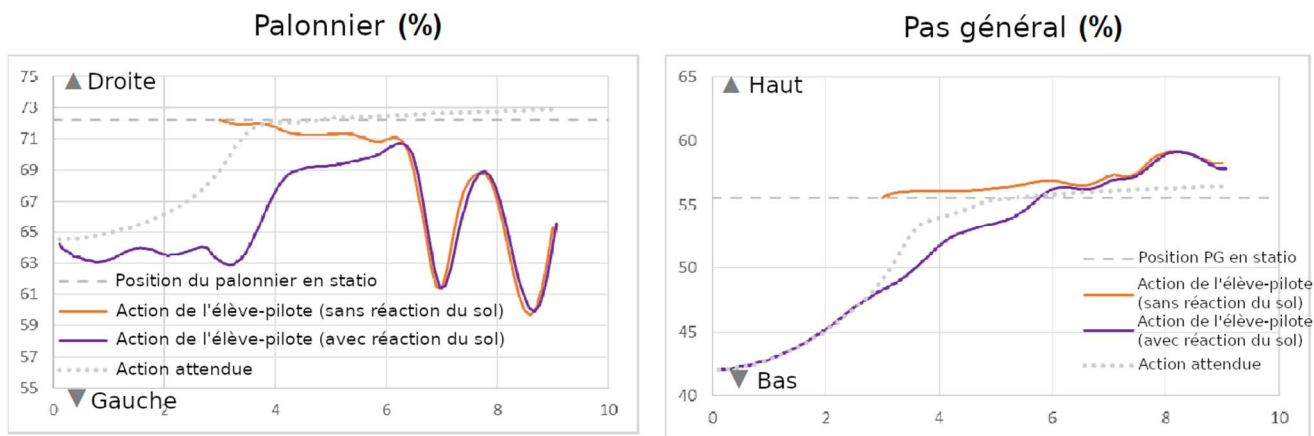


Figure 10 : actions effectuées lors de l'évènement (simulation) vs actions requises

Pour cette mise en stationnaire dans l'effet de sol sans moniteur, on observe que :

- L'action à droite sur le palonnier est insuffisante et tardive au regard de l'action requise. Des oscillations correspondant à des mouvements désordonnés du palonnier sont présentes, avec un retour vers la position neutre à deux reprises.
- L'action à droite sur le cyclique est trop importante au début de l'évènement (60 % pour 42 % requis), expliquant le roulis à droite observé initialement. On observe ensuite des oscillations correspondant à des mouvements désordonnés et de grande amplitude du cyclique de droite à gauche.
- L'action vers l'avant sur le cyclique est légèrement inférieure à l'attendu, puis désordonnée à partir de la perte de contrôle.
- L'action sur le PG est d'abord correcte, puis trop importante à partir de la perte de contrôle.

Les actions de l'élève-pilote sur les commandes ne sont pas conformes à l'attendu.

2.1.5. Expertise du pilote automatique

Sur les EC120 d'Helidax, un PA deux axes (tangage et roulis) est installé. Il est constitué notamment des éléments suivants :

- un calculateur modèle PA85T31 ;
- deux vérins de compensation (roulis et tangage) ;
- deux vérins SEMA¹⁷ (roulis et tangage) ;
- une centrale inertielle (AHRS¹⁸) ;
- un TSIU¹⁹.

Le calculateur, les deux vérins de compensation et les deux vérins SEMA ont été prélevés sur l'hélicoptère accidenté afin d'être expertisés pour pouvoir déterminer si ces équipements ont pu contribuer à l'évènement. En effet, si les modes supérieurs du PA n'étaient pas actifs au moment de l'évènement, sa fonction de stabilisation sur les chaînes roulis et tangage était engagée. La centrale inertielle n'a pas été expertisée car elle alimente également les instruments du pilote. En cas de dysfonctionnement de celle-ci, un avertissement serait présent sur l'affichage EFIS²⁰ du pilote, ce que celui-ci n'a pas rapporté. Le TSIU est un simple adaptateur de signal (amplificateur tampon) qui est inséré entre l'AHRS et le calculateur, il n'a donc pas été expertisé.

L'expertise des deux vérins de compensation et des deux vérins SEMA a été réalisée au banc chez l'industriel. Elle n'a révélé que des écarts de performance mineurs probablement liés à des phénomènes d'usure et qui n'ont pas contribué à l'évènement.

¹⁷ Smart electromechanical actuator – actionneur électromécanique intelligent.

¹⁸ Attitude and heading reference system – système de référence d'attitude et de cap.

¹⁹ Tactical simulation interface unit

²⁰ Electronic flight instrument system – système d'instruments de vol électronique.

L'expertise du calculateur a également été réalisée sur le site de l'industriel. Les essais fonctionnels réalisés au banc automatique ont révélé des valeurs de gain inférieures à l'attendu de 10 à 15 % sur la stabilisation des chaînes de roulis et tangage, valeurs confirmées par des mesures manuelles. Le boîtier a alors été ouvert pour investiguer ces écarts, et la configuration de l'équipement a été trouvée non conforme au *Component Maintenance Manual*²¹ (CMM). En effet, le *Part Number*²² (P/N) de certaines cartes trouvées dans le calculateur expertisé ne correspond pas à l'attendu :

- pour la carte de stabilisation en roulis ;
- pour la carte de servitude.

La carte de servitude n'a pas d'influence sur les essais réalisés ni sur le fonctionnement du PA. Une expertise complémentaire a été menée pour comprendre l'origine de l'écart de configuration constaté sur la carte de stabilisation en roulis. La recherche documentaire menée par Safran a démontré que cet écart provient de la modification du calculateur, prévu à l'origine pour équiper un autre type d'hélicoptère puis finalement reconfiguré pour être monté sur un EC120 d'Helidax. Il est cependant conforme au *Supplemental Type Certificate*²³ (STC) dans cette configuration.

L'impact de la différence de P/N entre le CMM et le STC a été analysé par l'industriel. Il apparaît qu'un filtre atténue la fréquence de 6,5 Hz sur le PA accidenté au lieu d'atténuer celle de 20,5 Hz. L'absence d'atténuation à 20,5 Hz n'a aucune influence sur le fonctionnement du PA accidenté car cette fréquence est hors de la bande passante des vérins SEMA. En revanche, l'impact de la présence d'une atténuation inattendue à 6,5 Hz est plus difficile à estimer, car elle se combine à l'effet d'un autre filtre sur cette même fréquence présent sur la carte d'amplification en roulis. Cependant, la modification du calculateur accidenté date de 2009 et celui-ci a depuis effectué 7 356 heures de vol sans qu'aucun pilote ne rapporte de dysfonctionnement. Il est donc probable que ni l'écart de configuration relevé, ni celui de performances n'aient eu d'impact significatif sur son fonctionnement.

Les performances en stabilisation du PA inférieures à l'attendu ne proviennent pas des écarts de configuration relevés sur le calculateur. Les écarts de performance et de configuration n'ont probablement pas contribué à l'évènement.

²¹ Manuel de maintenance des équipements.

²² Numéro d'article.

²³ Certificat de type additionnel. Document délivré par la *Federal Aviation Administration* (FAA) américaine autorisant la modification d'un aéronef ou d'un équipement d'aéronef.

2.2. Séquence de l'évènement

La séquence conduisant à l'accident de l'EC120 est établie comme suit après les différentes expertises techniques (t_0 est défini au moment où le patin gauche commence à se soulever et correspond également au début de la vidéo) :

- Le départ a lieu de Dax à 13h58 avec l'élève-pilote et le moniteur à bord.
- La première partie de la mission, d'une durée d'environ 30 minutes, est réalisée en double commande. Les exercices se déroulent comme prévu : stationnaires avec et sans PA, tours de piste et approches sur l'hélistation d'Azur.
- Jugeant le niveau de l'élève-pilote satisfaisant, le moniteur réalise le briefing en vue de son premier vol solo, prépare la cabine (les deux chaînes du PA sont engagées) puis s'éloigne de l'hélicoptère.
- Après ses dernières vérifications, l'élève-pilote commence à tirer le PG pour amorcer la mise en stationnaire. Il a à ce moment une action à droite sur le palonnier insuffisante et tardive et une action à droite sur le cyclique trop importante.
- Le patin gauche se soulève en premier à t_0 , puis quelques secondes après, le patin droit.
- Des oscillations sur les axes de roulis puis de tangage apparaissent ; simultanément, l'hélicoptère part en lacet à gauche et cette rotation accélère progressivement. L'élève-pilote a des actions désordonnées sur le palonnier, avec un retour vers la position neutre à deux reprises. Ses actions sur le cyclique sont également désordonnées, avec de fortes amplitudes de droite à gauche.
- La rotation en lacet continue d'accélérer ; à $t_0 + 8,01$ secondes, l'arrière du patin droit se plante dans la terre et provoque le basculement de l'hélicoptère autour de ce point de pivot.
- Le rotor principal heurte le sol à $t_0 + 8,31$ secondes et se brise.
- L'hélicoptère s'immobilise sur son flanc droit.
- Le moniteur vient aider l'élève-pilote à actionner le levier coupe-feu et à évacuer.

2.3. Recherche des causes de l'évènement

Les causes techniques ayant été écartées lors des expertises, les causes de l'évènement sont recherchées dans le domaine des facteurs organisationnels et humains. Les expertises précédentes, et notamment la reconstitution de la partie manquante de la vidéo et la simulation de la position des commandes ont servi à cette analyse.

2.3.1. Perte de contrôle en lacet

Par conception, en raison du sens de rotation du rotor principal et par effet de couple, l'EC120 a naturellement tendance à partir en rotation sur l'axe de lacet à gauche lors de la mise en stationnaire. Cette caractéristique oblige les pilotes à contrer le départ en lacet par un appui sur le palonnier droit qui est alors dosé selon le ressenti du pilote. La précision du geste s'acquiert avec l'expérience.

L'expertise réalisée par Airbus Helicopters a montré que l'élève-pilote a dans un premier temps eu une action à droite sur le palonnier insuffisante et tardive, expliquant le léger départ en lacet à gauche observé. Puis, le résultat de la simulation montre une action inattendue sur le palonnier vers le neutre à deux reprises, qui a conduit à accentuer le lacet à gauche. L'élève-pilote n'ayant aucun souvenir d'avoir agi en ce sens sur le palonnier, il est vraisemblable que ces actions ont été involontaires.

Une action sur le palonnier à droite insuffisante et tardive suivie de deux actions involontaires vers la position neutre sont à l'origine du départ en lacet et de son accélération.

2.3.2. Difficultés de l'élève-pilote au début de la formation

Afin d'évaluer le potentiel des futurs pilotes, la SÉCMA utilise trois types d'outils :

- une batterie de tests psychotechniques et de questionnaires de connaissances ;
- des entretiens, l'un avec un officier métier, l'autre avec un officier psychologue ;
- la plateforme de simulateur d'hélicoptère pour les candidats pilotes, les pilotes de drones ainsi que les préparateurs mission.

En dépit de ce processus rigoureux et éprouvé, l'agrément prononcé est de fait une prise de risque assumée par le tandem sélectionneur/formateur dont le travail conjoint est fondé sur la confiance accordée a priori à la validité du pronostic de sélection.



Figure 11 : plateforme de simulateur d'hélicoptère de la SÉCMA

L'élève-pilote a débuté depuis un mois sa formation initiale de pilote d'hélicoptère. Il est en cours d'acquisition des compétences de la phase 1, dont l'un des objectifs est la réussite du premier vol solo. Au début de cette phase, il a montré quelques difficultés de coordination des actions aux palonniers, ainsi qu'une crispation sur les commandes de manière générale. Ces difficultés ont été étudiées par l'équipe de moniteurs qui en a conclu qu'elles étaient dues à un niveau de stress trop élevé et une position assise ne favorisant pas la précision des actions aux pieds en raison de la grande taille de l'élève-pilote. Après un vol de révisions et des réglages plus adaptés à sa morphologie, celui-ci semblait avoir surmonté ces difficultés.

A l'EALAT, il est courant que des élèves-pilotes à ce niveau de progression réalisent une ou plusieurs séances de révisions. En effet, l'expérience acquise dans la sélection au cours des années a démontré un taux de réussite élevé, permettant aux moniteurs de résoudre de légères difficultés par des séances supplémentaires.

En début de formation, les moniteurs ont identifié chez cet élève-pilote des difficultés de coordination aux palonniers et une crispation sur les commandes. Faisant confiance au processus de sélection, les moniteurs de l'EALAT ont décidé de poursuivre sa formation. Après une séance de révisions et des réglages plus adaptés à sa morphologie, il semblait avoir surmonté ses difficultés initiales.

2.3.3. Gestion du stress de l'élève-pilote

L'état de stress survient quand il y a un déséquilibre entre la perception qu'un individu a des contraintes de la tâche et celle qu'il a de ses propres ressources pour y faire face. Le stress aigu est une réaction physiologique qui dans une certaine limite accroît les performances de l'individu. À partir d'un certain seuil, le stress aigu devient néfaste pour les performances de l'individu et peut favoriser la survenue d'erreurs.

2.3.3.1. Caractéristiques du vol

La mission d’instruction du jour a notamment pour objectif la réalisation par l’élève-pilote de son premier vol solo. La réussite de ce vol est primordiale pour la suite de sa formation. Un échec lors de ce vol retarderait, voire remettrait en question la suite de sa formation. Ainsi, le caractère qualifiant du vol a certainement généré un stress important pour l’élève-pilote.

Ce vol est le premier vol solo de l’élève-pilote, il n’a donc aucune expérience de ce type de vol. Avec seulement 10 heures de vol sur EC120, il n’a encore consolidé aucune compétence et n’a développé aucune routine pouvant lui permettre de faire face à des situations stressantes et non conformes. Le caractère nouveau du vol a certainement généré un stress pour lui.

De plus, l’élève-pilote a rencontré des difficultés lors des vols précédents qui l’ont conduit à réaliser une séance supplémentaire afin de se remettre à niveau. Il n’est donc pas exclu qu’il ait une forte motivation pour démontrer ses compétences au moniteur, s’imposant ainsi une pression auto-induite supplémentaire pour ce vol, source possible de stress additionnel.

Ainsi, la nature de la mission peut avoir généré un stress aigu et disproportionné, impactant les capacités de l’élève-pilote. Déjà connu pour avoir rencontré des difficultés de coordination au palonnier, le stress ainsi généré par les caractéristiques de la mission a pu contribuer aux erreurs de l’élève-pilote.

Les caractéristiques associées à ce vol ont pu générer un stress aigu et disproportionné qui a pu favoriser la survenue d’erreurs à l’origine de l’évènement.

2.3.3.1.1. Manque d’expérience

L’élève-pilote n’a que 10 heures de vol sur EC120 et sa formation a débuté il y a un mois seulement. Il est en cours d’acquisition des compétences de base. Sa maîtrise de l’aéronef est encore très limitée, ce qui peut conduire à des actions imprécises aux commandes.

Ainsi, pour la mise en stationnaire, l’élève-pilote doit contrer le départ naturel en lacet à gauche par une action à droite sur le palonnier qui s’avère insuffisante dans un premier temps. Cette action ne peut être standardisée, elle nécessite un dosage qui s’acquiert avec l’expérience, qu’il ne possède pas.

De plus, pour ce premier vol solo, l’élève subit une modification du centrage latéral, dû à l’absence du moniteur pour la mise en stationnaire, l’élève-pilote doit être capable de maintenir une attitude de l’hélicoptère stable en roulis et en tangage. Ce contrôle passe par des actions souples sur le manche cyclique, ce qui n’a pas été le cas lors de l’évènement, entraînant un roulis alternativement à droite et à gauche dès le déjaugage.

Le manque d’expérience favorise ce phénomène de sur-contrôle de l’aéronef par l’élève-pilote. Le roulis ainsi créé est pour lui une situation inusuelle, accentuant le stress aigu déjà ressenti.

En raison d’une faible expérience, l’élève-pilote manque de précision dans son pilotage entraînant un sur-contrôle de l’aéronef en roulis au déjaugage. Cette situation inusuelle a conduit à accroître son stress et ainsi à favoriser la survenue d’erreurs d’habileté.

2.3.3.1.2. Modification de dernière minute

Ce vol était initialement prévu en début de journée, mais en raison de contraintes internes à la société Helidax, tous les vols du matin ont été reportés en début d’après-midi. En conséquence, le vol, prévu à l’origine sur le terrain d’Herm, est finalement réalisé sur le terrain d’Azur. Cette décision est prise par le moniteur en début d’après-midi, qui en informe l’élève-pilote par la suite.

La préparation du vol a été faite dans la matinée par l’élève-pilote dans l’objectif de réaliser son vol solo sur le terrain d’Herm. Le changement de dernière minute ne lui a pas permis d’actualiser sa préparation. Or, toute modification soudaine de plan d’action est potentiellement source de stress pour un individu peu expérimenté. Bien qu’il connaisse le terrain d’Azur pour y avoir volé à plusieurs reprises lors de sa formation,

il est donc possible que la modification du plan d'action de l'élève-pilote au dernier moment associée à sa faible expérience aient généré un stress supplémentaire.

Il est possible que le report du vol et la modification du terrain prévu aient généré un stress préalable à la mission chez l'élève-pilote.

2.3.3.2. Contraintes associées à la taille de l'élève-pilote

En raison de sa grande taille, l'élève-pilote a adopté naturellement une posture qui physiquement engendre des difficultés pour assurer la précision des actions aux palonniers. Après quelques vols, les moniteurs ont identifié cette difficulté et lui ont proposé une modification de sa posture assise par de nouveaux réglages du siège et du palonnier afin d'améliorer sa dextérité²⁴. Avec cette nouvelle posture assise, meilleure mais toujours imparfaite, il semblait avoir corrigé son défaut de coordination et de dosage aux palonniers lors des vols suivants.

Cependant, il est possible qu'en raison du niveau de stress ressenti lors de son vol solo, la crispation de l'élève-pilote sur le palonnier soit réapparue, favorisée par sa grande taille et sa posture toujours imparfaite. Cette crispation nuit à sa dextérité ce qui est de nature à expliquer les erreurs observées lors de l'évènement.

Sous stress, la posture assise de l'élève-pilote a pu le conduire à une crispation diminuant sa dextérité aux palonniers.

2.3.4. Absence de tentative de récupération ou d'atténuation de cette situation non conforme

2.3.4.1. Expérience de l'élève-pilote

Lors d'une mise en stationnaire, afin de contrer le départ naturel en lacet à gauche, une action franche et coordonnée à droite doit être effectuée sans délai sur le palonnier. Cette réaction est fondée sur l'automatisation des actions au palonnier en réaction au comportement de l'aéronef et aux actions sur les autres commandes. Le niveau d'automatisation du geste est dépendant de l'expérience du pilote. Or, l'élève-pilote est en début de formation et n'a que peu d'automatismes de pilotage.

D'après les pilotes experts, en cas de départ en rotation incontrôlée sur l'axe de lacet, deux réactions peuvent être appliquées par le pilote et présentent chacune leurs avantages et inconvénients :

- une technique d'atténuation, consistant à plaquer rapidement l'hélicoptère au sol à l'aide du PG afin de limiter la vitesse de rotation en lacet et d'atténuer les conséquences de l'évènement. Cette technique présente néanmoins un risque de basculement de l'hélicoptère sur le côté à faible vitesse ;
- une technique de récupération, consistant à stopper la rotation par une action prolongée en butée du côté opposé sur le palonnier. D'après le constructeur, cette technique fonctionne quelle que soit la vitesse de rotation en lacet qui s'est installée, mais peu prendre du temps selon l'inertie de la rotation présente ; il faut alors maintenir le contrôle en roulis et en tangage pour éviter tout contact avec le sol lorsque la vitesse de rotation en lacet est établie, car les conséquences seraient importantes.

L'élève-pilote n'a appliqué aucune des deux techniques de récupération ou d'atténuation.

Cependant, ces actions ne sont pas formalisées. Elles sont le résultat d'un processus cognitif d'analyse face à une situation inconnue. Pour ce faire, les pilotes expérimentés ont recours à leur banque de schémas mentaux développée grâce à leur expérience. Ces schémas mentaux leur permettent d'identifier rapidement une action pouvant répondre à une situation inconnue. Or, la faible expérience de l'élève-pilote ne lui a pas encore permis d'élaborer un nombre suffisant de schémas mentaux lui permettant de faire face à ce type de situation.

Compte tenu de l'expérience de l'élève-pilote, ce dernier ne dispose que de peu d'automatismes et de schémas mentaux lui permettant de répondre à la situation inconnue à laquelle il a dû faire face.

²⁴ Aisance aux commandes.

2.3.4.2. Contrainte temporelle

Lors de la mise en stationnaire, l'hélicoptère part quasiment immédiatement en lacet à gauche. Huit secondes plus tard, l'arrière du patin droit heurte le sol entraînant la bascule de l'hélicoptère sur son flanc droit. Le pilote n'a donc que quelques secondes pour réagir. Alors qu'il est encore peu expérimenté et dispose de peu d'automatismes de pilotage et d'une banque de schémas mentaux limitée, l'élève-pilote est face à une situation inconnue qui nécessite un processus cognitif particulièrement coûteux en temps. Il doit successivement :

- identifier le départ soudain en lacet ;
- analyser l'origine du lacet ;
- décider d'actions de récupération ou d'atténuation ;
- exécuter ces actions.

Le déroulement de ce processus d'analyse, de prise de décision et d'actions nécessite d'autant plus de temps que l'expérience est faible. Ainsi, le temps dont dispose l'élève-pilote pour tenter une action de récupération ou d'atténuation est insuffisant au regard de son expérience.

La rapidité de l'évènement laisse un temps insuffisant à un élève-pilote à ce niveau de progression pour réagir à une situation inconnue à l'aide d'un processus de prise de décision.

2.3.5. Risque inhérent à un vol solo

La décision de lâcher un élève-pilote en vol solo repose à la fois sur une évaluation objective des compétences de ce dernier et sur une évaluation subjective du moniteur.

L'élève-pilote a démontré ses compétences aux deux moniteurs qui l'ont accompagné depuis le début de sa formation. Au jour de l'évènement, la progression de l'élève-pilote est en adéquation avec les prérequis objectifs d'un vol solo.

Par expérience, et de manière complémentaire, les moniteurs apprécient subjectivement l'opportunité de la décision du lâcher solo. Ainsi, au cours de la première partie de la séance, le moniteur a testé et jugé que l'élève-pilote était prêt pour son premier vol solo.

Il a par ailleurs cherché à mettre l'élève dans les meilleures conditions en positionnant lui-même l'appareil dans l'axe du terrain avant de descendre et de lui laisser les commandes pour son vol solo.

Malgré l'évaluation et les précautions prises par le moniteur, le premier vol solo d'un élève-pilote comporte une certaine part de risque qui ne peut être totalement maîtrisée.

2.3.6. Éléments non directement liés à l'évènement mais ayant trait à la sécurité

2.3.6.1. Moyens de communication

La fiche standard n°720 de l'EALAT décrit l'exécution des vols solo par les élèves-pilotes au cours des différentes phases de la formation. Ce document indique que pour le vol solo réalisé en fin de phase de base 1, le moniteur débarqué doit être équipé d'un moyen radio portable autre que la balise de détresse pour assurer une liaison bilatérale avec l'élève-pilote. Ce dispositif doit potentiellement permettre au moniteur de corriger ou d'apporter une aide à l'élève-pilote seul aux commandes pour la première fois. En pratique, les moniteurs ne disposent pas de ces radios à Dax. Le moniteur est donc dans l'incapacité d'apporter son aide à l'élève-pilote qu'il autorise pour la première fois à voler seul.

À défaut de radio VHF/UHF portable, les moniteurs ont décidé que tous les élèves-pilotes faisant leur premier vol solo seront en contact radio avec un autre moniteur présent dans un hélicoptère à proximité. Ainsi pour chaque vol solo, un autre équipage à l'instruction, constitué d'un élève-pilote et d'un moniteur, est présent dans la zone afin de permettre à ce moniteur d'assurer un rôle de surveillance du vol solo. Dans cette situation, ce deuxième moniteur doit à la fois allouer des ressources attentionnelles à la surveillance d'un élève-pilote qui réalise son premier vol solo et à l'instruction de son propre élève-pilote. De plus, n'ayant pas effectué le vol précédant le vol solo avec cet élève-pilote, le moniteur ne peut avoir pleinement conscience des potentielles faiblesses à surveiller.

Néanmoins, dans le cas de l'évènement, la rapidité avec laquelle a évolué la situation limitait grandement la possibilité et l'efficacité d'une intervention à la radio.

L'absence de radio portable, pourtant obligatoire pour les vols solo de la phase de base, prive les élèves-pilotes d'une communication directe avec leur moniteur lors de l'exécution de cet exercice.

2.3.6.2. Placement du moniteur et de l'autre hélicoptère

La documentation détaillant la séance du vol solo ne fait pas mention des risques associés à la présence d'une personne au sol ou d'un autre hélicoptère à proximité. Aucune consigne de positionnement ou de distance à respecter n'est établie. Or, lorsque l'hélicoptère a basculé, des débris du rotor principal (pales et masselottes d'équilibrage) ont été projetés sur une grande distance et avec une énergie importante, alors que le moniteur se trouve à quelques mètres et l'autre EC120 à une cinquantaine de mètres.

Les moniteurs de l'EALAT de Dax réalisent régulièrement des séances de vol solo qui se déroulent sans incident dans une grande majorité des cas. Il est vraisemblable que leur perception des risques associés à ce type de vol ait diminué par habitude. Or, en l'absence de consigne, les comportements adoptés par les individus évoluent en fonction du risque perçu. Le positionnement du moniteur et de l'autre hélicoptère à proximité immédiate de l'EC120 de l'élève-pilote peut s'expliquer par la perception d'un risque faible par les deux moniteurs.

Habités à superviser des vols solo, les moniteurs sous-estiment probablement les risques associés et adoptent un positionnement inadapté au risque réel, en demeurant à proximité immédiate de l'hélicoptère au décollage.

3. CONCLUSION

L'évènement est une perte de contrôle en lacet au moment de la mise en stationnaire d'un EC120 lors d'un premier vol solo.

#LOC-G²⁵

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

Un moniteur et un élève-pilote de l'EALAT de Dax réalisent l'avant-dernière séance d'instruction de la phase de base 1 du stage initial d'officier pilote d'hélicoptère, devant conduire au premier vol solo de l'élève-pilote. La météo est compatible avec la mission, et favorable à la réalisation du premier vol solo d'un élève-pilote. Aucune anomalie technique significative précédant l'accident n'a été mise en évidence sur l'hélicoptère. Le RAC et la commande de lacet fonctionnaient normalement.

La mission, prévue initialement à 11 heures sur l'hélistation de Herm, est finalement reportée à 14 heures sur l'hélistation d'Azur en raison de contraintes internes à la société Helidax. La première partie de la mission se déroule de façon nominale et comprend des exercices de stationnaire avec et sans PA, des tours de piste et des approches.

Jugeant le niveau de l'élève-pilote suffisant, le moniteur réalise le briefing en vue de son lâcher solo en tour de piste, vérifie l'engagement des deux chaînes du PA et s'éloigne de l'hélicoptère. L'élève-pilote effectue les vérifications cabine puis initie la mise en stationnaire. Dès que les patins ont quitté le sol, l'hélicoptère part en rotation en lacet à gauche. Cette rotation s'accélère, et après plus d'un tour et des oscillations en roulis et en tangage, l'arrière du patin droit touche le sol 8,01 secondes après le déjaugage et le rotor principal à 8,31 secondes. Le blocage du patin dans la terre provoque le basculement de l'hélicoptère sur son flanc droit. Une fois celui-ci immobilisé, le moniteur aide l'élève-pilote à actionner le levier coupe-feu et à évacuer l'aéronef. L'hélicoptère est fortement endommagé, l'élève-pilote et le moniteur sont indemnes.

3.2. Causes de l'évènement

Une action insuffisante et tardive de l'élève-pilote sur le palonnier à droite suivie de deux actions involontaires vers la position neutre sont à l'origine du départ en lacet et de son accélération jusqu'à l'impact au sol. Ces erreurs ont été précédées d'une action trop importante sur le cyclique vers la droite à la mise en stationnaire puis de mouvements latéraux désordonnés et de grande amplitude de droite à gauche, qui ont provoqué des oscillations en roulis de l'hélicoptère. Ces erreurs ont été favorisées par la faible expérience de l'élève-pilote.

Ce premier vol solo a probablement généré un stress aigu disproportionné favorisant pour l'élève-pilote la survenue des erreurs observées. Les oscillations en roulis dues au sur-contrôle sur cet axe lors du déjaugage constituent une situation inusuelle pour l'élève-pilote, augmentant encore son niveau de stress. De plus, il est possible que le report du vol et la modification du terrain prévu aient généré un stress préalable à la mission. Sous stress, la posture assise de l'élève-pilote a pu le conduire à une crispation diminuant sa dextérité aux palonniers.

Compte tenu de sa faible expérience, l'élève-pilote ne dispose que de peu d'automatismes et de schémas mentaux lui permettant de répondre à la situation inconnue à laquelle il a dû faire face. La rapidité de la séquence lui a laissé un temps insuffisant à son niveau de progression pour y réagir à l'aide d'un processus de prise de décision.

Malgré l'évaluation et les précautions prises par le moniteur, le premier vol solo d'un élève-pilote comporte une certaine part de risque qui ne peut être totalement maîtrisée.

²⁵ *Loss of control - ground* – perte de contrôle au sol. Référence : *Aviation Occurrence Categories* version de mai 2021 de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

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

Le BEA-É n'a pas identifié de recommandation de sécurité ayant trait directement à l'évènement car celui-ci s'est produit lors d'une activité comportant une certaine part de risque difficile à maîtriser totalement. En effet, lors de son premier vol solo, un élève-pilote ne dispose par nature que de peu d'automatismes et de schémas mentaux lui permettant de répondre à une situation inconnue et non conforme. Malgré la sélection des élèves-pilotes effectuée en amont de leur formation et les précautions prises par les moniteurs, ces risques inhérents à un lâcher solo ne peuvent pas être tous maîtrisés. Pourtant, ce type de vol est nécessaire à la formation de nouveaux pilotes pour l'ALAT.

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

4.2.1. Moyens de communication entre le moniteur et l'élève-pilote en vol solo

La fiche standard n°720 de l'EALAT indique que les moniteurs débarqués doivent être équipés d'un moyen radio portable pour assurer une liaison bilatérale avec leur élève pilote en solo supervisé. Pourtant, l'EALAT ne dispose pas de radios VHF/UHF portables en nombre suffisant et le moniteur n'en était pas équipé le jour de l'évènement. Cependant, la rapidité de la séquence de l'accident ne lui aurait probablement pas permis d'intervenir efficacement.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de Terre de fournir des radios portables aux moniteurs de l'EALAT supervisant des vols solo depuis le sol.

R1 – [T-2022-01-A] Destinataire : CEMAT

4.2.2. Distance de sécurité entre le moniteur au sol et l'hélicoptère

Lorsque l'hélicoptère a basculé, des débris du rotor principal ont été projetés sur une grande distance et avec une énergie importante, alors que le moniteur se trouve à quelques mètres. Pourtant, la documentation détaillant la séance du vol solo ne fait pas mention des risques associés à la présence d'une personne au sol à proximité immédiate et ne précise aucune consigne de distance à respecter. S'il n'est pas possible que le moniteur se tienne hors de portée d'une éventuelle projection de débris (plus d'une centaine de mètres), s'éloigner de quelques mètres supplémentaires diminuerait fortement la probabilité d'être atteint et la criticité des impacts potentiels.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de Terre de s'assurer que les moniteurs de l'EALAT supervisant des vols solo depuis le sol se tiennent à une distance de sécurité suffisante par rapport aux hélicoptères et préciser les risques associés à ce type de vol dans la fiche standard n°720.

R2 – [T-2022-01-A] Destinataire : CEMAT

4.2.3. Moyens de lutte contre l'incendie des aéronefs

L'hélistation ministérielle d'Azur dispose pour lutter contre l'incendie des aéronefs d'un extincteur présent dans un container fermé situé entre le taxiway et la clôture d'enceinte de l'hélistation. Le jour de l'évènement, le moniteur ne disposait pas de la clef d'accès à ce container. Ceci n'a pas contribué à l'évènement car aucun incendie ne s'est déclaré sur l'aéronef lorsque celui-ci s'est couché. Cependant, les pompiers de la base de Dax et les pompiers civils arrivent sur site plus de 30 minutes après l'accident. Dans l'intervalle, aucun moyen de lutte contre l'incendie n'était disponible.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à l'armée de Terre de s'assurer que les moyens de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les hélistations ministérielles soient accessibles.

R3 – [T-2022-01-A] Destinataire : CEMAT