



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-T-2014-006-A

Date de l'événement	17 février 2014
Lieu	commune de Tabaille-Usquain (64190)
Type d'appareil	EC 120 B Calliope
Immatriculation	FHBVC n°1633
Organisme	armée de terre
Unité	EALAT – base école Général Navelet

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues. Enfin, des recommandations sont présentées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

UTILISATION DU RAPPORT

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

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : Airbus Helicopters

Photos et illustrations : BEAD-air

TABLE DES MATIERES

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol	6
1.2. Tués et blessés	7
1.3. Dommages à l'aéronef	8
1.4. Autres dommages	8
1.5. Renseignements sur le personnel	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	19
1.14. Incendie	20
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	20
1.16. Essais et recherches	21
1.17. Renseignements sur les organismes	21
1.18. Renseignements supplémentaires	21
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	21
2. Analyse	22
2.1. Séquence d'événements	22
2.2. Scénario de l'événement	24
2.3. Recherche des causes dans le domaine technique	27
2.4. Recherche des causes dans le domaine environnemental	27
2.5. Recherche des causes dans le domaine des facteurs humains et organisationnels	27
3. Conclusion	36
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	36
3.2. Causes de l'événement	36
4. Recommandations de sécurité	37
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	37
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	38
ANNEXES	40
ANNEXE 1 PROCEDURE D'ENTRAINEMENT A LA PANNE	41
ANNEXE 2 PROCEDURE DE SECOURS SUITE A ALARME HYDRAULIQUE	43
ANNEXE 3 CENTRAGES	44

GLOSSAIRE

ALAT :	aviation légère de l'armée de terre
BEAD :	bureau enquêtes accidents défense air
BTA :	boite de transmission arrière
BTP :	boite de transmission principale
CDB :	commandant de bord
COMALAT :	commandement de l'aviation légère de l'armée de terre
EALAT :	école de l'aviation légère de l'armée de terre
ft :	<i>feet</i> – pied (1 ft \approx 0,30 mètre)
Kt :	<i>knot</i> – noeud (1 kt \approx 1,852 km/h)
MRAD :	méthode de raisonnement d'approche et de décollage
NG :	régime générateur de gaz en %
PDQ :	poutre de queue
PG :	pas général
PNR :	personnel navigant rattaché

SYNOPSIS

Date de l'événement : 17 février 2014 à 15h25
 Lieu de l'événement : commune de Tabaille-Usquain (64190)
 Organisme : armée de terre
 Commandement organique : école de l'aviation légère de l'armée de terre (EALAT)
 Unité : base école général Navelet (BEGN)
 Aéronef : EC 120 Calliope
 Nature du vol : vol d'entraînement en campagne
 Nombre de personnes à bord : 3

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Un EC 120 de l'école de l'aviation légère de l'armée de terre avec à son bord, un pilote commandant de bord (CDB), un personnel navigant rattaché (PNR) et un membre d'équipage, décolle le 17 février 2014 à 14h15 du terrain de Dax pour une mission d'entraînement.

Après quelques exercices de méthodes de raisonnement d'approche et de décollage (MRAD), le CDB décide d'effectuer un exercice de simulation de panne hydraulique. Le pilote en fonction choisit un champ allongé bordé par une route. Après avoir reconnu la zone et repéré les lignes électriques, il engage l'appareil pour réaliser un poser dans le sens des sillons du champ. La météo est favorable, le vent presque nul. Les commandes étant dures à manœuvrer et le stationnaire difficile à réaliser, le pilote décide d'effectuer un poser glissé. L'appareil touche le sol avec une vitesse faible. L'équipage perçoit un basculement de l'appareil vers l'avant. Le pilote en fonction et le CDB augmentent tous les deux le pas général (PG) par acte réflexe. L'appareil se renverse sur le flanc droit.

Après avoir effectué une coupure d'urgence de la turbine, les trois membres d'équipage évacuent indemnes l'appareil. Les pompiers de Sauveterre de Béarn arrivent rapidement sur les lieux et prennent en charge l'équipage.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur EC 120.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur EC 120.
- Un médecin du personnel navigant.
- Un sous-officier expert mécanicien du BEAD-air.

Autres experts consultés

- Hélidax, propriétaire de l'aéronef.
- Airbus Helicopters.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu 17 février 2014 dans le courant de l'après-midi par le bureau prévention maîtrise du risque aéronautique du commandement de l'aviation légère de l'armée de terre (COMALAT).

L'équipe d'enquête se rend sur les lieux dès le lendemain.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

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

Type de mission : vol de maintien des aptitudes en campagne

Dernier point de départ : aérodrome de Dax

Heure de départ : 14h15

Point d'atterrissage prévu : aérodrome de Dax

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le vol programmé est une séance d'entraînement dans une zone de travail au sud-est de Dax. L'équipage est composé d'un CDB en place gauche, d'un pilote aux commandes en place droite et d'un membre d'équipage en place arrière droite.

Le pilote, affecté en état-major, est habitué à voler au sein de la brigade de maintien des aptitudes (BMA) de l'EALAT de Dax depuis plusieurs années. Arrivé la veille pour une semaine à l'école, il effectue un premier vol le matin avec un pilote instructeur. Un court briefing est effectué avec le CDB à 13h30 pour le vol de l'après-midi. Ils réalisent ensemble la visite avant vol de l'aéronef.

Le vol s'inscrit dans le cadre des directives de maintien des aptitudes des pilotes rattachés. Les pilotes navigants rattachés (PNR) sont des pilotes ayant une affectation aéronautique en conformité au plan de rattachement du COMALAT et affectés pour emploi en organisme central (état-major, direction, etc.). Ils doivent maintenir un niveau d'entraînement minimum au sein d'une unité opérationnelle de rattachement (§1.6 de l'instruction 30-5000/COMALAT/BOFA du 22 juillet 2013). Ce niveau minimum est fixé à trente heures de vol dont dix heures aux commandes.

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

La séance est composée de différents types d'exercices afin de réaliser tous types d'approches et de décollages sur terrain non aménagé et permettre la révision de la MRAD.

Le vol commence par une phase de mise en place vers la zone de travail. A l'occasion de cette partie de vol qui ne représente pas de difficulté particulière (vol en palier 100 kt¹ / 1 500 ft²), le CDB en profite pour effectuer un rappel théorique sur les pannes dites « rouges » qui sont à connaître par cœur.

¹ Kt = *knot* – noeud (1 kt ≈ 1,852 km/h).

² Ft = *feet* – pied (1 ft ≈ 0,30 mètre).

Les exercices suivants débutent à l'arrivée sur la zone de travail :

- 1 MRAD avec poser sous angle fort suivi d'un entraînement au poser en devers, arrière droite et gauche. Le devers avant est autorisé sur l'EC 120 mais restant délicat à exécuter, le CDB ne le demande pas ;
- 1 MRAD terminée HES (hors effet de sol) ;
- des exercices d'autorotation débutés à 100 kt et 1 000 ft puis 65 kt et 1 000 ft afin de remémorer l'angle d'autorotation au pilote, toujours aux commandes. Ces exercices sont terminés par une reprise moteur ;
- un exercice de simulation de panne hydraulique.

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

Le CDB déclenche la panne hydraulique afin que le pilote aux commandes exécute la procédure associée (annexe 1). Il choisit un champ et se présente afin d'effectuer une approche sous angle plat. L'équipage décelant une ligne trois brins en entrée de champ, le pilote aux commandes fait le choix de passer au-dessus d'un poteau. Au passage de cet obstacle il sollicite le membre d'équipage qui lui signale que la ligne ne représente plus aucun danger pour l'approche.

Le pilote annonce à ce moment son intention d'effectuer un poser glissé, ce qui n'amène aucune remarque ni du PCB ni du membre d'équipage (ME). La trajectoire est corrigée pour s'aligner sur le centre du champ parallèle aux sillons longitudinaux visibles sur le sol. L'appareil touche le sol environ 170 m après la ligne électrique avec une faible vitesse d'avancement estimée par l'équipage à la vitesse d'un « homme au pas ». Lors de la glissade, l'appareil bascule vers l'avant et à droite. L'équipage tire sur le PG pour tenter de redécoller. Les pales touchent le sol et l'appareil se couche sur son flanc droit perpendiculairement à sa trajectoire initiale. Le moteur est coupé avec la manette coupe-feu. L'équipage évacue l'appareil.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Pyrénées atlantiques (64)
 - commune : Tabaille-Usquain (64190)
 - coordonnées géographiques :
 - N 43°28'40''
 - E 00°55'30''
 - hauteur du lieu de l'événement : sol
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Dax à 20 Nm³ dans le 340 du lieu de l'événement.

1.2. Tués et blessés

³ Nm = *nautical mile* – mille nautique (1 Nm = 1 852 m)

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	2	1	

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
		X		

1.4. Autres dommages

Pas de dommage significatif au champ en attente de labour. Les empreintes laissées par le train, le coupe-câble, les pales du rotor et la quille de l'aéronef atteignent une profondeur variable de 2 à 15 cm.

Après relevage de l'aéronef par l'équipe de maintenance de la société Hélidax, le 19 février 2014, aucune pollution du sol par liquide (lubrifiant, hydraulique et carburant) n'est détectée.

De multiples petits débris de type mousse, stratifié, nid d'abeille sont dispersés dans un périmètre d'un rayon de 100 m autour de l'appareil.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord

- Age : 59
- Unité d'affectation : EALAT
 - fonction dans l'unité : pilote instructeur sur EC 120 Calliope
- Formation :
 - qualification :
 - pilote 13 avril 1984

- commandant de bord 20 octobre 1987
- pilote instructeur 18 novembre 2010
- école de spécialisation : EALAT
- année de sortie d'école : 1973
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120
Total (h)	9 330	561	116	116	27	27
Dont jour	8 614	502	104	104	27	27

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 17 février 2014 au matin
- Carte de circulation aérienne :
 - type : brevet pilote militaire n° 4 117 du 13 avril 1984

1.5.1.2. Pilote

- Age : 49
- Unité d'affectation : état-major des armées (EMA)
 - fonction dans l'unité : officier de cohérence opérationnelle
- Formation :
 - qualifications :
 - pilote d'hélicoptère (03 mars 1989)
 - moniteur pilote sur hélicoptères légers (01 avril 1994)
 - pilote double commandes EC 120 (25 mars 2011)
 - école de spécialisation : EALAT Dax et le Canet des Maures
 - année de sortie d'école : 1989

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120
Total (h)	2 633	86	6	6	1	1
Dont jour	2 292	78	6	6	1	1

- Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef :
 - de jour : 17 février 2014 au matin

- Carte de circulation aérienne :

- type : brevet militaire de pilote d'hélicoptère n° 1 582

1.5.2. membre d'équipage

- Unité d'affectation : état-major 11^{ème} brigade de parachutiste (EM 11^{ème} BP)

- fonction dans l'unité : officier de liaison

- Formation :

- qualification : pilote hélicoptère
- école de spécialisation : EALAT
- année de sortie d'école : 2000

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120	sur tous types	dont sur EC 120
Total (h)	1 586	81		22		12
Dont jour	1 266	63		19		11

- Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef :
 - de jour : 17 février 2014 au matin

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de terre
- Commandement organique d'appartenance : EALAT
- Base aérienne de stationnement : BEGN
- Unité d'affectation : Société Hélidax sous partenariat public-privé avec EALAT de DAX
- Type d'aéronef : EC 120 B nouvel hélicoptère école (NHE) Calliope
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis VP ⁴ 500/1 500h	Heures de vol depuis VP 100 h
Cellule	EC 120 B	1 633	1 828	377	92
Moteur	ARRIUS 2F	34 771	1 828	377	92

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur.

1.6.2. Performances

L'appareil n° 1 633 n'avait subi aucune réparation structurale majeure et ne faisait l'objet d'aucune restriction de vol ni de travail reporté.

1.6.3. Masse et centrage

La masse et le centrage étaient conformes (cf. annexe 3).

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F34
- Quantité de carburant au décollage : 211 kg
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 128 kg

Type de carburant utilisé : F 34

- Densité du carburant indiquée au manuel de vol : 0,795

Les rapports d'analyse n° 20 469 et 20 471/LSEA/C&H du 19 février 2014 effectués par le laboratoire du service des essences des armées (LSEA) et sanctionnés « produit conforme » permettent de lever le doute sur la cuve et la citerne utilisés y compris leurs accessoires.

⁴ VP = visite périodique.

Les prélèvements carburant effectués par Hélidax, après remise sur patins de l'aéronef ont été remis à la brigade de gendarmerie de l'air de Mont-de-Marsan pour analyse.

1.6.5. Autres fluides

Fluide hydraulique : OTAN H 537

1.7. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques mesurées par METEO France au moment de l'événement sont les suivantes :

Conditions météo relevées le 17 février 2014 à 14h00 légales sur le terrain de Pau :

Vent :	5 kt du 110
Visibilité :	supérieure à 10 km
Plafond :	SCT 210 (Cirrus)
QFE :	1 006 hPa
QNH :	1 009 hPa
Température :	+16,1 °c
Point de rosée :	-4,5°c

Le vent était très faible sur la zone de travail. Au regard des témoignages des différents membres d'équipage, le vent était compatible avec le type d'exercice demandé.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

Fréquences utilisées au moment de l'événement :

- fréquence de sécurité avec le contrôle de DAX dédiée aux appareils en instruction : 139.575 ;
- fréquence auto-information dans les zones SIERRA : 360.200 canal 8 de l'UHF.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Il s'agit d'un terrain d'opportunité en campagne.

1.11. Enregistreurs de bord

Le BRITE SAVER (Box Recorder Indicator of Trends Equipment - Signal Analysis Vibration and Events Recorder, enregistreur de données destinées à la maintenance).

L'appareil est équipé d'un enregistreur de maintenance, de type DMS (*data monitoring system*), qui sauvegarde certains paramètres :

- régime de rotation du générateur de gaz (libellé NG⁵ 1 - unité tr/min) ;
- régime de rotation de la turbine libre (NF 1) ;
- régime de rotation du rotor principal (NR) ;
- température turbine (T4 1 - °C) ;
- couple turbine libre (*Torque* 1 - %) ;
- température extérieure (OAT - °C) ;
- marge NG (delta NG 1 - %) ;
- comptage de cycles générateur de gaz (NG 1- cycles) ;
- comptage de cycles turbine libre (NF 1-cycles) ;
- altitude pression (ZP⁶-ft) ;
- pression ambiante (P0-mbar) ;
- température d'huile GTM⁷ (*Oil Temp* 1-°C) ;
- température batterie (*Internal Temp*-°C) ;
- tension réseau de bord (*Voltage*-V).

Aucune donnée relative à l'attitude de l'appareil n'est enregistrée (assiette, inclinaison, valeur de variomètre, anémomètre,...).

Les données sont stockées simultanément dans une mémoire interne et dans une carte mémoire extractible « *secure data* » (SD). Chaque mémoire a une capacité de 2 500 heures de vol (20 000 dépassements). Les données enregistrées chaque seconde sont déchargeables de la carte SD vers une station sol pour analyse, interprétation et archivage sous forme de tableau, de graphique ou même d'animations instrumentales pour certains paramètres.

Un dépassement de limite d'un des paramètres pendant un vol provoque l'allumage d'un voyant ambre en façade, acquittable uniquement par la maintenance.

⁵ NG : régime générateur de gaz en %.

⁶ ZP : altitude pression.

⁷ GTM : groupe turbomoteur

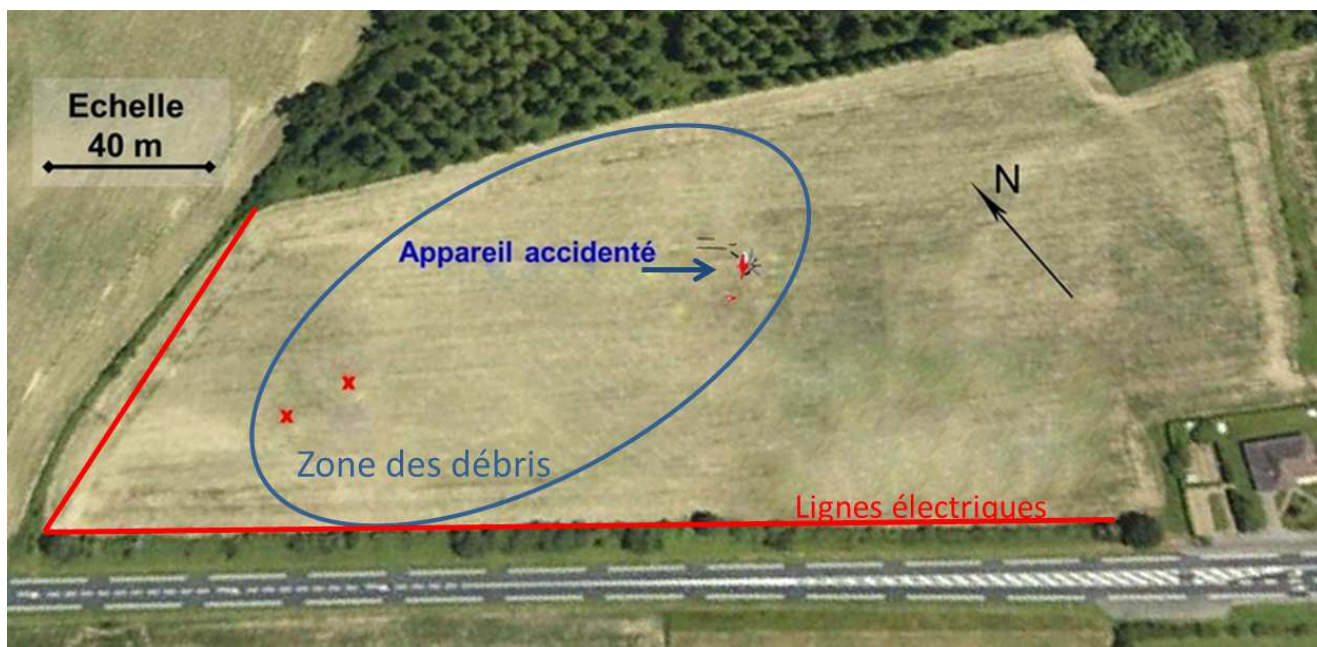
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1. Examen de la zone

La zone de l'accident est un champ de maïs moissonné de 350 m de long par 150 m de large environ orienté 130/310, bordé à l'est par une haie de peuplier de 20 m de haut, à l'ouest par une haie d'arbres et d'arbustes, une ligne basse tension ainsi qu'une route.

Au nord, des arbres en entrée de champ masquent partiellement une ligne trois brins. Au sud, des arbres délimitent le terrain.

La surface plane, peu herbeuse et caillouteuse, est jonchée de restes de fanes de maïs. Les fortes pluies des semaines précédentes ont rendu la terre grasse et collante mais le sol n'est pas détrempé comme certains champs aux alentours. Les larges sillons de culture sont visibles mais ne forment pas d'ornières particulières.



Vue générale de la zone

L'appareil est couché sur le flanc droit perpendiculairement à l'axe du champ et sensiblement au milieu. Les débris s'étendent sur 112 m en amont, 10 m en aval, 25 m sur la gauche et 17 m sur la droite de l'épave.

1.12.2. Traces relevées

Environ 10,50 m en amont et à gauche de la cellule débutent les traces laissées par les deux patins lors de l'atterrissage. La trace du patin droit est plus visible que celle du patin gauche. Elle mesure 6,80 m de long et présente une profondeur assez marquée et régulière. La trace du patin gauche, moins prononcée, ne mesure que 4,1 m et s'arrête au niveau même où débute la trace mesurant 1,60 m laissée par le coupe-câble inférieur de l'hélicoptère. L'extrémité « fusible » de ce coupe-câble est enfoncée sur toute sa longueur 10 cm après le début de cette marque. De part et d'autre de la cellule, des traces plus profondes et sensiblement perpendiculaires à la trajectoire initiale sont visibles.

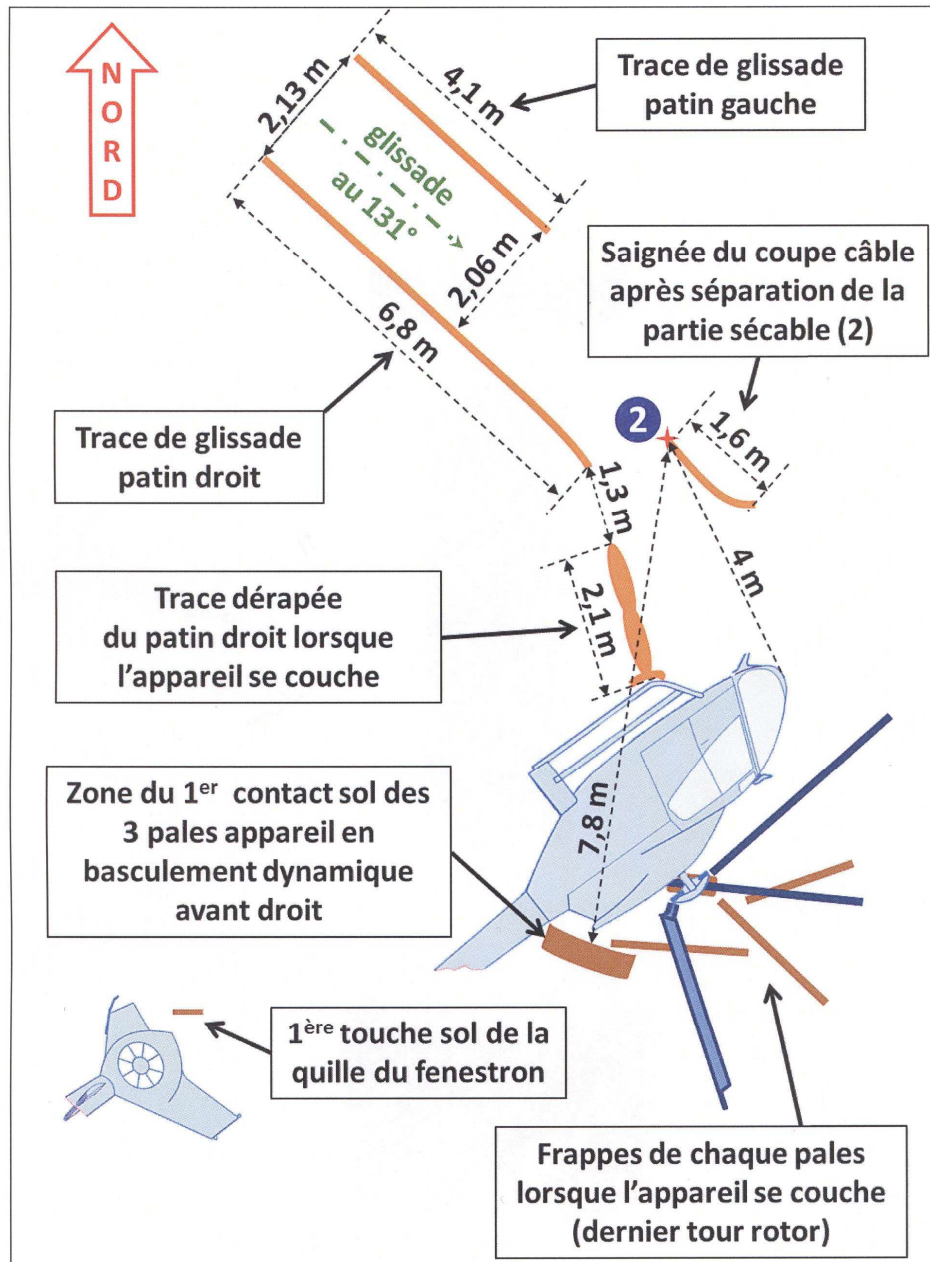


Schéma des traces au sol

1.12.3. Examen de l'épave

Plusieurs débris sont répartis sur le secteur horaire complet autour de l'appareil : la structure composite de la poutre de queue (PDQ), un faisceau électrique et le tronçon arrière de la transmission arrière transitant dans la PDQ, l'antenne VHF2 (*very high frequency*, très haute fréquence) située sous la PDQ, les pales, l'entrée de la boîte de transmission arrière (BTA) ainsi que le coupe-câble dont la partie sécable du couteau inférieur est fichée en terre.

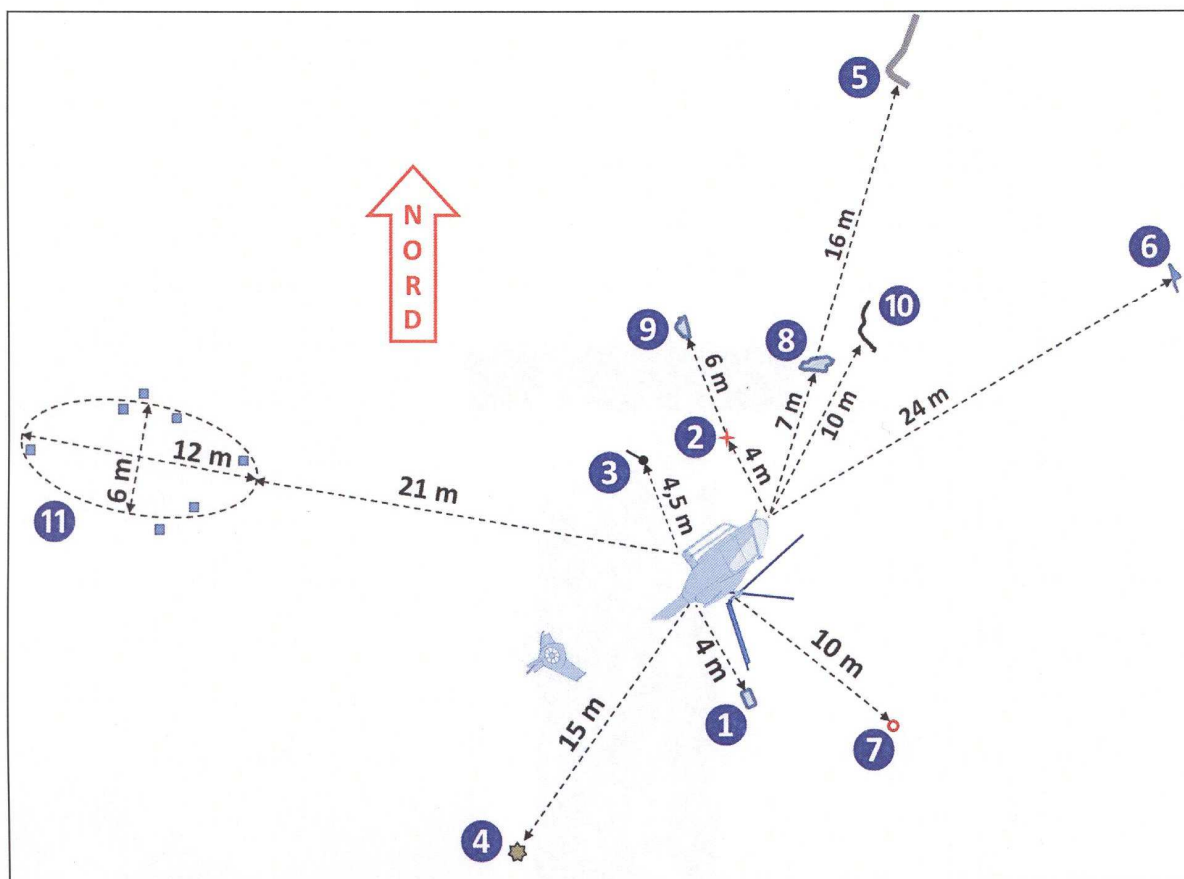


Schéma des principaux débris jusqu'à 40 m de l'appareil

- ① Fragment de structure poutre de queue (3 200 cm²)
- ② Partie sécable du couteau inférieur de coupe-câble
- ③ Antenne VHF2
- ④ Bride cannelée d'entrée BTA
- ⑤ Arbre du tronçon arrière de transmission arrière
- ⑥ Fragment de partie courante en bord d'attaque d'une pale (L : 60 cm)
- ⑦ Amortisseur de déformation de transmission arrière
- ⑧ Fragment de structure poutre de queue (5 280 cm²)
- ⑨ Fragment de structure poutre de queue (1 800 cm²)
- ⑩ Faisceau électrique pour feux de position et magnétomètre (L : 200 cm)
- ⑪ Zone de dispersion de 7 éclats de revêtement de pale (400 cm²)

L'appareil est couché sur le côté droit à 90 degrés de son axe d'arrivée, la PDQ est sectionnée en avant des plans fixes, et repose sur la partie gauche du plan fixe et le bas de la dérive, les pales sont détruites et certains morceaux (saumon de pale) sont à plus de 100 m de l'épave.



Vue de l'appareil dans le champ

Couché sur son flanc droit, le fuselage principal ne semble pas déformé. La queue, déchirée de part en part après les antennes localisateur (LOC), a perdu sa partie arrière. Le train d'atterrissage et le dessous de l'appareil sont intègres.

Le revêtement de l'ensemble « capots supérieurs » de l'hélicoptère est arraché au niveau de son angle arrière gauche.

La partie arrière de la queue sectionnée, soutenant l'ensemble dérive/fenestron et le plan fixe horizontal, repose renversée à l'arrière de l'appareil en sens opposé. Outre les déchirures dues au sectionnement de la queue, la quille sous fenestron est craquée, le plan fixe est lui troué sur 50 cm².

La partie du coupe-câble inférieur et ses contrefiches de fixation à la cabine sont intègres (hors partie sécable restée en terre) ainsi que l'antenne Pitot. Un bourrage de terre glaise est compacté entre le champ droit du couteau et le Pitot.

Les 3 pales stratifiées sont très abîmées. Les dommages observés sont typiques des cas de heurt important de pale rotor tournant avec un corps d'une résistance ayant provoqué une décélération brutale du rotor.

Les principaux dégâts du moyeu rotor principal (MRP) sont en rapport avec la décélération brutale.

Les barres de suspension de la boîte de transmission principale (BTP) sont flambées, très sévèrement pour la barre arrière gauche.

L'arbre de liaison qui transmet le couple moteur à la BTP s'est coupé en force.

Le tube du tronçon avant de transmission arrière est cloqué en creux côté BTP. Le tube du tronçon arrière, impacté par les pales et éjecté de la poutre de queue (à l'intérieur de laquelle il transite), est tordu en S, écrasé et entaillé. A chacune de ses extrémités, les brides de fixation ont été arrachées et restent fixées sur leur flector côté tronçon avant et bride d'entrée BTA.

L'environnement BTA est endommagé.

La batterie a quitté son support et repose retournée en fond de compartiment à côté du tronçon avant de transmission arrière. Sa ligne de puissance négative est coupée.

La cabine semble en très bon état, la bulle est intacte et tous les éléments composant l'intérieur de la cellule sont à leur place. Les sièges anti-crash n'ont pas basculés. La commande de cyclique semble être au neutre et le PG est au 2/3 haut de la course. La manette coupe-feu est plein arrière.



Commande coupe-feu

L'interrupteur EMER-SW (*emergency switch*, interrupteur coupe-tout) en position haute, freiné, n'a pas été activé.



Interrupteur EMER-SW

Airbus Helicopters a réalisé, le 4 et 5 mars 2014 à DAX, une inspection suite au renversement de l'appareil durant l'atterrissage. Le rapport d'inspection « EBSEES N° 074/14 » établit que l'appareil n'est pas réparable (enfoncement du plancher mécanique, endommagement des poutres sous le plancher mécanique, perte des références de la ferrure de barre avant gauche, ainsi que de la ferrure anti couple gauche).

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Membres d'équipage de conduite

1.13.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite révisionnelle en centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN)
 - date : 02 septembre 2013
 - résultat : apte
 - validité : 24 mois avec visite à l'unité tous les 6 mois
- Examens biologiques : non réalisés
- Blessures : aucune

1.13.1.2. Pilote

- Dernier examen médical :
 - type : visite à l'unité du personnel navigant
 - date : 27 janvier 2014
 - résultat : apte avec port obligatoire de verres correcteurs en vol
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : non réalisés
- Blessures : traumatisme du membre inférieur droit avec plaie simple

1.13.2. Membre d'équipage

- Dernier examen médical :
 - type : visite à l'unité du personnel navigant
 - date : 17 février 2014
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
 - Examens biologiques : non réalisés
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

L'accident survient lors de la phase de poser, avec une vitesse faible. La surface de poser est un champ meuble. L'appareil s'immobilise couché sur le flanc droit. Les membres d'équipage n'ont pas subi de traumatisme. Les harnais de sécurité ont pu être enlevés facilement.

Lors de la coupure de la turbine, une confusion entraîne une double manipulation de la manette de coupure d'urgence : le commandant de bord coupe la turbine dès l'accident, le pilote la repousse dans les secondes qui suivent, ce qui interdit la coupure effective de la turbine. Le commandant de bord la manipule à nouveau, provoquant enfin l'extinction de la turbine. Immédiatement après, l'évacuation a été réalisée sans problème par la porte avant gauche.

La proximité d'une route a permis une arrivée rapide des secours.

1.15.1. Organisation des secours

Après l'évacuation de l'appareil, le pilote a contacté directement le bureau des opérations de la base de Dax pour signaler l'accident. Dans les mêmes délais, un témoin déclenche les secours civils en faisant appel aux sapeurs-pompiers du SDIS 64 qui envoie une équipe d'intervention ainsi qu'un médecin. Le médecin de l'antenne médicale soutenant la base école de Dax est néanmoins prévenu conformément à la procédure. Il se rendra sur les lieux pour prendre en charge les accidentés en relais du médecin des sapeurs-pompiers.

1.16. Essais et recherches

Sans objet

1.17. Renseignements sur les organismes

Suite à la signature début 2008 d'un contrat de partenariat entre le ministère de la défense et la société Hélidax, 36 Calliope ont été mis en place progressivement à Dax, entre octobre 2009 et février 2011. La société Hélidax, implantée sur le terrain, est propriétaire des appareils et en assure la gestion du maintien de navigabilité et la maintenance (agrément de la direction générale de l'aviation civile) FR.MG.307 et FR.145).

Depuis février 2011, les formations (initiales et des moniteurs) sont dispensées par les moniteurs de l'école exclusivement sur Calliope, en remplacement des Gazelle.

Elles sont réalisées au profit des trois armées, de la gendarmerie, des douanes, de la sécurité civile et de la force aérienne belge.

1.18. Renseignements supplémentaires

L'école de DAX pratique environ 22 000 exercices d'autorotation « moteur réduit » par an. Cette expertise dans le domaine de l'autorotation a mis en évidence que l'EC 120 a une tendance, en fin de course (faible vitesse), à s'écraser sur la partie avant de son train d'atterrissage, en particulier lorsque le terrain est meuble. Des cas de légère bascule vers l'avant ont été signalés. Des marques significatives au sol laissées par le train d'atterrissage ont été relevées lors de ces bascules.

La radiobalise de détresse installée sur l'aéronef était en position automatique au moment de l'événement et ne s'est pas déclenchée.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet

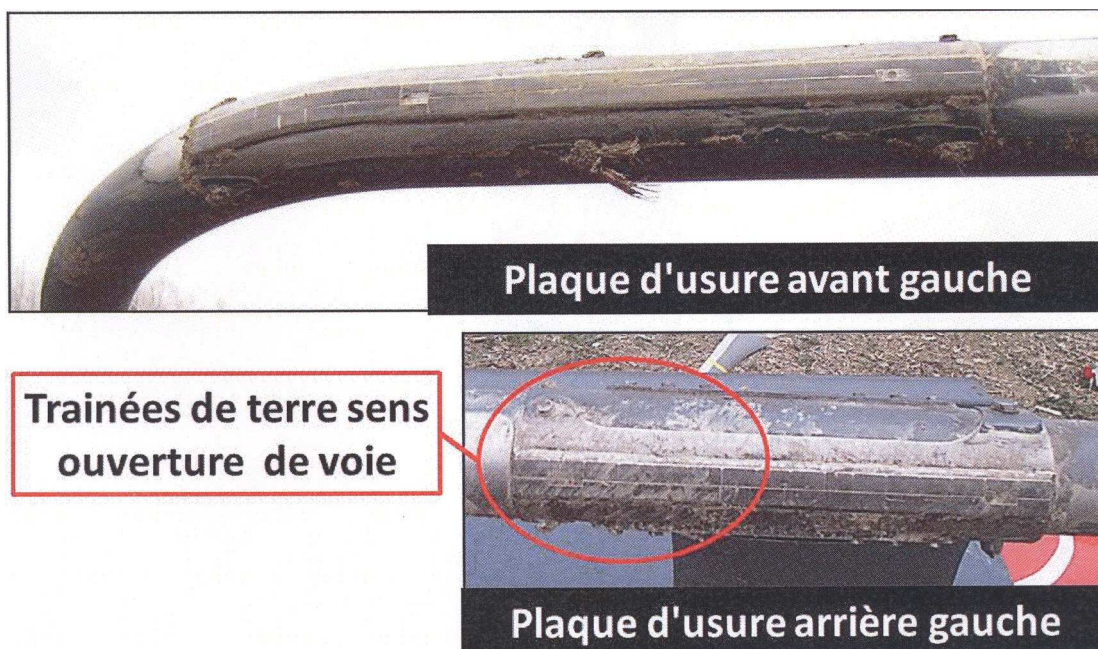
2. ANALYSE

L'analyse a pour but de déterminer les causes de la perte de contrôle de l'appareil.

Elle est réalisée à partir des témoignages recueillis, des constatations faites sur le lieu de l'accident et des paramètres de l'enregistreur de maintenance.

2.1. Séquence d'événements

L'orientation des trainées de terre sur les plaques d'usure du patin gauche donne une image du facteur de charge arrière et avant présent sur le train pendant la glissade rectiligne. Les trainées constatées sur la plaque avant sont orientées dans l'axe de glissement, ce qui démontre que la partie avant du train était porteuse. Pour la plaque arrière, les trainées sont orientées latéralement. La partie arrière du train n'était donc pas porteuse.



Plaques d'usure patin gauche

Dès le début de la glissade rectiligne, le train présentait une légère assiette à piquer.

En se reportant au schéma des traces page 15, on constate que dès le début des marques dans le sol, la trace du patin gauche est moins prononcée que celle du patin droit.

De plus, la trace du patin gauche s'arrête après 4,10 m de glissade, alors que le patin droit glisse encore sur 2,70 m puis dévie sur la droite.

Dès le début de la glissade rectiligne, le train présentait un léger angle de roulis à droite, qui après 4,10 m de glissade, a augmenté suffisamment pour déjauger le patin gauche.

En se reportant au schéma des traces, on constate que, dans les 20 derniers centimètres, la saignée du coupe-câble vire franchement à gauche (moment de changement de trajectoire vers la droite du patin droit).

De plus, après avoir déjaugé sur 1,3 m le patin droit touche de nouveau le sol en laissant une trace correspondant à l'enfoncement du patin, par le flanc droit de la spatule, pour 2,1 m de traînée.

L'inclinaison roulis installée à droite tire l'appareil vers la droite. Dès que le patin droit déjaugé, il pivote horizontalement autour du coupe-câble et dérape à droite. Lorsque le patin droit retouche le sol, sa spatule traîne latéralement en terre jusqu'à obstruction au sol par bourrage de terre.

L'examen de l'épave montre que la queue est sectionnée devant le plan fixe 70 cm avant la jonction entre la poutre de queue et le fenestron (ce qui correspond aux pales sans les bouts paraboliques éjectés). Le sectionnement n'a pas été franc et tranchant. Des morceaux de structure ont d'ailleurs été arrachés. L'arbre de transmission arrière n'a pas été sectionné mais arraché de ses brides.

La poutre de queue a été coupée par le rotor, en partie détruit par le premier contact avec le sol.

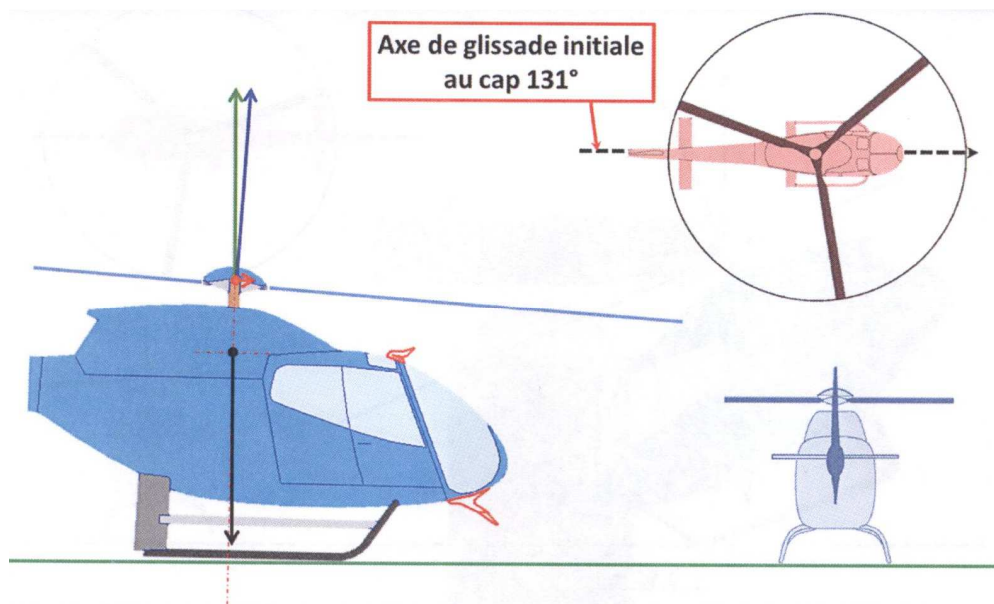


Poutre de queue sectionnée

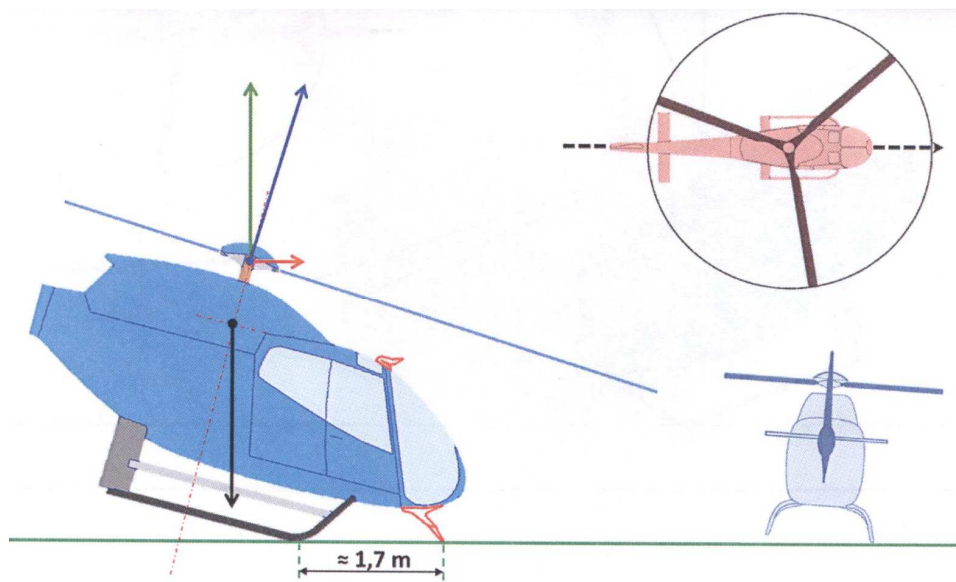
Sur le schéma des traces au sol, l'axe de la traînée de la spatule du patin droit est au cap 165° . Le positionnement de la zone du 1^{er} contact sol des pales, et l'angle de dispersion des bouts de pales (du 289° au 295°), permettent d'estimer que la zone de contact des pales avec le sol se situe à 70° de la ligne de foi dans le sens horaire.

Un calcul a permis de déterminer que le premier contact des pales avec le sol s'est fait avec une attitude de 17° à piquer et 32° en roulis. La prépondérance du roulis explique la direction du secteur d'éjection.

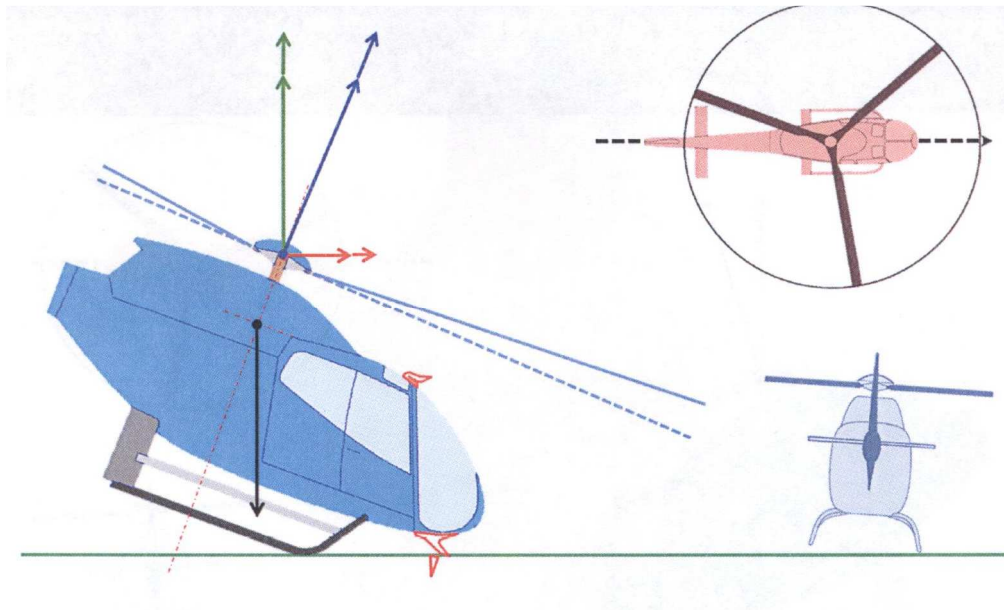
2.2. Scénario de l'événement



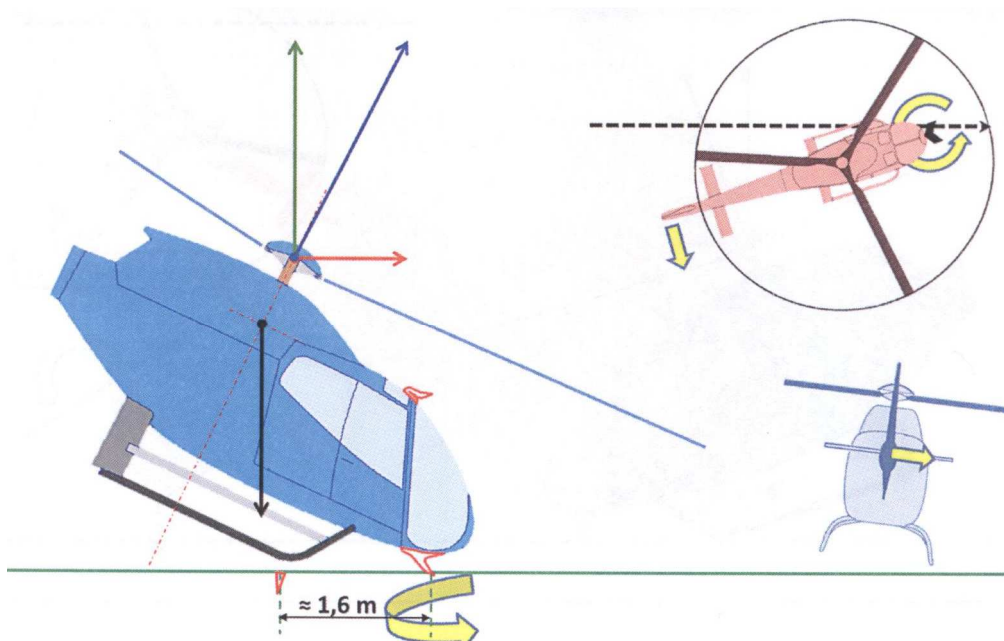
Contact sol avec une légère assiette à piquer



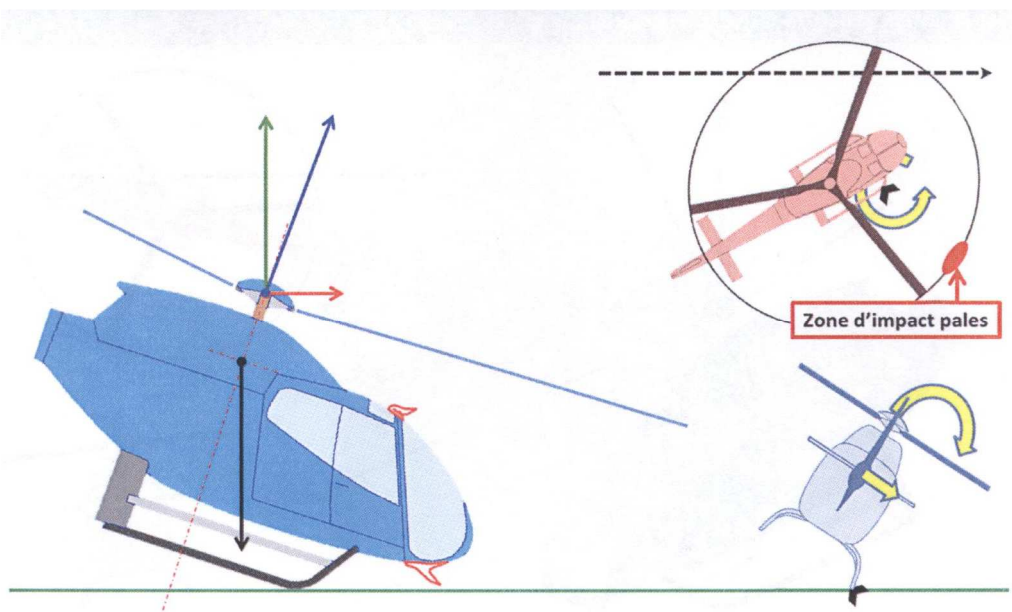
L'appareil part en bascule avant, la partie sécable du coupe-câble touche le sol (piquer à 14°) et prend une assiette à roulis à droite (plus de trace du patin gauche au sol).



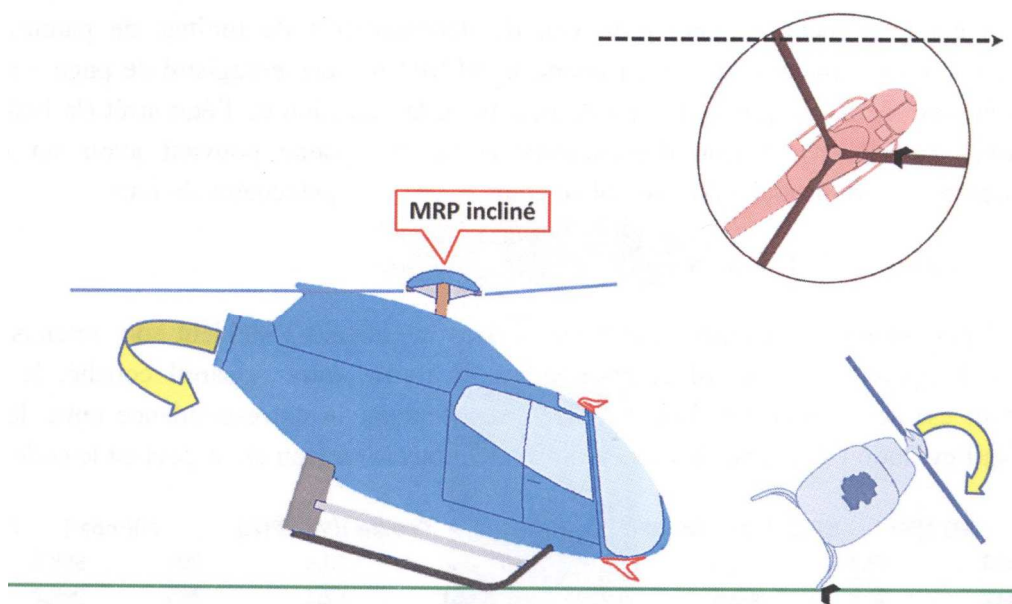
La partie sécable du coupe-câble entre franchement en terre puis se brise. Le pilote augmente le pas. La portance et la composante horizontale s'accroissent.



Le CDB augmente à son tour le pas, le train déjauge mais le coupe câble reste en terre en raison du mouvement de bascule. L'augmentation de la composante horizontale amplifie la bascule avant. Cette commande n'étant pas compensée aux palonniers, l'appareil amorce un dérapage à droite par pivotement autour du coup-câble.



Un basculement dynamique s'installe autour du patin, les pales touchent le sol pour environ 17° à piquer et 32° en roulis. Les extrémités des pales se brisent. La brusque augmentation du couple de réaction tord les barres BTP et incline celle-ci vers l'arrière gauche de l'appareil. Cela induit le basculement complet de la cellule en dérapé sur le flanc droit.



Dans le mouvement, les moignons des pales coupent la queue et impactent l'ensemble « capots supérieurs ». L'appareil se couche sur le flanc droit.

2.3. Recherche des causes dans le domaine technique

L'appareil était en parfait état de fonctionnement et entretenu conformément à la documentation en vigueur.

Aucune cause d'origine technique n'est retenue.

2.4. Recherche des causes dans le domaine environnemental

La région vient de connaître un épisode pluvieux intense, le terrain est constitué d'une terre glaise dense et collante que l'humidité rend assez meuble. La quantité de terre amassée par petits paquets sur toutes les parties de l'aéronef ayant été en contact avec le sol confirme l'excellente accroche de celle-ci. La surface en chaume de maïs est non herbeuse. Le début de glissade se fait donc directement sur une terre particulièrement accrocheuse et adhésive. L'adhérence du terrain lors du contact sol freine la glissade du train et augmente la prise de facteur avant.

Le fait de poser glissé sur un terrain meuble et collant a ralenti la machine et transformé son énergie cinétique en force de basculement.

La nature du sol a favorisé le départ en bascule vers l'avant.

2.5. Recherche des causes dans le domaine des facteurs humains et organisationnels

2.5.1. Défaillances actives

Erreur de décision : choix de la technique d'atterrissage

Le CDB, conformément à la procédure d'entraînement à la panne de pression hydraulique, a correctement simulé la panne. La position du bouton poussoir « ACCU TST » en témoigne.



Bouton poussoir « ACCU TST » relâché

A l'exception du choix du type de poser, le pilote applique correctement les différents items de la procédure de secours suite à alarme hydraulique (Cf. annexe 2). Cette procédure recommande d'effectuer une approche plate et de terminer par un atterrissage normal. L'atterrissage normal décrit dans le manuel de vol se fait à partir du stationnaire. Le pilote fait cependant le choix d'effectuer un poser glissé.

Le poser ponctuel après le stationnaire évite le transfert de charge vers l'avant, symptomatique d'une glissade et potentiellement déclencheur d'un basculement vers l'avant.

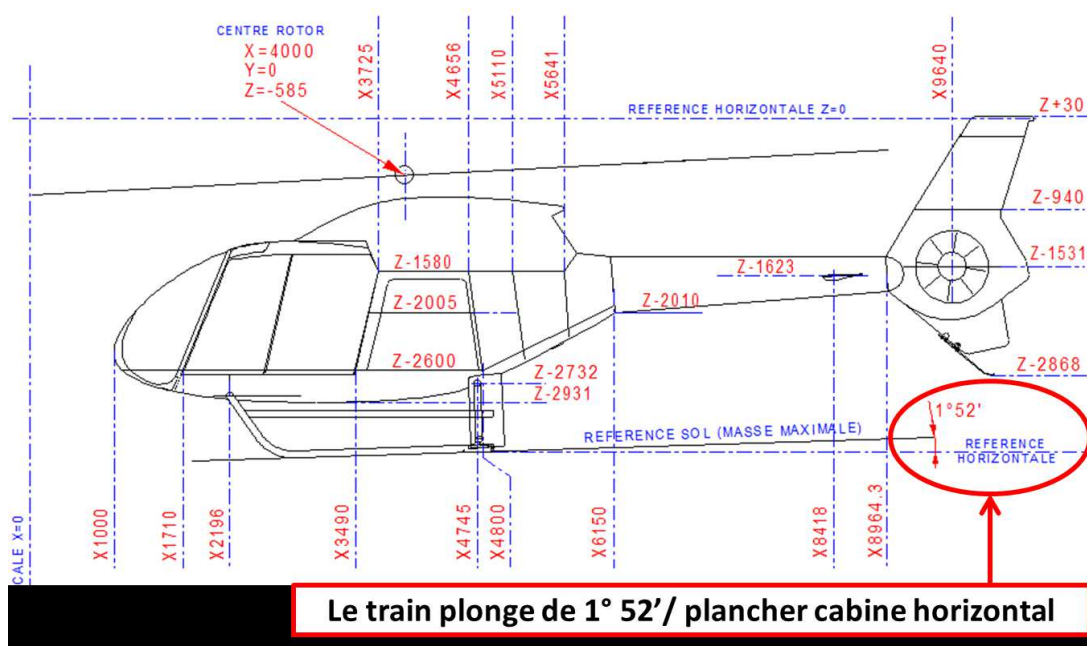
Le choix d'un atterrissage glissé sur simulation de panne hydraulique, en lieu et place d'un atterrissage « normal », tel que recommandé par le manuel de vol, a favorisé le départ en bascule.

Défaillances fondées sur les habiletés

L'AMM (*aircraft maintenance manual*, manuel de maintenance) indique que le train est conçu plongeant (1°52' par rapport à l'horizontal hélicoptère). Un léger piquer du train au moment du contact sol est donc compatible avec le plancher cabine à l'horizontal.

Toutefois il reste possible qu'une légère assiette à piquer supplémentaire ait été commandée.

L'étude des patins de l'appareil montre des traces longitudinales sur le premier quart ainsi que sur les spatules et des traces transversales sur l'arrière. Les traces sont typiques d'un poser glissé avec une légère assiette à piquer. Le passager a d'autre part eu la sensation d'une assiette à piquer anormale lors de l'atterrissage.



Angle plongeant du train en AMM : dimensions et implantations

Lors du contact avec le sol, une inclinaison à piquer entretenue au cyclique a probablement favorisé le départ en bascule avant.

Comme démontré au paragraphe 2.1, le contact avec le sol s'est fait avec une légère inclinaison à droite. Ce comportement est connu sur hélicoptère de surcroît avec un passager à droite. C'est donc l'observation de la trace du patin droit, la plus profonde, qui permet de dire que l'enfoncement du patin dans le sol d'environ $\frac{2}{3}$ de la section a été immédiat, ce qui milite pour une baisse de pas franche dès le poser. Cela est cohérent avec le relevé de l'enregistreur de maintenance *BRITE SAVER* qui témoigne d'une baisse de couple de 71 à 50 % suivie d'une désynchronisation de la roue libre.

Cependant, l'enregistrement n'ayant lieu qu'une fois par seconde, on ne peut se prononcer sur la rapidité de cette baisse de PG pour cause de zone aveugle d'une seconde. Il faut noter que le pilotage du PG, s'effectuant ici sans hydraulique, demande un effort maintenu vers le bas pour vaincre le rappel à plat des pales (dû à la force centrifuge et au rappel au neutre élastique des butées sphériques). Dans ces conditions, la finesse de pilotage nécessaire au dosage des commandes est amoindrie. Une baisse de pas brève et franche augmente l'accroche au sol et donc le facteur avant en glissade.

Une baisse de pas général trop franche a favorisé le départ en bascule avant.

Le pilote pense ne pas avoir modifié le manche cyclique pendant le basculement sans en être certain. En l'absence de commande, le disque rotor suit la cellule et perd son horizontalité. L'assiette à piquer de l'hélicoptère, associée au fait que le patin soit en contact avec le sol, augmente la composante horizontale de la portance, ce qui amplifie le phénomène. Sans hydraulique, les servocommandes sont transparentes, le pilotage est « dur », les commandes cycliques demandent un effort maintenu.

La commande avec effort maintenu vers l'arrière, siège pilote incliné vers l'avant, n'est pas morphologiquement naturelle. Pourtant elle aurait permis de conserver le disque rotor horizontal et donc de limiter la bascule. Un document « sens de rotation du rotor » explique que sans hydraulique, sur les hélicoptères avec rotor tournant dans le sens horaire, le manche cyclique tend à partir à droite de par l'influence des forces aérodynamiques retransmises du rotor vers la chaîne de commande, c'est-à-dire qu'il pousse dans le fond de la main. Ce qui est confirmé par la lettre-service Eurocopter N° 1649-29-03 « transparence servo ».

Si le pilote ne force pas suffisamment à gauche, il commande inconsciemment à droite et laisse s'installer une inclinaison à droite. Au paragraphe 2.1, il a été démontré que l'inclinaison à droite a augmenté après 4 m 10 de glissade (le patin gauche n'est plus en contact sol).

L'absence de réaction ou une mauvaise utilisation du cyclique « sans hydraulique » a permis au phénomène de basculement vers l'avant et à droite de se développer.

Lorsque la bascule s'effectue et que le coupe câble se plante en terre jusqu'à la garde de la partie fusible (piqué supérieur à 24° et maximum, de 28,9° calculé suivant le théorème de Pythagore), l'équipage se voyant franchement basculer vers l'avant a le réflexe de tirer le PG afin d'augmenter la portance et remettre la machine en stationnaire.

Cette action a pour effet :

- d'amplifier le basculement vers l'avant par augmentation de la force de sustentation (basculement dynamique) qui, orientée vers l'avant de l'appareil, augmente la force de traction horizontale de façon proportionnelle. De plus, le basculement vers l'avant étant déjà avancé, le centre de gravité de l'appareil s'en retrouve élevé d'autant, le moment de basculement est alors augmenté ;
- de générer un début de cadence à gauche induite par un probable retard de correction aux palonniers. Cette cadence est consécutive à une deuxième action du CDB sur le PG ;
- de rompre la partie fusible du coupe câble.

Les effets combinés sur les commandes favorisent le basculement qui devient alors irrattrapable.

Le basculement dynamique est un phénomène qui, à l'origine, nécessite un point d'ancrage au sol. Ce point d'ancrage n'a plus d'utilité au-delà d'un angle qui dépend du type de machine et de la position du centre de gravité de l'appareil. Lors de l'événement, le point d'ancrage initial est le train d'atterrissage par adhérence avec le sol meuble. Par la suite, le point d'ancrage devient la partie avant du patin droit.

L'action au PG est telle que la machine décolle sur une distance d'environ 1,50 m (hauteur indéterminée) avant de retoucher le sol sur la partie avant du patin droit et de basculer sur le côté droit avant de s'immobiliser. Le fait de tirer la puissance au point de faire décoller l'appareil est le facteur aggravant de l'événement par augmentation du moment de basculement. Sans cette action sur le PG la machine serait probablement retombée sur ses patins avec des dégâts structurels moins importants

L'application de pas général du pilote a amplifié la bascule.

Selon ses déclarations, le commandant de bord comprend que la bascule n'est pas maîtrisée et tente à son tour une application de PG. Les effets sont triples : le train déjauge sous l'augmentation de la force de sustentation, la bascule à piquer et en roulis reprend sous l'augmentation de la force de traction et, le mouvement du collectif n'étant pas compensé aux palonniers, l'appareil tourne brusquement à gauche sous l'augmentation du couple de réaction sur la cellule, patin droit libéré du sol. Ce changement de cap est confirmé par la forme de virgule à gauche des 20 derniers centimètres de la saignée due au coupe - câble inférieur. Avec l'augmentation de piquer, le coupe - câble inférieur se comporte comme une pointe de compas et fonctionne comme un pivot. L'inclinaison à droite en augmentation accélère le dérapage.

La seconde application de pas général non compensée aux palonniers a provoqué le dérapage.

2.5.2. Conditions préalables

Biais d'habitude

Lors de cette événement, le pilote fait le choix d'exécuter une finale d'approche avec un poser glissé. Il l'annonce à haute voix ce qui n'amène aucune remarque du reste de l'équipage durant la finale. Cette approche était « couramment » utilisée lors de l'exécution de la panne BPHY sur appareil Gazelle dont le système hydraulique présente des différences notables. Or, cet équipage et en particulier le pilote et le CDB ont une forte expérience sur ce type d'appareil. D'après les témoignages des différents membres d'équipage, cette procédure de poser glissé se pratiquerait aussi couramment sur EC 120 par habitude.

L'EC 120 lui-même nécessite un atterrissage glissé sur panne hydraulique par grand froid (augmentation des efforts de pilotage dû à la densité de l'air et au durcissement des articulations élastomères par butées sphérique au niveau du MRP). Au travers du manuel de vol l'équipage a connaissance de la procédure par grand froid et peut l'estimer, à tort, porteuse pour tout le domaine de température et la restituer en tant que culture de métier.

Par interprétation des généralités de la section 3 du manuel de vol, conforté par l'expérience hélicoptère et potentiellement encouragé par l'écrit du Mémento pilote en service sur la plateforme, l'équipage semble pratiquer cette panne en réalisant couramment un atterrissage glissé.

Un biais d'habitude⁸ est probablement la cause du choix de se poser en glissant.

Constitution de l'équipage

Le CDB est un pilote instructeur très expérimenté. Il n'est pas qualifié moniteur mais sa compétence unanimement reconnue lui a permis d'être habilité pilote instructeur par le commandant de l'école. Dans l'ALAT, la qualification moniteur est obtenue après un stage de 17 à 20 semaines, selon la spécialisation, effectué en école. Le pilote instructeur ne suit pas de stage. Il est habilité par son chef de corps au vu de son expérience et sur proposition d'un moniteur. Ses prérogatives sont plus limitées (Cf. Annexe X §2 de l'instruction n° 30-6500/DEF/COMALAT/BPRA du 12/07/2011). Il possède plus de 9 000 heures de vol. Il n'est plus en service actif, mais bénéficie de 150 jours annuels de réserve pour renforcer l'équipe pédagogique de l'école.

⁸ Un biais d'habitude est une décision orientée vers une solution familière, même si elle n'est pas optimale.

Le pilote est inscrit sur la liste du PNR à l'EALAT de Dax. Les pilotes rattachés sont des pilotes ayant une affectation aéronautique en conformité au plan de rattachement du COMALAT mais affectés pour emploi en organisme central (état-major, direction, etc.). Ils doivent maintenir un niveau d'entraînement minimum au sein d'une unité opérationnelle de rattachement. Ce niveau minimum est fixé à trente heures de vol dont dix heures aux commandes. Il est qualifié pilote depuis 1989 et est affecté à un poste à haute responsabilité à l'Etat-major des armées. Il est rattaché à l'EALAT de Dax depuis plus de 10 ans et vient donc régulièrement voler à la BMA.

Le membre d'équipage est également inscrit sur la liste du PNR à l'EALAT de Dax. Il est qualifié pilote et effectue en place arrière les heures de vol nécessaires). Il est moins expérimenté et moins qualifié que l'équipage aux commandes.

Le CDB et le pilote ont déjà volé ensemble lors des passages précédents du pilote à l'EALAT, dans le cadre de son plan de rattachement. Ils se connaissent donc assez bien. La communication au sein de l'équipage semble satisfaisante car une révision de la théorie est faite avant les exercices. Toutefois, une « fausse synergie » résultant de leur expérience respective a pu régner à bord, le CDB de par son ancienneté et son savoir-faire unanimement reconnu et le pilote de par sa position hiérarchique et son ancienneté également.

Le PCB estimait son pilote comme « bon » en le comparant à la population de PNR avec laquelle il vole. Cette confiance et le biais d'habitude n'ont pas amené de remarque particulière lorsque le pilote annonce qu'il va exécuter un poser glissé. Avant le poser, le PCB a la main gauche près du PG mais ne suit pas au cyclique les actions de son pilote et ne corrige donc pas sa légère assiette à piquer. Il dit lui-même lors de son audition ne pas savoir si une action sur cette commande a été entreprise par le pilote car il n'a pas la main dessus. Le déroulé de l'événement sera par la suite tellement rapide que le PCB n'aura pas le temps d'initier une action correctrice au cyclique mais uniquement au PG.

Il est possible que la constitution de l'équipage ait pu favoriser un excès de confiance mutuelle et une baisse de vigilance du commandant de bord.

Appropriation des particularités du Calliope

Eu égard à un centre de gravité placé haut et en avant, ainsi qu'à un train haut et court sous cabine, l'EC 120 a une forte prédisposition à basculer vers l'avant. Les équipements supplémentaires de la version NHE ont augmenté la charge à l'avant. Les cas de bascule se produisent soit au rebond en début de glissade d'autorotation (couple à piquer plus réponse du train après l'impact vertical), soit en fin de glissade sur sol meuble (après transfert de charge vers l'avant, les spatules s'enfoncent).

Les moniteurs de l'école ont dû s'approprier le Calliope et son comportement. Actuellement les départs en bascule sont normalement maîtrisés. Après l'appropriation, statistiquement le Calliope ne pose pas plus de problème que la Gazelle qui, malgré un train bas et un centrage longitudinal légèrement arrière (Gazelle lisse), a connu elle aussi plusieurs cas de basculement car la voie avant du train, montée sur cardan, pouvait s'ouvrir exagérément en fin de glissade. L'expérience montre que le transfert de charge vers l'avant lors de la décélération en glissade est un problème « d'hélicoptère à patins » que les pilotes doivent maîtriser.

Compte-tenu de sa mission particulière, l'école avait émis l'idée en 2011 d'étudier un système anti basculement. Aujourd'hui ce dispositif visant à augmenter la stabilité de l'appareil, en élargissant avec une pièce la spatule des patins, est « certifié » par Airbus Hélicoptères. Le départ en basculement avant a eu lieu ici, dès le début de la glissade et n'est pas en rapport avec l'enfoncement parfois ressenti en fin de glissade d'autorotation.

Compte tenu d'un centre de gravité haut et vers l'avant, le Calliope peut, dans certains cas, avoir tendance à basculer vers l'avant.

Manque de connaissance

Le pilote n'a vraisemblablement pas cherché à maintenir l'horizontalité du rotor en début de bascule. Par acte réflexe, il a augmenté le PG. Le CDB, en réaction de sauvegarde, augmentera lui aussi le PG. Ces actions sont contraires au rétablissement de la situation. Suite à plusieurs accidents d'hélicoptères modernes dans le monde, les instances de la sécurité des vols ont souhaité informer les pilotes, dans le cadre du partage et du retour d'expérience comme Eurocopter au travers du SIN 2335-S00 « Sécurité en vol des hélicoptères ». Cette notification avertit les équipages de l'action corrective en ces termes :

- réduire le PG pour éliminer la composante horizontale de la poussée rotor afin d'essayer d'arrêter le basculement avant que le centre de gravité soit au-delà du point pivot;
- l'hélicoptère continuera de basculer sous l'effet de son inertie et peut basculer au-delà de l'angle de basculement statique si le PG n'est pas réduit assez rapidement.

La réaction contraire de l'équipage laisse penser qu'il n'était pas suffisamment averti.

L'hypothèse que l'équipage, par manque de connaissances de bases en matière d'actions de rétablissement en cas de basculement (pilote désorienté), ait pris des décisions aux commandes inadaptées et amplifié la bascule en cours est possible.

Multiplicité des procédures

Le manuel de vol en section 3, page 3-1 GENERALITES introduit les procédures de secours comme suit :

« Les procédures de secours décrivent les actions à entreprendre par le pilote en fonction des éventuelles défaillances susceptibles de survenir. Cependant, compte tenu de la grande diversité de l'environnement extérieur tel que le type de terrain survolé, le pilote pourra avoir à s'adapter à la situation en s'appuyant sur son expérience. »

Le Mémento pilote EC 120 B en service sur la plateforme le jour de l'accident (document utilisable uniquement par les cadres et stagiaires de l'EALAT de DAX) partie « procédures de secours » traite l'allumage du voyant HYDR du TSA en page 5. De petites différences par rapport à la procédure de base du manuel de vol existe comme « Vérifier les 2 interrupteur HYD sur marche » non prévu dans la procédure de base puisque inutile. Ces différences proviennent probablement de l'habitude sur Gazelle. Le déroulé de la procédure donne les actions correctives et termine par « effectuer une approche très plate » employé en lieu et place de « effectuer une approche plate et terminer par un atterrissage normal » de la procédure de base. L'emploi du terme « très plate » au lieu de « plate » et le gommage de « terminer par un atterrissage normal » peut inciter le lecteur à choisir l'atterrissage glissé au lieu de l'atterrissage normal au titre de l'adaptation de la situation sur expérience des généralités de la section 3.

HYDR

Pression hydraulique < 20 bar

AU SOL

1. Verrouiller le PG.
2. Interrupteur HYD sur arrêt.
3. Couper le moteur.

EN STATIONNAIRE

ATTERRIR DES QUE POSSIBLE

EN VOL

1. Afficher la Vy.
2. Vérifier les 2 interrupteurs HYD sur marche.
3. Panne confirmée : interrupteur HYD sur arrêt.
4. Couper le PA.

ECOURTER LE VOL

5. Effectuer une approche très plate.

ATTENTION DANGER

AU SOL, ARRÊTER LE MOTEUR ET VERROUILLER ENSUITE LE PAS GENERAL.

(S'il n'est pas verrouillé, le pas collectif monte lorsque l'interrupteur HYDR est sur arrêt).

5

Procédure HYDR du Mémento pilote EC 120 B en service sur la plateforme le jour de l'accident

L'équipage a probablement choisi l'atterrissage glissé en fin de procédure de secours suite à alarme hydraulique en s'appuyant sur l'expérience résultant d'une interprétation partiellement répandue sur la plateforme.

Difficulté de l'exercice

Sans assistance hydraulique, les efforts de pilotage de l'hélicoptère deviennent plus durs d'autant que l'on s'écarte de la vitesse refuge (65 kt). Afin de minimiser les efforts (force et durée) nécessaires à tenir le stationnaire, l'enseignement école préconise une approche très plate et le poser après un bref stationnaire. L'équipage conscient de la relative dureté du pilotage du stationnaire sans hydraulique, pense faciliter celui-ci par un poser glissé.

L'équipage a probablement choisi l'atterrissage glissé afin de faciliter le pilotage du poser.

2.5.3. Conditions de non récupération

Le personnel navigant, qualifié pilote, assis en place arrière participe au vol dans le but d'effectuer les heures imposées par la réglementation en vigueur (instruction n° 30-000/COMALAT/BOFA du 22 juillet 2013) dans le cadre de son plan de rattachement à l'EALAT de Dax. Sollicité par le pilote au moment de l'approche sur le champ pour assurer la sécurité au franchissement de la ligne électrique, il a pris connaissance de l'intention de ce dernier d'effectuer un atterrissage glissé. Il suit de la place arrière le déroulement de la manœuvre et a l'impression que l'aéronef présente une assiette à piquer avant son contact avec le sol. Mais ne voyant pas le CDB intervenir, il juge cette sensation erronée par le fait d'une perception différente en place arrière et n'en fait pas part à l'équipage.

3. CONCLUSION

3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement

L'appareil était en parfait état de fonctionnement.

La météo était bonne et n'a pas contribué à l'événement.

L'équipage était constitué d'un pilote rattaché, d'un CDB et d'un membre d'équipage.

L'événement survient au cours d'un exercice de simulation de panne hydraulique.

Le pilote décide de réaliser un poser glissé pour atterrir.

L'appareil arrive avec une légère assiette à piquer.

Cette assiette combinée à un sol gras et collant entraîne une bascule de l'appareil vers l'avant.

Par acte réflexe, le pilote, puis le CDB augmentent le PG ce qui amplifie l'effet de bascule. L'appareil se renverse sur le flanc droit.

L'équipage est indemne.

3.2. Causes de l'événement

Les causes de l'événement relèvent des facteurs humains et ont pour origine la décision de réaliser un poser glissé sur un terrain d'opportunité composé d'une terre grasse et collante au lieu de marquer le stationnaire.

Les facteurs contributifs à l'accident sont :

- l'habitude de traiter la panne hydraulique sur Gazelle en effectuant un poser glissé ;
- un excès de confiance mutuelle au sein entre le pilote et le CDB ;
- un raté d'exécution ayant entraîné une assiette à piquer lors de l'atterrissage ;
- un acte réflexe du pilote et du CDB qui augmentent le PG et accentuent par cette action l'effet de bascule ;
- un manque de précision de la documentation.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Poser glissé en panne hydraulique

Lors de cet événement, le pilote, en accord avec le CDB, a terminé la procédure de secours suite à alarme hydraulique par un atterrissage glissé en lieu et place d'un atterrissage normal prévu au manuel de vol. Ce choix s'est appuyé sur l'habitude d'effectuer ce type d'exercice sur Gazelle de cette manière.

L'utilisation du Calliope est étendue aux régiments d'hélicoptère pour leur permettre de se familiariser aux hélicoptères « glass cockpit » et de réaliser des heures de vol sur un appareil de substitution.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre de continuer à communiquer sur les spécificités de l'EC 120 (rotor rigide, centrage, train) notamment lors des procédures d'urgence.

4.1.2. Documentation

Les pilotes d'EC 120 ont à leur disposition 3 documents traitant à la panne hydraulique et la manière de simuler cette dernière :

- le manuel de vol ;
- le guide de l'instructeur ;
- un carnet de procédure pilote

Ces documents sont des documents de travail mais seul le manuel de vol fait foi, il est le seul document officiel. Les deux autres sont des aides pratiques mais ne sont en aucun cas des documents officiels au même titre que le manuel de vol.

Le carnet de procédure pilote doit être modifier en insérant « poser après un bref stationnaire ». La mention « poser normal » sur le manuel de vol est parfaitement expliquée comme étant un stationnaire avec descente verticale.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

à l'armée de terre que tous les documents de travail traitant les pannes soient calqués de façon fidèle sur le manuel de vol.

4.1.3. Précautions et actions correctives destinées à éviter un basculement ou à rétablir la situation.

Des précautions destinées à éviter un basculement et des actions correctives permettant d'essayer d'arrêter le basculement sont accessibles aux pilotes au travers des documentations « Airbus Hélicoptères » ou d'ouvrages concernant la mécanique du vol.

Les actions correctives prises aux commandes par l'équipage de l'événement ont été contraires à celle préconisées par la SIN 2335.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre de commenter et d'assurer largement la diffusion de la SIN 2335.

4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement

4.2.1. Système anti basculement

Dans le cadre de l'expérience acquise sur le Calliope, les équipages, en fin de glissade d'autorotations sur sol meuble, doivent pallier un enfoncement des spatules du train lors du transfert de charge avant normal lors du freinage de la glissade et ainsi maîtriser, aux commandes, un éventuel départ en bascule.

Compte-tenu de sa mission particulière, afin d'élargir son domaine de maîtrise, l'école avait demandé en 2011 l'étude d'un système anti basculement. Aujourd'hui ce système certifié par Airbus Hélicoptère est en attente.

Ce système fixé en zone « plaque d'usure avant / spatule » du patin semble destiné à limiter l'enfoncement en fin de glissade plus que d'interdire un basculement. Toutefois en atténuant l'enfoncement avant du train, il est indéniable que cette installation limite le risque de départ en bascule et peut en faciliter la maîtrise.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

à l'armée de terre d'étudier en relation avec le constructeur et la société Hélidax la mise en place de ce système anti basculement.

4.2.2. Enregistreur de paramètres de vol

En cas d'accident, l'exploitation des données de l'enregistreur de maintenance équipant le Calliope ne permet pas, notamment, de reconstituer une trajectoire dans le plan horizontal ni de connaître l'attitude de l'appareil. De plus les données enregistrées ne le sont qu'une fois par seconde, ce qui ne permet pas de suivre précisément une séquence d'accident toujours rapide.

Pourtant l'appareil possède une centrale aérodynamique et une centrale inertielle. Le *BRITE SAVER* possède lui une bonne capacité de mémoires mais aujourd'hui utilisée pour la durée d'enregistrement (2 500 heures de vol), plutôt que la cadence d'enregistrement et le nombre de paramètres nécessaires à l'analyse d'événement.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

à l'armée de terre d'étudier en relation avec la société HéliDax et la SIMMAD la possibilité :

- d'équiper la flotte Calliope d'enregistreur de paramètres de vol ;**
- ou d'augmenter la fréquence d'enregistrement des paramètres du *BRITE SAVER* en y intégrant les vitesses sur les axes X, Y, Z ainsi que les attitudes et la vitesse indiquée (V_i) et la vitesse verticale (VZ^9) de la centrale aérodynamique.**

⁹ Vz / vitesse verticale de l'appareil en m.s-1 ou ft/min.

ANNEXES

ANNEXE 1 Procédure d'entraînement à la panne	41
ANNEXE 2 Procédure de secours suite à alarme hydraulique	43
ANNEXE 3 Centrages.....	44

ANNEXE 1

Procédure d'entraînement à la panne



MANUEL DE VOL
EC120 B

1 GENERALITES

Cette procédure permet l'entraînement à la panne de pression hydraulique sur l' EC 120B.

En cas de perte de pression hydraulique : **HYDR** au TSA + "gong " retentit; les accumulateurs de pression hydraulique donnent suffisamment de temps au pilote, pour qu'il rejoigne la vitesse recommandée de 65 kt (120 km/h). Puis le pilote doit couper la pression hydraulique résiduelle à l'aide de l'interrupteur du manche collectif et appliquer la procédure d'urgence.

2 LIMITATIONS

Les limitations spécifiées dans le manuel de vol de base et dans les suppléments du manuel de vol restent applicables.

3 PROCEDURES DE SECOURS

Les procédures de secours spécifiées dans le manuel de vol de base et les suppléments du manuel de vol restent applicables.

4 PROCEDURES NORMALES D'ENTRAINEMENT

4.1 SIMULATION DE PANNE

En vol de croisière stabilisé, un appui sur le bouton-poussoir [ACCU TST] (sous cache) du LACU produit les mêmes effets qu'une panne réelle :

- La pression de la pompe hydraulique est court-circuitée,
- Les accumulateurs du rotor principal procurent une assistance hydraulique pendant un temps limité.

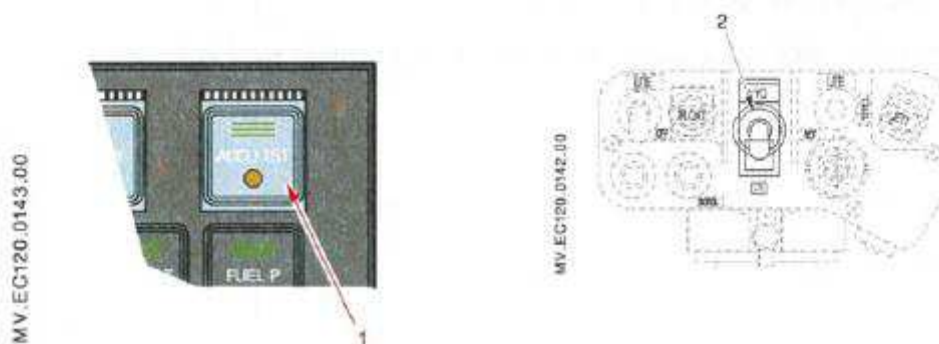


Figure 1 : Bouton de simulation de panne hydraulique

MANUEL DE VOL
EC120 B



4.2 PROCEDURE D'ENTRAINEMENT

1. [ACCU TST] sur le LACU, sous cache (1) APPUYER :
HYDR + "GONG".

2. Procédure de panne hydraulique APPLIQUER.

Voir FLM SECTION 3 (§ 3.7.3)

- Quand l'interrupteur HYD (2) sur le manche collectif est en position coupé ("OFF") :

3. [ACCU TST] (sur LACU) RELACHER.

- Au sol, ou à tout autre moment, pour rétablir l'assistance hydraulique :

4. Interrupteur HYD (sur manche collectif) MARCHE ("ON") :
HYDR

ATTENTION

Si le bouton poussoir [ACCU TST] (sous cache) du LACU n'est pas relâché, l'assistance hydraulique ne peut être rétablie .

ANNEXE 2

Procédure de secours suite à alarme hydraulique



MANUEL DE VOL
EC120 B

3.7.3 ALARME HYDRAULIQUE

TABLEAU D'ALARME	ACTIONS CORRECTIVES
<p style="text-align: center;">HYDR</p> <p style="text-align: center;">Pression hydraulique < 20 bar</p>	<p style="text-align: center;">NOTA</p> <p>La pression de l'accumulateur laisse un temps suffisant pour sécuriser le vol et appliquer les procédures ci-dessous.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Au sol</u> : <ol style="list-style-type: none"> 1. Pas général VERROUILLER 2. Inter. HYD (levier de pas général) .. sur ARRET <p style="text-align: center;">ATTENTION</p> <p style="text-align: center;">S'il n'est pas verrouillé, le pas collectif monte lorsque l'interrupteur HYD est sur OFF.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>En vol</u> : Simultanément et souplement: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pas général REDUIRE 2. Manche cyclique AFFICHER $V_i = V_y$ 3. Inter. HYD (levier de pas général) sur ARRET <p>Pour contrer les efforts :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Manche cyclique VERS L'AVANT 5. Pas général AJUSTER <p style="text-align: center;">ATTENTION</p> <p style="text-align: center;">Si l'interrupteur HYD du manche collectif n'est pas sur OFF, le pas collectif peut augmenter.</p> <p style="text-align: center;">NOTA</p> <p>Les efforts augmentent avec la vitesse.</p> <p>Approche :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effectuer une approche plate et terminer par un atterrissage normal. <ul style="list-style-type: none"> • En stationnaire : <p>Atterrissage possible :</p> <p style="text-align: center;">ATTERRIR DES QUE POSSIBLE</p> <p>Atterrissage normal.</p> <p style="text-align: center;">ATTENTION DANGER</p> <p style="text-align: center;">AU SOL, ARRETER LE MOTEUR ET VERROUILLER ENSUITE LE PAS COLLECTIF.</p>

ANNEXE 3

Centrages

Le dernier rapport de pesée du 19 août 2011 établit une masse à vide équipée de 1 111,1 Kg, un centrage longitudinal de 4,198 m pour un moment de 4664.276 m. Kg.

Les poids des personnels et de la charge interne pris en considération avant le vol sont de 90 kg pour le commandant de bord, 70 kg pour le pilote, 90 kg pour le passager et 10 kg de charge en cabine entre les sièges avant et la banquette arrière (déclaration du CDB).

Avant le vol, avec 211 kg de carburant utilisable (notifié au tableau de contrôle des pleins en formule 11) l'appareil accusait une masse de 1 592,1 kg et un centrage longitudinal de 3,926 m.

Au vu de la reprise carburant de 127,2 kg avant hissage de l'épave et après avoir retranché le carburant inutilisable de 3,5 kg déjà compris dans la pesée, la masse du carburant utilisable restant au moment de l'événement était de 124,2 kg.

L'appareil présentait donc une masse de 1 505,3 kg et un centrage longitudinal de 3,916 m, soit dans les normes du domaine masse/centrage ci-dessous :

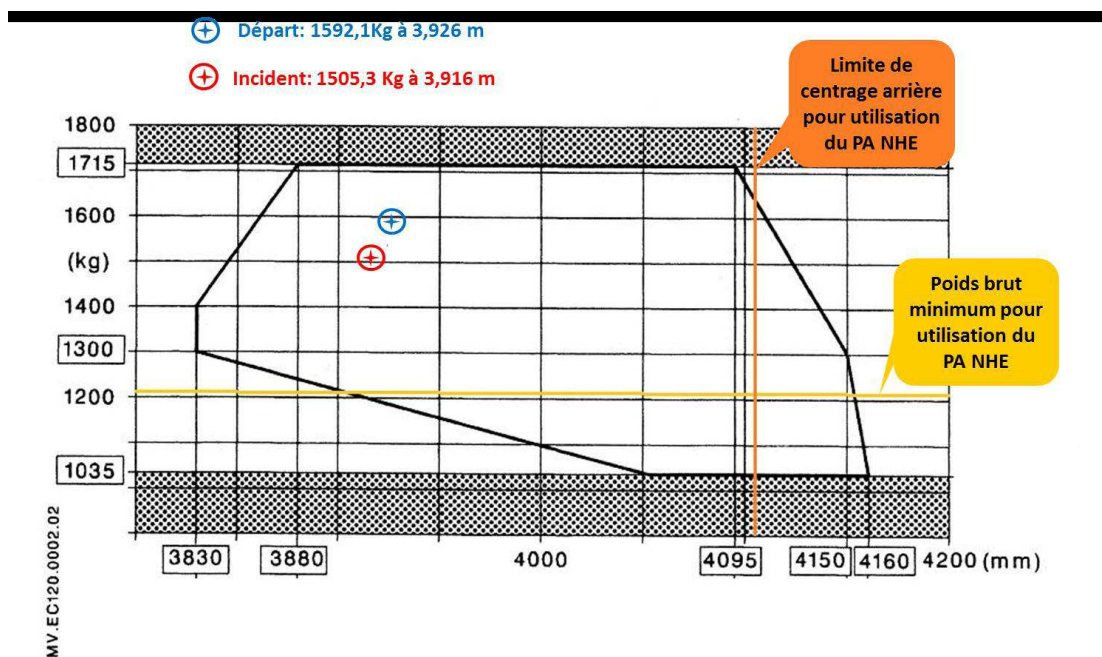


Figure 2-1 : Abaque de centrage longitudinal

Afin d'établir le centrage de l'appareil, l'hélicoptère est capable de recevoir 10 kg de lest sous la batterie, mais aussi jusqu'à 19 kg de lest à l'arrière du fenestron (schéma ci-dessous).

Conformément au dernier rapport de pesée, sous batterie se trouvaient 4 plaques pour 10 kg et le fenestron de l'appareil recevait 6 plaques pour 12,6 kg.