



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-T-2010-017-A

Date de l'événement	12 octobre 2010
Lieu	Commune de Bidon, lieu-dit Champ Long (Ardèche)
Type d'appareil	Gazelle SA 342 L1
Immatriculation	F-MGFC – N° 4234
Organisme	Aviation légère de l'armée de terre
Unité	GAMSTAT VALENCE

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 certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : BEAD-air

Illustration : page 9 : Internet

Photos : pages 14, 15, 16, 17, 18 : BEAD-air

Schémas : pages 21 et 22 : BEAD-air

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	7
1.1 Déroulement du vol	7
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Renseignements sur le personnel	10
1.5 Renseignements sur l'aéronef	12
1.6 Conditions météorologiques	13
1.7 Aides à la navigation	14
1.8 Télécommunications	14
1.9 Enregistreurs de bord	14
1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.11 Renseignements médicaux et pathologiques	18
1.12 Incendie	18
1.13 Questions relatives à la survie des occupants	19
1.14 Essais et recherches	19
1.15 Renseignements sur les organismes	19
2. Analyse	20
2.1 Scénario de l'événement	20
2.2 Mécanisme et influence des effets aérodynamiques pendant l'événement	21
2.3 Analyse des causes	23
3. Conclusion	27
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	27
3.2 Causes de l'événement	27
4. Recommandations de sécurité	28
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	28

GLOSSAIRE

ALAT	Aviation légère de l'armée de terre
BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
BTI	Boîte de transmission intermédiaire
CAM	Circulation aérienne militaire
CdB	Commandant de bord
COMALAT	Commandement de l'aviation légère de l'armée de terre
DES	Dans l'effet de sol
EPI	Enquêteur de première information
GAMSTAT	Groupement aéromobile de la section technique de l'armée de terre
GTM	Groupe turbo moteur
HES	Hors effet de sol
Kt	<i>Knot</i> – nœud (1 kt \approx 1,852 km/h)
PCB	Pilote commandant de bord
PG	Pas général
PN	Personnel navigant
PTO	Prise de terrain en O
PTU	Prise de terrain en U
QFU	Orientation magnétique de la piste en dizaines de degrés
QNH	Pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer
RAC	Rotor anti-couple
STAT	Section technique de l'armée de terre
VI	Vol aux instruments

SYNOPSIS

Date de l'événement : mardi 12 octobre 2010 à 11 h 10.
Lieu de l'événement : commune de Bidon, lieu-dit Champ Long (Ardèche).
Organisme : aviation légère de l'armée de terre (ALAT).
Commandement organique: STAT (section technique de l'armée de terre).
Unité : GAMSTAT (groupement aéromobile de la section technique de l'armée de terre).
Aéronef : SA 342 L1 Gazelle – F-MGFC n° 4234.
Nature du vol : Entraînement pilotage tactique.
Nombre de personnes à bord : 2 pilotes.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Après une présentation sur une zone dégagée, l'équipage effectue une translation lente en virage et en légère descente pour se repositionner avant d'effectuer un décollage. Pendant ce virage la machine s'enfonce et heurte violemment le sol à plat. L'appareil glisse sur dix mètres en pivotant sur la gauche puis s'immobilise.
L'équipage, indemne, réduit puis coupe la turbine et freine le rotor avant d'évacuer l'appareil. L'appareil est endommagé.

Composition du groupe d'enquête technique

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

Autres experts consultés

Des mécaniciens du GAMSTAT ont participé aux investigations relatives au fonctionnement du régulateur carburant.

Déclenchement de l'enquête technique

Le jour de l'événement :

- le bureau sécurité des vols du commandement de l'ALAT (COMALAT/BSV) notifie l'événement par téléphone vers 13 h 00 ;
- l'EPI, désigné par le BEAD-air est en poste à Orange, il se rend sur le site et effectue les premières constatations ;
- les enquêteurs du BEAD-air rejoignent Valence par voie aérienne militaire en début de soirée et débutent leurs investigations. L'ensemble du groupe d'enquête technique est réuni le lendemain matin à 08 h 00.

L'appareil a été maintenu sur le lieu de l'incident jusqu'au mercredi 13 octobre 2010 en début d'après-midi.

Enquête judiciaire

L'enquête judiciaire dirigée par un officier de police judiciaire de la gendarmerie de l'air a abouti à une décision de classement sans suite du parquet de Nîmes.

La machine et sa documentation placées sous scellés judiciaires ont été remises à disposition de l'armée de terre.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission : F-MGFC

Type de vol : entraînement pilotage tactique

Type de mission : vol d'instruction en CAM T (Tactique)

Dernier point de départ : GAMSTAT Valence

Heure de départ : 10 h 30

Point d'atterrissage prévu : GAMSTAT Valence

1.1.2 Contexte du vol

La mission consiste en un entraînement à la navigation tactique au profit de deux pilotes affectés au GAMSTAT.

Les deux pilotes sont expérimentés, en particulier sur Puma SA 330. Dans le cadre de leur affectation actuelle ils volent également, dans une moindre mesure, sur Gazelle 342.

Une note du chef de corps leur alloue une activité aérienne annuelle de 180 heures par pilote, tous types d'hélicoptères confondus.

1.1.3 Préparation du vol

Le briefing complet pour ce vol d'entraînement tactique a lieu à 09 h 30 pour un décollage à 10 h 30. Tous les éléments de sécurité ont été rappelés pour le pilotage tactique que ces pilotes ne pratiquent qu'occasionnellement en raison de leur affectation au GAMSTAT.

Aucune précipitation ni tension particulière n'a été remarquée avant le vol.

Le commandant de bord se trouve en place gauche.

1.1.4 Déroulement du vol

Le déroulement du vol décrit ci-dessous est basé sur les témoignages de l'équipage.

Après le décollage de Valence, de fortes turbulences sont ressenties au dessus des reliefs. La vitesse de transit est alors réduite à 150 km/h. L'équipage rejoint la zone répertoriée afin d'y débiter la navigation tactique sur un itinéraire connu. Des exercices d'atterrissage et de décollages en U sont également prévus sur des zones d'opportunité. Le décollage en U consiste à faire un virage de 180 degrés pendant la phase de décollage.

Le commandant de bord (CdB), aux commandes, désigne une aire de poser connue et dégagée en forme de L sur laquelle il effectue une prise de terrain en O (PTO) en se présentant face à l'Est. La prise de terrain en O consiste à se présenter à la verticale du point de poser puis à effectuer pendant la présentation un virage de 360 degrés.

Le vent affiché au Nadir¹ est du 040 pour 23 km/h. L'exercice se déroule à 150 km/h et à 50 mètres du sol comme cela avait été prévu pendant le briefing. Stabilisé en stationnaire dans l'effet de sol (DES), le CdB donne les commandes au pilote pour qu'il effectue un décollage en U par la gauche et qu'il se représente face à l'Est dans les mêmes conditions que précédemment. L'exercice est effectivement conduit dans les mêmes conditions.

Arrivant en stationnaire au dessus de la zone à une hauteur estimée entre 7 et 10 mètres, le pilote demande à effectuer un autre décollage en U par la droite pour avoir cette fois le vent de son côté.

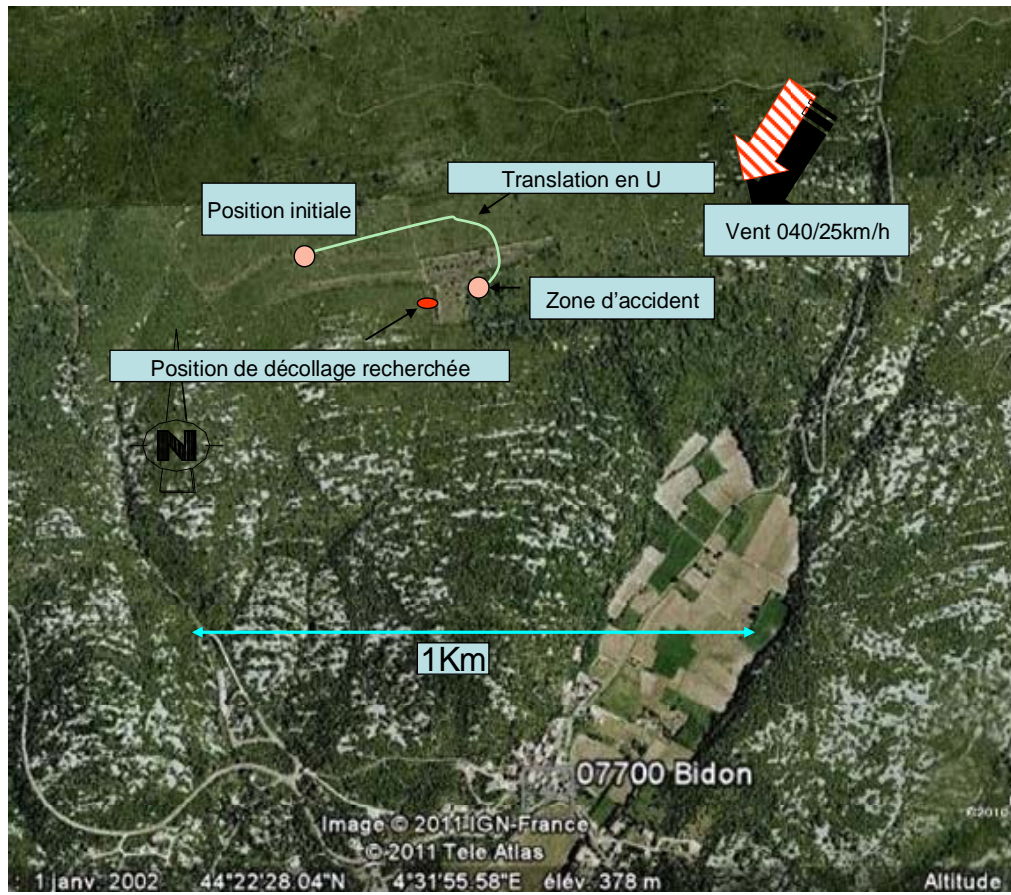
Il décide de rejoindre une position initiale de décollage face à l'Ouest à la lisière d'un champ. Pour rejoindre cette position il décide de translater en U (voir photo).

La translation est effectuée hors effet de sol à une hauteur comprise entre 5 et 7 mètres. Durant cette manœuvre le pilote vire par la droite au pied en décélérant. Vers le milieu du virage, l'équipage constate un enfoncement rapide de la machine. Le pilote contre ce phénomène en appliquant de la puissance au pas général (PG) jusqu'à la première butée mais l'appareil continue sa descente. Il applique à nouveau de la puissance mais devant l'imminence de l'impact le pilote remet l'appareil à plat en non dérapage sol. Il continue de tirer sur le pas collectif pour tenter d'amortir le contact avec le sol. L'équipage ne perçoit pas d'allumage sur le tableau de panne mais le pilote entend l'alarme sonore correspondant à l'allumage d'un voyant rouge.

La Gazelle heurte le sol à plat. Le pas est baissé et la machine glisse sur une dizaine de mètres en partant légèrement sur la gauche. La verrière casse pendant la glissade. L'hélicoptère immobilisé, le pilote coupe le moteur à l'inverseur et freine le rotor puis tire la manette coupe-feu.

L'équipage indemne évacue l'appareil et constate que la queue de l'appareil est affaissée, la cellule enfoncée à de multiples endroits et le patin gauche tordu.

¹ Nadir : calculateur de bord permettant la gestion de la navigation, ainsi que de l'appareil.



Vue aérienne de la zone

1.1.5 Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Ardèche
 - commune : Bidon
 - coordonnées géographiques:
 - 44° 22'26,72'' de latitude Nord
 - 004° 31'56,67'' de longitude Est
 - altitude du lieu de l'événement : 378 mètres
- Moment : jour

1.2 Tués et blessés

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

1.3 Dommages à l'aéronef

	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Aéronef	/	/	X	/

1.4 Renseignements sur le personnel

1.4.1 Membres d'équipage de conduite

1.4.1.1 Commandant de bord

- Age : 44 ans
- Sexe : Masculin
- Unité d'affectation : GAMSTAT / Groupe de marque hélicoptère
 - fonction dans l'unité : Officier système NH90
- Formation :
 - qualification : pilote commandant de bord (PCB) VI CAG – PCB NUIT
 - école de spécialisation : école de l'aviation légère de l'armée de terre (EALAT)
 - année de sortie d'école : 1996
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur GAZELLE	Sur tous types	Dont sur GAZELLE	Sur tous types	Dont sur GAZELLE
Total (h)	2069	943	39	13	4	2
Dont nuit	273	171	5	3	2	2
Dont VSV	329	95	9	0	0	0

- Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef :
 - de jour : 23/07/2010
 - de nuit : 14/09/2010
- sur tous types :
 - de jour : 15/09/2010
 - de nuit : 14/09/2010
- dernières PTU : Gazelle : 26/04/2010 – Puma : 07/09/2010
- Carte de circulation aérienne :
 - type : PCB VI CAG
 - date d'expiration : 26/01/2011

1.4.1.2 Pilote

- Age : 43 ans
- Sexe : Masculin
- Unité d'affectation : GAMSTAT / Groupe de marque hélicoptère
 - fonction dans l'unité : Pilote renfort équipe de marque NH90 CAIMAN
- Formation
 - qualification : CdB / PUMA. GAZELLE. FENNEC
 - école de spécialisation : EALAT
 - année de sortie d'école : 1991
- Heures de vol comme pilote : 3550

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur GAZELLE	Sur tous types	Dont sur GAZELLE	Sur tous types	Dont sur GAZELLE
Total (h)	3550	1780	70	12	18	4
Dont nuit	441	187	12	5	2	0
Dont VSV	235	126	15	0	0	0

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 30/09/2010
 - de nuit : 09/06/2010
 - sur tous types :
 - de jour : 08/10/2010
 - de nuit : 16/09/2010
 - dernières PTU : Gazelle : 07/06/2010 – Puma : 02/09/2010 - Fennec 18/06/2010
- Carte de circulation aérienne :
 - type : vol sans visibilité – commandant de bord
 - date d'expiration : 16/05/2011

1.5 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : Armée de terre – ALAT
- Commandement organique (ou opérationnel) d'appartenance : GAMSTAT –Valence
- Unité d'affectation : GAMSTAT Valence
- Type d'aéronef : Gazelle S 342 L1
 - configuration : hélicoptère Bi PR4G
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SA 342 L1	4234	Opération type EMJ ² : 408.9	Opération type C/D/E : 2.9
Moteur	ASTAZOU XIV M	7067	RG ³ : 1006.6	

² EMJ = entretien majeur (180 mois/4000 h).

³ RG = révision générale (15 ans/2500 heures).

1.5.1 Entretien et documentation

L'aéronef est sorti de visite périodique semestrielle (VP) le 19 septembre 2010 et n'a pas connu de dysfonctionnement depuis.

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur au sein de l'ALAT. Les visites programmées ont été respectées et réalisées dans les échéances fixées.

La fiche de pesée est présente et identique à celle du livret cellule.

Les livrets d'entretien, cellule et moteur sont à jour.

L'appareil ne faisait l'objet d'aucune restriction de vol.

1.5.2 Performances

Masse maximale autorisée au décollage : 1900 kg

Masse au décollage : 1850 kg

Masse à vide équipée, en ordre de vol : 1270 kg

Masse estimée au moment de l'accident : 1750 kg

Avec cette masse et dans ces conditions de température l'aéronef est sur la zone largement en dessous de son plafond hors effet de sol (HES) et dispose donc d'une marge de puissance.

1.5.3 Carburant

- Type de carburant utilisé : carburéacteur F-34.
- Quantité de carburant embarqué au départ de Valence : 440 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : estimée à 320 litres

1.5.4 Autres fluides

Des prélèvements d'huile BTP et moteur ont été effectués ainsi qu'un prélèvement de liquide hydraulique. Les filtres ne présentaient pas d'anomalie.

1.6 Conditions météorologiques

Eléments au décollage de Valence :

- ciel clair
- vent 10 kt secteur Nord
- visibilité supérieure à 10 km
- température : 13°C
- QNH – QFE : 1010 – 991
- sur le lieu de l'accident le vent relevé au Nadir est du 040° pour une force variant entre 10 et 25 km/h. Des phénomènes de bourrasques ont été observés par des personnes qui se sont rendus sur la zone peu de temps après l'événement.

1.7 Aides à la navigation

Sans objet.

1.8 Télécommunications

Les équipements de télécommunications à bord de l'appareil fonctionnaient normalement et le contact avec la tour de contrôle du terrain d'Orange était établi.

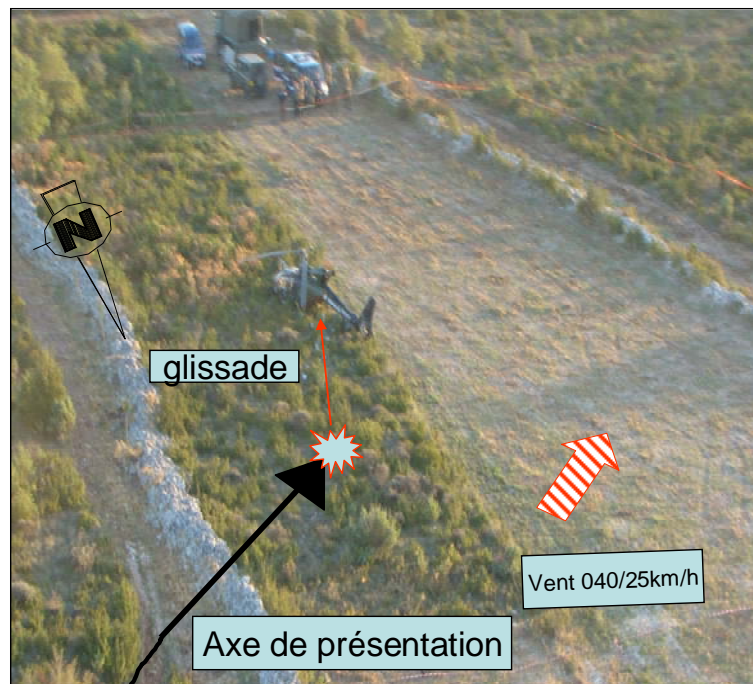
1.9 Enregistreurs de bord

Les hélicoptères de type Gazelle en service dans l'ALAT ne sont pas équipés d'enregistreur de paramètres ou de phonie.

1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.10.1 Examen de la zone

La zone borde un champ en L. Elle est caillouteuse et présente un léger dévers vers le Sud.



Vue aérienne de la zone d'accident

1.10.2 Examen de l'épave

Les débris, essentiellement des morceaux de verrière, sont répartis sur la trajectoire « glissée » de l'appareil. Un élément du sabot est retrouvé sur cette même trajectoire.

Structure :

- poste de pilotage :
 - la verrière est détériorée au niveau inférieur côté CdB ;
 - le compartiment batterie est ouvert et déformé ;
 - le cadre 18 est enfoncé côté CdB ;
 - la porte pilote droite est ouverte ;
 - la porte et le portillon gauche sont ouverts et déformés.



Vue de l'avant

- atterrisseurs :
 - l'atterrisseur gauche plié en son centre est cassé avant la jonction patin-jambe de train ;
 - l'atterrisseur droit ne présente pas de dégât.



Etat du patin gauche

- structure centrale :
 - le plancher mécanique et la structure centrale ne présentent aucune déformation apparente.
- poutre de queue :
 - solidaire de la cellule, elle est pliée vers la gauche et inclinée vers le bas ;
 - le sabot, toujours solidaire de la poutre de queue est couché et visible sur le côté gauche de celle-ci ;
 - la dérive ne présente aucune marque de pale principale sur son bord d'attaque ;
 - les pales du fenestron ont déchiré la veine d'air (zone comprise entre 4 h 00 et 8 h 00).



Marquages de la veine d'air



Etat de la poutre de queue

- pales principales ne présentent aucun endommagement apparent.

Mécanique :

- ensembles mécaniques :
 - la boîte de transmission principale (BTP), le moyeu rotor principal (MRP), le groupe génération hydraulique et les commandes de vol accessibles ne présentent pas de défaut ;
 - la boîte de transmission intermédiaire (BTI) est complètement désolidarisée au niveau de la jonction mécanique des deux demi-carters ;
 - l'arbre de transmission oblique est intègre ;
 - l'arbre de transmission horizontal toujours en place est détérioré, la bague amortisseur du premier roulement de palier et le roulement lui-même sont désolidarisés ;
 - la boîte de transmission arrière (BTA) ne comporte aucun défaut visible ;
 - la rotation du moyeu rotor arrière (MRA) s'opère sans résistance.



Arbre de transmission arrière désolidarisé

- moteur :
 - il n'y a ni fuite ni suintement de kérosène sur le circuit carburant ;
 - le témoin de colmatage filtre à carburant n'est pas apparent ;
 - le circuit hydraulique ne comporte aucune trace de fluide, le radiateur d'huile est intègre.

1.11 Renseignements médicaux et pathologiques

1.11.1 Membres d'équipage de conduite

Le CdB et le pilote étaient à jour de leurs visites d'aptitude et ne présentaient au moment de l'accident aucune affection susceptible de perturber leur perception des événements.

Les examens biologiques pratiqués sur l'équipage se sont révélés négatifs.

1.12 Incendie

Sans objet.

1.13 Questions relatives à la survie des occupants

Organisation des secours :

A 11 h 10, le pilote avertit par téléphone portable les opérations du GAMSTAT qui contactent le médecin chef de l'unité. A 11 h 30, compte tenu de l'éloignement du site et des éléments en sa possession, ce dernier décide d'alerter le SAMU afin de déclencher les moyens de secours nécessaires pour effectuer un bilan sur place. A 12 h 02, il décolle du GAMSTAT vers le site avec son sac d'urgence. A son arrivée, les pompiers sont présents avec un infirmier. Le premier bilan est transmis à la régulation du SAMU et une évacuation par voie routière est ordonnée vers l'hôpital de Montélimar pour un bilan lésionnel plus complet.

L'équipage est immobilisé selon le protocole des traumatisés rachidiens et évacué.

1.14 Essais et recherches

Sans objet.

1.15 Renseignements sur les organismes

Contexte d'emploi de l'équipage :

- le GAMSTAT est une unité particulière chargée de conduire les programmes et de mener l'expérimentation technique des matériels de l'ALAT. Les pilotes affectés proviennent d'horizons divers pour permettre à l'unité de rassembler le maximum d'expertises ;
- l'activité aérienne de ces pilotes est régie par un ordre du chef de corps. Pour les pilotes impliqués dans l'accident, la programmation prévoit pour chacun une activité annuelle théorique de 180 heures. Pour des raisons de disponibilité des hélicoptères et d'emploi du temps, leur activité réelle est inférieure à ces prévisions. Le CdB a peu volé depuis un mois ;
- ils sont tous deux expérimentés sur Puma et ont peu volé sur Gazelle pendant l'année écoulée. Il s'agit de leur quatrième vol ensemble. Lors des vols précédents la configuration de l'équipage dans le cockpit était inversée, le pilote étant CdB.

2. ANALYSE

Au cours d'une mission d'entraînement au pilotage tactique, l'équipage d'une Gazelle perd le contrôle de son appareil pendant une manœuvre en virage, à faible vitesse et basse hauteur. La machine vient brutalement heurter le sol, glisse sur quelques mètres et s'immobilise.

L'analyse détaille la phase finale de la présentation et explique les causes probables de cette perte de contrôle

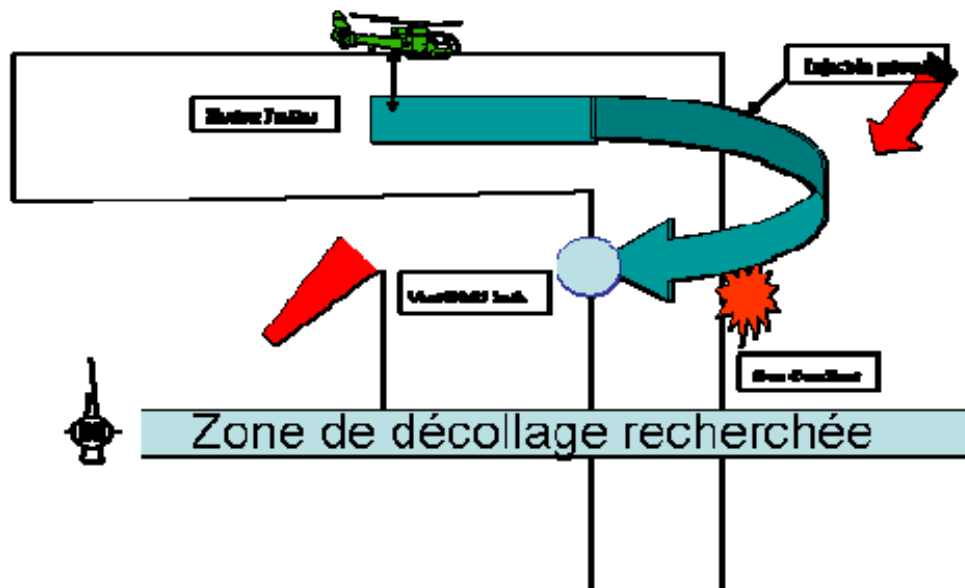
En l'absence d'enregistreur de vol, cette analyse repose sur les témoignages de l'équipage, la prise en compte des éléments environnementaux ainsi que sur l'exploitation des investigations menées sur la machine accidentée.

Compte tenu des dégâts constatés sur la structure de l'appareil, cet événement a été classé *accident* par le BEAD-air.

2.1 Scénario de l'événement

L'étude des endommagements de la machine, des traces au sol et les témoignages des pilotes ont permis de déterminer le scénario suivant :

- après une navigation tactique effectuée dans le relief, le CdB décide d'effectuer des présentations et des décollages de type tactique sur une aire connue, de grande superficie située au sommet d'un relief. Conformément à la procédure, il suit un circuit à 150 km/h et à 50 m/sol et effectue une approche face à l'Est. Pendant la branche vent arrière le Nadir affiche un vent du 040° pour 23 km/h.
- stabilisé en stationnaire dans l'effet de sol face à l'Est, il donne les commandes au pilote en place droite afin que ce dernier effectue un autre décollage en U, cette fois par la gauche. Le pilote refait la même présentation que précédemment et termine en stationnaire à une hauteur estimée entre 7 et 10 mètres. Souhaitant alors effectuer un autre décollage en U, cette fois par la droite, il annonce qu'il va se retourner pour rechercher une position de départ face à l'Ouest le long de la lisière du champ. Pour rejoindre cette position de départ, il entame alors, sans descendre, une translation en U et débute un demi-tour par la droite tout en réduisant progressivement sa vitesse.
- pendant ce demi-tour, passant vent arrière, le pilote ressent l'enfoncement de la machine qu'il tente de contrer par une application de pas jusqu'à la première butée. Ne notant aucune réaction sensible de la machine et constatant l'enfoncement continu de l'appareil il effectue une seconde application de pas en affichant toute la puissance disponible mais sans ressentir la deuxième butée. Juste avant le contact avec le sol, le pilote remet l'appareil à plat et annule le dérapage sol.



Translation pour rejoindre la zone de décollage de début d'exercice

L'impact est violent. Le pilote baisse immédiatement le pas général. La machine glisse sans rebondir sur une dizaine de mètres en partant légèrement sur la gauche avant de s'immobiliser. Elle heurte un petit rocher qui casse la bulle dans sa partie gauche.

- Pendant toute cette phase les pilotes ne se sont pas parlés. Le CdB ne touche pas le manche cyclique et accompagne le pilote au collectif.
- Le pilote arrête la turbine à l'inverseur, freine le rotor puis tire le coupe-feu avant d'évacuer l'appareil.

L'accident est consécutif à une perte de hauteur de l'appareil au moment du passage vent arrière pendant un virage en translation hors effet de sol.

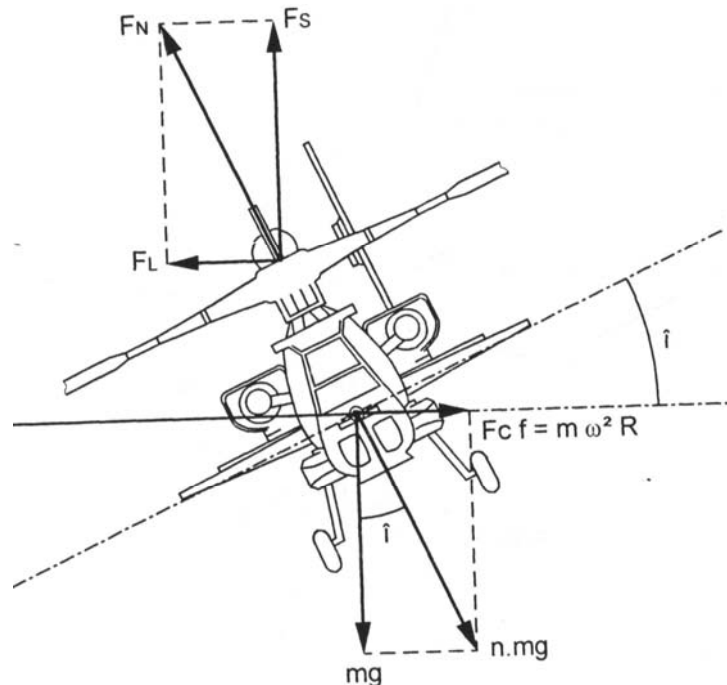
2.2 Mécanisme et influence des effets aérodynamiques pendant l'événement

Au moment où l'aéronef passe vent arrière, la portance exercée par le rotor diminue. Pour une puissance et une assiette constantes l'aéronef a donc tendance à s'enfoncer. L'évolution ayant lieu HES et non dans le DES, la marge de puissance disponible est diminuée d'environ 10 %.

Pour contrer l'enfoncement le pilote peut solliciter de la puissance jusqu'à l'ouverture totale du régulateur carburant en augmentant le pas général. Ceci a pour conséquence l'augmentation de la portance. Certains effets secondaires peuvent cependant diminuer la marge de puissance disponible ou rendre l'application de puissance moins efficace.

2.2.1.1 Virage par la droite

Pour exécuter son virage par la droite, le pilote incline légèrement l'appareil à droite. Plus l'inclinaison augmente, plus la résultante de sustentation F_S diminue. Ainsi à assiette constante pour ne pas descendre en virage il faut augmenter la puissance.



Résultante des forces

Le rotor tournant par la droite, l'action du couple de réaction équilibre la cellule. Quand en plus de l'action au cyclique le pilote met du pied à droite pour virer il augmente sa consommation de puissance.

Le maintien du palier ou du taux de descente lors du virage par la droite nécessite l'augmentation de la puissance fournie par le moteur. De fait, cette action réduit la réserve de puissance motrice disponible.

2.2.1.2 Diminution de la vitesse

Pendant le virage effectué à une faible vitesse, le pilote qui souhaite rejoindre une position statique initiale diminue régulièrement la vitesse de l'aéronef. Il cabre donc progressivement. Comme pour l'inclinaison toute augmentation de l'assiette diminue la composante de sustentation du disque rotor.

L'augmentation de l'assiette de l'appareil pour faire décroître la vitesse pendant le virage entraîne une consommation de puissance et en diminue la réserve disponible.

2.2.1.3 Couple à cabrer

Le pilote a engagé l'appareil en virage. Il sollicite le palonnier droit, cabre pour diminuer la vitesse et passe vent arrière. Tous ces éléments diminuent la portance et nécessitent une application de puissance pour ne pas s'enfoncer. Le pilote constatant l'enfoncement sollicite la puissance jusqu'à la première butée du pas collectif.

En augmentant la puissance il accélère le flux dans la veine d'air du rotor. Ce flux croissant appuie sur le plan fixe arrière et produit un effet cabreur.

Enfin, plus la machine est cabrée plus le plan fixe arrière offre de prise au vent arrière. Cela augmente encore l'effet cabreur.

L'alarme entendue juste avant l'impact correspond à l'allumage du voyant « alarme » au tableau de panne signalant l'atteinte de la butée du régulateur carburant pour une trop forte demande de puissance.

L'action du vent arrière sur le plan fixe et l'augmentation de puissance induit un effet cabreur qui diminue la portance du rotor.

Conclusion sur les effets aérodynamiques :

Au moment où l'aéronef passe vent arrière en virage et en réduction de vitesse une combinaison d'effets diminue franchement la portance entraînant un enfoncement ressenti de la machine. La seule demande progressive de puissance jusqu'à la limite disponible, qui induit en plus un couple cabreur, n'a pas permis dans ce cas d'obtenir une résultante de sustentation suffisante pour contrer l'inertie de l'enfoncement et empêcher le contact avec le sol.

2.3 Analyse des causes

2.3.1 Causes techniques

D'après les témoignages des membres de l'équipage, aucun problème technique n'a été ressenti avant l'incident. La machine a été utilisée dans son domaine de vol et a toujours répondu normalement aux sollicitations de l'équipage. Enfin, aucune anomalie n'a été constatée sur la structure, la chaîne de commandes de vol ou lors de l'examen endoscopique de la turbine. Le fonctionnement mécanique du régulateur carburant a été vérifié sans présenter de dysfonctionnement.

L'alarme entendue juste avant l'impact correspond à l'allumage du voyant «alarme» au tableau de panne signalant l'atteinte de la butée du régulateur carburant pour une trop forte demande de puissance.

L'hypothèse qu'un problème technique sur l'aéronef soit à l'origine ou ait contribué à l'accident est rejetée.

2.3.2 causes environnementales

La météorologie sur la zone fait état d'un vent variable de secteur Nord/Nord-est pour une force moyenne de 10 kt. Elle souligne un risque de pointes jusqu'à 20 kt. Pendant la première partie du vol dans le relief l'équipage a ressenti quelques fortes turbulences qui l'ont contraint à réduire la vitesse.

Des phénomènes de bourrasques ont été observés par les équipes qui se sont ultérieurement rendues sur le site le même jour.

Par ailleurs, la zone de poser choisie se situe sur le haut d'un relief. La pente de ce relief peut générer un effet Venturi ayant pour effet de majorer la vitesse du vent dans une tranche d'altitude proche du sol.

Il est probable que les conditions météorologiques difficilement prévisibles et changeantes dans cette zone montagneuse ventée ont contribué à l'accident.

2.3.3 Causes relevant du facteur humain.

2.3.3.1 Prise en compte du vent

Les informations lues sur le Nadir pendant les présentations sont du 040° pour une valeur variant entre 25 km/h et 10 km/h. Ces indications sont moins fiables lorsque l'aéronef évolue à faible vitesse. Le problème du vent n'a pas été abordé à ce moment là par l'équipage.

Il est probable que l'équipage pourtant sensibilisé au cours du vol, ait sous-estimé la valeur du vent dans cette zone et omis de le prendre en compte comme facteur limitant.

2.3.3.2 Expertise de l'équipage

Les deux membres d'équipage sont des pilotes expérimentés. Bien qu'ayant une expérience sur Gazelle, ils ont essentiellement volé sur Puma au cours des dernières années en particulier en unité opérationnelle et possèdent donc une grande culture de cet aéronef. Au sein de leur affectation actuelle, ils alternent le pilotage sur ces deux types d'hélicoptères en volant plus sur Puma que sur Gazelle.

Certaines caractéristiques mécaniques différencient néanmoins sensiblement la conduite machine de la Gazelle et du Puma.

En effet, la position du pas cyclique correspondant à la deuxième butée nécessite un mouvement beaucoup plus ample sur Gazelle que sur Puma.

La turbine libre du Puma exige une souplesse et une progressivité dans l'application des demandes de forte puissance.

Il est donc possible que, confronté à l'urgence l'équipage n'ait pas immédiatement perçu, par manque d'expertise récente sur Gazelle, le danger et la vitesse de dégradation de la situation. Cela a pu entraîner un retard dans l'application de la puissance maximale ainsi qu'un défaut dans l'amplitude et la célérité du geste.

Il est possible que l'équipage, qui possède une expertise plus importante sur Puma, ait eu dans l'urgence des reflexes de pilotage inappropriés à la Gazelle. Ces routines issues de l'expérience sur Puma sont inadaptées à la Gazelle et ne lui ont pas permis de solliciter, toute la puissance disponible.

2.3.3.3 Composition de l'équipage

Les membres d'équipage se connaissent, travaillent ensemble depuis un an dans le cadre de la montée en puissance du NH90.

Ils ont volé ensemble en entraînement à deux reprises. A ces occasions, le pilote moins gradé mais dont l'expérience aéronautique est légèrement plus importante était CdB. Bien que ne se connaissant qu'au travers de leurs activités de bureau et très peu en vol, chaque pilote s'appuie sur l'expérience de l'autre. Le pilote semble sûr de lui et le CdB lui accorde une totale confiance se traduisant par une moindre vigilance dans un cockpit de type « laisser-faire ».

Il est probable que l'expérience aéronautique comparable et importante des membres de cet équipage ait instauré dans des circonstances de vol sans difficultés apparentes, un climat de confiance mutuelle réduisant l'efficacité du contrôle croisé.

2.3.3.4 Communication

La confiance que s'accordent mutuellement les pilotes entraîne un défaut de communication. En effet, au moment où le pilote annonce qu'il va se mettre en place pour effectuer un décollage en U par la droite le CdB s'attend à ce que le pilote s'arrête et fasse en stationnaire un demi-tour au pied. Il n'intervient pas pendant la translation ne jugeant pas la sécurité engagée. Il n'y a aucune communication entre les membres d'équipage jusqu'à l'impact.

Il est probable que le manque de communication entre les membres d'équipage ait pénalisé leur synergie et par conséquent inhibé l'application d'une action correctrice.

Conclusion relative aux causes relevant du facteur humain :

La confiance mutuelle des pilotes expérimentés de cet équipage a pu atténuer la synergie de son action. L'absence de prise en compte du vent et leur expertise commune sur un autre type d'aéronef a pu leur faire suivre un profil de vol et des procédures réflexes, conditionnées par leur expérience sur Puma, mais mal adaptés à la Gazelle. Le manque de communication ne leur a probablement pas permis de réagir efficacement avant l'accident.

3. CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement

3.1.1 Eléments de pilotage

L'accident est consécutif à une perte de contrôle au moment du passage vent arrière pendant un virage effectué en basse altitude et faible vitesse.

En effet, le fait de partir en virage en réduction de vitesse, vent arrière avec du palonnier à droite cumule les demandes de puissance et nécessite pour maintenir la portance du rotor d'augmenter la puissance demandée. Cette conjonction d'effets a donc provoqué l'enfoncement de la machine que le pilote a tenté de contrer par une application progressive de puissance. Les effets secondaires du couple cabreur de cette application ont diminué l'efficacité de cette remise en puissance qui n'a pas été suffisante pour empêcher le contact avec le sol.

Aucun problème technique n'est à l'origine de l'accident.

3.1.2 Environnement

Les conditions météorologiques sont bonnes, le ciel est dégagé et le vent de secteur Nord-Nord-est pour 10 kt avec des rafales à 15. Des phénomènes locaux de bourrasques ont été observés.

La zone de l'accident est plane mais parsemée de petits rochers. Elle est en haut d'un relief et très exposée au vent de secteur Nord qui remonte la pente.

3.2 Causes de l'événement

Les causes de cet accident sont les suivantes :

- Causes environnementales :

L'atmosphère turbulente et les variations importantes de vent sur le haut du relief où se situait la zone d'accident rendaient les conditions aérologiques difficilement prévisibles et changeantes dans cette zone montagneuse ventée.

- Causes relevant du facteur humain et organisationnel :

La confiance mutuelle qui régnait au sein de cet équipage expérimenté de type « laisser-faire » associé à un manque de communication ont entraîné un défaut de prise en compte des conditions aérologiques, une baisse d'efficacité du contrôle croisé et un manque de synergie dans les réactions d'urgence.

Par ailleurs, l'équipage confronté à l'enfoncement de sa machine a eu des actions réflexes aux commandes inappropriées à la Gazelle dans une situation qu'il n'avait pas anticipée par manque d'expertise récente sur cet aéronef.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

4.1.1 Aérologie et pilotage.

L'enquête a mis en évidence un défaut de prise en compte de l'aérologie et des phénomènes aérodynamiques induits.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre de rappeler la nécessaire prudence à adopter avant d'effectuer des manœuvres avec des machines sensibles au vent arrière et de toujours privilégier des hauteurs de translation qui permettent de profiter de l'effet de sol.

4.1.2 Expertise

L'enquête a mis en évidence un défaut d'entretien d'expertise sur la machine

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre de faire en sorte que, dans la désignation des équipages, en particulier avec les abonnés, que l'un au moins des pilotes détienne sur la machine une expertise récente, suffisante et normée pour effectuer la mission ordonnée.

4.1.3 Composition des équipages

L'enquête a mis en évidence un défaut de communication et de répartition des tâches au sein de l'équipage.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre :
- de rappeler systématiquement les fonctions au cours des briefings lorsque les expériences des pilotes dans la machine sont similaires, de manière à souligner la répartition des tâches entre les membres d'équipage ;
- d'insister sur la nécessité d'une verbalisation des plans d'actions et de l'emploi d'une phraséologie claire.