

Rapport

Accident survenu le **7 janvier 2007**
sur la commune d'**Arles (13)**
à l'hélicoptère SE 313 B Alouette II
immatriculé **F-GZFS**

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	2
SYNOPSIS	5
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	6
1.1 Déroulement du vol	6
1.2 Tués et blessés	6
1.3 Dommages à l'aéronef	6
1.4 Autres dommages	6
1.5 Renseignements sur le personnel	7
1.6 Renseignements sur l'aéronef	7
1.6.1 Cellule et moteur	7
1.6.2 Masse et centrage	7
1.7 Conditions météorologiques	8
1.8 Télécommunications	8
1.9 Renseignements sur l'hélisurface	8
1.10 Enregistreurs de bord	8
1.11 Renseignements sur le site et l'épave	9
1.11.1 Le site	9
1.11.2 L'épave	11
1.12 Renseignements médicaux et pathologiques	13
1.13 Incendie	13
1.14 Questions relatives à la survie des occupants	13
1.15 Essais et recherches	14
1.16 Renseignements supplémentaires	14
1.16.1 Témoignages	14
1.16.2 La formation du pilote	16
1.16.3 Technique de décollage sur hélicoptère	19
1.16.4 Contrôle du vol de l'hélicoptère	19
1.16.5 Utilisation des hélisurfaces, réglementation	21
1.16.6 Antécédents	22

2 - ANALYSE	23
2.1 Scénario de l'accident	23
2.2 Choix de la trajectoire de départ	23
2.3 Le contexte	24
2.4 La réglementation	24
3 - CONCLUSIONS	25
3.1 Faits établis par l'enquête	25
3.2 Cause probable	25
4 - RECOMMANDATION DE SECURITE	26

Synopsis

Date de l'accident

dimanche 7 janvier 2007 à 14 h 30^①

Lieu de l'accident

hélisurface de la Petite Antonelle,
hameau de Villeneuve, commune
d'Arles (13)

Nature du vol

convenance personnelle, voyage

Aéronef

hélicoptère SE 313 B Alouette II

Propriétaire

privé

Exploitant

privé

Personnes à bord

pilote + 3

^① Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

Résumé

Le pilote et ses passagers effectuent un vol au départ d'une hélisurface située dans l'enceinte d'un restaurant vers leur lieu de résidence. Le pilote effectue un décollage vertical. Il explique qu'au moment où il agit sur les commandes pour mettre l'hélicoptère face au nord en vue de l'envol, l'appareil part en arrière en position à cabrer. L'hélicoptère recule et effectue un virage de 180° par l'arrière. La trajectoire se termine dans une zone où se tiennent des personnes qui assistent au décollage.

Conséquences

	Blessures			Matériel
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune	
Membres d'équipage	-	1	-	
Passagers	-	-	3	détruit
Autres personnes	3	2	1	

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

En fin de matinée, au départ des Saintes-Maries de la Mer, le pilote rejoint trois membres de sa famille qui l'attendent dans un restaurant situé à une vingtaine de kilomètres. Avant le décollage, il appelle la personne ayant la jouissance des lieux et obtient son accord pour se poser dans l'enceinte de la propriété de la Petite Antonelle, puis avise par télécopie la Police de l'Air et des Frontières de ses intentions. Le vol s'effectue en règles de vol à vue (VFR) sans plan de vol.

Après le repas, il embarque les membres de sa famille en vue du vol de retour, toujours en VFR sans plan de vol. Avant de prendre place à bord, il demande à des personnes qui se trouvent à proximité de l'hélicoptère de se déplacer.

A une hauteur d'environ quinze mètres, alors qu'il débute une rotation à gauche en stationnaire pour prendre son envol face au nord au-dessus d'une haie de pins et de cyprès, l'hélicoptère recule et effectue un virage de 180° par l'arrière en descente. La trajectoire se termine dans la zone où se tiennent les personnes qui assistent au décollage.

La roue libre ayant été éjectée à l'impact, le moteur continue de tourner à plein régime. Les tentatives du pilote pour l'arrêter restent infructueuses. Les pompiers, arrivés vingt minutes après l'événement, étouffent la combustion en envoyant de la poudre d'extinction dans les entrées d'air.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	-	-	3
Graves	1	-	2 ^②
Légères/Aucune	-	3	1

^② Dont un enfant, indemne physiquement mais très touché psychologiquement.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'hélicoptère est détruit.

1.4 Autres dommages

Trois automobiles et des arbres ont été endommagés.

1.5 Renseignements sur le personnel

Pilote commandant de bord

Homme, 54 ans

- Titulaire de la licence de pilote privé d'hélicoptère PPL(H) du 14 novembre 2006.
- Habilitation préfectorale pour utiliser les hélisurfaces (voir paragraphe 1.16.5).
- Heures de vol :
 - totales : 58 heures 40 minutes dont 50 minutes comme commandant de bord et 25 heures de vol solo, toutes sur l'AI II F-GZFS ;
 - dans les trois derniers mois : 8 heures 40 minutes ;
 - dans les trente derniers jours : 50 minutes.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule et moteur

Cellule

- Constructeur : Sud Aviation
- Type : hélicoptère SE 313 B Alouette II
- Numéro de série : 1386
- Immatriculation : F-GZFS
- Première mise en service : avril 1960
- Certificat de navigabilité : n° 122505 du 14 juin 2001
- Situation : « V » jusqu'en octobre 2008
- Heures totales d'utilisation : 10 154 au 30 décembre 2006
- Heures depuis dernière grande visite : 155, GV d'avril 2001

Moteur

- Constructeur : Turboméca
- Type : Artouste II-C6
- Numéro de série : 947
- Heures totales d'utilisation : 6 312
- Heures depuis dernière grande visite : 545, GV en octobre 1972
- Date d'installation sur F-GZFS : avril 2001
- Heures depuis installation : 155

1.6.2 Masse et centrage

Masse

La masse maximale au décollage dans les conditions du jour était de 1 600 kg.

La masse au moment de l'événement, calculée pour les besoins de l'enquête, était de :

<input type="checkbox"/> masse à vide	960 kg
<input type="checkbox"/> masse passagers avant	200 kg
<input type="checkbox"/> masse passagers arrière	130 kg
<input type="checkbox"/> masse carburant	176 kg (220 l x 0,8) ^③
□ Total :	1 466 kg

^③ L'estimation de la consommation faite par le pilote lors du complément de plein effectué à Nîmes Garons semble cohérente : avec un temps de vol depuis le complément de kérone jusqu'à l'arrivée au restaurant d'environ 45 min et une consommation moyenne de 3 l/min, on obtient une consommation totale de 130 l, à retrancher des 350 l embarqués à Nîmes. On a retenu 220 l au moment de la mise en route sur l'hélisurface de la Petite Antonelle.

Centrage

Compte tenu de la répartition des masses établies ci-dessus, le centrage était dans les limites autorisées par le constructeur.

1.7 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées sur le site à l'heure de l'événement sont les suivantes : vent nul, CAVOK, température 16 °C, QNH 1016 hPa.

1.8 Télécommunications

Il n'y a pas eu d'échanges radio entre le pilote et un organisme du contrôle de la circulation aérienne ou une station au sol avant l'événement.

1.9 Renseignements sur l'hélisurface

L'hélisurface de la Petite Antonelle est située dans une propriété à destination de restaurant et d'habitation privée, en bordure nord et à l'extérieur de la zone protégeant la réserve nationale de Camargue, entre l'étang de Vaccarès et le Grand Rhône. La route départementale 17 passe à proximité et l'habitation la plus proche est à 750 m.

Cette hélisurface est utilisée à titre occasionnel, à raison d'une vingtaine de mouvements annuels et sans dépasser deux mouvements par mois.

Il n'y a pas d'indication destinée au public sur l'éventuelle présence d'hélicoptères. Seule la carte du restaurant comporte au recto une photographie du site avec une Alouette II en vol.

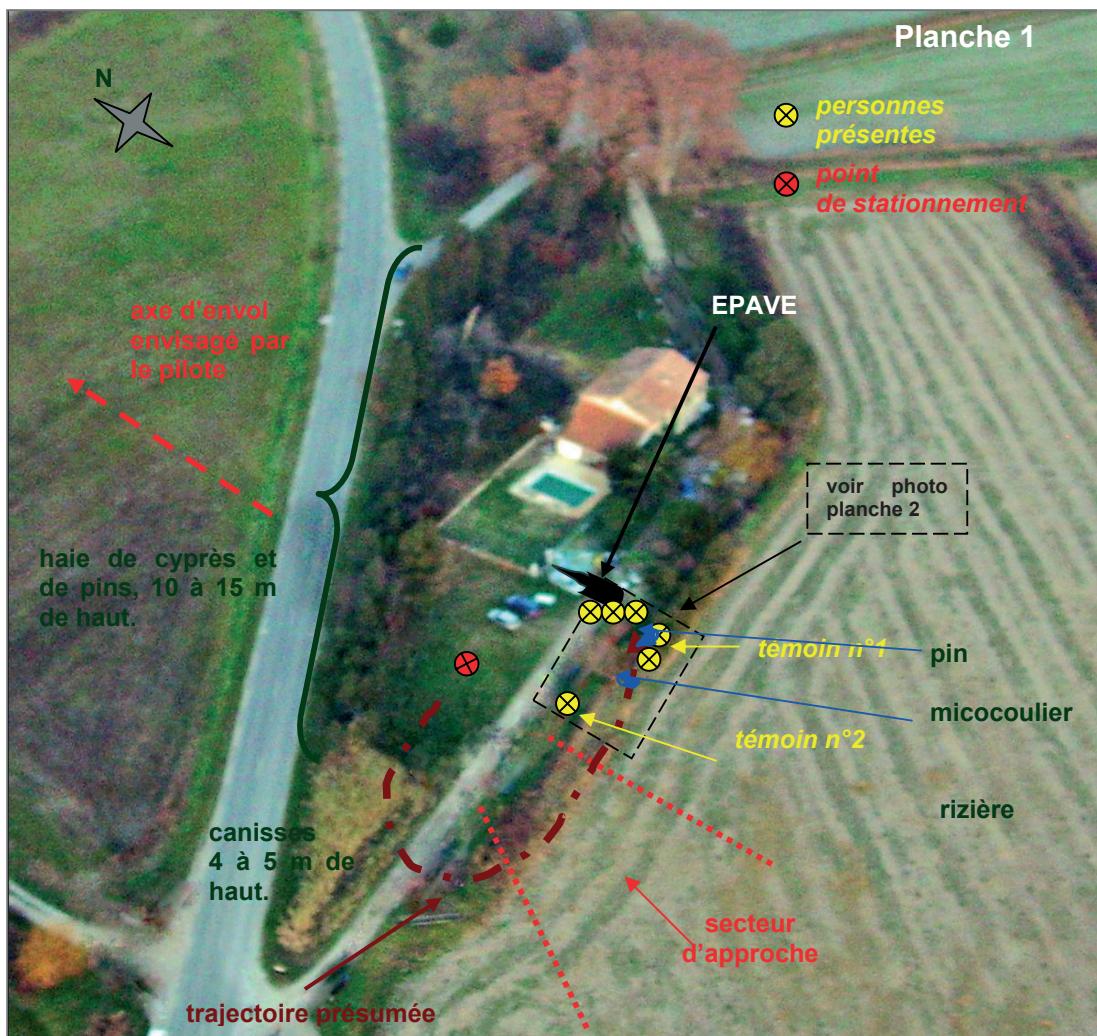
1.10 Enregistreurs de bord

La réglementation applicable n'impose pas l'emport d'enregistreur de vol. L'hélicoptère n'en était pas équipé.

1.11 Renseignements sur le site et l'épave

1.11.1 Le site

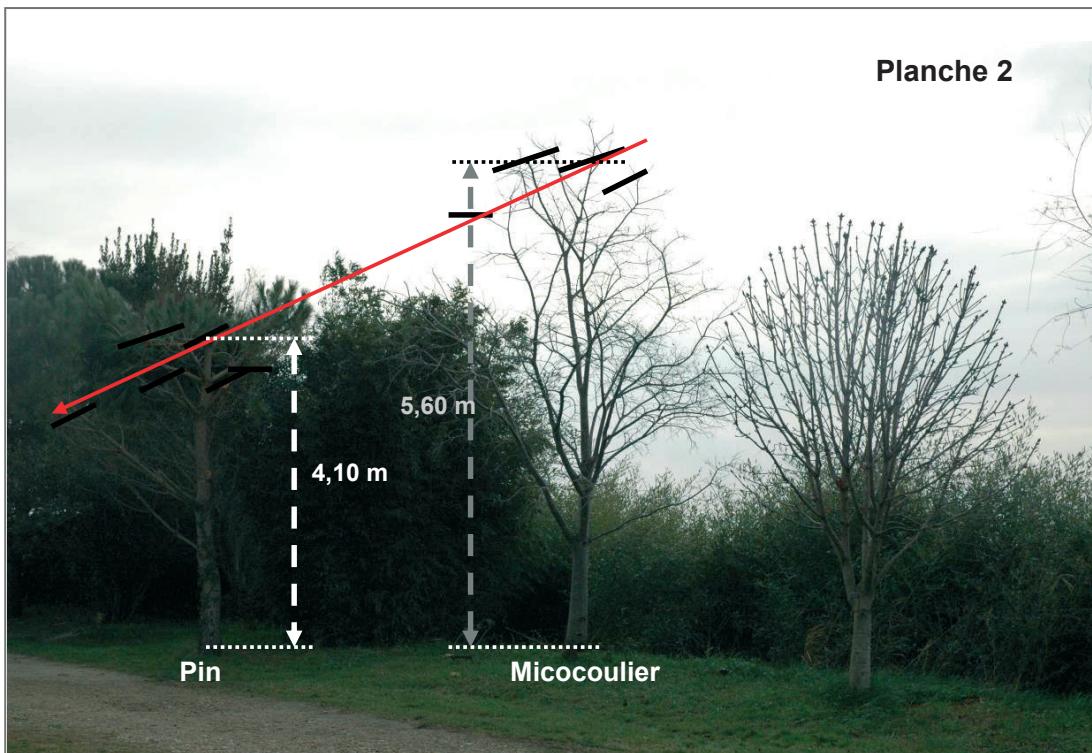
L'hélisurface est de forme triangulaire, constituée d'un sol d'herbe rase. Elle est entourée, au nord, d'une rangée de cyprès et de pins hauts de dix à quinze mètres, à l'est, d'une piscine et du restaurant, au sud d'un chemin d'accès au restaurant et d'une riziére, à l'ouest d'un bosquet de canisses hautes de quatre à cinq mètres (planche 1).



Remarque : cette photo a été prise le lendemain de l'événement. Les véhicules alors garés sont encore en place.

Dans les parties sud, est et sud-est, côté restaurant et riziére, on note la présence d'arbres décoratifs (palmier dattier, micocoulier, pins et marronnier). Cette zone sert d'aire de stationnement pour les véhicules terrestres.

Des branches du micocoulier et du pin ont été cassées au passage de l'hélicoptère. Ces traces permettent d'estimer la trajectoire (flèche rouge sur la planche 2 ci-après) peu avant l'impact final.



Le dattier, situé à droite et à un mètre de l'épave, a été touché de bas en haut par les pales du rotor principal, celui-ci délivrant de la puissance.

Le jour de l'événement, des véhicules étaient en stationnement devant l'hélicoptère et plusieurs personnes se tenaient dans la pointe sud-est.

Les cyprès et les pins ne sont pas verticaux. Ils accusent une obliquité plus ou moins marquée, cime vers le sud, déformation résultant de la poussée du Mistral, vent dominant en Camargue (voir planche 3).



1.11.2 L'épave

L'hélicoptère a terminé sa course dans la partie est de l'hélisurface, près de la piscine et du restaurant.

1.11.2.1 La cellule

La cellule est orientée cabine vers le sud.

Le patin droit est replié sous l'habitacle à la suite d'un impact violent au sol en fin de course. La fixation arrière est rompue. Les déformations des supports de ce patin indiquent un mouvement de l'hélicoptère vers l'arrière et de la gauche vers la droite. Le patin gauche est peu endommagé.

La poutre de queue est fléchie en son milieu vers la droite, conséquence d'un choc sur un pin situé sur la droite de l'hélicoptère et sur lequel elle repose.

Toutes les déformations observées sur l'habitacle, tant sur les arceaux que sur le plancher et les sièges, résultent d'efforts de la gauche vers la droite lors de l'arrêt brutal sur le patin droit alors que l'hélicoptère évoluait en translation à droite et en arrière.

1.11.2.2 La boîte de transmission principale

La boîte de transmission principale est fortement inclinée vers l'avant droit de la cellule. Ses bras de support arrière et avant droits sont rompus.

Ces ruptures de bras et la position de la boîte de transmission principale sont à attribuer aux impacts des pales du rotor principal sur les obstacles qu'elles ont rencontrés en fin de trajectoire (arbres, voitures en stationnement, sol).

Il n'y a plus de liaison interne entre le rotor principal et l'ensemble comprenant l'entrée de transmission de puissance moteur (roue libre) et la sortie de transmission arrière.

Lors de l'ouverture de la partie supérieure de la boîte de transmission principale, il est constaté que le fusible de l'arbre du rotor principal est rompu.

1.11.2.3 Parties tournantes

1.11.2.3.1 Rotor principal

L'examen du rotor principal permet d'établir que ce dernier délivrait de la puissance à l'impact et que les dommages qu'il a subis sont consécutifs à l'accident :

- les supports des trois amortisseurs de traînée sont rompus,
- les trois pales sont fléchies vers le haut, côté extrados,
- les intrados des extrémités présentent de nombreuses traces de contact avec le sol.

1.11.2.3.2 Rotor anti couple

Les pales du rotor anti couple sont rompues en flexion vers l'arrière à la suite d'une opposition au mouvement de rotation, de la puissance étant transmise sur l'ensemble.

1.11.2.4 Les arbres de transmission de puissance

L'arbre reliant la turbine à la boîte de transmission principale et comportant la roue libre a été éjecté lorsque la boîte de transmission principale s'est inclinée vers l'avant. A chaque extrémité les crénelures sont intactes, il n'y a eu d'arrêt brutal ni du côté turbine ni du côté boîte de transmission principale.

L'arbre de transmission arrière est déformé en son milieu à la suite du choc de la poutre de queue contre le pin. Il est en prise aux deux extrémités et ne présente pas de traces de rotation en transmission de puissance. Les supports sont intacts.

L'arbre ne tournait pas lors de l'impact final de la poutre dans le pin. La roue libre ayant été éjectée avant l'impact final, la puissance n'était déjà plus transmise au moment où la poutre de queue s'est déformée.

1.11.2.5 Commandes de vol

Commandes des plateaux cycliques fixe et mobile :

Les commandes du pas cyclique et du pas collectif sont bloquées. Ce blocage résulte des déformations de la partie inférieure du plancher au moment où le patin droit est venu se replier sous l'habitacle.

Le manche de pas collectif est bloqué en position haute maximum. Cette position correspond à une incidence de 19° des pales du rotor principal au moment de l'impact.

Les bielles de commande de pas reliant le plateau cyclique rotatif aux pieds de pale sont en place. Elles ont été déformées lors des chocs des pales avec le sol alors que le rotor délivrait de la puissance.

La bielle reliant le point avant gauche du plateau cyclique fixe à un renvoi de commande est rompue en statique dans sa zone inférieure à la suite d'un flambage résultant du mouvement de la boîte de transmission principale vers l'avant droit.

Les autres bielles, déformées en compression, sont solidaires de leurs points de fixation.

Il y a continuité jusqu'aux plateaux des commandes de pas collectif et cyclique.

Commande de direction :

L'ensemble est continu des palonniers jusqu'au rotor anti couple (RAC).

Le câble « aller-retour » est sorti de la gorge du tambour de commande de pas du RAC lors de l'impact de la poutre sur le pin. Les gorges du tambour ne comportent ni traces de frottement ni marques de blocage.

La console centrale, déformée et inclinée sur la droite à la suite de l'impact final, limite le débattement des pédales du palonnier.

Commandes moteur :

La commande coupe feu est en position arrière, actionnée. Le fil témoin est rompu. La tige de renvoi entre la manette et le robinet coupe feu est rompue près de ce dernier à la suite d'un effort statique très vraisemblablement appliqué lors des divers impacts du rotor et de la cellule. Il n'y a plus continuité entre la manette de commande et le robinet, le coupe feu est inefficace.

La commande de régulation est en état de fonctionnement et en position « mini ». Il y a continuité entre la manette et le régulateur.

La manette de débit est rompue au ras du pylône. La partie restante est bloquée en avant dans son cran « vol », ce blocage résulte des déformations du plancher mécanique et de la cellule. La rupture de la manette résulte des manipulations par le pilote lors de la tentative d'extinction de la turbine après l'événement.

1.11.2.6 Moteur

La turbine a ingéré de la poudre d'extinction envoyée volontairement par les pompiers dans les entrées d'air. Elle tourne librement à la main, sans point dur. Aussi bien en entrée qu'en sortie, les ailettes ne présentent pas d'avaries ou de déformations. Il n'y a pas d'indices de pompage en sortie de tuyère.

Aucun indice d'une quelconque défaillance n'a été mis en évidence sur le moteur.

1.12 Renseignements médicaux et pathologiques

Le pilote a été victime d'une fracture non invalidante d'une vertèbre, conséquence de l'impact transversal final.

Il a également été superficiellement blessé à un doigt de la main droite, main qui tenait le manche de pas cyclique. Cette blessure est la conséquence de l'écrasement de ce doigt entre le manche et la planche de bord, vraisemblablement lors de l'impact final alors qu'il mettait le manche de pas cyclique en butée avant gauche pour tenter de reprendre le contrôle de l'hélicoptère (voir paragraphe 1.16.1.1).

Les recherches d'alcoolémie et de prises de médicaments ont été négatives.

1.13 Incendie

Il n'y a pas eu d'incendie.

1.14 Questions relatives à la survie des occupants

La balise de détresse de marque Joliett émettant sur 121,5 MHz a fonctionné. Elle a été détectée et localisée par le maillage des satellites SARSAT-COSPAS. Le centre de réception de Toulouse et le trafic aérien survolant la région ont été générés par l'émission qui a duré près de deux heures, les personnes présentes sur place ne sachant pas où se trouvait la balise ni comment l'arrêter.

1.15 Essais et recherches

Des examens ont été réalisés sur divers éléments mécaniques de l'hélicoptère :

- l'arbre du rotor principal,
- le régulateur,
- la roue libre.

Aucun indice d'une défaillance qui aurait pu entraîner un dysfonctionnement de l'hélicoptère n'a été mis en évidence, ce qui confirme les observations faites sur le site de l'accident.

1.16 Renseignements supplémentaires

1.16.1 Témoignages

1.16.1.1 *Témoignage du pilote*

A l'arrivée, seul à bord, il a survolé le site pour prendre ses repères et ainsi prévenir les personnes au sol qu'il allait se poser.

Il a raté sa première approche. S'estimant trop haut, il a préféré se présenter une nouvelle fois.

Après avoir déjeuné, il s'est dirigé vers l'hélicoptère avec ses passagers. Avant de s'installer en place avant gauche, il a demandé à des personnes se trouvant à proximité de l'appareil de se déplacer.

La mise en route terminée, il s'est placé en stationnaire à environ un mètre du sol comme il l'a appris lors de sa formation pour vérifier si tout allait bien.

En l'absence d'alarme et tous les paramètres étant normaux, il a entamé une montée verticale afin de se dégager des obstacles et de partir vers le nord, en survolant la haie de cyprès.

Au moment de débuter la rotation à gauche, alors qu'il se trouvait un peu plus haut que la cime des cyprès, ceux-ci étant sur sa gauche, l'hélicoptère s'est légèrement cabré, puis est parti doucement en translation arrière avec une cadence lente à gauche.

Pour contrer ces mouvements, il lui semble qu'il a voulu agir sur le palonnier droit mais que ce dernier était déjà en butée avant ou bloqué.

L'hélicoptère a continué à se cabrer.

Le pilote se souvient avoir agi sur le manche de pas cyclique en le calant en butée avant gauche mais il ne peut préciser quand.

Il ne se souvient pas de son action sur le pas collectif. A la question « *quelle est l'action sur le pas collectif qui vous paraît la mieux adaptée dans la situation où vous vous trouviez ?* » il a répondu qu'il lui semblait qu'il fallait augmenter la puissance en soulevant le manche de pas collectif, ce qu'il dit avoir peut-être fait.

Après l'impact final, il est sorti de l'appareil dont le moteur tournait encore. Il s'est alors rendu compte des conséquences humaines de l'événement.

Avec l'aide d'un de ses passagers il a vainement tenté d'arrêter la turbine en actionnant d'abord la manette coupe-feu puis les commandes de régulation et de débit. Cette dernière s'est rompue sous les efforts qu'il exerçait pour la sortir du cran « vol » et la ramener en position arrière.

Il avait fait un complément en carburant la veille sur l'aérodrome de Nîmes Garons avant de rejoindre les Saintes-Maries de la Mer. Il avait estimé la consommation pour l'ensemble des vols Nîmes Garons / Les Saintes-Maries de la Mer / le restaurant / les Saintes-Maries, de manière qu'il puisse redécoller du restaurant avec la masse totale autorisée en embarquant trois passagers.

Le réservoir contenait 350 l au départ de Nîmes, il avait volé environ 45 minutes avant l'événement. Il estime qu'il lui restait 220 l au moment de la mise en route au restaurant, ce qui correspondait à la lecture de la jauge.

Remarque : sur ce point, voir paragraphe 1.6.2.

Il avait atterri trois fois sur cette hérisurface avec son instructeur et avec ce même hélicoptère au cours de sa formation, dont une fois avec trois personnes à bord. C'est la première fois qu'il entreprenait un voyage avec quatre personnes à bord.

1.16.1.2 Témoignages des passagers

Les passagers n'ont aucune connaissance aéronautique.

De manière moins technique, ils ont fait une description des faits cohérente avec ce qu'a dit le pilote.

Ils ont insisté sur le départ en arrière nez relevé. Deux d'entre eux paraissent avoir rapidement compris que le pilote perdait le contrôle de l'hélicoptère, sans toutefois en comprendre la raison.

Le passager en place avant gauche a indiqué qu'il n'avait pas les pieds sur les pédales du palonnier et qu'il avait les mains sur les cuisses comme le lui avait demandé le pilote.

1.16.1.3 Témoignages des personnes au sol

Témoin 1 (position : se reporter à la planche 1)

Cette personne était assise contre le pin situé au sud-est de l'hérisurface. Elle prenait des photos quand elle a vu l'hélicoptère partir en arrière et revenir vers elle. Elle s'est jetée à plat ventre dans un fossé asséché qui se trouvait sur sa gauche. Elle n'a pas vu la fin de la trajectoire.

Témoin 2

Cette personne connaît le pilote. Elle se trouvait à droite de l'hélicoptère dont elle s'était approchée pour prendre des photos. Elle l'a vu partir en arrière et s'est enfuie vers les canisses.

1.1.16.4 Témoignage du restaurateur

Le restaurateur n'a pas vu l'événement. Il n'a aucune notion du pilotage des hélicoptères ou de la réglementation qui s'y rapporte mais il est en mesure de dire qu'il est très rare que les hélicoptères qui viennent dans la propriété redécollent autrement qu'en s'élevant verticalement le long de la haie de cyprès et en partant vers le nord.

1.16.2 La formation du pilote

1.16.2.1 Généralités

Le pilote avait débuté sa formation fin 2005. Cette dernière s'est déroulée en application de l'arrêté du 31 juillet 1981, durant la période transitoire où le FCL 2 devenait la réglementation de référence en matière de formation des pilotes d'hélicoptères.

Le 1^{er} janvier 2007, le FCL a remplacé définitivement l'arrêté de 1981.

Une formation en vue de l'obtention du brevet de pilote privé d'hélicoptère dure généralement entre 45 et 55 heures.

Le point particulier des hélisurfaces n'était pas abordé dans l'arrêté du 30 juillet 1981. Il pouvait être évoqué à l'initiative des instructeurs dans le cadre des atterrissages d'urgence ou forcés.

Le FCL 2 indique (extraits) :

- *Appendice 1a au FCL 2.055,*

Organisme de formation au vol en vue de la délivrance des licences de pilote d'hélicoptère et des qualifications associées.

Aérodromes et hélisurfaces

(28.) Des hélisurfaces doivent être disponibles pour :

- la formation aux opérations en zone exiguës,*
- l'autorotation simulée,*
- les opérations en dévers.*

- Appendix 1 au FCL 2.125

Formation à la licence PPL (H)

Formation au vol

(3.) Le programme de formation au vol PPL(H) doit couvrir les matières suivantes :

(k) opérations à puissance réduite et en zone exiguë, y compris à partir et vers des hélisurfaces non aménagées.

Aérodromes et hélisurfaces

(6.) Des hélisurfaces doivent être disponibles pour :

- la formation aux opérations en zone exiguës,*
- l'autorotation simulée,*
- les opérations en dévers.*

Il convient de noter que le programme de formation du FCL 2 en vue de l'obtention de la licence de pilote professionnel d'hélicoptère exige une formation de 25 heures démontrées de travail sur hélisurfaces.

Les textes réglementaires applicables en matière de formation - arrêté du 31 juillet 1981 et FCL 2 - ne donnent pas d'indications sur la reconnaissance en vol d'une hélisurface ni n'établissent de procédure opérationnelle de reconnaissance.

En l'absence de procédures spécifiques, ce sont les règles de l'art transmises par l'instructeur qui donnent aux élèves les moyens opérationnels d'aborder correctement l'utilisation des hélisurfaces. Elles consistent généralement dans la reconnaissance en vol de l'aire de poser et de son environnement, l'évaluation de la force et de la direction du vent, le repérage des dangers potentiels tels que ligne électrique, présence humaine et enfin l'évaluation des paramètres nécessaires pour le décollage (masse de l'appareil, altitude du site, etc.).

La décision d'atterrissement dépendra notamment de la réponse à la question suivante : sera-t-il possible de décoller et dans quelles conditions ?

1.16.2.2 La formation spécifique du pilote

La totalité de la formation du pilote s'est faite sur l'AI II F-GZFS avec un seul et même instructeur.

Ce dernier considère que le futur pilote privé n'effectuera pas nécessairement des vols d'aérodrome à aérodrome, l'hélicoptère permettant l'utilisation d'hélisurfaces non aménagées. Il estime donc qu'il vaut mieux, en apprentissage, être intransigeant sur la précision du pilotage sur aires exiguës plutôt que sur la précision en navigation.

Opérations sur hélisurfaces

En fonction de ce principe, l'essentiel du travail de cet instructeur en formation hors aérodrome est axé sur l'utilisation des hélisurfaces dans les conditions qui peuvent y conduire : apparition d'une alarme, perte de puissance moteur, arrêt moteur obligeant à un atterrissage d'urgence, rencontre de conditions météorologiques défavorables, atterrissage volontaire.

La technique qu'il enseigne est basée sur une série de questions auxquelles le pilote doit répondre avant d'atterrir :

- Où atterrir ?
- Par où se présenter ? Choix de l'axe d'approche en fonction du vent et des obstacles.
- Comment se présenter ? Vitesse, pente, nécessité d'une translation entre un point d'aboutissement et la zone d'atterrissement.
- Sera-t-il possible de repartir ? Masse au décollage, obstacles, aérologie.

Prise en compte de la masse

En dehors de l'enseignement programmé des calculs de masse et de centrage pour la préparation des vols, l'instructeur insiste auprès de ses élèves pour qu'ils retiennent que le manuel de vol n'est pas le seul critère. Il leur explique par exemple qu'un pilote qui n'a pas l'habitude de voler avec des passagers en place arrière peut être surpris par le comportement de l'hélicoptère, même si la masse atteinte et le centrage ne sont pas hors des limites autorisées.

Il insiste sur le fait que la masse affecte la disponibilité en puissance et qu'une masse élevée peut surprendre un pilote inexpérimenté.

Utilisation de l'hélisurface de la Petite Antonelle

L'instructeur utilise de temps à autre l'hélisurface de la Petite Antonelle à des fins de formation. Il se sert également d'autres hélisurfaces situées dans des propriétés exploitées dans la restauration et de sites, estimés par lui plus difficiles à aborder, éloignés de toute habitation.

Les caractéristiques de la Petite Antonelle,

- exposition aux vents dominants de nord ou de sud, en plaine,
- et environnement qui interdit toute rotation en stationnaire dans l'effet de sol,

le conduisaient à enseigner aux élèves les techniques suivantes pour y atterrir et décoller :

- Par vent du nord

- Atterrissage

Après reconnaissance de l'aire, l'approche se fait par le sud-ouest face à la haie de cyprès et de pins. Elle se termine par un stationnaire hors effet de sol (plus haut que les cyprès et les pins) à la verticale de l'aire de poser. Par rotation à droite, l'hélicoptère est ensuite positionné face à l'est puis amené au sol par une descente verticale.

- Décollage

Montée verticale face à l'est jusqu'à dépasser la cime de la haie de cyprès et de pins. En stationnaire hors effet de sol, rotation à gauche pour mettre l'hélicoptère dans le lit du vent puis translation vers l'avant pour l'envol. Si une interruption de l'envol est nécessaire, le terrain est suffisamment dégagé derrière la haie de cyprès pour permettre un atterrissage d'urgence en sécurité. C'est la raison pour laquelle cette solution est préférée à celle, plus dangereuse, qui consisterait à survoler le restaurant.

- Par vent du sud

- Atterrissage

Après reconnaissance de l'aire, l'approche se fait face à l'est en suivant le chemin d'accès au restaurant, au plus près du lit du vent, et se termine par une translation à gauche dans l'effet de sol.

■ Décollage

Translation latérale vers la droite dans l'effet de sol, hélicoptère face à l'est, puis envol au-dessus de la rizièvre face au vent.

Ni le pilote ni l'instructeur ne se souviennent des trajectoires suivies lors de leurs passages ensemble à la Petite Antonelle. Cependant, les témoignages de personnes habituées des lieux indiquent que la plupart des hélicoptères choisissent la trajectoire par le nord, correspondant au vent dominant.

1.16.3 Technique de décollage sur hélicoptère

1.16.3.1 Décollage normal

A l'issue de la mise en route, le pilote positionne l'hélicoptère en stationnaire à environ un mètre de hauteur, le temps de vérifier les paramètres instrumentaux. A cette hauteur, le flux du rotor principal est réfléchi par le sol et crée une portance additionnelle. L'hélicoptère se trouve alors dans l'effet de sol. Cet effet de sol permet de réduire la puissance nécessaire au vol. Sur terrain dégagé - aérodrome par exemple – il est recommandé de débuter un décollage par une translation vers l'avant à faible hauteur jusqu'à atteindre la vitesse de montée. Cette procédure nécessite moins de puissance que le décollage vertical décrit ci-après.

1.16.3.2 Décollage vertical

La présence d'obstacles peut obliger le pilote à décoller verticalement. Cette manœuvre ne peut être entamée qu'à condition de disposer de suffisamment de puissance.

Le décollage vertical nécessite un pilotage précis pour éviter le heurt des obstacles durant la montée. Lorsque l'aire de décollage est exiguë, la méthode consiste à prendre un repère longitudinal et un repère latéral à surveiller jusqu'à être dégagé des obstacles. Ces repères sont utilisés pour contrôler la position de l'hélicoptère sur les axes de lacet, tangage et roulis.

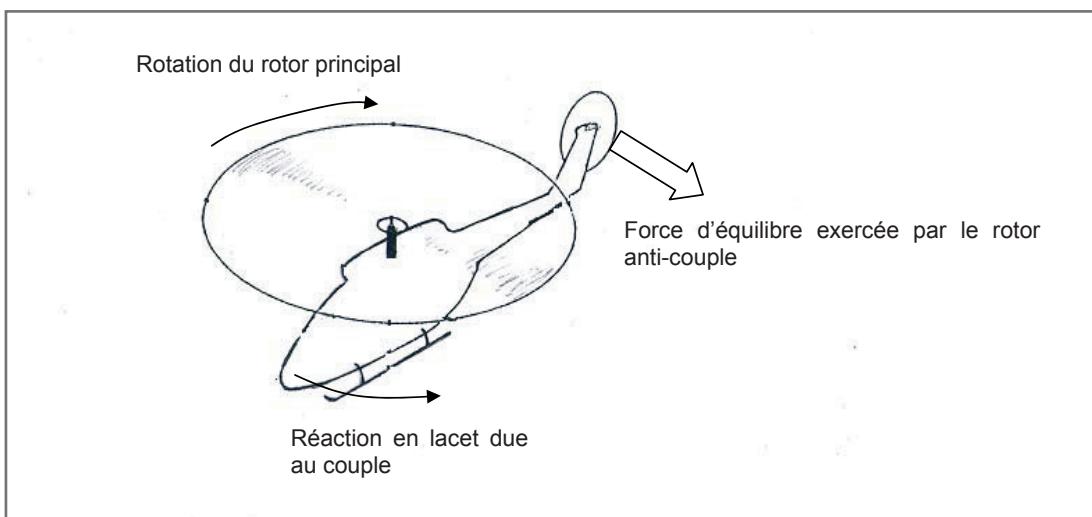
Sur l'Alouette II F-GZFS, quel que soit le type de décollage, le pas des pales du rotor principal ne doit pas dépasser 14,5° en utilisation normale afin que la demande d'énergie du rotor ne soit jamais supérieure à la puissance développée par la turbine.

Il appartient au pilote de veiller de ne pas dépasser la valeur de 14,5°. Sur l'indicateur de pas situé sur le tableau de bord, un trait rouge marque cette valeur limite.

Remarque : un angle maximum de 19° est atteint lorsque le pas collectif est relevé jusqu'à la butée mécanique. Cette valeur peut être atteinte lors d'une autorotation.

1.16.4 Contrôle du vol de l'hélicoptère

La rotation du rotor principal engendre un couple appliqué sur la cellule dont le sens est contraire au sens de rotation du rotor. Sur l'Alouette II, vue de dessus, le rotor tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le couple entraîne donc la cellule en rotation en lacet à gauche. Le rotor anti couple a pour objet de contrer ce couple.



Lorsque le pilote augmente la puissance de la turbine, il augmente la puissance délivrée par le rotor et, par voie de conséquence, le couple appliqué à la cellule. Dans le même temps, il doit donc avoir une action conjuguée sur le palonnier droit s'il veut maintenir l'axe.

La position neutre du palonnier se rapproche donc de la butée droite, ce qui limite l'autorité du pilote pour le contrôle des évolutions en lacet. En particulier, s'il débute une rotation à gauche, il peut éprouver des difficultés pour arrêter cette rotation s'il ne réagit pas suffisamment vite et avec une amplitude importante. Il peut lui être parfois nécessaire de mettre le palonnier droit en butée. Ce phénomène est amplifié à masse élevée, car la puissance nécessaire au vol, et le couple de lacet à contrer, sont plus importants.

A l'inverse, si le couple rotor diminue, la cellule part en lacet à droite et le pilote doit agir sur le palonnier gauche pour maintenir l'axe. Dans ce cas, la marge d'action sur le palonnier gauche est plus importante.

Les actions sur le palonnier engendrent également une force latérale qui doit être équilibrée par une action sur la commande de pas cyclique.

Note : ainsi toute modification d'équilibre doit être corrigée par une action coordonnée, dosée et précise sur l'ensemble des commandes.

Il ressort de l'analyse de nombreux événements que, dans des conditions de stress et en raison de la complexité des interactions entre les commandes, un pilote peut se crisper sur les commandes de vol et plus particulièrement sur les palonniers. Les muscles des membres inférieurs se raidissent alors, lui donnant l'impression que le contrôle en lacet est mécaniquement bloqué.

Le stress associé à l'inexpérience peut également conduire un pilote à augmenter instinctivement, de façon non dosée, le pas collectif pour éviter un impact au sol. En augmentant le couple, une telle action aggrave généralement une situation déjà délicate au lieu d'y remédier.

1.16.5 Utilisation des hélisurfaces, réglementation

L'article D132-6 du Code de l'Aviation Civile modifié (décret n° 95-604 du 6 mai 1995) établit que :

« En application de l'article R.132-1 les hélicoptères peuvent atterrir ou décoller ailleurs que sur un aérodrome lorsqu'ils effectuent [...] des transports privés [...] »

« Ces emplacements sont dénommés « hélisurfaces ». Ces hélisurfaces ne peuvent être utilisées qu'à titre occasionnel [...] »

« Hors le cas de force majeur, d'opération d'assistance ou de sauvetage, les pilotes doivent être titulaires d'une habilitation à utiliser les hélisurfaces [...], délivrée par le Préfet du département où le pilote est domicilié [...], après avis conforme de la gendarmerie départementale, des douanes et du service du contrôle de l'immigration et de la lutte contre l'emploi des clandestins ».

L'arrêté interministériel du 6 mai 1995 « Relatif aux aérodromes et autres emplacements utilisés par les hélicoptères » en fixe les modalités d'application.

Par définition, les hélisurfaces sont « des emplacements situés en dehors des aérodromes » (Titre I- Généralités- Art. 1).

Titre III Hérisurfaces

Art. 11 -

« Les hérisurfaces sont des aires non nécessairement aménagées qui ne peuvent être utilisées qu'à titre occasionnel.

Le caractère occasionnel résulte :

- soit de l'existence de mouvements peu nombreux – nombre annuel inférieur à 200 mouvements et nombre de mouvements journaliers inférieur à 20 (un atterrissage et un décollage constituent deux mouvements)

- soit de mouvements relativement nombreux pendant une période courte et limitée.

En cas d'utilisation d'une hérisurface à moins de 150 mètres d'une habitation [...] les personnes ayant la jouissance des lieux concernés peuvent demander au Préfet de faire cesser les nuisances phoniques répétitives. »

Art. 12 -

« Les hérisurfaces sont identifiées à l'avance par le pilote commandant de bord.

[...] le pilote commandant de bord [...] doit :

1. obtenir au préalable l'accord de la personne physique ou morale ayant la jouissance du terrain [...], sur l'utilisation de l'hérisurface, sur l'accessibilité de celle-ci aux représentants de la force publique et aux agents de l'Etat chargés de la vérification des conditions d'utilisation de l'hélicoptère ainsi qu'aux agents des douanes.

2. prendre toute mesure appropriée pour signaler l'existence de l'hérisurface pour éviter les dangers pouvant résulter de son utilisation, notamment si l'hérisurface est accessible au public. »

Art. 13 - Hérisurfaces à terre

« Les hérisurfaces à terre peuvent être utilisées à des fins de [...] vols privés.

[...]

Les hérisurfaces à terre sont utilisées sans autorisation administrative préalable,

sous réserve d'en aviser le directeur interrégional du contrôle de l'immigration et de la lutte contre l'emploi des clandestins compétent ; [...]».

Il ressort de ces textes que l'intention du législateur était principalement de contrôler les transports ou déplacements illicites et de limiter les nuisances sonores auprès des riverains.

Les hélisurfaces ne sont pas répertoriées par les services de l'aviation civile ou par les services préfectoraux. Aucune surveillance a priori n'est exercée par ces autorités. Généralement, leurs interventions font suite à des plaintes pour nuisances sonores, très rarement pour des raisons de sécurité.

1.16.6 Antécédents

Au cours de plusieurs enquêtes sur des accidents d'hélicoptère, il a été mis en évidence que des pilotes avec une faible expérience avaient rencontré des difficultés de pilotage à masse élevée aux limites de puissance de l'hélicoptère. On peut ainsi citer :

- l'accident du Bell 206 immatriculé F-BSGB le 1^{er} juin 2000 à Corneville-sur-Risle (27),
- l'accident de l'Alouette II F-GHVQ le 22 juin 2002 à Toucy (89).

Les rapports sur ces deux événements sont disponibles sur le site du BEA, www.bea.com.

2 - ANALYSE

Les constatations faites sur l'épave, ainsi que celles résultant des examens pratiqués sur le moteur, le régulateur, la roue libre et la rupture de l'arbre du rotor principal, permettent d'écartier l'hypothèse d'une défaillance mécanique. L'examen des chaînes de commandes permet également d'écartier un dysfonctionnement de celles-ci.

2.1 Scénario de l'accident

Après le décollage, le pilote a effectué une montée verticale afin de se libérer des obstacles, les véhicules automobiles garés à quelques mètres et, sur sa gauche, la haie de cyprès et de pins haute de dix à quinze mètres.

Sa faible expérience, conjuguée à l'environnement sur une plate-forme exiguë, l'ont amené à des actions inadaptées sur les commandes de vol, vraisemblablement pour s'écartier des obstacles qui se trouvaient dans son champ visuel.

En particulier, l'inclinaison des arbres et le battement des cimes animées par le souffle du rotor ont pu fausser sa référence verticale et le conduire à adopter une assiette longitudinale à cabrer, expliquant le départ vers l'arrière de l'hélicoptère, en légère descente. Comme il manœuvrait à cet instant les palonniers pour se positionner face au nord, le pilote a créé un mouvement de lacet vers la gauche. Le mouvement vers l'arrière de l'hélicoptère a pu amplifier ce mouvement de lacet. L'autorité du palonnier à droite dans ces conditions de vol étant limitée pour les raisons exposées au paragraphe 1.16.4, le pilote a éprouvé des difficultés pour reprendre le contrôle. Ces difficultés ont pu être amplifiées par une masse plus élevée que celle qu'il avait pratiquée durant sa formation.

A partir de ce moment, le pilote semble avoir perdu la maîtrise de la situation. Il est probable qu'il s'est crispé sur les palonniers, ce qui lui a fait penser que les commandes en lacet étaient bloquées donc inefficaces.

Son pilotage s'est alors concentré sur les commandes de pas cyclique et collectif. Ses actions sur ces deux seules commandes, non coordonnées avec la commande de lacet, n'ont pas permis de rétablir l'équilibre des forces nécessaires au contrôle de l'hélicoptère. Enfin, il a par réflexe augmenté le pas général jusqu'à la butée de 19°. L'impact avec les arbres puis le sol s'est produit dans cette situation.

2.2 Choix de la trajectoire de départ

Le jour de l'accident, en l'absence de vent, une translation à droite suivie d'un départ au-dessus de la rizière au sud aurait présenté moins de difficultés de pilotage. Il est possible que le pilote ait choisi de décoller vers le nord au-dessus des arbres en raison de son expérience en instruction.

2.3 Le contexte

Le pilote, titulaire du brevet de pilote privé d'hélicoptère depuis deux mois et n'ayant volé seul que cinquante minutes durant cette période, s'est trouvé dans un contexte particulier qui a joué en sa défaveur :

- C'était la première fois qu'il pilotait avec quatre personnes à bord. Son manque d'expérience ne lui a semble t-il pas permis de prendre conscience des caractéristiques de vol dans ces conditions de masse élevée.
- C'était son premier vol comme seul pilote à bord avec décollage d'une aire exiguë. La formation qui lui avait été dispensée était conforme aux textes en vigueur à la date de son début d'apprentissage, ses connaissances théoriques et ses capacités techniques lui permettaient d'effectuer des vols en sécurité. Fraîchement breveté, il lui manquait cependant l'expérience de l'exploitation des hélicoptères dans des conditions difficiles. Confronté à une situation exigeant un pilotage précis, il n'a pas eu le temps de s'adapter à des conditions nouvelles pour lui.
- Enfin, la présence d'observateurs au sol a pu avoir un impact sur sa concentration.

2.4 La réglementation

La réglementation en vigueur autorisait le pilote à entreprendre ce vol. Cependant, elle ne définit pas de critères d'expérience applicables à chaque situation de vol. C'est au pilote de gérer cet aspect particulier et de mesurer l'état de ses capacités par rapport au vol envisagé, ce qui est difficile en l'absence d'expérience.

En ce qui concerne l'utilisation des hélisurfaces, la formation des pilotes privés est plus une initiation qu'une formation. En faisant une nette distinction entre brevet de pilote privé et licence de pilote professionnel quant à l'obligation pour ces derniers d'avoir un minimum de 25 heures d'entraînement sur hélisurfaces, le législateur reconnaît implicitement la difficulté d'utiliser ces aires particulières.

Certains pilotes privés font l'amalgame entre l'autorisation préfectorale d'utiliser les hélisurfaces (autorisation administrative) et la réalité opérationnelle attachée à leur utilisation. En toute bonne foi, ils pensent que cette autorisation leur suffit pour utiliser telle ou telle hélisurface, en excluant de fait toute référence à leur expérience.

La terminologie utilisée dans l'intitulé du document délivré par l'autorité préfectorale (habilitation à...) peut contribuer à cette confusion.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

- Le pilote était titulaire de la licence nécessaire à l'accomplissement du vol entrepris. Fraîchement breveté, il manquait toutefois d'expérience.
- Le pilote avait l'habilitation requise pour utiliser les hélisurfaces.
- La formation qu'il avait suivie était conforme aux textes en vigueur.
- L'hélicoptère était certifié et exploité conformément à la réglementation en vigueur.
- La masse et le centrage étaient à l'intérieur des limites autorisées par le constructeur.
- Le pilote n'avait jamais piloté cet hélicoptère avec quatre personnes à bord.
- L'accident s'est produit au décollage d'une hélisurface exiguë, bordée d'un côté par une haie d'arbres élevés et légèrement inclinés.
- Les victimes au sol se trouvaient à proximité de l'aire de décollage.
- Aucune défaillance technique n'a été mise en évidence.

3.2 Cause probable

Décollant à masse élevée d'une hélisurface exiguë, le pilote, nouvellement breveté, a manqué de l'expérience nécessaire pour identifier et maîtriser les difficultés qu'il a rencontrées dans cet environnement particulier. Cela a conduit à la perte de contrôle de l'hélicoptère.

4 - RECOMMANDATION DE SECURITE

L'enquête a montré qu'une expérience limitée quant à l'utilisation des hélisurfaces pouvait être à l'origine d'accidents.

Alors que dans le cadre de l'utilisation des altisurfaces la réglementation exige que les pilotes privés avions soient titulaires d'une qualification spécifique (qualification « roues » et qualification « neige »), elle ne prévoit rien de tel dans le cadre de l'utilisation des hélisurfaces.

En outre, certains pilotes privés d'hélicoptère font un amalgame entre l'habilitation à utiliser des hélisurfaces - qui ressort d'une procédure de police - et les compétences techniques - qui ressortent de l'entraînement et de l'expérience - nécessaires pour utiliser ces mêmes hélisurfaces.

En conséquence, le BEA recommande que :

- la DGAC adapte la réglementation relative à l'utilisation des hélisurfaces pour que soit prise en compte l'expérience des pilotes.**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

