



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-S-2013-005-I

Date de l'événement	20 mai 2013
Lieu	Aubazat (43 - Haute-Loire)
Type d'appareil	BK 117 C2
Immatriculation	F-ZBPT
Organisme	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
Unité	Base d'hélicoptère de Clermont-Ferrand

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 de sécurité sont proposées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête de sécurité 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 : DGSCGC

Photos :

- Photos commentées pages 16 : DGSCGC
- Pages 17, 18, 19, 20 : BEAD-air

Illustrations :

- Pages 8, 9, 14, 15, 25, 26 : BEAD-air

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
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	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	10
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	13
1.9. Télécommunications	13
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	13
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur le site et sur l'appareil endommagé	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	20
1.14. Incendie	21
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	21
1.16. Essais et recherches	21
1.17. Renseignements sur les organismes	21
1.18. Renseignements supplémentaires	22
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	23
2. Analyse	24
2.1. Séquence chronologique	24
2.2. Causes du heurt de ligne	27
3. Conclusion	33
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	33
3.2. Causes de l'événement	33
4. Recommandations de sécurité	35
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	35
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	37
ANNEXES	38
ANNEXE 1 EXTRAITS DU TITRE B DES CPO GHSC : UTILISATION DES HELICOPTERES – ELEMENTS RELATIFS AUX TYPES DE MISSIONS	39
ANNEXE 2 EXPLOITATION DES DONNEES ENREGISTREES	42

GLOSSAIRE

CODIS :	centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
COS :	commandant des opérations de secours
CRM :	<i>crew resource management</i> (gestion des ressources de l'équipage)
FTO :	<i>flight training organisation</i> (organisme de formation au vol)
GRIMP :	groupe de recherche et d'intervention en milieu périlleux
JVN :	jumelles de vision nocturne
MOB :	mécanicien opérateur de bord
RESEDA :	restitution des enregistreurs d'accident
SSQAR :	<i>solid state quick access memory</i> (enregistreur à mémoire statique des données de vol)
UMS :	<i>usage and monitoring system</i> (système de surveillance de l'utilisation)

SYNOPSIS

Date et heure de l'événement : 20 mai 2013 à 18h15

Lieu de l'événement : Lieu-dit le Chambon, commune d'Aubazat (département de la Haute-Loire - 43)

Organisme : Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSGC)

Commandement organique : Groupement d'hélicoptères de la sécurité civile (GHSC)

Unité : Base d'hélicoptère de Clermont-Ferrand (département du Puy-de-Dôme - 63)

Aéronef : BK 117 C2 n° 9043

Nature du vol : recherche de personne disparue

Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'une reconnaissance des berges de l'Allier à basse hauteur dans le cadre d'une recherche de personne disparue, l'hélicoptère heurte une ligne électrique. L'équipage pose aussitôt l'appareil endommagé dans un champ proche de la rivière.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un pilote ayant une expertise sur BK 117 C2.
- Un mécanicien ayant une expertise sur BK 117 C2.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- Restitution des enregistreurs d'accidents (DGA/ RESEDA).

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement le 20 mai 2013. Le groupe d'enquête s'est rendu sur le site le lendemain.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : Dragon 63

Type de vol : CAG/VFR

Type de mission : recherche de personne disparue

Dernier point de départ : aérodrome de Clermont-Ferrand Auvergne

Heure de départ : 17h26

Point d'atterrissage prévu : Le Chambon-Cerzat, en Haute-Loire, lieu de regroupement des moyens de secours, à 40 nautiques dans le 160° de l'aérodrome de Clermont-Ferrand

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Vers 17h15, un appel téléphonique du CODIS 43 demande le concours de Dragon 63 pour une recherche de kayakiste près du village du Chambon en Haute-Loire.

Le pilote relève les coordonnées géographiques du lieu et les communique au mécanicien opérateur de bord (MOB). Il étudie le trajet et analyse la configuration de la zone de destination en recherchant en particulier les obstacles à l'aide des informations disponibles (cartographie numérique sur interface graphique et une carte murale couvrant la zone d'intervention à l'échelle 1 :100 000 où sont répertoriés les obstacles particuliers déjà identifiés par l'expérience du terrain).

Le bilan météo matinal est actualisé.

La demande d'intervention est validée par le CODIS 43 à 17h25.

Le pilote demande au MOB d'ajouter 100 kg de carburant supplémentaires au plein d'attente (450 kg). Le calcul de la masse et du centrage est effectué.

Compte tenu de la préparation conjointe de la mission, aucun briefing spécifique n'est effectué.

Le pilote effectue une inspection visuelle de l'appareil avant la mise en route.

Lors de la mise en route, les données de navigation et de centrage sont entrées dans le système de gestion de navigation (NMS – *navigation management system*).

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

L'appareil décolle à 17h26. Le MOB en informe le CODIS 63.

La navigation vers la zone d'intervention est effectuée en basse altitude et selon un trajet direct au cap 160°, pilote automatique enclenché en mode navigation.

L'appareil parvient sur la zone vers 17h50. Le contact radio est établi quelques minutes auparavant avec le commandant des opérations de secours (COS) présent sur les lieux.

Le COS demande à Dragon 63 d'effectuer une reconnaissance à la verticale d'une retenue d'eau où ont été aperçus un kayak et des équipements pris dans les remous.

Le pilote effectue une reconnaissance pratique d'aire de poser (RPAP) autour de la zone identifiée afin de prendre en compte l'environnement, l'aérologie et d'identifier les obstacles.

Il descend à la verticale de la retenue puis effectue, sur demande du COS, une reconnaissance à basse hauteur d'un segment de quelques centaines de mètres en aval de la retenue.

L'équipage est informé par le COS que les secouristes du groupe de recherche et d'intervention en milieu périlleux (GRIMP) devant prendre place à bord pour participer aux recherches ne sont pas encore arrivés sur les lieux.

Après 10 à 15 minutes et plusieurs norias de recherches infructueuses sur le segment désigné, l'équipage sollicite des instructions au COS, qui lui demande alors de poursuivre les recherches plus en aval sur la rivière.

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

La reconnaissance de la rivière est effectuée en suivant le milieu du cours d'eau à faible vitesse. La hauteur de survol se situe au-dessus de la cime des arbres situés sur les berges. Les tâches sont réparties comme suit : le MOB en place gauche scrute le secteur situé de son côté tandis que le pilote observe la rive située à sa droite tout en surveillant les obstacles.

Après un parcours de deux kilomètres environ, le MOB aperçoit une pagaie sur la berge gauche et la signale au pilote.

La vitesse est alors réduite à celle d'un homme au pas, en maintenant la hauteur par rapport à la cime des arbres.

Quelques centaines de mètres plus loin, le MOB identifie une forme humaine dans des branchages au bord de la rive gauche.

Le lit de la rivière s'élargissant à cet endroit, le pilote estime une manœuvre d'approche possible et décide de descendre afin d'identifier la victime et de s'assurer de son état. Le pilote descend progressivement en surveillant la distance latérale par rapport aux arbres et effectue un stationnaire à faible hauteur au-dessus de la surface. Le MOB confirme l'état inerte de la victime. Le pilote oriente l'hélicoptère par la gauche afin d'acquiescer à son tour le visuel de la victime. Il réoriente ensuite l'appareil par la droite dans l'axe de la rivière puis effectue un décollage vertical.

Le MOB signale au COS la position et l'état de la victime.

En montée verticale, l'équipage perçoit une détonation, des étincelles et des vibrations. Le pilote ressent un fort balourd aux commandes mais l'appareil demeure pilotable. Il augmente la puissance au pas général pour se dégager de la cime des arbres puis effectue un poser rendu¹ en urgence dans un champ voisin.

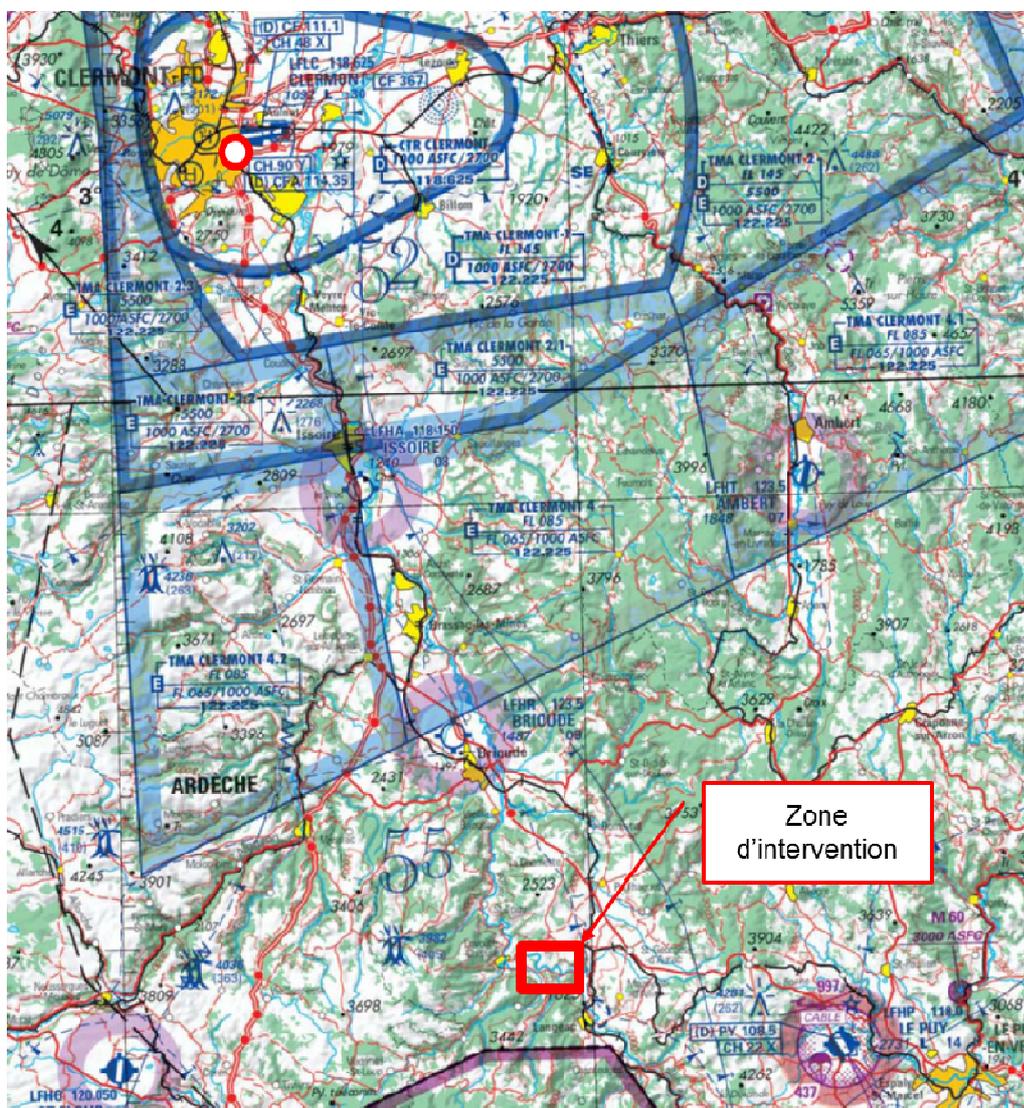
Avant le poser, le MOB annonce par radio au COS qu'ils ont heurté une ligne électrique.

Le pilote coupe les moteurs et la batterie puis les deux membres d'équipage sortent de l'appareil.

¹ Atterrissage sans effectuer de stationnaire.

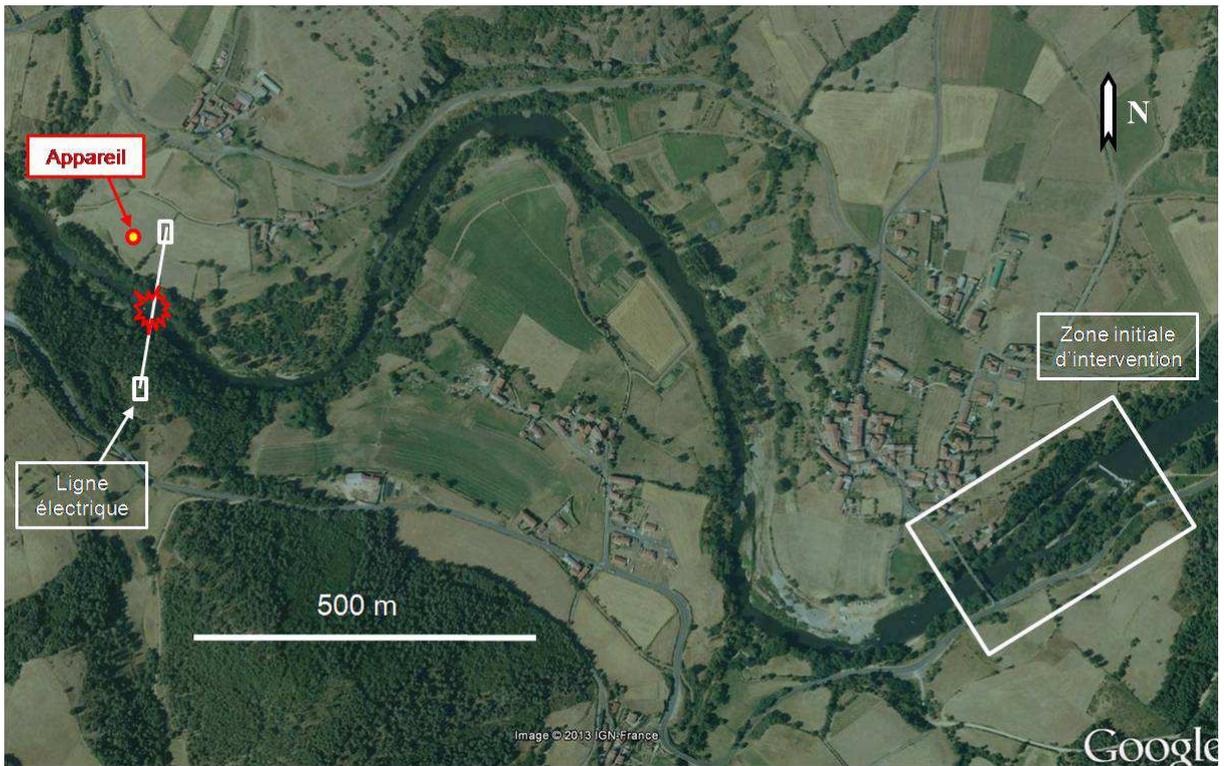
1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France métropolitaine
 - département : 43 (Haute-loire)
 - commune : Aubazat – Lieu dit Le Chambon
 - coordonnées géographiques :
 - N 45°08'642
 - E 003°27'263
 - hauteur / altitude du lieu de l'événement : 480 mètres
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Le Puy-Loudès (Le Puy-en-Velay), à 20 kilomètres dans le 100° du lieu de l'événement



Positionnement géographique de la zone d'intervention depuis la base de Clermont-Ferrand

- Détails de la zone d'intervention



Zone initiale d'intervention (point de rendez-vous des secours) et lieu du heurt de ligne

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
BK 117 C2			X	

1.4. Autres dommages

Les trois câbles d'une ligne électrique de 20 000 volts ont été coupés.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Pilote commandant de bord

- Age : 47 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : base hélicoptère de Clermont-Ferrand. A rejoint la sécurité civile en 2003 en tant qu'instructeur jumelles de vision nocturne (JVN) puis affecté à la base de Clermont-Ferrand
 - fonction dans l'unité : pilote instructeur
- Formation :
 - qualifications :
 - licence de pilote professionnel hélicoptère / vol aux instruments (CPLH-IR²)
 - examinateur de qualification de type (TRE³)
 - instructeur de vol aux instruments (IRI⁴)
 - école de spécialisation : école d'application de l'aviation légère de l'armée de terre (EAALAT)
 - année de sortie d'école : 1987
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur BK 117 C2	sur tous types	dont sur BK 117 C2	sur tous types	dont sur BK 117 C2
Total (h)	7 115	3 000	143	143	23	23

- Période d'alerte du 17 au 20 mai 2013 : 6 heures de vol effectuées en 4 missions. Cette période d'activité est qualifiée de calme par l'équipage
 - 17 mai : une mission d'entraînement avec les partenaires du GRIMP
 - 18 mai : une mission de secours Nevers-Clermont
 - 20 mai : une mission de secours à Nevers le matin, la mission de secours concernée par l'événement l'après-midi
- Dernier vol comme pilote sur BK117 C2 : le matin du jour de l'événement

² CPLH-IR : *Crew pilot licensing helicopter – instrument rating*

³ TRE : *Type rating examiner*

⁴ IRI : *Instrument rating instructor*

1.5.1.2. Mécanicien opérateur de bord

- Age : 51 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : base hélicoptère de Clermont-Ferrand depuis 2002
- Formation :
 - qualifications :
 - opérateur de bord du groupement hélicoptères de la sécurité civile en 2001
 - brevet mécanicien de bord treuilliste gendarmerie
 - qualification opérationnelle JVN 2007
 - stage *crew resource management* (CRM-gestion des ressources de l'équipage) 2007
 - école de spécialisation : école supérieure d'application du matériel (ESAM) de Bourges (certificats techniques 1^{er} et 2^{ème} degré de mécanicien cellule et moteur)
 - année de sortie d'école : 1983
- Heures de vol : 4 643 dont environ 2 500 sur BK117 C2 ; 53 heures accomplies au cours du dernier trimestre
- Treuillages : 1 974 dont 13 au cours du dernier trimestre

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
- Commandement organique d'appartenance : bureau des moyens aériens, groupement d'hélicoptères
- Base de stationnement : aérodrome de Clermont-Ferrand
- Unité d'affectation : base hélicoptère de Clermont-Ferrand
- Type d'aéronef : BK117 C2 commercialisé sous l'appellation EC 145
 - configuration : mission de secours – treuil à gauche
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis la visite 50h	Heures de vol depuis la visite 100h
Cellule	BK 117 C2	9 043	4 357	5	55
Moteur 1	Arriel 1 E2	18 760	1 324	5	55
Moteur 2	Arriel 1 E2	47 239	159	5	55

La dernière visite programmée (visite intermédiaire 50 heures) a été effectuée le 15 mai 2013 à 4 352 heures.

Les précédentes visites programmées en 2013 ont été effectuées comme suit :

- type 100 heures le 18 avril 2013 à 4 302 heures
- type 600 heures le 31 janvier 2013 à 4 202 heures

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur. Les dernières visites n'ont rien révélé d'anormal.

1.6.2. Performances

L'appareil ne faisait l'objet d'aucune restriction de vol et ses performances ont été constatées dans les normes.

1.6.3. Masse et centrage

La masse au décollage est calculée à 2 958 kg et le centrage à 4,441 m. Ces valeurs attestent d'un emploi dans les limites de masse et de centrage.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F 34
- Quantité de carburant au décollage : 550 kg
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 350 kg

1.6.5. Autres fluides

- Ensembles mécaniques
 - Huile O 156 contenue dans la boîte de transmission principale (BTP), la boîte de transmission intermédiaire (BTI) et la boîte de transmission arrière (BTA)
 - Huile Jet Oil 254 des moteurs Arriel 1 E2
- Générations hydrauliques :
 - Huile H 515

Tous les niveaux sont constatés dans les normes.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les informations actualisées sur la région avant le départ de la mission font état de conditions favorables sur le trajet et la zone d'intervention :

Visibilité supérieure à 10 km, nuages épars de base 800 à 1 500 m, vent de secteur ouest à nord-ouest pour 5 à 8 nœuds, température de 13°C, QNH de 1 016.

1.7.2. Observations

Les conditions météorologiques observées sur la zone d'intervention sont qualifiées de CAVOK⁵, avec un vent faible voire nul.

Au moment de l'événement, le soleil se trouve dans le secteur avant de l'appareil lorsque celui-ci survole le lit de la rivière. L'équipage mentionne toutefois qu'il n'occasionnait pas de gêne visuelle particulière.

1.8. Aides à la navigation

L'appareil est équipé d'un ADF, d'un VOR/DME, d'un ILS, d'un GPS et d'un calculateur de navigation (NMS).

Les informations correspondantes sont affichées sur l'écran d'affichage des paramètres de vol primaires (PFD) et/ou sur l'écran de navigation (ND).

1.9. Télécommunications

L'appareil est équipé de deux postes VHF/AM et de deux postes VHF/FM lui permettant d'assurer les liaisons radio avec les organismes de la circulation aérienne et avec les unités de secours et tous les partenaires des missions dévolues au GHSC.

Au moment de l'événement, l'équipage est en contact radio avec le COS sur un canal dédié.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11. Enregistreurs de bord

Le BK 117 C2 n'est équipé d'aucun enregistreur d'accident.

Il dispose toutefois d'un enregistreur de maintenance UMS-SSQAR qui enregistre les alarmes et dépassements, les paramètres moteurs ainsi que les paramètres de vol les plus importants.

Les données sont stockées sur une carte mémoire amovible au format PCMCIA⁶. Elles ont pu être exploitées par le laboratoire de RESEDA.

Tous les paramètres sont enregistrés selon une fréquence de 2 Hertz.

La vitesse indiquée (IAS) n'est exploitable que pour des valeurs supérieures à 20 nœuds (valeur 0 si inférieure).

L'exploitation des coordonnées (latitude et longitude) n'a pu être effectuée que selon un pas de 38 mètres au lieu de 9 mètres attendus en théorie. Cette restriction a limité la précision de la trajectoire restituée.

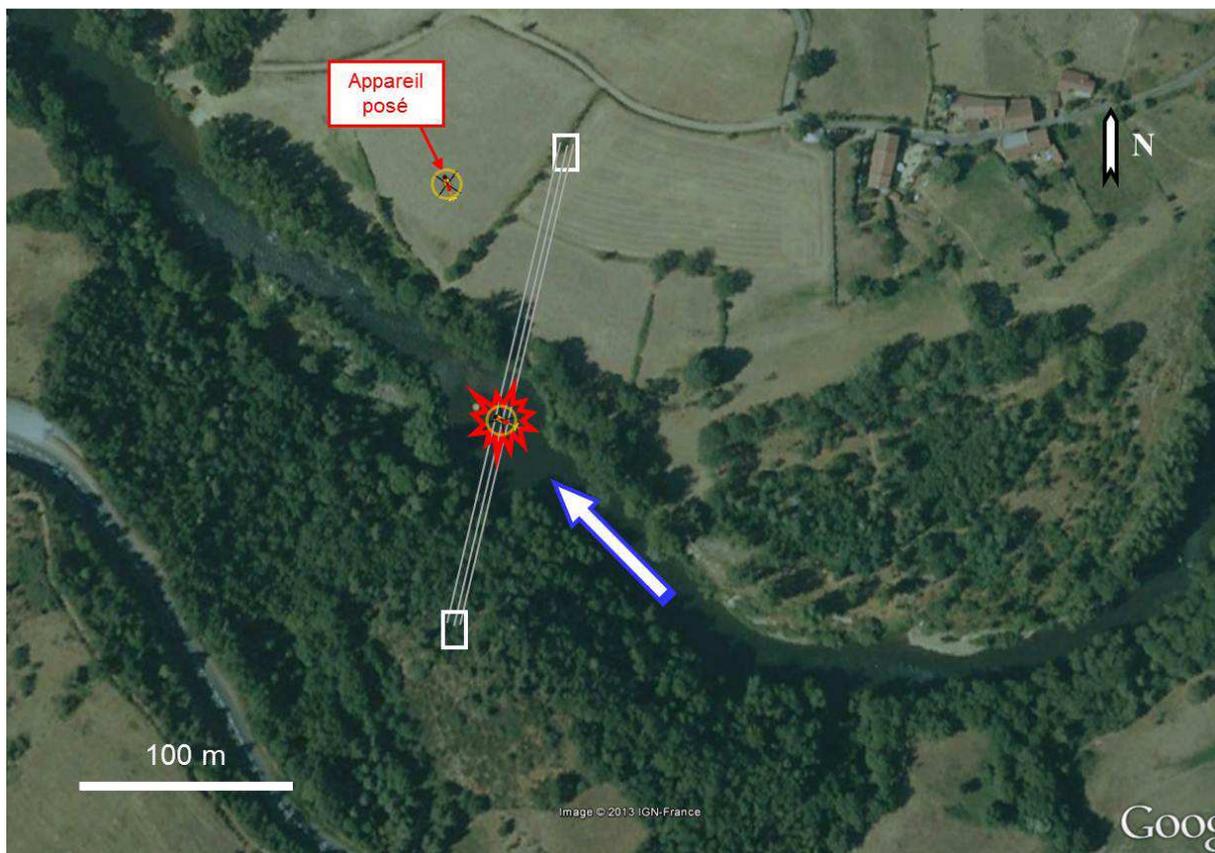
⁵ CAVOK : *Ceiling and visibility OK* (visibilité ≥ 10 km, pas de phénomène significatif pour l'aéronautique)

⁶ PCMCIA : *personal computer memory card interface adaptor* (carte mémoire contenant des données).

1.12. Renseignements sur le site et sur l'appareil endommagé

1.12.1. Examen du lieu de l'événement

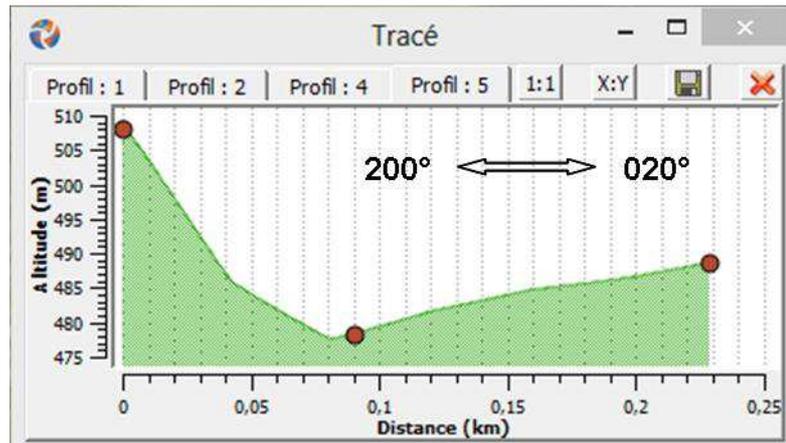
1.12.1.1. Configuration générale du site



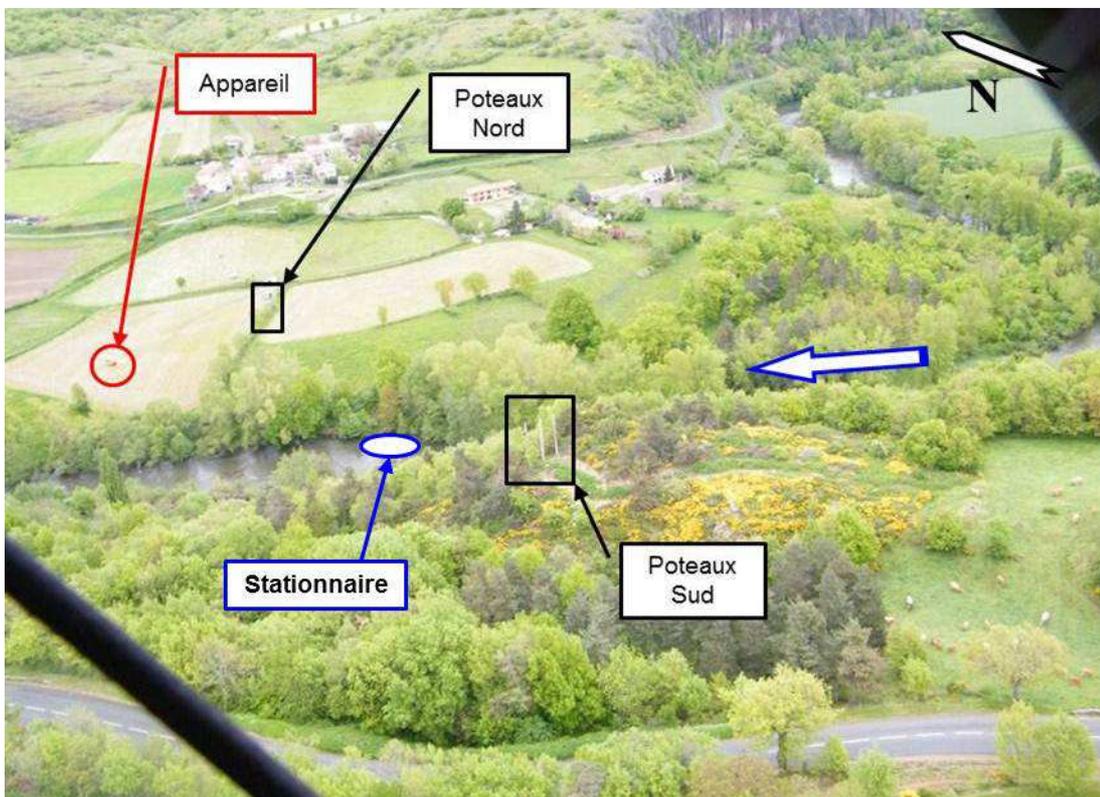
Point de collision avec la ligne et sens d'arrivée de l'appareil (vers la position de stationnaire en-dessous des câbles)

Le segment de l'Allier survolé par l'appareil comporte quelques méandres et s'inscrit dans un profil de vallée assez large et peu encaissé, mais présentant des reliefs par endroit. A l'endroit de la collision avec les câbles, le lit de la rivière, orienté selon un axe moyen 300° , s'élargit localement et la rive sud présente un dénivelé positif de plusieurs dizaines de mètres avec la rive nord.

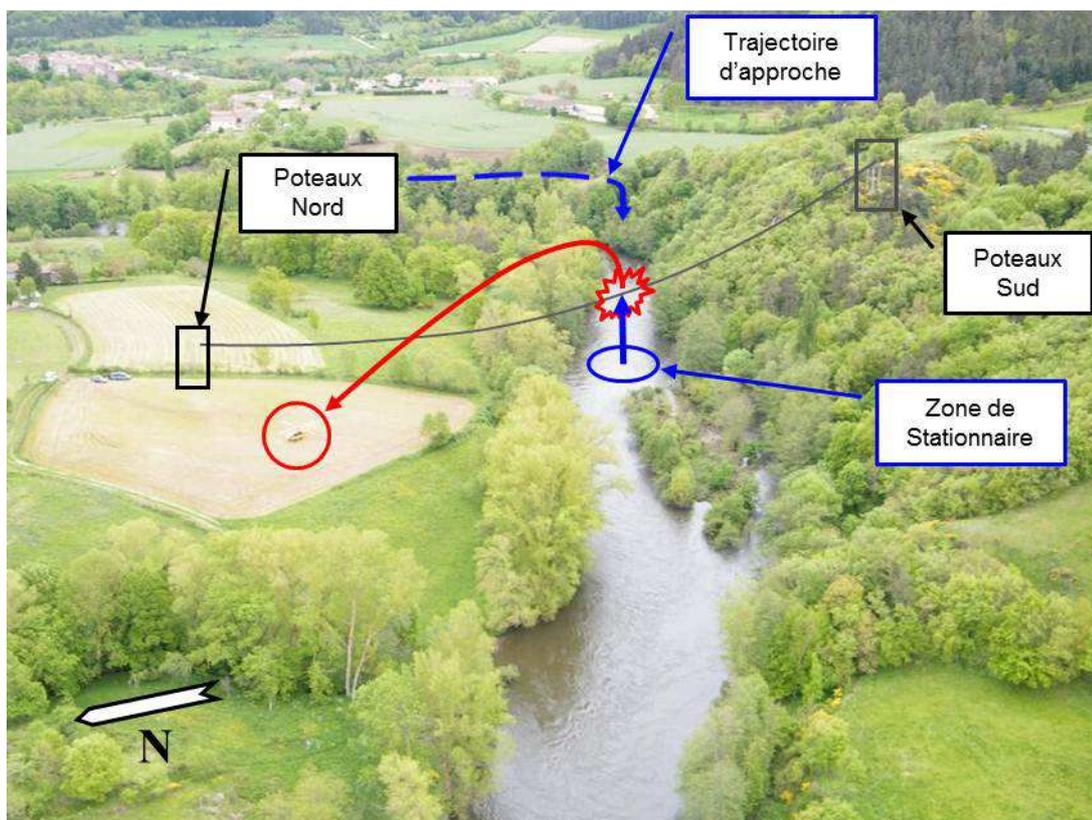
Les berges sont bordées d'arbres d'une vingtaine de mètres de hauteur environ et la pente du côté sud est couverte d'arbres.



Profil de la vallée entre les poteaux de la ligne (outil Géoportail)



Vue générale du site, emplacement des poteaux de la ligne et sens d'arrivée de l'appareil



Représentation schématique de la ligne et trajectoire de collision depuis la zone de stationnaire

1.12.1.2. Caractéristiques de la ligne électrique heurtée

La ligne électrique, enterrée dans sa partie sud, devient aérienne et enjambe l'Allier selon un axe 020° pour alimenter un hameau situé à quelques centaines de mètres au nord.

Les informations fournies par ERDF indiquent qu'il s'agit d'une ligne de catégorie HTA⁷ véhiculant une tension de 20 000 volts.

Elle n'est munie d'aucun dispositif de signalisation⁸ et n'est pas mentionnée sur la cartographie⁹ IGN quelle que soit l'échelle (y compris l'échelle 1/25 000ème utilisée sur support numérique par l'équipage).

Elle comprend 3 câbles d'une section de 8,3 mm, constitués chacun de 9 brins en aluminium et de 3 brins en acier. Chaque câble est supporté par un poteau en béton de 11 mètres de hauteur, avec un espacement de trois mètres entre chaque câble. Au point de collision, les câbles sont situés sur le même plan.

La ligne enjambe l'Allier avec une portée de 228 mètres¹⁰ et avec un dénivelé de 25 mètres entre les poteaux de chaque rive.

De par leur courbure sur la portée, les câbles sont proches du niveau de la cime des arbres de la rive Nord.

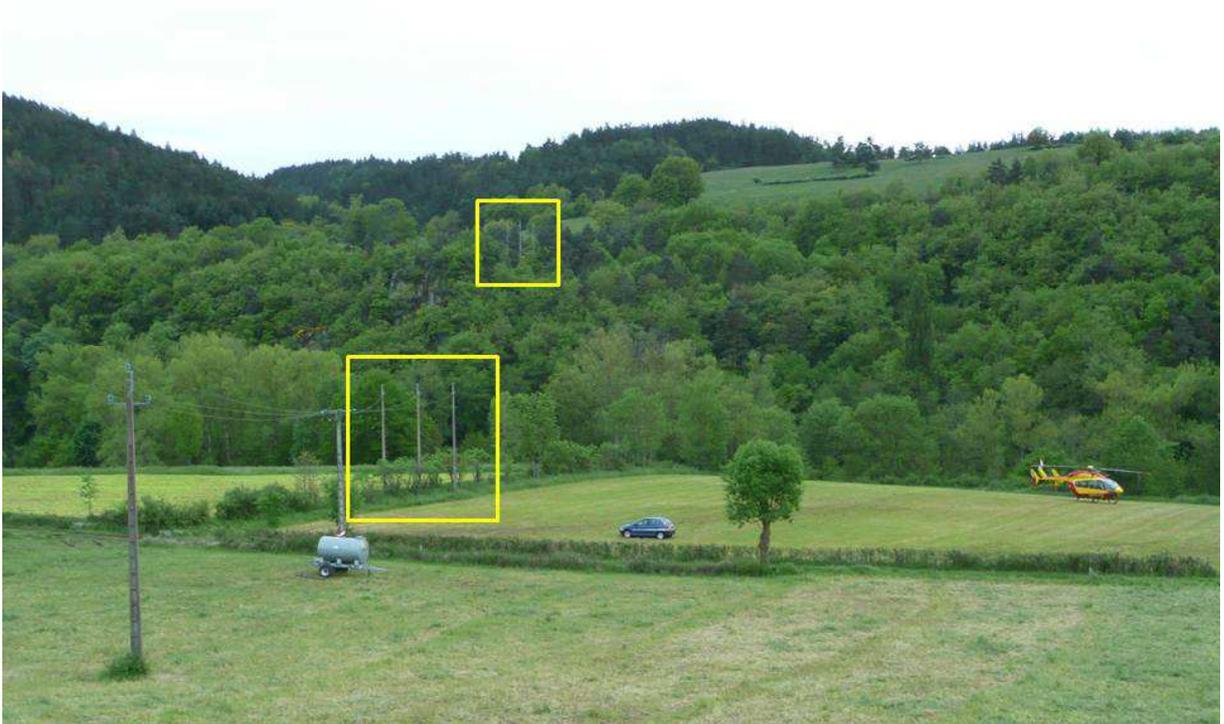
⁷ HTA : tension véhiculée comprise entre 1 000 et 50 000 volts.

⁸ Le balisage d'une ligne située en dehors des aires de dégagement des aérodromes peut être imposé, après étude, sur les tronçons dont la hauteur sol dépasse 50 mètres. Du fait de son emplacement et de sa faible hauteur, cette ligne n'entre pas dans cette catégorie.

⁹ Sont indiquées sur les cartes IGN les lignes HT de voltage supérieur à 63 000 volts.

¹⁰ Distance géométrique horizontale.

Les poteaux situés sur la rive sud sont masqués par la végétation et ne sont pas visibles selon l'axe d'arrivée et la hauteur de vol de l'appareil. Les poteaux situés sur la rive nord en contrebas sont éloignés de plus d'une centaine de mètres de la rivière. Les brins des trois câbles sont peu étirés et ont été rompus de manière nette, au même endroit de la portée. Les poteaux ne présentent pas d'endommagement.



Poteaux de la portée principale de la ligne enjambant l'Allier vus depuis la rive Nord et position de l'appareil



Aspect des ruptures des câbles électriques

1.12.2. Examen de l'appareil

1.12.2.1. Constatations effectuées sur le site

L'appareil est posé au cap 340° dans un champ sur la rive nord de l'Allier, à 120 mètres environ du point de collision avec les câbles. Aucun dégât apparent n'est constaté au niveau des atterrisseurs, de la partie avant, centrale et latérale de la cellule principale. Les coupe-câbles n'ont pas été engagés.



Aspect général de l'appareil

Endommagements constatés sur l'appareil

1.12.2.2. Rotor principal et moyeu rotor principal (MRP)

- Les quatre pales du rotor principal présentent des traces d'impact et de frottement avec les câbles, ainsi que des traces de brûlure près de l'implanture et d'arc électrique aux extrémités. Les endommagements les plus significatifs sont identifiés dans une zone située entre l'articulation des pales et autour des amortisseurs de vibrations.
- Un fragment de câble électrique est incrusté dans la pale jaune et celle-ci est en partie sectionnée à partir du bord de fuite, à environ un mètre de l'implanture.
- Des traces d'arc électrique sont observées sur un amortisseur de vibrations de la pale jaune ainsi que sur les tresses de métallisation au niveau du MRP.



Endommagements de la pale jaune du rotor principal et fragment de câble incrusté



Aspect des endommagements subis par les autres pales du rotor principal

1.12.2.3. Rotor anti couple (RAC)

Des traces de frottements et d'arc électrique sont identifiées aux extrémités des pales.

1.12.2.4. Transmission arrière

Des traces de contact entre l'arbre de transmission arrière et l'intérieur des capotages sont constatées.



Traces de frottement de câble sur le capot et de contact du capot avec l'arbre de transmission arrière

1.12.2.5. Cellule

Des traces de frottement de câbles sont relevées sur la partie arrière basse de la cellule proche de la jonction avec la poutre de queue, sur les capotages de la transmission arrière, ainsi que sur l'intrados du plan fixe gauche et la dérive gauche.

Il n'a été constaté aucun endommagement sur la partie supérieure de la cellule située sous le disque rotor ainsi que sur les capotages des moteurs.

1.12.2.6. Examens et opérations réalisées en atelier

L'appareil a été enlevé du site et rapatrié vers Nîmes Garons le 23 mai 2013.

Il a subi les opérations de contrôle prévues dans les cartes de travail du programme recommandé d'entretien du constructeur :

- 05-53-006.2 : visite spéciale suite à un contact du rotor principal avec un obstacle
- 05-53-006.10 : opérations après vol au travers d'un orage

Concernant les moteurs, les cartes de travail du manuel de maintenance Turboméca Arriel 1E2 suivantes ont été appliquées :

- 71-02-05-280-801-A01 : traitement d'un moteur après un impact rotor principal et/ou rotor anti couple, procédure particulière
- 71-02-04-280-801-A01 : traitement d'un moteur frappé par la foudre, procédure particulière

Suite à ces opérations effectuées par le centre de maintenance du GHSC de Nîmes, les ensembles vérifiés ont été remis en service sur l'appareil.

Les pales du rotor principal ont été remplacées à neuf et l'appareil a été remis en ligne.

Seule la boîte de transmission principale, qui doit être contrôlée en atelier spécialisé, n'a pu être remontée.

Aucun ensemble mécanique ou système électrique n'a été trouvé endommagé.

Aucun dépassement de couple moteur n'a été constaté (paramètres).

Une panne PA-1 (désengagement intempestif) a été traitée lors de ces opérations.

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 : certificat médical de classe 1 (CMA de Toulouse-Blagnac)
 - date : 19 octobre 2012
 - résultat : apte
 - validité : 1 an
- Examens biologiques : éthylotest négatif. Prélèvements non effectués
- Blessures : sans objet

1.13.1.2. Mécanicien opérateur de bord

- Dernier examen médical :
 - type : CPEMPN (HIA Percy-Clamart)
 - date : 09 novembre 2012
 - résultat : apte
 - validité : 1 an
- Examens biologiques : éthylotest négatif. Prélèvements non effectués
- Blessures : sans objet

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

Sans objet.

1.15.2. Organisation des secours

Le heurt de ligne a été signalé immédiatement par l'équipage en liaison avec le COS.

Un véhicule de secours aux victimes (VSAV) et son équipe, présente sur la zone de recherche, ont été mobilisés pour prendre l'équipage en charge.

Un médecin sapeur- pompier professionnel a examiné l'équipage pour les conséquences possibles d'un éventuel choc électrique.

Au vu des résultats du bilan initial, le transport de l'équipage en milieu hospitalier n'a pas été jugé nécessaire. Il est resté sur place.

1.16. Essais et recherches

Sans objet.

1.17. Renseignements sur les organismes

Le secteur d'intervention de Dragon 63 depuis la base de Clermont-Ferrand s'étend sur plusieurs départements et son activité est importante (712 missions pour 700 heures de vol environ en 2012).

Trois équipages (1 pilote et 1 mécanicien opérateur de bord) y sont affectés. Les personnels pilotes et MOB se relaient sur des périodes d'alerte de 3 à 5 jours.

Les équipages effectuent tous les 6 mois des missions d'entraînement liées aux treuillages, à l'utilisation des JVN ou à l'entraînement aux pannes.

Un stage CRM a été mis en place depuis 2011 au profit des équipages.

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Consignes relatives à l'exécution des missions

Elles sont décrites dans les consignes permanentes d'opérations (CPO) du GHSC (extraits en annexe 1).

Le chapitre B4 mentionne en particulier les consignes relatives aux missions de recherche, de surveillance et de coordination des secours.

1.18.2. Les observateurs embarqués

La notion d'observateur concerne l'ensemble des missions de recherche, de surveillance et de coordination des secours. L'étendue de ces missions couvre la surveillance de secteurs sensibles avec des fonctionnaires chargés d'informer un dispositif de coordination, la reconnaissance des feux de forêt avec personnels sapeurs-pompiers qui assurent le guidage et rendent compte de l'évolution du sinistre, etc. Dans ces cas précités, la présence à bord de ces observateurs est nécessaire. Les tâches qui leur sont dévolues ne peuvent être assurées par l'équipage.

Dans le cas du vol du 20 mai 2013, les GRIMP 43 du Puy-en-Velay devaient rejoindre la zone de recherches et embarquer.

Le COS, responsable de l'organisation des secours, a informé l'équipage de l'absence des GRIMP. Face à l'incertitude sur l'état de la victime, pouvant nécessiter une action de « prompt secours » (risque imminent de noyade), il sollicite le commandant de bord pour un engagement immédiat sans attendre les équipiers, au-dessus de la zone prédéfinie, puis en aval sur la rivière, sans pouvoir fixer une limite précise de zone compte tenu de la violence du courant. Dans un tel cas, en regard des textes et consignes, rien ne s'oppose à ce que l'équipage débute les recherches en l'absence des partenaires, avec pour corollaire de ne pouvoir réaliser seul une action de prompt secours.

1.18.3. Entraînement des équipages et prise en compte des dangers liés à l'environnement

Le maintien des compétences opérationnelles des équipages est organisé semestriellement par les chefs pilotes de secteur d'instruction et comporte des séquences dédiées aux procédures de secours et d'urgence, aux treuillages avec équipiers, au transport de charge sous élingue (1 vol de standardisation annuel), au vol de nuit sous JVN.

En fonction du secteur géographique d'intervention et des qualifications détenues par les équipages, des séances spécifiques supplémentaires sont réalisées (travail en montagne, travail en mer, IFR etc....).

Des stages communs de recyclage en équipage (pilotes et MOB) sont organisés au sein du (*flight training organisation*- organisme de formation au vol) FTO de Nîmes.

Leur fréquence est bisannuelle et ils comportent des programmes de formation au sol, des vols et des séances de simulation répartis sur une semaine.

De plus, pour améliorer la capacité opérationnelle des bases, les chefs de base ont la possibilité d'autoriser des vols d'entretien des compétences en équipage constitué.

En application du FCL 2, et selon les exigences de l'aviation civile, les pilotes subissent un contrôle de compétences (prorogation de type) qui valide la qualification de type à entretenir.

Le SGS¹¹ du FTO de Nîmes fait état, dans l'identification des dangers liés à l'environnement, des obstacles tels que les câbles à bois et les lignes électriques. Il y est recommandé :

- d'étudier particulièrement l'environnement de travail avant le premier vol ;
- de faire une reconnaissance préalable des zones avant d'entreprendre tout vol à basse hauteur ;
- de définir des axes d'approche et de dégagement libres d'obstacles.

Les programmes de formation et d'entretien des compétences rappellent ces principes de base.

1.18.4. Chronologie générale des événements significatifs basée sur les différentes mains courantes

15h56 : déclenchement des recherches suite à la découverte d'un kayak dans des rapides de l'Allier

17h15 : demande de concours de Dragon 63 par CODIS 43, confirmé à 17h25 par CODIS 63

17h26 : départ de Dragon 63 de Clermont-Ferrand

17h43 : demande d'intervention du GRIMP 43 (Le Puy)

17h50 : arrivée de Dragon 63 sur la zone

18h12 : Dragon 63 annonce avoir coupé une ligne et trouvé la victime

18h20 : arrivée du GRIMP sur la zone

18h36 : ERDF se rend sur les lieux pour sécuriser la ligne coupée

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

¹¹ Système de gestion de sécurité, mis en œuvre au sein des FTO suite à l'arrêté du 20 mai 2011.

2. ANALYSE

Les témoignages recueillis auprès de l'équipage ainsi que les premières constatations effectuées sur le site et sur l'appareil indiquent que :

- l'hélicoptère a heurté et coupé les trois câbles d'une ligne électrique enjambant l'Allier avec les pales du rotor principal, au cours d'une remontée verticale à partir d'un stationnaire effectué sensiblement au milieu du lit de l'Allier et près de la surface ;
- la présence de cette ligne n'a été détectée à aucun moment auparavant par l'équipage, lors du survol de la rivière à l'approche de l'obstacle, lors de la descente près de la surface et avant d'effectuer la remontée verticale à partir du stationnaire.

Enfin, l'équipage témoigne de l'absence de problème technique et d'un comportement normal de l'appareil durant le vol.

L'analyse établit la séquence chronologique ainsi que les conditions de la collision et les causes de ce heurt d'obstacle.

2.1. Séquence chronologique

2.1.1. Exploitation des données enregistrées

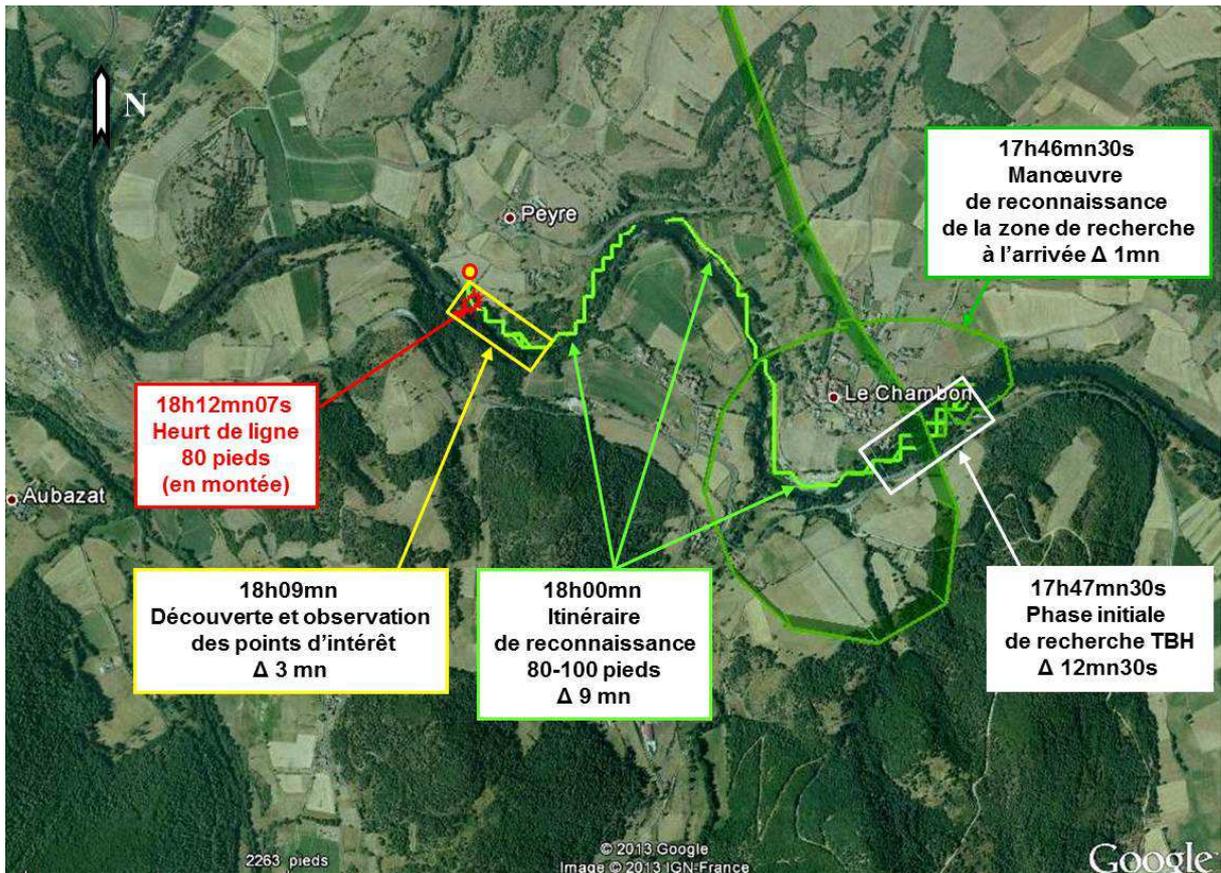
L'exploitation des données du UMS /SSQAR, présentée en annexe 2, corrobore et complète les témoignages de l'équipage en apportant des précisions chronologiques sur le vol. Elle permet d'en distinguer plusieurs phases.

2.1.2. Restitution de la trajectoire et phase significative

2.1.2.1. Trajectoire globale sur la zone d'intervention

La restitution de la trajectoire globale permet de visualiser les phases principales de la mission sur la zone d'intervention, après un trajet d'une vingtaine de minutes depuis la base de Clermont-Ferrand :

- une phase initiale de recherches d'une douzaine de minutes, sur la zone prévue entre la retenue d'eau et le pont, précédée d'une manœuvre de reconnaissance et de prise en compte de l'environnement durant une minute ;
- une phase de reconnaissance de neuf minutes environ des berges de l'Allier, non bornée, jusqu'à la découverte de points d'intérêt (pagaie, victime) ;
- une phase significative d'environ trois minutes entre la visualisation de la pagaie, de la victime et le moment de la collision.



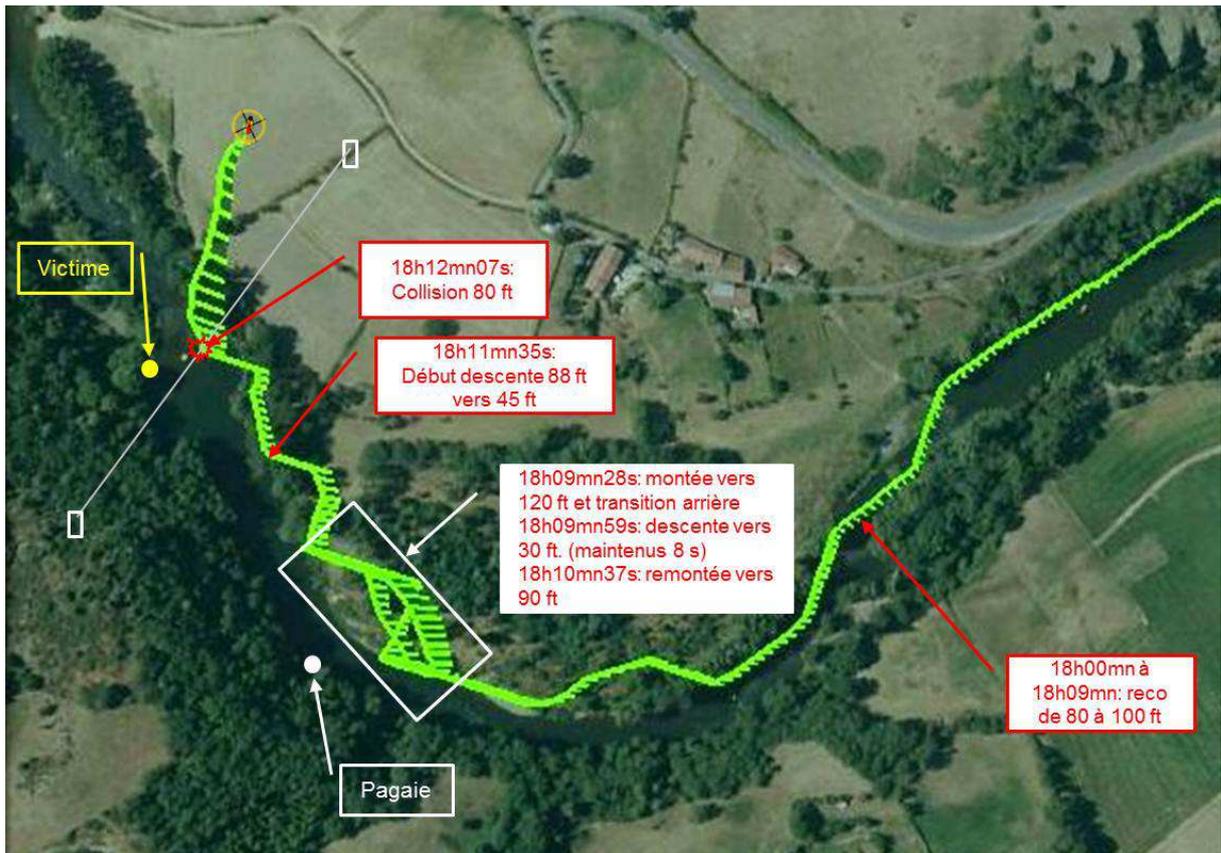
Trajectoire globale restituée sur la zone d'intervention

2.1.2.2. Détails de la phase précédant la collision

Cette phase est caractérisée par la découverte des points d'intérêt après 9 minutes environ de reconnaissance des berges de l'Allier.

Elle comprend les manœuvres suivantes :

- durant une minute, des évolutions en hauteur et en translation en arrière (le cap demeure compris entre 280° et 300°) à proximité du lieu de découverte de la pagaie, correspondant à une sécurisation à 120 pieds par rapport aux obstacles puis une descente à 30 pieds pour confirmer l'identification de l'objet ;
- la poursuite de la reconnaissance sur l'itinéraire avec une remontée à 90 pieds et un palier stabilisé durant une quarantaine de secondes à la vitesse d'un homme au pas. Une forme humaine est repérée par le MOB durant ce palier ;
- une descente d'une dizaine de secondes de 90 vers 45 pieds sur une distance d'environ 70 mètres dans l'axe de la rivière et une mise en stationnaire durant une quinzaine de secondes avec deux variations d'orientation en lacet, correspondant à l'identification de la victime à faible hauteur et au repositionnement de l'appareil dans l'axe de la rivière ;
- une montée verticale de 6 secondes avant le choc avec les câbles, la poursuite de la montée pour se dégager puis l'atterrissage.



Détails de la phase significative de la trajectoire et position des points d'intérêt

2.1.3. Attitude, trajectoire de l'appareil et conditions de la collision

Les endommagements observés sur l'appareil sont circonscrits, en majorité, aux pales du rotor principal et dans une zone comprise entre l'articulation des pales et la moitié de celles-ci. Ces endommagements traduisent un impact direct des bords d'attaque des pales sur les câbles et des brûlures provoquées par des arcs électriques.

L'absence d'endommagement des systèmes électriques de l'appareil, constatée en atelier, montre que la puissance des décharges électriques s'est dissipée au travers des pales.

Les pales du RAC n'ont pas été endommagées ni impactées directement par les câbles.

Ces constatations montrent que les trois câbles, alignés en coupe horizontale dans un plan oblique et perpendiculaire à l'axe de l'appareil, ont été happés par les pales du rotor principal¹² et mis en court-circuit entre eux ou par le matériau des pales vers le centre du disque avant leur rupture.

Les traces limitées observées sur les autres parties de l'appareil résultent d'impacts secondaires dus au fouettement des câbles rompus.

L'assiette de l'appareil lors de la montée n'a pas été modifiée de manière sensible et celui-ci est demeuré pilotable en dépit d'un fort balourd, dû à l'endommagement de la pale jaune en particulier.

¹² A l'endroit de la collision avec les câbles, ceux-ci présentent une courbure descendante selon l'axe 020°. L'appareil étant orienté au cap 300° avec une attitude à plat lors de la montée verticale et le disque rotor présentant une conicité, les câbles ont été happés de l'arrière vers l'avant par les pales avançantes du disque en rotation antihoraire.

L'appareil a heurté les 3 câbles, orienté selon l'axe de la rivière (300°), avec une assiette à plat, correspondant à celle d'une montée verticale.

Compte tenu des dimensions du diamètre rotor (11 m) et de l'écartement des câbles extérieurs de la ligne (6 m), les éléments précédents indiquent que **la montée a été effectuée à la verticale des trois câbles, qui n'ont pas été détectés visuellement avant cette manœuvre.**

2.1.4. Synthèse des faits remarquables

- Le partage des tâches décidé au sein de l'équipage lors de la reconnaissance des berges en basse altitude et sans la présence des partenaires à bord impose au pilote de consacrer une part de son attention à la recherche au sol.
- La hauteur de survol de la rivière est maintenue lorsque l'appareil s'engage dans un environnement dont la physionomie s'apparente à un fond de vallée. L'équipage a le sentiment d'évoluer en sécurité à faible vitesse.
- Lors de la découverte de la pagaie du disparu, un retour sur trajectoire est effectué en translation arrière à 120 pieds avant de descendre en très basse hauteur afin d'identifier l'objet. Les recherches sont poursuivies en aval après une remontée verticale à 90 pieds.
- L'équipage, persuadé que la personne disparue – et supposée en danger - n'est pas loin, reprend ses recherches en scrutant les berges. Le pilote adopte une vitesse très faible en maintenant la hauteur par rapport aux arbres en vision périphérique. **A partir de cet instant, l'attention de l'équipage et du pilote en particulier est accaparée par l'observation des rives et essentiellement dirigée vers le bas.**
- Lors de la découverte de la victime par le MOB dans l'axe de l'appareil, une minute après la remontée à 90 pieds, une descente est effectuée à très basse hauteur à des fins d'identification sans effectuer de reconnaissance préalable.
- La présence de la ligne, située approximativement à la même hauteur que l'appareil avant la descente, n'est pas perçue.
- La remontée verticale est effectuée immédiatement après l'identification de la victime selon une trajectoire différente de l'approche sans que le dégagement de l'espace situé au-dessus de l'appareil n'ait été vérifié par l'équipage.

2.2. Causes du heurt de ligne

En l'absence de tout dysfonctionnement des systèmes de l'appareil pouvant obérer ses performances ou de difficulté induite par les conditions de visibilité et aérologiques sur la zone de l'événement, les causes de ce heurt de ligne ne relèvent que des facteurs humains et organisationnels.

L'absence de détection préalable de l'obstacle par l'équipage lors de la manœuvre d'approche directe de la victime ainsi qu'avant la remontée à la verticale constitue l'élément déterminant n'ayant pas permis d'éviter cette collision.

2.2.1. Nature des actes non sûrs

L'absence de détection préalable de l'obstacle résulte vraisemblablement des erreurs suivantes :

- erreur de perception (absence de visualisation de la ligne par une recherche en secteur avant à faible vitesse) ;
- omission de la reconnaissance préalable de la zone avant la descente entre les obstacles et du contrôle de l'espace libre au-dessus de l'appareil avant la remontée (actions basiques de prise en compte de l'environnement) ;
- erreurs de décision fondées sur :
 - une représentation erronée de l'environnement et une priorisation de l'attention vers les recherches avant la descente ;
 - une gestion du risque erronée avant la remontée à la verticale (équipage persuadé que l'espace est libre à la verticale en adoptant une trajectoire de dégagement différente de celle d'approche et en l'absence de reconnaissance préalable).

2.2.1.1. Erreur de perception visuelle

A la vitesse d'approche adoptée par l'hélicoptère, ce type de ligne est perceptible avec un préavis qui dépend de nombreux paramètres, en particulier de la signature de l'ouvrage dans le paysage ou l'attention portée par l'équipage à la recherche d'obstacle en vision centrale.

Dans ce cas précis, l'obstacle présente une faible signature dans l'environnement à la hauteur d'approche de l'appareil (90 pieds) et à la distance du point de début de descente (environ 70 mètres). L'attention de l'équipage est accaparée par la recherche du disparu et orientée vers le bas. Celle du pilote est concentrée vers le point d'aboutissement de la trajectoire. La surveillance est faite en vision périphérique. La ligne n'ayant pas été détectée avant le début de descente, l'équipage ne la recherche plus par la suite.

Ce type d'erreur procède d'une représentation préétablie de l'environnement à un instant donné (pas d'obstacle aperçu devant signifiant que l'espace est libre) et difficile à remettre en cause lorsque l'attention est portée sur d'autres intérêts (identifier la victime).

2.2.1.2. Omission de reconnaissance préalable de la zone avant la descente

Cette action de base permet de prendre en compte les dangers potentiels de l'environnement avant toute descente à très basse hauteur. Elle figure dans les consignes de sécurité et ne peut être ignorée par un équipage expérimenté.

Il convient de noter que l'équipage a bien exécuté ce type de manœuvre à son arrivée sur la zone initiale de recherches. Il a également effectué une manœuvre qui peut y être apparentée sur les lieux de découverte de la pagaie (montée à 120 pieds) peu avant la descente.

Cette omission d'un « basique » trouve vraisemblablement ses origines dans la priorisation erronée des actions lors de la découverte de la personne recherchée, but ultime des recherches entreprises.

2.2.1.3. Omission de vérification de l'espace libre avant le décollage vertical

Autre action basique connue des équipages¹³, cette vérification est effectuée avant tout décollage en particulier depuis une aire entourée d'obstacles, lorsque la trajectoire de décollage est différente de l'approche, ou lorsque les exigences d'une mission de secours conduisent le pilote à placer volontairement l'hélicoptère sous un obstacle identifié au préalable.

Conditions d'exécution de la vérification de l'absence d'obstacle à la verticale de l'appareil

La vérification visuelle de l'absence d'obstacle à la verticale de l'appareil est malaisée depuis les postes avant : la configuration de la verrière et l'équipement de tête permettent de porter le regard vers le haut, mais pas à la verticale du rotor principal, dont l'axe se situe en arrière du poste de pilotage.

Le pilote, surveillant l'écart latéral par rapport aux obstacles tout en maintenant le stationnaire, ne peut effectuer cette vérification lui-même.

Il revient donc au MOB d'effectuer cette tâche. Sans quitter la place gauche, il doit se détacher et se tourner sur le siège pour pouvoir regarder vers le haut et en arrière au travers du disque rotor, avec le risque d'interférer sur le manche cyclique¹⁴. Cette vérification est plus aisée à l'extérieur, depuis la porte latérale de la cabine arrière. Il doit pour cela rejoindre la cabine arrière depuis son poste.

Quoiqu'il en soit, elle est concertée au sein de l'équipage et nécessite une stabilisation de l'appareil.

Or, la remontée a été initiée sans transition après la réorientation de l'appareil au cap de la rivière.

L'origine de cette omission réside vraisemblablement dans la représentation préétablie et non remise en cause de l'environnement libre avant la descente (témoignage).

2.2.1.4. Erreurs de décision

Elles découlent d'une représentation erronée de l'environnement par une prise en compte initiale insuffisante et **surtout de la focalisation de l'attention vers l'objectif lors de la découverte de la victime.**

La décision de remonter à la verticale est également fondée sur une représentation erronée de l'environnement et sur une gestion du risque insuffisante en l'absence de vérification préalable de l'espace libre.

¹³ Selon divers témoignages recueillis auprès d'équipages et d'autres opérateurs, l'espace libre est contrôlé avant toute montée (verticalité assurée par la prise de repère dans l'axe et à 45° et contrôle effectué au-dessus).

¹⁴ Certifiés mono pilote, les EC145 du GHSC sont équipés de doubles commandes aux postes avant.

2.2.2. Conditions latentes aux actes non sûrs

Les erreurs mentionnées supra peuvent avoir pour origine :

- les conditions de visibilité de la ligne dans son environnement et le partage de l'attention entre différentes tâches ayant pu contribuer aux erreurs de perception visuelle ;
- l'engagement particulier des équipages en mission de secours, le partage des tâches à bord et l'influence de l'objectif à atteindre ayant pu contribuer aux erreurs de décision ainsi qu'à l'omission des techniques adaptées.

2.2.2.1. Conditions de visibilité de la ligne dans son environnement

L'alignement des 3 câbles de faible section dans un même plan horizontal, la longueur de la portée et les poteaux masqués par la végétation rendent l'ensemble difficilement perceptible à cet endroit depuis une position située à la hauteur des câbles.

De plus, selon l'axe et la hauteur d'arrivée de l'appareil, la ligne ne se découpe pas sur l'horizon et ne présente pas de contraste sur le fond du paysage.

Enfin, de par sa catégorie, son emplacement et sa faible hauteur, cette ligne n'est munie d'aucun dispositif de signalisation et n'est mentionnée sur aucune carte IGN. Sa présence ne peut être anticipée par l'équipage par une lecture de carte.

Les caractéristiques de cette ligne en font un obstacle très difficile à détecter selon l'axe et la hauteur d'arrivée de l'appareil même à faible vitesse et contribuent ainsi de manière certaine aux erreurs de perception visuelle.

La présence de cette ligne est toutefois décelable par un survol de la zone à hauteur de sécurité lors d'une reconnaissance préalable. Elle est également décelable par le dessous lors d'une recherche visuelle.

2.2.2.2. Partage des tâches à bord lors des recherches et synergie de l'équipage

L'absence des partenaires à bord lors des recherches induit une charge accrue pour l'équipage qui décide de se répartir le secteur de surveillance des berges lors du survol de la rivière. L'attention du pilote est ainsi partagée entre les actions de pilotage, la détection des obstacles et le balayage visuel de la berge située à sa droite en contrebas. De même pour le MOB, dont l'attention est partagée entre la détection des obstacles et la surveillance de la berge située à sa gauche.

La moindre part d'attention consacrée à la détection d'obstacle en secteur avant la rend donc moins efficace et réduit le préavis en basse hauteur, indépendamment de l'expérience de l'équipage. Ce genre de situation (absence d'observateur) peut parfois être rencontré lors de missions de recherche de personnes sur des zones étendues ou montagneuses. La recherche peut être effectuée par l'équipage seul à une hauteur offrant une marge de sécurité au-dessus des obstacles et permettant une prise en compte permanente de l'environnement.

En l'absence d'observateur à bord, l'attention de l'équipage est partagée entre les recherches sur les berges et la détection des obstacles en secteur avant. Cette dernière est donc moins efficace, ce qui contribue aux erreurs de perception.

Ce plan d'action est toutefois adapté tant que la physionomie de l'environnement ne change pas et qu'aucun point d'intérêt n'est découvert. Lorsque la pagaie puis la victime sont découvertes, le plan d'action (reconnaissance à très basse hauteur) change et impose une redéfinition claire des tâches (définition et annonce croisée des actions de surveillance de chacun, rappels de sécurité, définition de l'axe d'approche et de dégagement...) donc un resserrement de la synergie de l'équipage avant la descente à basse hauteur.

L'absence de redéfinition précise des tâches et du resserrement de la synergie d'équipage lors de la découverte des points d'intérêt et du changement de plan d'actions a probablement contribué aux erreurs de détection et aux omissions identifiées.

2.2.2.3. Enjeu de l'objectif à atteindre et risque de focalisation de l'attention

L'engagement des équipages en mission de secours est très important et fait partie des risques identifiés par le GHSC.

L'équipage, accaparé par l'objectif de découvrir une personne disparue et susceptible d'être en danger, peut commettre des erreurs de jugement et de prise de décision.

Ainsi, pour l'équipage considéré, le but étant de retrouver la personne en danger au plus vite, chaque instant compte. Il est ainsi confronté à une pression temporelle implicite face à une urgence qu'il ne peut quantifier (risque de noyade).

Cette pression implicite est susceptible d'altérer le jugement en particulier à l'approche de la réalisation de l'objectif et de monopoliser l'attention de l'équipage.

Cette focalisation de l'attention, propice à l'occultation des risques environnementaux, a contribué de manière certaine aux omissions identifiées.

De plus, l'absence des partenaires à bord interdit à l'équipage de mener une action de prompt secours (dépose des partenaires pour une intervention immédiate sur la victime). Il ne peut faire dans ce cas qu'une observation et guider l'intervention des secours une fois la victime identifiée, relativisant ainsi l'urgence supposée. Pour autant, l'équipage accomplit sa mission avec le même engagement que pour une intervention de secours immédiate.

2.2.2.4. Expérience des équipages, principes de base et consignes d'opérations

Les équipages recrutés au sein du GHSC ont pour la plupart une expérience préalable conséquente acquise au sein des forces armées et connaissent les manœuvres de sécurité pour évoluer près du sol, telles l'adoption de trajectoires de sécurité en transit ou la reconnaissance pratique d'aire de poser.

Ces principes de base sont rappelés au cours des programmes de formation du FTO et d'entretien des compétences. Les entraînements périodiques des unités sont toutefois davantage centrés sur les difficultés intrinsèques du métier (procédures de secours, treuillages, transport de charge, vol sous JVN...).

Ainsi, les consignes opérationnelles sont génériques et ont surtout pour but de rappeler les risques particuliers ainsi que de prévenir les équipages du risque de focalisation de l'attention sur l'objectif inhérent à ces missions.

Elles ne précisent pas les principes de base concernant les cas particuliers de recherches sur itinéraire type cours d'eau ou en zone accidentée.

Les consignes d'exécution des missions ont un caractère générique. Elles préviennent du risque de focalisation de l'attention sans toutefois l'adapter au cas particulier d'une reconnaissance sur itinéraire et ont pu ainsi contribuer aux omissions identifiées.

2.2.3. Conditions n'ayant pas permis d'éviter l'événement

Compte tenu de la difficulté de détection visuelle de l'obstacle selon l'axe et la hauteur d'approche de l'appareil, il apparaît qu'une reconnaissance de type RPAP au-dessus de la zone de découverte des points d'intérêt (pagaie et victime) aurait permis de détecter cette ligne avant de descendre à très basse hauteur.

L'absence d'exécution de ce préalable, pour les raisons évoquées supra, a privé l'équipage de la prise en compte de l'obstacle dans son plan d'actions.

Enfin, le contrôle de l'espace libre au-dessus de l'appareil avant la remontée à la verticale constituait la dernière opportunité de pouvoir détecter l'obstacle et de modifier la trajectoire de dégagement en conséquence.

3. CONCLUSION

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

- La mission consiste en une recherche de personne disparue dans un cours d'eau en Haute-Loire.
- La zone d'intervention n'est pas habituellement pratiquée par l'équipage.
- Les recherches initiales étant vaines, elles sont poursuivies en aval avec l'accord du COS à basse hauteur au-dessus de l'Allier.
- Les conditions de visibilité et aérologiques sont favorables au vol et aucun dysfonctionnement n'affecte les performances ainsi que le comportement de l'appareil durant le vol.
- En l'absence des secouristes GRIMP à bord, l'équipage se partage les tâches de recherche sur les berges.
- L'appareil évolue à faible vitesse et la hauteur est maintenue constante par rapport aux arbres.
- A l'endroit de la découverte d'une pagaie, puis de la personne disparue, le profil du paysage change et s'apparente à un fond de vallée.
- La pagaie fait l'objet d'une reconnaissance à très basse hauteur après une prise en compte de l'environnement.
- Lors de la découverte de la personne disparue, l'attention de l'équipage est focalisée vers le bas. Une descente est entreprise à très basse hauteur à des fins d'identification, sans reconnaissance préalable de l'environnement.
- Le dégageant est effectué selon une trajectoire de type décollage vertical sans que l'espace libre n'ait été vérifié au-dessus de l'appareil.
- Une ligne électrique est heurtée au cours de cette montée, sans qu'elle n'ait été détectée à aucun moment par l'équipage.
- La ligne électrique n'est munie d'aucun dispositif de signalisation ni indiquée sur les cartes. Elle est difficile à détecter selon l'axe et la hauteur d'approche de l'appareil.
- Les pales du rotor principal ont heurté et rompu les trois câbles de la ligne basse tension et ont été endommagées par l'impact et par les arcs électriques.
- L'appareil est demeuré pilotable pour un atterrissage d'urgence.

3.2. Causes de l'événement

3.2.1. Mécanisme du heurt de ligne

Lors de la découverte de la personne disparue sur l'itinéraire de reconnaissance, l'appareil a suivi une trajectoire l'amenant à descendre à très basse hauteur au-dessus de l'Allier, entre les arbres des berges et à se placer en dessous d'une ligne sans que sa présence n'ait été détectée à aucun moment par l'équipage.

Le heurt des câbles par le rotor principal se produit au cours de la remontée verticale.

L'absence de reconnaissance préalable de l'environnement avant de descendre à très basse hauteur ainsi que l'absence de vérification du dégageant de l'espace situé au-dessus de l'appareil avant la remontée verticale ont privé l'équipage de toute possibilité de détecter la présence de cette ligne.

3.2.2. Causes identifiées

L'absence de détection de cet obstacle résulte d'un enchaînement de plusieurs erreurs :

- Erreur de perception visuelle ;
- Omission de reconnaissance préalable de l'environnement avant de descendre à très basse hauteur ;
- Omission de contrôle de la présence d'obstacle avant de remonter ;
- Erreurs de décision fondées sur :
 - une représentation erronée de l'environnement ;
 - une priorisation de l'attention vers les recherches ;
 - une gestion du risque erronée.

Ces erreurs et omissions peuvent trouver leur origine dans :

- les conditions difficiles de détection de l'obstacle dans son environnement ;
- le partage de l'attention consacrée aux recherches et à la détection d'obstacle en l'absence d'observateurs à bord et une lacune dans la répartition des rôles au sein de l'équipage dans la phase finale ;
- la concentration de l'équipage en mission de secours et la focalisation de l'attention lors de la découverte de la victime.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

L'événement est vraisemblablement dû à une focalisation de l'attention - ou tunnelisation - de la part d'un équipage expérimenté. La réalisation de l'objectif proche l'a conduit à occulter les dangers environnementaux potentiels et les actions de base de sécurité censées les éviter.

Ce risque, identifié et pris en compte par le GHSC au travers d'actions de sensibilisation des équipages, est étroitement lié aux aspects psychologiques de l'objectif mission et à la difficulté pour un équipage de concilier l'urgence supposée d'une situation avec la nécessaire gestion du risque.

Pour autant, il convient de rappeler l'importance des fondamentaux suivants :

- l'enjeu de la mission ne doit en aucun cas conduire à engager la sécurité d'un équipage ;
- un projet d'action clairement établi au sein de l'équipage doit être un préliminaire à tout processus d'engagement, en particulier en cas de modification du plan initial.

Le BEAD-air insiste sur la nécessité de formation initiale et continue dans le cadre du CRM.

4.1.1. Consignes permanentes d'opérations relatives aux missions de recherche, de surveillance et de coordination des secours (Annexe - titre B4)

Ces consignes mentionnent en particulier les points suivants :

- concernant les moyens, qu'une équipe d'observateurs soit embarquée si nécessaire ;
- concernant l'exécution, que l'équipage identifie au préalable les obstacles dans la zone de recherche et qu'il assure en priorité ses fonctions en évitant de se laisser distraire par l'observation, la recherche ou la coordination ;
- concernant les risques particuliers, que l'équipage ne doit pas se laisser distraire de sa mission de conduite et d'évitement des obstacles par la saturation des liaisons radio extérieures et intérieures, notamment lors des missions de PC volant.

Ces consignes génériques se rapportent à plusieurs types de missions et les points précités demeurent très généraux et font appel au jugement des équipages qui diffère selon le type de situation rencontrée.

Dans le cas de l'événement, les recherches se déroulent le long d'un cours d'eau bordé d'arbres et dont les limites ne sont pas définies. Dans ces conditions, celles-ci doivent être exécutées en basse altitude pour être efficaces et l'absence d'observateur est pénalisante pour l'équipage en termes de charge de travail. Leur présence est donc nécessaire dans un tel cas de figure.

Les recherches se déroulant sur un itinéraire non borné, sans observateur, l'équipage pense identifier les obstacles à la découverte et une reconnaissance préalable lui paraît inadaptée sous pression temporelle.

Il apparaît que ces consignes ne précisent pas les différents cas rencontrés (recherches au-dessus d'étendues, de cours d'eau ou en milieu accidenté), accordant ainsi une large part d'initiative aux opérateurs, mais les exposant du même coup au risque d'adopter un plan d'actions inadapté au milieu survolé.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

A la DGSCGC de reformuler les consignes d'opérations relatives aux missions de recherches en précisant la nécessité d'avoir des observateurs embarqués, dans la mesure du possible, en fonction des différents cas rencontrés et en particulier pour les recherches sur cours d'eau ou en zone accidentée.

4.1.2. Solutions matérielles

Afin de s'assurer de l'état de la personne recherchée, l'équipage s'est approché à courte distance de la victime en se plaçant sous un obstacle non identifié. Ne pouvant effectuer une action de prompt secours, cette identification aurait pu être réalisée à hauteur de sécurité avec des moyens d'observation embarqués, telles des jumelles gyro-stabilisées, permettant ainsi de diminuer le niveau de risque.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

A la DGSCGC d'étudier l'emploi de jumelles gyro-stabilisées lors des missions de recherches ou d'identification de personnes en milieu accidenté ou à proximité d'obstacles.

Les câbles tendus représentent un danger permanent pour les équipages d'hélicoptères dont le cœur du métier est d'évoluer à proximité des obstacles.

La détection actuelle des câbles repose entièrement sur les capacités de l'opérateur pouvant être faillibles en dépit de méthodes éprouvées ou de règles de sécurité.

Or, il existe des systèmes embarqués¹⁵ permettant la détection de jour comme de nuit d'obstacles en secteur avant.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

Aux opérateurs d'hélicoptères, d'étudier l'emploi de systèmes embarqués de détection de câbles sur la flotte d'hélicoptères.

¹⁵ Tels le système électro-optique à technologie laser de détection d'obstacles développé par Cassidian / EADS pour le NH90.

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

Restitution des données GPS issues du UMS-SSQAR.

L'exploitation des coordonnées (latitude et longitude) n'a pu être effectuée que selon un pas de 38 mètres au lieu de 9 mètres attendus en théorie. Cette restriction limite la précision de la trajectoire restituée, en particulier à faible vitesse.

Le problème avait déjà été rencontré lors de l'enquête BEAD-air-S-2009-005-A concernant le même type d'appareil.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

La DGA/EP RESEDA d'étudier, en relation avec le constructeur, une solution permettant d'obtenir la restitution des coordonnées issues de UMS-SSQAR avec la précision attendue.

ANNEXES

ANNEXE 1 Extraits du titre B des CPO GHSC : Utilisation des hélicoptères – Eléments relatifs aux types de missions	39
ANNEXE 2 Exploitation des données enregistrées	42

ANNEXE 1

Extraits du titre B des CPO GHSC : Utilisation des hélicoptères – Eléments relatifs aux types de missions

1.2 Extrait du titre B1 : généralités

B.1.1. DEFINITIONS

Les missions de secours d'urgence et de sauvetage par hélicoptère ont pour objectif d'intervenir le plus rapidement possible sur le lieu même, quel qu'il soit, où s'est produit un accident faisant une ou plusieurs victimes. Cette action peut compléter celle de secouristes ou sauveteurs locaux déjà sur place. Elles se répartissent en :

- missions d'évacuation de personnes en détresse (voir le chapitre B.2.),
- missions de transport d'équipes de secours et de matériels spécialisés (voir le chapitre B.3.),
- missions de recherche, de surveillance et de coordination des secours (voir le chapitre B.4.).

Elles peuvent être exécutées selon des consignes particulières, adaptées à l'environnement dans lequel elles sont amenées à se dérouler :

- missions en milieu maritime (voir les chapitres B.5., B.6. et B.8.),
- missions en montagne (voir le chapitre B.7),
- participation aux missions S.A.R. (voir le chapitre B.8).

B.1.3. MOYENS

Aéronef

L'équipement de l'hélicoptère est défini pour chaque type de mission.

Équipage

L'équipage de base est composé d'un pilote commandant de bord et d'un MOB. Il peut être complété sur certaines missions d'un autre pilote et/ou autre MOB ou n'être constitué que d'un seul pilote.

Équipe spécialisée

Le nombre et le type de spécialistes embarqués seront définis par l'organisme régulateur dans la limite fixée par le commandant de bord.

B.1.4. CONSIGNES GENERALES D'EXECUTION

- Toutes les personnes embarquées sont attachées lors des phases de décollage et d'atterrissage. Le patient est sanglé sur le brancard si son état le permet. L'équipe spécialisée assure sa mission sans gêner le bon déroulement du vol.

- Les équipes spécialisées qui interviennent à partir de l'hélicoptère par hélitreuillage doivent être des personnels formés à ces techniques conformément au protocole d'emploi à l'usage des partenaires. Ils assurent leurs fonctions sous la conduite du MOB. Si des impératifs opérationnels imposent d'hélitreuiller des personnels non formés, ces derniers pourront être hélitreuillés à la sangle ou au baudrier après un briefing en étant encadrés par un sauveteur entraîné.
- L'utilisation de l'oxygène à bord est soumise à des précautions d'emploi et à l'autorisation préalable du commandant de bord.
- Liaisons radio :
 - Les liaisons radio avec les organismes aéronautiques sont effectuées par le pilote.
 - L'équipage maintient si possible une liaison radio permanente avec l'organisme régulateur de la mission.
 - Le bilan médical peut être communiqué par radio au SAMU, de préférence par le médecin,
 - avec l'accord du commandant de bord.

B.1.5. RISQUES PARTICULIERS

Les risques relatifs à l'exécution de ces missions concernent :

- la masse et le centrage,
- les conditions météorologiques dégradées,
- les retards sur l'horaire prévu engendrés par des complications médicales,
- les dangers des lignes électriques et câbles en croisière ou lors des manœuvres d'atterrissage et de décollage,
- les dangers liés au vol à basse altitude,
- l'aérologie et les turbulences,
- le souffle rotor,
- les obstacles,
- proximité de personnes étrangères à la mission.

1.2 Titre B.4 : missions de recherche, de surveillance et de coordination des secours

B.4.1. DEFINITION

L'observation aérienne privilégie ce type de mission, dont les plus fréquentes sont :

- la recherche de personnes disparues,
- la coordination des secours,
- l'établissement de postes de commandement aériens lors de déclenchement de plans (ORSEC, plans rouges, etc.).

B.4.2. AUTORITES D'EMPLOI

Les organismes habilités à déclencher ces missions sont le COGIC, le COZ, le CODIS concerné, le CROSS, la police ou la gendarmerie.

B.4.3. MOYENS

Un hélicoptère en version adaptée à la mission.

Un équipage composé d'un pilote commandant de bord et d'un MOB.

Une équipe d'observateurs embarqués (si nécessaire).

B.4.4. CONSIGNES PARTICULIERES D'EXECUTION

L'équipage identifie au préalable les obstacles dans la zone de recherche.

De jour comme de nuit, il assure en priorité ses fonctions en évitant de se laisser distraire par l'observation, la recherche ou la coordination. L'équipe d'observateurs assure sa mission sans gêner le déroulement du vol.

Toutes les personnes embarquées sont attachées lors des phases de décollage et d'atterrissage.

Il peut être admis que des observateurs soient assis sur le plancher pour mieux se pencher à l'extérieur lors d'une observation verticale (exemple sur plan d'eau). Dans ce cas ils sont assurés par un harnais en dotation.

Les missions de recherche ne peuvent être effectuées de nuit qu'à la condition d'utiliser des dispositifs de vision nocturne.

B.4.5. RISQUES PARTICULIERS

- L'équipage ne doit pas se laisser distraire de sa mission de conduite et d'évitement des obstacles par la saturation des liaisons radio extérieures et intérieures, notamment lors des missions de PC volant.
- Risque d'encombrement de l'espace aérien dans les missions de surveillance et de coordination des secours.
- Risque de pénétration dans des espaces aériens contrôlés.

ANNEXE 2

Exploitation des données enregistrées

De 17h26 à 17h46 : décollage de Clermont-Ferrand et transit vers la zone de recherches.

Le transit est effectué selon un trajet direct au cap moyen 160°, à une hauteur comprise entre 500 et 1000 pieds/sol et à une vitesse indiquée de 125 nœuds environ.

A 17h38 le PA-1 se déclenche puis est réarmé manuellement 4 minutes plus tard. Cette coupure ponctuelle du PA est sans effet sur le vol et sans relation avec l'événement. Aucun autre dysfonctionnement n'est observé sur l'ensemble du vol.

De 17h46mn30s à 17h47mn30s : l'appareil effectue un 360° par la droite en descente vers 100 pieds/sol et en réduction de vitesse pour se positionner au-dessus du point à observer. La vitesse indiquée devient inférieure à 20 nœuds et n'est plus restituée ensuite.

Cette manœuvre correspond à l'observation de l'environnement et des obstacles autour du point de début des recherches (la retenue d'eau sur l'Allier).

De 17h47mn30s à 18h00 : l'appareil effectue des manœuvres à très basse hauteur (inférieures à 100 pieds) comprenant des stationnaires, des translations et peu de virages, à une vitesse inférieure à 20 nœuds.

Ces manœuvres correspondent à la phase initiale de recherches décrite par l'équipage, entre la retenue d'eau et le pont en aval, sur quelques centaines de mètres.

A partir de 18h00 : l'appareil évolue à partir du cap 250°, à très basse hauteur et les variations de cap suivent les méandres de l'Allier. Pendant 4 minutes, la hauteur de vol est de l'ordre de 50 pieds, puis remonte ensuite entre 80 et 100 pieds lorsque l'appareil est au cap Nord. La vitesse indiquée est inférieure à 20 nœuds.

Ces variations lentes et continues de cap correspondent au survol des méandres de l'Allier décrit par l'équipage, à basse vitesse et à une hauteur comprise entre 80 et 100 pieds.

A 18h09mn30s : l'appareil s'oriente de 30° à gauche un cap 270° et augmente sa hauteur de 90 à 120 pieds. Cette hauteur est maintenue une dizaine de secondes puis l'appareil descend vers une hauteur de 30 pieds où il reste une douzaine de secondes.

A 18h10mn37s, l'appareil remonte et stabilise vers une hauteur de 90 pieds et au cap 305°.

Durant ce créneau d'une minute environ, ces variations de hauteur et de cap correspondent à des manœuvres de recherche au-dessus des obstacles et d'observation précise à très basse hauteur.

A 18h11mn35s : l'appareil au cap 310° descend d'une hauteur de 90 pieds vers 45 pieds environ durant 10 secondes et en virant au cap 280°. L'appareil s'oriente ensuite de 45° vers la gauche, tout en demeurant stable à une quarantaine de pieds. Il reprend 5 secondes plus tard un cap 300° puis débute aussitôt une remontée à 18h12mn01s.

A 18h12mn07s : lors de la montée, un léger à-coup négatif en Jz et en assiette longitudinale est perceptible, suivi d'une action immédiate et franche sur la commande du pas général et d'une réponse des deux moteurs (augmentation des régimes et des couples sans dépassement des limites et de la température des turbines, ainsi que d'une légère perte de tours rotor).

Ces éléments signalent la collision avec les câbles, qui se produit à une hauteur de 80 pieds, au cap 300°.

L'appareil poursuit sa montée durant 4 secondes jusqu'à une hauteur de 135 pieds environ puis s'oriente de 40° à droite en descente. La vitesse devient légèrement supérieure à 20 nœuds pendant quelques secondes en descente.

A 18h12mn29s : l'appareil se pose au cap 342°.

18h12mn46s : fin de l'enregistrement.