

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 24 juillet 2009

RAPPORT FINAL D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-G-2009-001-I

Date de l'événement	1^{er} janvier 2009
Lieu	Colmar Meyenheim
Type d'appareil	AS350 BA Ecureuil
Immatriculation	F MJCK
Organisme	formations aériennes de la gendarmerie
Unité	détachement aérien de gendarmerie de Colmar

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

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

UTILISATION DU RAPPORT

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

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : Gendarmerie Nationale.

Pages 16, 17, 34, 35, 36 : BEAD-air.

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
GLOSSAIRE	6
SYNOPSIS	7
1. Renseignements de base	8
1.1. Déroulement du vol	8
1.1.1. Mission	8
1.1.2. Déroulement	8
1.1.3. Localisation	11
1.2. Tués et blessés	11
1.3. Dommages à l'aéronef	11
1.4. Autres dommages	11
1.5. Renseignements sur le personnel	11
1.5.1. Pilote commandant de bord	11
1.5.2. Mécanicien de bord	12
1.6. Renseignements sur l'aéronef	13
1.6.1. Maintenance	13
1.6.2. Masse et centrage	14
1.6.3. Carburant	14
1.7. Conditions météorologiques	14
1.7.1. Prévisions	14
1.7.2. Observations	15
1.8. Aides à la navigation	15
1.9. Télécommunications	15
1.10. Enregistreurs de bord	15
1.11. Renseignements sur l'aéronef et sur l'impact	16
1.11.1. Examen de la zone	16
1.11.2. Examen de l'aéronef	16
1.12. Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.12.1. Pilote commandant de bord	17
1.12.2. Mécanicien de bord	17
1.13. Incendie	18
1.14. Organisation des secours	18
1.15. Essais et recherches	18
1.16. Renseignements sur les organismes	18
2. Analyse	19
2.1. Le contexte environnemental	19
2.2. Les causes de la collision avec le sol	19
2.2.1. Hypothèse : la survenue d'illusions sensorielles	20
2.2.2. Hypothèse : une situation de stress paralysante pour le pilote	21
2.2.3. Hypothèse : la fatigue a diminué la résistance du pilote au stress ou aux illusions sensorielles	22
2.3. Les causes de la création d'une situation accidentogène	22
2.3.1. La préparation de la mission	22
2.3.2. Hypothèse : le pilote est soumis à un phénomène de persévération (théorie de l'engagement)	23
2.3.3. Hypothèse : le phénomène de persévération et l'objectif retour sur base	24
2.3.4. Hypothèse : une défaillance de la communication au sein de l'équipage	25
2.4. La gestion du vol après la collision avec le sol	25
3. Conclusion	27
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	27
3.1.1. Le contexte et la préparation de la mission	27
3.1.2. Déroulement du vol et trajectoire jusqu'à l'impact	27
3.2. Causes de l'événement	28
4. Recommandations de sécurité	29
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	29
4.1.1. La maîtrise du niveau d'engagement des équipages	29
4.1.2. La préparation des vols	29
4.1.3. La communication au sein de l'équipage	30

4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	31
ANNEXES	32
ANNEXE 1 Plan général de situation	33
ANNEXE 2 Représentation de la trajectoire suivie	34
ANNEXE 3 Exploitation des données extraites du Monit'air	35

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Photos :

Vue de la déformation du patin gauche.....	16
Vue de la déformation du patin droit	16
Vue de la déformation de la poutre de queue et de la structure arrière de la cellule	17
Vue de la trace laissée par le collier de fixation sur le tube de liaison.....	17

Cartes :

Plan général de situation	33
Représentation de la trajectoire suivie	34

Extrait de données :

Exploitation des données extraites du Monit'air.....	35
------------------------------------------------------	----

GLOSSAIRE

BEAD-air	Bureau Enquêtes Accidents Défense air
CAG	Circulation aérienne générale
DAG	Détachement aérien de la gendarmerie
Ft	<i>Feet</i> - Pied (1 ft \approx 0,30 mètre)
GCFAG	Groupement central des formations aériennes de la Gendarmerie
IRBA	Institut de recherche biomédicale des armées
Kt	<i>Knots</i> - Nœuds (1 kt \approx 1,852 km/h)
VFR	<i>Visual flight rules</i> - Règle de vol à vue

SYNOPSIS

Date de l'événement : 1^{er} janvier 2009.

Lieu de l'événement : base aérienne 132 de Colmar Meyenheim.

Organisme : gendarmerie.

Commandement organique : groupement central des formations aériennes de la gendarmerie (GCFAG)

Unité : détachement aérien de la gendarmerie de Colmar (DAG Colmar).

Aéronef : AS 350 BA « Écureuil ».

Nature du vol : mission de secours et d'assistance.

Nombre de personnes à bord : 2.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

A l'issue d'une mission de secours et d'assistance aux victimes, et lors du vol de retour vers sa base, l'Écureuil heurte le sol à proximité du terrain de Colmar-Meyenheim. L'équipage composé d'un pilote commandant de bord et d'un mécanicien de bord effectue une remise de gaz puis un déroutement sur le terrain de Bâle-Mulhouse. L'équipage est indemne. L'hélicoptère est endommagé.

Composition du groupe d'enquête technique

Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).

Un officier pilote ayant une expertise sur « Écureuil » AS 350 BA.

Un officier mécanicien ayant une expertise sur « Écureuil » AS 350 BA.

Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) – département d'adaptation aux systèmes opérationnels (ASOP).

Déclenchement de l'enquête technique

Le commandant du GCFAG a informé le BEAD-air par téléphone le 2 janvier 2009 à 10 h 00. Les informations transmises à cet instant faisaient état d'un posé dur. A 14 h 30, après des informations complémentaires, un directeur d'enquête technique a été désigné et a rejoint le site le 3 janvier à 12 h 30.

Enquête judiciaire

- Un officier de police judiciaire de la brigade de gendarmerie de l'air de la base aérienne 132 de Colmar a été commis.
- Le parquet chargé des affaires militaires de Strasbourg a souhaité l'ouverture d'une enquête judiciaire.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : FGN.

Type de vol : VFR¹/CAG².

Type de mission : mission de secours et d'assistance aux victimes.

Dernier point de départ : base aérienne 132 de Colmar-Meyenheim.

Heure de départ : 14 h 41.

Point d'atterrissage prévu : base aérienne 132 de Colmar-Meyenheim.

1.1.2. Déroulement

L'essentiel des faits recueillis concernant le déroulement du vol provient des témoignages des membres de l'équipe d'alerte du DAG et des secouristes du peloton de gendarmerie de montagne (PGM).

1.1.2.1. Préparation du vol

Le 1^{er} janvier 2009 à 14 h 00, l'équipe d'alerte du DAG Colmar composée d'un pilote commandant de bord, d'un mécanicien de bord et d'un personnel navigant (mécanicien avionique) de permanence radio arrive au DAG. Le mécanicien et le « radio » préparent l'hélicoptère (visite journalière et mise à jour de la documentation technique). De son côté, le pilote effectue la mise à jour de la documentation « opérations ».

A 14 h 35, le PGM de Munster (68) appelle le DAG³ et sollicite l'intervention de l'hélicoptère pour porter secours à une personne qui a effectué une chute de 60 mètres depuis le sentier « des Roches » (voir localisation en annexe 1).

Le pilote commandant de bord accepte la mission et prévient les autres membres de l'équipe d'alerte afin de sortir l'aéronef du hangar et de vérifier que le plein d'attente en kérosène est bien à 300 litres. Il leur précise également la nature de la mission sans en donner tous les détails.

L'équipage composé du pilote commandant de bord et du mécanicien de bord décolle à 14 h 41.

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

Peu après le décollage le mécanicien de bord, imaginant un trajet direct vers le PGM de Munster, est surpris de voir le pilote prendre un cap en direction de la ville de Colmar. Il demande alors des précisions sur le déroulement de la mission. Il s'agit d'embarquer un médecin urgentiste sur le terrain de football attendant au SDISS de Colmar, puis de récupérer un secouriste du PGM à Munster, avant de se rendre sur les lieux de l'intervention. A 15 h 00, l'hélicoptère décolle du PGM de Munster puis débute la recherche de localisation de la

¹ VFR : *Visual flight rules* - Règle de vol à vue.

² CAG : Circulation aérienne générale.

³ Conformément au nouveau plan départemental de secours, cette mission avait été initialement confiée à la base hélicoptère de la sécurité civile de Strasbourg qui n'a pas pu réaliser la mission.

victime. Le pilote constate que la partie Ouest de la chaîne montagneuse est prise par une couche de nuages et que la partie Est (où se situe la zone d'intervention) est dégagée.

Il constate également la présence de quelques barbules éparses dans la vallée de Munster (vallée de la Fecht, voir annexe 1).

Les opérations de sauvetage nécessitent le renfort d'un 2^{ème} secouriste compte tenu de la configuration des lieux, et impliquent la réalisation de 5 treuillages opérationnels.

Au cours de cette phase de vol, le permanent radio du DAG est sollicité par les autorités de gendarmerie pour une demande de mission de police judiciaire dans la région de Strasbourg. Il s'enquiert de la situation météorologique auprès du service de Météo France de Strasbourg, puis contacte par radio l'équipage afin de lui transmettre la demande de mission. Le pilote commandant de bord écarte cette demande sans préciser clairement ses intentions.

A 15 h 30, les opérations de sauvetage sont terminées et l'évacuation de la victime vers l'hôpital de Colmar débute. Au déboucher de la vallée de la Fecht sur la plaine d'Alsace, le pilote constate que la partie Nord - Nord Ouest de la ville de Colmar, et donc l'hôpital, est sous une couche compacte de nuages bas (stratus). Il décide de contourner cette couche par le Sud et par l'Est afin de passer « en dessous » dans une zone favorable. Il rejoint ainsi l'aire de posé de l'hôpital à 100 m/sol avec une visibilité horizontale qu'il estime supérieure à 2000 mètres, et se pose à 15 h 40.

Pendant la phase d'approche sur l'hôpital, le PGM sollicite à nouveau l'intervention de l'hélicoptère pour porter assistance à 6 autres personnes en difficulté dans le même secteur du sentier des Roches. Le pilote décide donc de décoller rapidement dès la prise en charge de la victime par le service des urgences. Il décolle directement de la DZ de l'hôpital en traversant la couche de nuages et se dirige vers la première zone d'intervention afin de récupérer les 2 sauveteurs restés sur place. Lors du transit, la couche de nuages est devenue plus compacte dans la vallée de la Fecht ainsi que dans le secteur de Munster.

A 15 h 50, l'équipage récupère par treuillage les 2 secouristes et entame la recherche des 6 personnes signalées. Elles sont rapidement localisées en amont du couloir où la première victime avait chuté, et faisaient vraisemblablement partie du même groupe. Au cours de cette phase, l'information sur une dégradation météorologique est transmise par le permanent radio du DAG à l'équipage. Le pilote accuse réception. Une discussion entre les secouristes et le pilote s'engage sur les modalités de l'intervention. Les secouristes font état de leur souhait d'effectuer cette opération avec l'aide de l'hélicoptère afin de gagner du temps⁴ et ainsi limiter le risque de sur-accident (chute supplémentaire, hypothermie). Ils précisent également qu'ils doivent chausser leurs crampons avant d'être treuillés. Le pilote fait un bilan carburant et constate qu'il ne pourra pas réaliser l'intervention sans complément de plein. Avec tous ces éléments, la décision est prise de rentrer sur la base de Colmar-Meyenheim.

A 16 h 14, l'hélicoptère se pose au DAG. Le plein à 300 litres est effectué par le mécanicien, les secouristes s'équipent. Le pilote met à profit cette pause pour se remettre en condition, et consulte la météorologie sur « aéroweb ». Lors de son retour vers l'hélicoptère, il croise le permanent radio qui lui demande la conduite à tenir pour la demande de mission sur Strasbourg. Le permanent précise également qu'une dégradation météorologique est annoncée par le nord avec un risque élevé d'une chute de la visibilité à la tombée de la nuit.

A 16 h 27, l'hélicoptère décolle. A 16 h 30, le permanent radio aperçoit les premiers bancs de brouillard mince sur la base et les signale au pilote par radio. Le pilote accuse réception.

A 16 h 40, les secouristes sont treuillés sur la zone d'intervention. Les 2 premières victimes sont très rapidement récupérées par hélitreuillage. Le terrain initialement choisi pour le recueil des personnes assistées est le terrain de football de la commune de Stosswihr située dans la vallée au plus près de la zone d'intervention. Des membres du PGM préviennent alors le

⁴ Les délais d'intervention pour une « caravane » à pieds sont estimés à plusieurs heures.

pilote que cette commune est dans le brouillard avec un ciel non visible. Le pilote propose alors que le recueil se fasse sur la station de ski de « Le Gaschney ».

Cette solution présente également l'avantage de réduire les délais de transit entre les 3 rotations nécessaires, et d'augmenter les chances de terminer l'opération avant la tombée de la nuit.

A 17 h 00, le permanent radio de la base annonce à l'équipage qu'il faut rentrer rapidement en raison de la dégradation des conditions de visibilité. L'équipage ne donne pas de réponse.

La nuit aéronautique est à 17 h 17. La troisième et dernière rotation se termine à 17 h 20. Un nouvel appel du DAG fait état d'une visibilité sur la base estimée entre 1000 et 1200 mètres toujours en dégradation. Le pilote transmet l'information que la mission est terminée et qu'il rentre. A cet instant, l'équipage a effectué au total 2 heures 15 minutes de vol et 17 treuillages opérationnels.

A 17 h 22, l'équipage met le cap direct sur la base de Colmar-Meyenheim. Le trajet est effectué en ciel clair avec la vue du sol jusqu'à la commune de Soultzmatt inclus (cf carte en annexes 1 et 2). Au-delà, une couche compacte de nuages bas recouvre la plaine d'Alsace. L'équipage poursuit le trajet au dessus de la couche jusqu'à la verticale de la base et recherche une trouée qui lui permettrait de descendre et de retrouver la vue du sol.

En l'absence de trouée, le pilote décide de revenir à Soultzmatt (dernier point situé hors nuages) afin de passer sous la couche et de regagner la base en conservant la vue du sol.

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

Le trajet entre la commune de Soultzmatt et la commune de Gundolsheim est effectué en suivant les routes à une vitesse de 100 km/h environ et à une hauteur sol comprise entre 80 et 100 mètres. Selon le témoignage du pilote, la visibilité horizontale oscille entre 800 et 1500 mètres selon les conditions d'éclairage (éclairage public, circulation routière). A partir de la commune de Merxheim, le pilote descend vers 60 m/sol et réduit sa vitesse vers 70 km/h. La visibilité se réduit encore. Au Sud de la commune de Meyenheim, le mécanicien de bord indique au pilote le franchissement de l'autoroute A 35. Le pilote tourne la tête en bas et à droite afin de confirmer l'information.

A l'issue, le pilote décrit l'environnement comme un trou noir et a la sensation de perdre toutes références extérieures. Il poursuit le vol en se concentrant sur le maintien d'une inclinaison nulle et le cap indiqué par le GPS calé sur le centre de la piste du terrain de Colmar – Meyenheim. Il demande au mécanicien de lui transmettre les indications de hauteur fournies par la sonde altimétrique et de tenter de repérer les lumières de la base. L'hélicoptère effectue des variations de hauteur. Le mécanicien aperçoit une rampe d'arrosage, le signale au pilote qui reprend de la hauteur. La vitesse est réduite vers 40 km/h maximum. Le mécanicien constate que le GPS indique une distance de 0,1 Nm du centre de la piste. Il demande au pilote de prendre le cap 010° (vers la gauche) qui correspond à l'axe de piste. Le pilote ne réagit pas. Le vol est ainsi poursuivi avec des variations de hauteur sur une distance inconnue de l'équipage. Les lumières de la base ne sont pas aperçues.

Soudain, l'hélicoptère heurte le sol (sensation d'écrasement et de glissade vers l'avant décrite par l'équipage).

Le pilote affiche alors les paramètres de montée : puissance maximale continue (PMC), vitesse indiquée de 105 km/h. L'hélicoptère traverse et sort de la couche au cap 250° face aux reliefs des Vosges. A cet instant, le voyant bas niveau carburant s'allume. Le vol est stabilisé à 2500 ft au QNH à une vitesse de 180 km/h.

L'équipage passe en revue les possibilités de recueil. La première solution évoquée est le posé à Guebwiller (caserne des pompiers) située à une quinzaine de kilomètres sur les contreforts des Vosges. Le pilote contacte parallèlement la tour de contrôle de l'aéroport de Bâle-

Mulhouse situé à environ 40 kilomètres de leur position pour avoir un point sur la situation météo du terrain. Le contrôleur annonce un plafond de 1500 ft⁵ à 2000 ft et une visibilité supérieure à 8 kilomètres.

Le déroutement sur l'aéroport est entrepris. La vue du sol et les conditions de vol à vue sont récupérées au Sud de la ville de Mulhouse, à environ 6 kilomètres du seuil de piste.

Le pilote demande au contrôleur une procédure d'approche raccourcie en raison de la faible autonomie restante. L'hélicoptère se pose à Bâle-Mulhouse à 18 h 06. L'équipage effectue les vérifications visuelles du train d'atterrissage avant de poser les patins avec précaution. Sur interpellation du contrôleur, le pilote confirme que la balise de détresse de l'hélicoptère a été déclenchée, puis effectue la procédure d'arrêt.

1.1.3. Localisation

- Lieu : les traces du point d'impact précis n'ont pas été retrouvées. La trajectographie radar fournie par le RCC de Drachenbronn indique un point d'impact probable aux abords du village de Hirtzfelden (annexe 2) ;
 - département : Haut Rhin (68) ;
 - hauteur / altitude du lieu de l'événement : 212 mètres.
- Moment : nuit.
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Colmar Meyenheim – base aérienne 132.

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Légères	2	/	/
Aucunes	0	/	/

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

Les dommages sur l'aéronef sont décrits au chapitre 1.12.

1.4. Autres dommages

A ce jour, aucun dégât aux tiers n'a été rapporté ni constaté.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Pilote commandant de bord

⁵ Ft : Feet - Pied (1 ft ≈ 0,30 mètre).

- Age : 42 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : DAG Colmar :
 - fonction dans l'unité : chef pilote ;
- Formation :
 - qualifications :
 - brevet de pilote militaire d'hélicoptères obtenu en 1989 à l'école d'application de l'aviation légère de l'armée de terre base école de Dax ;
 - qualifié vol aux instruments (VICAM) en 1993 ;
 - chef de bord (CT2) en 1995 ;
 - chef de bord VICAM en 1998 ;
 - qualification de type sur Écureuil : 2002.
 - année de sortie d'école : 1989 ;
 - année d'affectation dans les formations aériennes de la gendarmerie : 2002.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA
Total (h)	3414	1173	/	67	/	11
Dont nuit	366	118	/	12	/	2
Dont VSV⁶	129*	/	/	/	/	/

* heures réalisées avant 2001

- Expérience en mission de secours : 355 heures de vol.
- Date du dernier vol comme pilote :
 - de jour : le 29 décembre 2008 ;
 - de nuit : le 29 décembre 2008.

1.5.2. Mécanicien de bord

- Age : 38 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : DAG Colmar :
 - fonction dans l'unité : adjoint au chef de piste.
- Formation :
 - qualifications :
 - CT1 de mécanicien cellules et moteurs obtenu en 1999 à l'école de spécialisation du matériel ALAT à Bourges ;
 - brevet de mécanicien de bord en 1999.
 - année de sortie d'école : 1999.

⁶ VSV : vol sans visibilité sous capote ou dans les nuages.

- Heures de vol comme mécanicien de bord :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA	Sur tous types	Dont sur AS 350 BA
Total (h)	1188	1174	/	56	/	6
Dont nuit	118	118	/	10	/	1
Dont VSV	/	/	/	/	/	/

- Expérience missions de secours : 166 heures de vol

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : gendarmerie nationale – groupement central des formations aériennes.
- Commandement organique d'appartenance : section aérienne de la gendarmerie de Metz.
- Base aérienne de stationnement : base aérienne 132 à Meyenheim.
- Unité d'affectation : détachement aérien de la gendarmerie de Colmar.
- Type d'aéronef : Écureuil AS 350 BA :
 - configuration : secours mono pilote. Le siège avant gauche et les doubles commandes sont démontés ;
 - optionnels : treuil et skis ;
 - régime de vol autorisé : VFR de jour et de nuit uniquement.
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	AS 350 BA	1953	7628 h 00	VP ⁷ : 147 h	VI ⁸ : 44 h
Moteur	ARRIEL 1B	4089	5287 h 27	VP : 147 h	VI : 44 h

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique montre que l'entretien réalisé est conforme aux programmes de maintenance définis par la documentation en vigueur.

La dernière opération de maintenance effectuée sur l'aéronef est une visite intermédiaire 100 heures (VI 100) à 7585 heures cellule.

⁷ VP = visite périodique de cadencement 500 heures.

⁸ VI = visite intermédiaire de cadencement 100 heures.

1.6.2. Masse et centrage

La masse calculée au moment de l'événement est de 1630 kg pour un maximum autorisé de 2100 kg. Le centrage calculé au moment de l'événement est dans les normes définies par le manuel de vol.

1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : kérosène F34 ou jet A1.
- Quantité de carburant au décollage : 300 litres.
- Quantité estimée de carburant restant au moment de l'événement : entre 80 et 100 litres.
- Quantité de carburant restante au posé à Bâle-Mulhouse : inférieure à 30 litres.

1.7. Conditions météorologiques

Les éléments météorologiques disponibles pour l'équipage à 14 h 05 étaient les suivants :

- METAR⁹ 1230 UTC de Bâle-Mulhouse (observations) ;
- METAR 13 UTC de Colmar-Meyenheim (observations) ;
- TAF¹⁰ 0606 LFSB (Bâle-Mulhouse) (prévisions) ;
- TAF 1212 LFSB (Bâle-Mulhouse) (prévisions) ;
- carte TEMSI France 12 UTC ;
- messages GAFFO-GAFOR¹¹ 1218.

Les éléments météorologiques disponibles pour l'équipage à 16 h 15 étaient les suivants :

- METAR 1230 UTC de Bâle-Mulhouse et de Colmar-Meyenheim ;
- METAR 13 UTC de Bâle-Mulhouse et de Colmar-Meyenheim ;
- carte TEMSI France 15 UTC.

1.7.1. Prévisions

La situation météorologique du 1^{er} janvier est décrite comme suit :

- situation à caractère anticyclonique, calme avec des basses couches humides, propice aux plafonds bas et aux visibilité réduites en plaine avec possibilité de brouillards locaux. Peu d'évolution à attendre pour la journée. (message GAFFO-GAFOR).

Le TAF de Bâle-Mulhouse, émis pour la période de 6 h 00 le 1^{er} janvier à 6 h 00 le lendemain, prévoit une réduction de la visibilité à partir de 17 h 00 vers 3000 mètres, puis une formation de brouillard givrant à partir de 20 h 00 avec une visibilité de 700 mètres en réduction vers 200 mètres.

Le TAF de Bâle-Mulhouse, émis pour la période de 12 h 00 le 1^{er} janvier à 12 h 00 le lendemain, prévoit les mêmes dégradations de visibilité avec une formation d'un plafond à 300 ft en réduction vers 100 ft mais plus tardivement à partir de 20 h 00 (au lieu de 17 h 00).

La station météorologique de Colmar-Meyenheim n'a pas émis de TAF dans la mesure où la base aérienne était fermée en ce 1^{er} janvier.

⁹ METAR = meteorological Airport Report, rapport météorologique d'aérodrome (observations).

¹⁰ TAF = terminal aerodrome forecast (prévision météorologique d'aérodrome).

¹¹ GAFFO = general aviation french forecast, GAFFOR = general aviation forecast.

1.7.2. Observations

Les observations (automatiques) de la station météo située sur la base de Colmar-Meyenheim sont les suivantes :

- à 14 h 00 : vent variable pour 1 kt¹², visibilité 8 km, plafond 7/8 à 600 ft, température de 3° C avec un point de rosée à 2° C ;
- à 14 h 30 : vent variable pour 1 kt, visibilité 8 km, plafond 4/8 à 600 ft, température de 3° C avec un point de rosée à 2° C ;
- à 16 h 00 : vent du 360° pour 4 kt, visibilité 6 km, pas de nuage, température de 3° C avec un point de rosée à 1° C ;
- à 16 h 30 : vent du 010° pour 6 kt, visibilité 4200 m, nuages épars à 2300 ft, température de 2° C avec un point de rosée à 0° C ;
- à 17 h 00 : vent du 350° pour 8 kt, visibilité 650 m, ciel invisible, température de 1° C avec un point de rosée à 0° C ;
- à 17 h 30 : vent du 350° pour 9 kt, visibilité 200 m, ciel invisible, température de 1° C avec un point de rosée à 0° C.

Les observations de la station météo située sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse étaient les suivantes sur la période de 13 h 00 à 17 h 30 :

- vent variable pour 3 à 5 kt, visibilité supérieure à 10 km, nuages épars à 1600 ft ;
- à 18 h 30 : pas de vent, visibilité de 6000 m, nuages 7/8 à 1100 ft ;
- à 19 h 00 : vent variable pour 1 kt, visibilité de 5000 m, nuages épars à 300 ft et nuages 7/8 à 1200 ft.

1.8. Aides à la navigation

L'équipage disposait d'un GPS de type GARMIN MAP 196, en fonctionnement au moment de l'événement.

1.9. Télécommunications

L'hélicoptère de type Écureuil AS 350 BA est équipé de :

- 2 postes VHF/MA¹³ destinés aux échanges avec les organismes de la circulation aérienne ;
- 1 poste couvrant la bande 80 Mhz destiné aux échanges interministériels ;
- 1 poste RUBIS (réseau gendarmerie) permettant les communications avec les unités de gendarmerie.

1.10. Enregistreurs de bord

L'écureuil AS 350 BA est équipé d'un enregistreur de paramètres de type Monit'air. Les données suivantes ont pu être extraites seconde par seconde :

- température T4, information prise sur l'indicateur dans une plage de 0 à 999° C ;
- couple, information prise sur l'indicateur dans une plage de 0 à 120 % ;
- régime moteur NG, information prise sur l'indicateur dans une plage de 20 à 120 % ;
- tours rotor NR, information prise sur l'indicateur dans une plage de 0 à 450 tr/mn.

¹² Kt : Knots - Nœuds (1 kt ≈ 1,852 km/h).

¹³ VHF/MA : *Very high frequency* - Très haute fréquence (30 à 300 Mhz)/ Moyenne altitude.

1.11. Renseignements sur l'aéronef et sur l'impact

1.11.1. Examen de la zone

Les branchages d'arbustes de type acacia et les fanes de maïs retrouvés sur le train d'atterrissage et les capots inférieurs de l'hélicoptère, ainsi que les points de la trajectographie radar et les témoignages d'habitants du village de Hirtzfelden ont permis de définir une zone probable de l'événement (voir annexe 2). Toutefois, les traces de l'impact n'ont pas été retrouvées.

1.11.2. Examen de l'aéronef

Les principaux endommagements dûs à l'impact constatés sur l'hélicoptère sont :

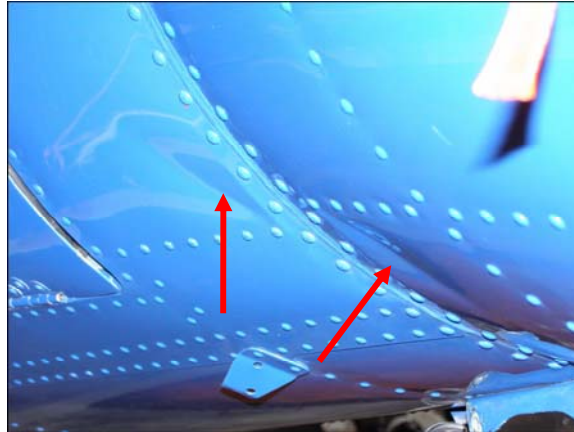
- sur le train d'atterrissage (photos 1 et 2) :
 - les patins sont déformés au niveau de leur fixation avant sur la traverse. L'extrémité des patins est remontée d'une dizaine de centimètres par rapport à leur position normale ;
 - les deux traverses sont flambées ;
 - le marchepied treuilliste est également plié de part ses deux points de fixation l'un sur le patin et l'autre sur la traverse avant ;
 - l'amortisseur de train d'atterrissage côté gauche présente une marque d'interférence avec la cellule à 20 mm du bord supérieur du corps d'amortisseur. Celui-ci est décentré par rapport à sa position normale au repos.
- sur la poutre de queue (photo 3) :
 - elle présente un flambage local de la tôle, caractéristique d'un « posé dur » à sa partie inférieure avant gauche (vu de l'arrière de l'aéronef).
- sur la cellule :
 - la structure arrière présente le même enfoncement que la poutre de queue quasiment à la même hauteur (photo 3) ;
 - quelques légères pliures de renforts structuraux et des cloisons en « X » sont également constatées ;
 - les capotages présentent tous des cassures ou des éclats au niveau du passage des traverses de train d'atterrissage ;
 - une fuite au niveau de la purge manuelle du réservoir carburant est décelée.
- sur le moteur (photo 4) :
 - le GTM s'est déplacé de plusieurs millimètres vers l'avant (trace de marquage du collier de fixation sur tube de liaison).



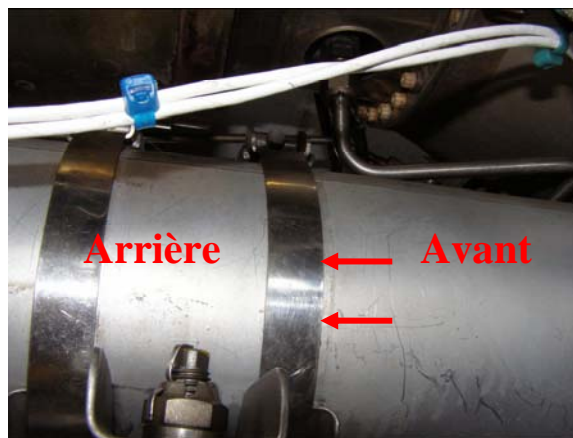
Vue de la déformation du patin gauche



Vue de la déformation du patin droit



Vue de la déformation de la poutre de queue et de la structure arrière de la cellule



Vue de la trace laissée par le collier de fixation sur le tube de liaison

1.12. Renseignements médicaux et pathologiques

1.12.1. Pilote commandant de bord

- Aptitude médicale : le commandant de bord était à jour de ses visites d'aptitude médicale, et ne présentait pas au moment de l'événement d'affection ou trouble ayant pu altérer ses capacités au vol.
- Examens biologiques : les prélèvements effectués à la demande de l'autorité judiciaire n'ont rien révélé d'anormal.
- Blessures : traumatisme cervical modéré.

1.12.2. Mécanicien de bord

- Dernier examen médical : Le mécanicien de bord était à jour de ses visites d'aptitude médicale, et ne présentait pas au moment de l'événement d'affection ou trouble ayant pu altérer ses capacités au vol.
- Examens biologiques : les prélèvements effectués à la demande de l'autorité judiciaire n'ont rien révélé d'anormal.
- Blessures : traumatisme cervical très modéré.

1.13. Incendie

Sans objet

1.14. Organisation des secours

Bien que l'aéronef se soit présenté normalement en approche vers l'aéroport de Bâle-Mulhouse, le contrôleur aérien a pris en compte l'annonce du pilote « on commence à avoir du carburant un peu juste » ainsi que la situation de l'aéronef (vol au dessus de la couche). Il a demandé par précaution le déclenchement de la phase « alerfa », et a demandé aux pompiers de l'aéroport d'accueillir l'aéronef.

1.15. Essais et recherches

En l'absence d'enregistreur de paramètres de type « flight data recorder » (FDR) ou « *cockpit voice recorder* » (CVR) et en complément de l'exploitation des données du Monit'air, une expertise du GPS MAP 196 a été demandée à la division enregistreurs de vol du bureau d'enquêtes et d'analyses (BEA), afin de préciser les paramètres de vol, la trajectoire suivie et dans le but de déterminer avec une plus grande précision le point d'impact. Le mode « *track* » est habituellement laissé sur arrêt par les équipages. De ce fait, et par conception, aucune donnée n'a été enregistrée.

Les trajectographies radar du centre de contrôle de l'aéroport de Bâle-Mulhouse et du centre de détection et de contrôle de Drachenbronn ont été récupérées et exploitées.

La retranscription écrite des conversations radio échangées entre la tour de Bâle-Mulhouse et l'équipage de l'Écureuil F-MJCK a également été analysée.

1.16. Renseignements sur les organismes

L'effectif du DAG de Colmar se compose de 3 pilotes dont un commandant de détachement, de 4 mécaniciens de bord et de 2 personnels non navigants. L'équipe d'alerte comprend en permanence un pilote commandant de bord, un mécanicien et un permanent radio. Ce dernier est soit un mécanicien soit un des 2 personnels non navigants. Le commandant de détachement est inclus dans le tour d'alerte des équipages. Les personnels d'alerte sont très fréquemment les seuls présents au détachement.

2. ANALYSE

Lors du vol retour d'une mission de secours et sauvetage, le pilote commandant de bord perd les références extérieures en conditions de vol de nuit et par mauvaise visibilité. L'Écureuil AS 350 BA du DAG de Colmar entre en collision avec le sol. L'équipage effectue une remise de gaz et se déroute sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse.

L'objet de cette analyse est de déterminer les causes qui ont conduit à cette collision. Les faits recueillis au cours de l'enquête technique ainsi que l'exploitation des données enregistrées par le Monit'air ont permis d'écarter toute cause d'origine technique.

Après avoir analysé le contexte environnemental, l'étude portera sur l'évaluation des hypothèses relevant du domaine des facteurs humains expliquant :

- la perte des références extérieures et donc la collision avec le sol ;
- les conditions et les circonstances ayant conduit l'équipage à cette situation.

Enfin, il sera mené une étude sur la gestion par l'équipage du vol après la collision.

2.1. Le contexte environnemental

La mission de secours se termine à 17 h 20 par la dépose de la dernière personne assistée et des 2 secouristes sur l'aire de poser du PGM à la station de ski du Gaschney. La nuit aéronautique est à 17 h 17. Lorsque que le pilote commandant de bord décide de passer en dessous de la couche à la hauteur de la commune de Soultzmatt, il fait nuit depuis 20 minutes environ. Les conditions d'éclairage placent l'équipage dans une configuration de vol de nuit avec références extérieures. Les lumières artificielles des villages et des routes constituent l'essentiel de ces références extérieures.

Par ailleurs, la zone d'intervention et le relief des contreforts des Vosges sont situés en ciel clair et ne sont pas soumis au phénomène de formation de brouillard lié à l'humidité des basses couches associée à la baisse de la température. En revanche, les vallées et une grande partie de la plaine d'Alsace sont concernées par ce phénomène. L'équipage constate la réalité de ce phénomène lors de son passage à la verticale de la base. Ainsi, à 17 h 30, les relevés automatiques de la station météo de la base de Colmar-Meyenheim font état d'une visibilité horizontale de 200 mètres et d'un ciel invisible. Cette dégradation, plus rapide que les prévisions des bulletins météorologiques émis, correspond toutefois à l'évolution attendue dans le contexte décrit (situation anticyclonique hivernale associée au phénomène d'humidité des basses couches avec dissipation tardive des brumes et brouillards matinaux).

Au moment de l'événement, l'équipage était en conditions de vol de nuit avec références extérieures, et a été confronté à la formation d'une couche de nuages bas (stratus) associée à une baisse importante de la visibilité sous cette couche de nuages.

2.2. Les causes de la collision avec le sol

Selon les témoignages des deux membres d'équipages, dès le passage de l'autoroute et jusqu'à la collision avec le sol, la trajectoire de l'hélicoptère est très variable dans le plan vertical. La sonde altimétrique indique des valeurs comprises entre 20 et 60 mètres/sol. Le pilote commandant de bord éprouve de grandes difficultés à tenir une assiette stable. L'analyse des courbes des valeurs du couple enregistrées par le Monit'air (cf. annexe 3) montre également une variation importante de valeurs allant de 25 à 70 %. Ces courbes traduisent des actions très fréquentes de variation au pas général peu avant l'impact.

Par ailleurs, les endommagements constatés sur l'hélicoptère montrent que celui-ci a touché le sol avec une inclinaison quasi nulle, une assiette légèrement à piquer et une vitesse horizontale suffisante pour engendrer un déplacement de quelques millimètres du GTM vers l'avant. Le déclenchement de la balise de détresse dont le seuil de déclenchement est à 2,6 G dans l'axe de la balise, est compatible avec l'attitude de l'hélicoptère et les dégâts constatés. Ces variations de hauteur non maîtrisées sont à l'origine de l'impact au sol. Il s'agit donc d'expliquer pourquoi le pilote a rencontré des difficultés pour stabiliser les paramètres de vol.

2.2.1. Hypothèse : la survenue d'illusions sensorielles

Dans son témoignage, dès le passage de l'autoroute, le pilote commandant de bord décrit son environnement comme un trou noir. Il perd à cet instant toute référence extérieure (il n'a plus de points de repères visibles). Il est difficile de déterminer si cette absence de points de repères est due à une véritable entrée en couche de l'hélicoptère (brouillard), ou si elle est due à un environnement devenu plus sombre (absence d'habitation et de fréquentation routière dans cette zone entre l'autoroute et la base, constituant des références extérieures) associé à une forte diminution de la visibilité horizontale (pouvant varier de 200 m à 800 m selon le lieu).

Lorsque sur interpellation du mécanicien de bord, le pilote a tourné la tête en bas et à droite pour confirmer le survol de l'autoroute, il a pu initier involontairement un déplacement du manche cyclique vers la droite¹⁴ et ainsi initier une inclinaison non perçue par le système des canaux semi-circulaires de l'oreille interne. Cette inclinaison a pu générer des illusions sensorielles d'inclinaison lorsqu'il a ramené la tête vers l'avant et lorsqu'il a repris la surveillance des instruments. Il décrit effectivement la difficulté qu'il éprouve à tenir une assiette horizontale stable et des sensations de lent virage à droite. Il interprète ses sensations comme des illusions sensorielles qu'il a déjà vécues auparavant lors de vols aux instruments¹⁵. Il éprouve alors une sensation de malaise et se focalise uniquement sur deux objectifs : conserver l'hélicoptère à plat et maintenir le cap qui l'amènera sur le terrain. Cette focalisation se traduit par un « effet tunnel » de la pensée qui lui fait perdre toute dissociation de l'attention et toute notion du temps. Il entend les indications de hauteur fournies par le mécanicien sans pouvoir réagir ou avec retard. Ces sensations iront en augmentation jusqu'à la collision avec le sol. L'hélicoptère a parcouru une distance de 6 à 8 kilomètres dans ces conditions. Le choc fera disparaître instantanément le malaise ressenti. La remise de gaz est effectuée avec des paramètres de vol précis et conformes aux paramètres de montée standards. La situation (vol de nuit avec perte de visibilité et de références extérieures), la possible création d'une inclinaison non perçue (manœuvre infraliminaire), les symptômes décrits par le pilote, ainsi que la disparition immédiate au choc de ces symptômes sont conformes avec ceux habituellement constatés dans le cas d'illusions sensorielles d'origine vestibulaire, illusions d'inclinaison.

La survenance de ce type d'illusions sensorielles a généralement comme conséquence une perception erronée et non consciente de l'orientation spatiale du pilote qui applique des corrections non adaptées à l'effet recherché. Lorsqu'un pilote formé, ce qui est son cas, constate l'inadéquation de ses sensations et des indications instrumentales, il se trouve en position de conflit sensoriel et s'efforce de croire ses instruments, ce qui est source de tension et de fatigue. Toutefois, l'impact de telles illusions sensorielles sur l'instabilité constatée dans la tenue des paramètres, en particulier dans le plan vertical, reste difficile à mettre en évidence. De surcroît, le pilote commandant de bord a été qualifié vol aux instruments lors de

¹⁴ Ce phénomène d'inclinaison involontaire et peu perceptible, dans le cas de rotation de la tête, est assez fréquemment observé chez les pilotes d'hélicoptères.

¹⁵ Le pilote a pratiqué le vol aux instruments dans l'ALAT entre 1993 et 2001.

précédentes affectations, possède une expérience de ce type de vol et a déjà vécu ce genre d'illusions qu'il semble identifier et dont il connaît les dangers. Il n'applique pas pour autant, dès la perte des références extérieures, les réflexes de sauvegarde : reprendre de l'altitude et retrouver les conditions d'un vol avec références extérieures.

L'hypothèse selon laquelle, le pilote a été victime d'illusions sensorielles (illusions d'inclinaison), est possible.

L'hypothèse selon laquelle, ces illusions sensorielles expliquent les difficultés de maintien des paramètres de vol dans le plan vertical à l'origine de l'événement, ne peut être totalement écartée.

2.2.2. Hypothèse : une situation de stress paralysante pour le pilote

Lorsque le pilote passe sous la couche, à hauteur du village de Soultzmatt, il s'attend à trouver des conditions de plafond et de visibilité similaires à celles qu'il a rencontrées lors de son approche vers l'hôpital de Colmar. Il découvre en réalité des conditions de vol beaucoup plus dégradées, notamment en raison de la tombée de la nuit. Outre les difficultés liées à une faible visibilité estimée entre 800 et 1500 mètres¹⁶, le pilote est également préoccupé par le passage d'une ligne électrique (située sur son itinéraire) qui lui impose le maintien d'une hauteur minimum de 80 mètres/sol. Les difficultés et la tension ressentie augmentent ensuite après le survol de l'autoroute, lorsque le pilote est confronté à l'absence de toutes références extérieures. La survenue possible d'illusions sensorielles a également pu contribuer à l'aggravation de la situation.

Lorsqu'un individu ressent que ses capacités d'adaptation ne sont plus suffisantes pour faire face aux exigences de la situation, il se trouve en état de stress. Très rapidement (après le passage sous la couche) le pilote présente des symptômes caractéristiques d'un état de stress : absence de communication, réactions tardives aux annonces et aides proposées par le mécanicien de bord, diminution de la capacité de perception de l'environnement (il ne voit le passage de l'autoroute qu'après l'intervention du mécanicien).

Généralement, la réponse comportementale à cet état peut être de trois types : le combat, la fuite ou l'inhibition psychomotrice. Il semble donc que l'évolution de la situation ait conduit le pilote dans un état de stress inhibant ses actes moteurs et ses prises de décision.

Il s'est ainsi enfermé dans la poursuite de deux objectifs résiduels : le maintien d'une assiette horizontale et du cap à suivre. La focalisation sur ces deux objectifs peut s'expliquer par la difficulté connue (et probablement connue du pilote) de maintenir précisément une assiette à l'aide du seul horizon artificiel équipant l'Écureuil AS 350 BA, et par la volonté de rejoindre la base.

L'inhibition de toute capacité décisionnelle peut expliquer l'absence de recours à la manœuvre de sauvegarde adaptée, c'est-à-dire une remise de gaz pour rejoindre des conditions de vol avec des références extérieures.

L'inhibition motrice induite par l'état de stress a ajouté des difficultés ressenties dans la poursuite de ces objectifs et par conséquent a entretenu le cycle du stress, dont les symptômes se sont aggravés par la suite. Le pilote entend le mécanicien lui demandant de changer de cap mais se trouve dans l'impossibilité de réagir. Il éprouve également des difficultés croissantes à piloter l'hélicoptère sur les trois axes : lacet, tangage et roulis. Seul l'impact avec le sol a pu extraire le pilote de cette spirale. Le choc a donc été l'élément extérieur qui a permis une sorte de réveil cognitif et psychomoteur.

¹⁶ Cette estimation de la visibilité est effectuée par le pilote en grande partie grâce à la présence de lumières artificielles.

L'hypothèse selon laquelle, un état de stress de type inhibition psychomotrice a entraîné une perte du contrôle de la tenue des paramètres de vol et donc la collision avec le sol, est certaine.

2.2.3. Hypothèse : la fatigue a diminué la résistance du pilote au stress ou aux illusions sensorielles

Au moment de l'événement, l'équipage a réalisé 2 h 37 de vol dont 20 minutes de nuit et 17 treuillages opérationnels. La réalisation de cette mission a donc nécessité une forte mobilisation des ressources d'attention et une forte concentration. Les contraintes physiques (vibrations, environnement sonore) et tensions (charge mentale) endurées au cours de ce vol induisent naturellement une fatigue qui se rajoute à la fatigue liée à la pression du sommeil. La durée d'éveil de l'équipage approche en effet les 9 heures, ce qui correspond à un niveau de performance déjà sensiblement dégradé.

La vulnérabilité de l'équipage aux erreurs et aux omissions, la diminution des capacités de communication et de l'aptitude à coopérer, ainsi que l'augmentation du stress et de l'anxiété sont des effets de la fatigue fréquemment observés. Certains d'entre eux sont perceptibles notamment dans le comportement du pilote (sans pouvoir déterminer précisément le lien effectif avec son état de fatigue).

La fatigue accumulée au cours de la journée et au cours du vol, a vraisemblablement et naturellement réduit la capacité de résistance du pilote au stress. En outre, elle a pu favoriser la survenue d'illusions sensorielles. La sensibilité d'un individu aux illusions sensorielles augmente en effet lorsque celui-ci est placé dans des conditions physiologiques dégradées comme la fatigue.

L'hypothèse selon laquelle, le pilote présentait un état de fatigue suffisant pour diminuer sa résistance au stress et augmenter sa sensibilité aux illusions sensorielles, est probable.

2.3. Les causes de la création d'une situation accidentogène

2.3.1. La préparation de la mission

L'équipage a décollé 6 minutes environ après la réception de l'appel du PGM. La phase de préparation de la mission a donc été très réduite. Dans l'hypothèse¹⁷ où le pilote a consulté la situation météorologique avant de décoller, il ne fait pas une étude précise de l'évolution attendue des conditions. Les informations disponibles à 14 h 00 laissaient entrevoir pourtant un risque important de brouillard à la tombée de la nuit. Ces informations ne sont probablement pas intégrées dans la mesure où la durée de la mission initialement prévue est inférieure à cette échéance. Une telle étude rapide a également empêché toute prise de conscience de la situation et de son évolution probable. Cela a également occulté toute réflexion sur les limites horaires à fixer et /ou sur les possibilités de déroutement.

Par ailleurs, la phase de briefing du mécanicien de bord a été réduite à la simple mention de la nature et du lieu de la mission (mission de secours avec treuillage au sentier des Roches).

¹⁷ Dans son interview, le pilote ne se souvient pas avec précision s'il a consulté la situation météorologique sur le site « aéroweb » de Météo France.

Le déroulement prévu, les contraintes et les personnels devant être embarqués ne sont pas évoqués.

L'analyse des risques associés à la mission demandée n'a donc pas été réalisée, et les plans d'actions du pilote commandant de bord n'ont pas été partagés au sein de l'équipage.

La préparation de la mission a été incomplète. Le processus d'anticipation de gestion des problèmes potentiels a ainsi été fragilisé.

2.3.2. Hypothèse : le pilote est soumis à un phénomène de persévération (théorie de l'engagement)

Au sein de l'activité du DAG, les missions de secours sont devenues bien moins fréquentes depuis un an en raison de l'abandon de l'activité saisonnière du DAG lié à la nouvelle répartition des missions entre la gendarmerie et la sécurité civile (définie dans le plan départemental de secours).

Le pilote commandant de bord est cependant sollicité pour réaliser une mission de secours qui revêt à ses yeux une grande importance et qui représente une source de motivation profonde. Le niveau d'engagement du pilote commandant de bord dans la réalisation de cette mission est par conséquent très élevé. La quasi-absence de préparation de la mission traduit bien le degré de motivation et le niveau d'engagement.

Les théories en psychologie sociale (théorie de l'engagement) postulent que plus le niveau d'engagement des individus dans la poursuite d'un objectif est élevé, plus il leur est difficile de renoncer à cet objectif, même si celui-ci est devenu dangereux pour la sécurité des vols. Les travaux en ergonomie montrent que ce type de comportement se manifeste par une incapacité décisionnelle, une incapacité à se remettre en cause, et se traduit par une répétition non contrôlée de séquences d'actions (phénomène de persévération).

Dans le cas présent, le pilote commandant de bord semble en effet être soumis à ce phénomène de persévération. Il écarte à plusieurs reprises toute information qui pourrait compromettre la réalisation de cette mission de secours.

Ainsi, l'information transmise par le permanent radio d'une autre demande de mission, est écartée sans réel traitement par le pilote. Il ressent même un certain agacement d'être « dérangé » dans la conduite de sa mission.

Au posé intermédiaire au DAG, entre les deux phases du secours, le pilote consulte la météorologie sur aéroweb, mais refuse toute confrontation avec les éléments téléphoniques obtenus par le permanent radio.

De même, il ne réagira pas aux diverses alertes de dégradation transmises au cours du vol. Il ne s'interroge pas non plus sur la formation d'une couche de nuages dans la région de Colmar et dans la vallée de la Fecht.

Il poursuit l'objectif qu'il évalue comme primordial. Sur ce point, on peut également remarquer la différence d'interprétation entre le pilote et les membres du PGM sur l'importance de cette deuxième phase de secours. Pour le pilote, il s'agit de personnes en réel danger qu'il faut extraire rapidement de cette situation, alors que pour les secouristes du PGM, le recours à l'hélicoptère est motivé par une plus grande simplicité d'intervention (économies de temps et d'effectifs), et par un meilleur service rendu (confort des victimes, limitation du risque de sur accident).

Même si ce phénomène de persévération n'a pas compromis la sécurité des vols lors des opérations de secours, il a conduit le pilote à ne pas prendre conscience de la situation météorologique et à ignorer les précurseurs de son évolution. Le seul paramètre présent à l'esprit du pilote a été la contrainte temporelle liée à la tombée de la nuit.

Ce phénomène a également supprimé tout processus d'analyse du risque, et toute remise en question du projet d'action lors du posé intermédiaire au DAG de Colmar. A cet instant, une analyse concertée avec les secouristes du PGM aurait permis d'étudier diverses possibilités : l'annulation de la mission, le posé pour la nuit sur l'aire du poste PGM de la station de ski du Gaschney à l'issue de l'opération, ou le déroutement sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse. L'engagement du pilote pour la réalisation de cette deuxième partie de mission avait été pris, il ne pouvait y renoncer.

**L'hypothèse selon laquelle, le pilote s'engage à un niveau élevé dans la mission de secours et est soumis à un phénomène de persévération, est certaine.
Ce phénomène a empêché le pilote de prendre conscience de la situation et lui a ôté toute capacité à se remettre en cause.**

2.3.3. Hypothèse : le phénomène de persévération et l'objectif retour sur base

A la fin de la mission de sauvetage, un des 2 secouristes entend à la radio les avertissements du permanent de la base sur la dégradation des conditions de visibilité. Il s'inquiète auprès du pilote sur ses intentions pour le retour. Le pilote précise qu'il s'adaptera à la situation « on verra bien, on va se débrouiller ». A cet instant, l'objectif du pilote est de rentrer sur la base. Il n'a pas intégré la réalité de la situation météorologique générale et de son évolution, ni les informations communiquées par le permanent. Il pense alors qu'il sera confronté à des baisses de visibilité similaires à celles qu'il a rencontré lors de son posé à l'hôpital de Colmar.

Lorsqu'il s'aperçoit de la présence d'une couche recouvrant la plaine d'Alsace, il n'envisage pas un déroutement. Dans son esprit, la situation sur Bâle-Mulhouse sera identique, et le fait de poser à proximité d'une unité de gendarmerie (caserne des pompiers de Guebwillers) n'est pas évoqué. Il poursuit son objectif, et cherche une solution pour l'atteindre. Il effectue ainsi la verticale de la base à la recherche d'une trouée lui permettant de retrouver la vue du sol, en vain. Il décide finalement de passer sous la couche à partir du dernier point survolé situé hors nuage.

Cet objectif « arriver à destination » a déjà été observé¹⁸ à plusieurs reprises dans les accidents en aviation générale conjuguant les conditions de pression temporelle imposée par des ingrédients tels que : un niveau de carburant faible et/ou la tombée de la nuit et/ou des conditions météorologiques dégradées. Plus l'équipage est proche de la destination finale plus le risque de vouloir poursuivre est élevé même au détriment de la sécurité des vols. Ce phénomène de persévération peut être rapproché de celui évoqué précédemment où le niveau d'engagement pour une mission peut être remplacé par une fascination de l'objectif « arriver à destination ». Dans ce cas également, les capacités d'analyse de la situation et de remise en cause du plan d'actions sont également fortement dégradées.

**L'hypothèse selon laquelle, le pilote a été soumis à un phénomène de fascination de l'objectif « retour sur base », est certaine.
Ce phénomène ne lui a pas permis d'analyser la situation et d'envisager un déroutement.**

¹⁸ Une étude « objectif destination », portant sur 60 accidents sur la période 1991–1996, a été réalisée par le BEA.

2.3.4. Hypothèse : une défaillance de la communication au sein de l'équipage

Le pilote commandant de bord possède un style de leadership plutôt autocratique qui se traduit de différentes manières :

- il semble être le seul à gérer le vol. Il décide seul, et impose ses décisions au mécanicien de bord, et considère l'absence de réaction du mécanicien de bord comme un signe d'approbation ;
- il ne l'informe pas de ses projets d'actions, ni de ses modifications. A aucun moment, le pilote ne sollicite l'avis de son mécanicien de bord sur le déroulement de la mission, et en particulier sur les options possibles.

De son côté, le mécanicien de bord reste en retrait et n'adopte pas une attitude proactive dans les différentes phases de vol où sa technicité n'est pas indispensable (contrairement aux phases de treuillage par exemple).

Cette attitude est la conséquence de plusieurs paramètres :

- une réaction au comportement autocratique du pilote ;
- une interprétation stricte et minimaliste du rôle du mécanicien de bord défini par les règlements en vigueur au sein des formations aériennes¹⁹ ;
- une réserve naturelle.

Après la perte de références, et pendant les minutes qui s'écouleront jusqu'à l'impact, le mécanicien entrera également dans un état de stress intense. Il décrira cette phase comme « un passage en mode de pensée automatique et de communication minimum », dépourvu d'initiative et d'affect (lucidité froide sur une issue fatale qu'il envisage comme certaine).

Le style de leadership autocratique du pilote commandant de bord, ainsi que l'attitude (en réaction) du mécanicien de bord ont entraîné une absence de communication au sein de l'équipage. Cette défaillance de communication a été observée à plusieurs reprises à travers le récit du vol fait par les deux membres d'équipage.

Dans ces conditions, les deux membres d'équipage ne peuvent pas partager la même représentation de la situation. Le processus d'organisation de l'action dans le temps, ainsi que le mécanisme de prises de décisions rapides et pertinentes aux regards des évolutions, sont très affectés.

Le pilote commandant de bord se retrouve ainsi totalement et rapidement exposé aux risques d'erreurs et au phénomène de persévération. Seule une intervention extérieure, comme celle du mécanicien de bord, pouvait le sortir de cette logique de persévération.

Par la suite, lorsque le pilote ressent les premiers symptômes d'un stress intense, le mécanicien de bord était le seul capable de lui apporter une aide susceptible de diminuer ce niveau de stress. La simple amorce d'une solution (remettre les gaz et repasser au dessus de la couche), la simple expression de doutes ou un simple questionnement auraient probablement suffi à sortir le pilote de la boucle du stress dans laquelle il était installé. L'élément extérieur aura été, en définitive, la collision avec le sol.

L'hypothèse selon laquelle, un manque de communication au sein de l'équipage a conduit l'équipage dans une situation dont il a perdu le contrôle, est certaine.

2.4. La gestion du vol après la collision avec le sol

A l'issue de la collision, le posé immédiat n'était pas réalisable compte tenu des conditions de visibilité. Le pilote a effectué une remise de gaz et a affiché les paramètres de montée prévus

¹⁹ Dans le CPO (2008), il est précisé que « le mécanicien de bord aide le pilote dans la mise en œuvre et la gestion de l'appareil »... « il participe à l'observation et la navigation, il surveille les instruments de bord ».

par les procédures. L'hélicoptère est sorti de la couche après une dizaine de secondes face au relief des Vosges. Le voyant bas niveau de carburant s'est allumé. Le mécanicien de bord a déclenché le chronomètre. L'équipage vérifie les paramètres du moteur.

A partir de cet instant, l'équipage gère le vol selon une procédure classique de déroutement « météorologique ». Dans un premier temps, l'équipage envisage de poser sur la commune de Guebviller située à 15 kilomètres environ, hors de la couche nuageuse²⁰, et disposant d'une aire de posé connue de l'équipage (aire de posé dans la caserne des pompiers utilisée dans le cadre des missions au profit de l'unité de gendarmerie). Le pilote contacte concomitamment la tour de Bâle-Mulhouse, demande un aperçu sur les conditions météorologiques du terrain et sur les possibilités de recueil. Il ne transmet aucune information à cet organisme de la circulation aérienne, sur l'incident qui vient de se produire, et n'affiche pas le code transpondeur d'urgence « 7700 ». A cet instant, il ne précise pas non plus l'autonomie restante qui est de 20 minutes maximum.

Au vu des conditions météorologiques favorables annoncées, le pilote décide un déroutement sur cet aéroport situé à 40 kilomètres soit à 12 minutes de vol à une vitesse de 200 km/h (sans vent).

L'équipage ne connaît pas les dégâts occasionnés sur l'hélicoptère par le choc. Il ne connaît pas non plus la distance qui lui reste à parcourir au dessus de la couche de nuages avant de retrouver la vue du sol (notion d'itinéraire de sécurité).

Malgré tous ces paramètres, il n'évalue pas la situation comme urgente (cf. cas de panne avec un degré d'urgence élevé), et ne cherche pas à poser « dès que possible ». Dans le cas présent, même de nuit, il était nécessaire de retrouver la vue du sol au plus vite (sur les contreforts des Vosges par exemple), puis de chercher la première aire pouvant accueillir l'hélicoptère dans des conditions minimales de sécurité. Deux possibilités pouvaient être envisagées : la commune de Guebviller ou l'aire de posé JVN située sur le plateau de Bellenberg parfaitement connue et reconnue des équipages et équipée d'une manche à air.

La décision de se dérouter sur Bâle-Mulhouse a probablement été influencée par deux facteurs : le déni de ce qui venait de se passer et la tendance naturelle à faire appel à des procédures venant rapidement et facilement à l'esprit. Le déroutement vers une plate forme aéronautique contrôlée, possédant des moyens de recueil, apparaît effectivement comme la solution la plus sécurisante de nuit et/ou en cas de mauvaises conditions météorologiques. Toutefois, le vol de nuit au dessus de la couche avec un hélicoptère ayant subit un choc conséquent (la balise de détresse a été déclenchée à l'impact) et avec un voyant bas niveau carburant allumé, présentait des risques plus importants que le fait de poser « en campagne ». L'inventaire des possibilités de déroutement et de poser en cas de problèmes ou de difficultés liées aux conditions météorologiques n'a pas été étudié en amont lors de la préparation des vols. Il est d'autant plus difficile pour un pilote en situation d'urgence ou de contrainte temporelle d'effectuer ce parcours.

Dans cette phase également, la communication au sein de l'équipage a été défaillante et n'a pas permis une analyse plus approfondie de la situation, et donc une véritable évaluation du risque indispensable à toute prise de décision.

La gestion de l'événement par l'équipage montre la fragilité du processus de prise de décision dans un contexte placé sous le signe de l'urgence. Ce processus est d'autant plus délicat lorsque la performance d'un équipage est diminuée par une synergie défaillante.

²⁰ Les lumières du village de Guebviller sont aperçues par l'équipage.

3. CONCLUSION

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

3.1.1. Le contexte et la préparation de la mission

La demande d'évacuation d'une victime polytraumatisée a été effectuée 35 minutes après l'arrivée de l'équipage au détachement aérien. Cette mission a été exceptionnellement confiée au DAG en raison de l'indisponibilité de l'hélicoptère de la sécurité civile basé à Strasbourg.

L'équipage a décollé à 14 h 41 soit 6 minutes après la réception de l'appel.

Les conditions météorologiques au moment du décollage étaient bonnes. Les prévisions indiquaient une dégradation de la visibilité dès la fin d'après midi (dans les vallées et basses couches) et une formation probable de brouillard givrant à partir de 20 h 00.

La préparation du vol (analyse de la situation et briefing du mécanicien de bord) a été fortement réduite.

3.1.2. Déroulement du vol et trajectoire jusqu'à l'impact

La mission de secours initiale s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques et aérologiques jusqu'à l'arrivée à l'hôpital de Colmar, où une couche de nuages bas recouvrait la partie Nord et Nord-Ouest de la ville.

L'équipage a été prévenu de la demande d'évacuation de 6 autres personnes en difficulté lorsqu'il était en finale sur l'hôpital.

Le pilote décide, après avoir récupéré les deux secouristes restés sur les lieux de la première intervention, d'effectuer un complément de plein au DAG avant d'effectuer cette deuxième mission.

L'hélicoptère décolle du DAG à 16 h 27, après 13 minutes d'arrêt.

Cette pause n'est pas suffisante pour analyser l'évolution de la situation météorologique.

Les conditions météorologiques et aérologiques sur la zone du sauvetage ainsi que sur les hauteurs du massif des Vosges sont bonnes. Mais les prémices de la dégradation sont visibles (vallée de la Fecht prise sous une couche de nuages bas, ambiance générale brumeuse).

L'équipage ne réagit pas aux différentes alertes transmises par le permanent radio du DAG.

Les opérations de sauvetage se terminent à 17 h 20. La nuit aéronautique est à 17 h 17.

Le pilote commandant de bord décide un retour direct sur la base de Colmar. Il constate la présence d'une couche compacte de nuages bas sur la plaine d'Alsace qui l'empêche de conduire une approche directe sur la base. Les observations de la station météo de la base de Colmar font état à 17 h 30 d'une visibilité de 200 mètres et d'un ciel invisible.

Il retourne sur le dernier point survolé et situé hors nuages (commune de Soultzmatt) et décide d'atteindre la base en passant sous la couche.

Après avoir parcouru 8 kilomètres environ, il perd les références extérieures, il poursuit sur une distance comprise entre 6 et 8 kilomètres sans référence et en éprouvant des difficultés de pilotage. L'hélicoptère impacte le sol et la balise de détresse se déclenche.

Jusqu'à l'impact l'hélicoptère ne présentait pas d'anomalie technique de fonctionnement, et tous ses systèmes étaient intègres.

3.2. Causes de l'événement

Suites aux différentes investigations menées au cours de l'enquête, les causes relevant du domaine technique ont pu être écartées.

Le mécanisme de l'incident se situe dans le domaine des facteurs humains. Les causes identifiées sont :

- un niveau d'engagement très élevé du pilote dans la réalisation des missions de secours, qui sont pour lui une source de motivation profonde alors qu'elles sont moins fréquentes depuis la nouvelle répartition des missions entre la gendarmerie et la sécurité civile. Ce niveau d'engagement a provoqué chez lui un phénomène de persévération qui a minimisé la préparation de la mission et l'analyse de la situation météorologique. Ce phénomène a également fortement réduit sa capacité d'appréciation de l'environnement et sa capacité de remise en cause des projets d'action en fonction de l'évolution de la situation ;
- une fascination de l'objectif : rentrer sur la base à tout prix. La poursuite de cet objectif « destination » en dépit des mauvaises conditions météorologiques et de la tombée de la nuit a été favorisée par l'absence d'étude préalable sur les possibilités de déroutement et sur les conduites à tenir en cas de problèmes ;
- une absence de communication au sein de l'équipage qui ne lui a pas permis de partager une représentation commune de la situation et qui a favorisé le développement des biais d'analyses et de jugement précédemment évoqués. Cette absence de communication a également entraîné peu à peu l'équipage dans une impasse et a ôté toute possibilité de sortir d'une situation devenue incontrôlable ;
- un état de stress intense du pilote initié par les conditions de visibilité constatées dès le passage sous la couche de nuages, favorisé par la fatigue du vol, et accentué par la perte des références extérieures et par la survenue possible d'illusions sensorielles. Cet état de stress a entraîné chez le pilote une réaction de type « inhibition psychomotrice », qui lui a ôté toute capacité de perception de l'environnement et de prise de décision, et qui a réduit ses capacités de pilotage.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. La maîtrise du niveau d'engagement des équipages

Les équipages amenés à accomplir des missions de service public nécessitant un fort niveau d'engagement comme les missions de secours, sont naturellement exposés au risque de subir un phénomène de persévération. De surcroît, l'organisation et le fonctionnement des détachements aériens font que les pilotes sont souvent seuls pour analyser, accepter ou refuser les demandes de mission qu'ils vont réaliser. La probabilité d'observer des prises de risque et un engagement au-delà des pratiques considérées comme sûres n'est pas négligeable.

Les défenses possibles pour ce type de risque sont :

- la mise en place d'une supervision des missions. Un « directeur des vols » dispose en effet d'un recul suffisant pour évaluer le risque et prendre les décisions adaptées à une situation donnée ;
- la formalisation de l'évaluation du risque opérationnel aux différents niveaux de la structure (commandement, équipages). Cette phase de réflexion peut sensiblement tempérer les effets d'un niveau d'engagement individuel trop élevé ou peut éviter les conséquences d'une « fascination d'objectif ». Il s'agit, après avoir défini le risque acceptable et accepté, de mettre à disposition des opérationnels une méthode de raisonnement qui leur permette de rechercher la manière la plus efficace d'atteindre les objectifs d'une mission sans exposer le personnel et le matériel à des risques supérieurs au seuil défini. Dans ce domaine, les pratiques définies dans le système de gestion de la sécurité (SGS) ou safety management system (SMS) et préconisées par les autorités de l'aviation civile intègrent un volet lié à la gestion du risque opérationnel (GRO). Ces pratiques pourraient être utilement adaptées au sein des organismes effectuant des missions d'urgence.

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

groupe central des formations aériennes de la gendarmerie,

- **d'étudier la possibilité de mettre en place une supervision des missions au niveau approprié ;**
- **d'étudier une formalisation de l'évaluation du risque opérationnel dans le déclenchement des missions.**

4.1.2. La préparation des vols

Tout vol, même déclenché sous le signe de l'urgence, nécessite un minimum de préparation. L'étude approfondie de la situation météorologique ainsi que l'anticipation sur de possibles déroutements sont indispensables. Cette préparation permet la mise en mémoire de travail des informations nécessaires à une bonne représentation de la situation et à la gestion des situations exceptionnelles ou imprévues (réponse à la question « que fait-on si... »). Ces informations deviennent alors plus facilement accessibles pour alimenter le processus de décision. En gendarmerie, les déroutements envisageables sont le plus fréquemment des aires de posés opérationnelles²¹ et nécessitent alors une intervention des unités de gendarmerie pour assurer la sécurité de l'hélicoptère le temps de son immobilisation.

²¹ Situées auprès des unités de gendarmerie en dehors de toute infrastructure aéronautique.

Cette contrainte et les conflits qu'ils peuvent parfois susciter sont très présents à l'esprit des équipages qui peuvent alors être tentés de renoncer à cette possibilité.

L'identification et la désignation de points de déroutement possibles en fonction de la configuration de la zone d'intervention, ainsi que la communication auprès des équipages et des commandements territoriaux de gendarmerie sur le bien fondé des posés en campagne pour des raisons de sécurité des vols, seraient de nature à faciliter le raisonnement des équipages en cas de difficultés.

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

groupe central des formations aériennes de la gendarmerie,

- **de sensibiliser les équipages sur la préparation des vols et l'étude préalable des déroutements envisageables (selon les configurations et les besoins locaux des unités aériennes) ;**
- **de communiquer avec les commandements territoriaux sur le bien fondé des posés en campagne pour des raisons de sécurité des vols (conditions météorologiques notamment) quelles que soient les contraintes induites.**

4.1.3. La communication au sein de l'équipage

Au cours de l'analyse de cet événement, il a été constaté à plusieurs reprises une communication défaillante au sein de l'équipage.

Au-delà de l'influence des personnalités sur la qualité de la communication dans un cockpit, les notions d'équipage et de synergie sont prépondérantes pour allier performance et sécurité.

Au sein des formations aériennes, la culture mono-pilote est encore fortement ancrée au sein de toutes les catégories de personnel navigant. Le rôle du mécanicien de bord est parfaitement précisé dans les textes en vigueur pour les phases de vol où sa technicité est nécessaire (treuillages, mises en œuvre des optionnels). En revanche, sa place en tant que membre d'équipage dans les autres aspects du vol s'apparente plus à un simple rôle d'assistance au pilote. De ce fait, le risque d'observer des mécaniciens de bord adoptant une position « passive » est assez élevé²². La formation des équipages au « cockpit ressources management » (CRM), pratiquée au sein des formations aériennes de la gendarmerie, permet de sensibiliser les équipages sur les bonnes pratiques dans ce domaine. Elle apparaît toutefois insuffisante pour compenser des fragilisations structurelles.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air rappelle toute la pertinence des recommandations émises lors des événements précédents²³ et recommande au :

groupe central des formations aériennes de la gendarmerie de mener une réflexion sur le rôle participatif du mécanicien bord dans la conduite de la mission.

²² Ce type de fragilisation a déjà été observé lors d'événements analysés par le BEAD-air.

²³ Rapport BEAD-air-G-2007-016-I et rapport BEAD-air-G-2008-011-I.

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

L'essentiel des faits recueillis au cours de l'enquête sont issus des témoignages de l'équipage. Le GPS avionné était le seul moyen de restituer la trajectoire de l'hélicoptère mais n'a pu être exploité. Il ne contenait aucune donnée enregistrée puisque le mode « track » n'avait pas été activé par l'équipage.

Dans l'hypothèse où l'événement aurait eu des conséquences dramatiques, il aurait été particulièrement difficile de comprendre son mécanisme.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande au :

groupement des formations aériennes de la gendarmerie :

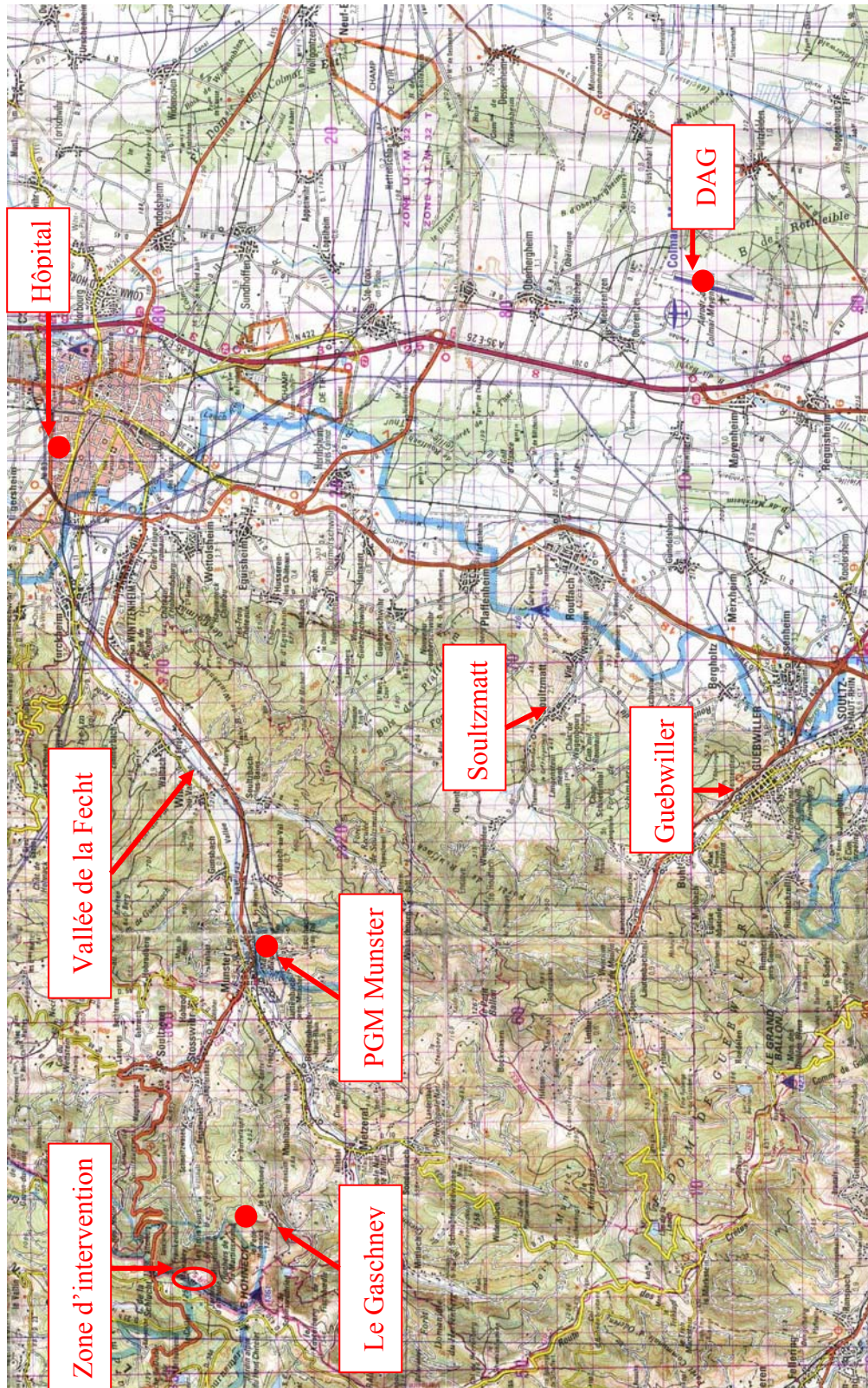
- **de réglementer l'activation du mode « track » sur les GPS de type GARMIN MAP 196 ;**
- **d'équiper les hélicoptères de type « Ecureuil AS 350 » d'enregistreurs de paramètres (QAR, CVR, FDR) pouvant participer à la compréhension d'un événement.**

ANNEXES

Annexe 1 : Plan général de situation.....	33
Annexe 2 : Représentation de la trajectoire suivie.....	34
Annexe 3 : Exploitation des données extraites du Monit'air	35

ANNEXE 1

Plan général de situation



ANNEXE 3

Exploitation des données extraites du Monit'air

