

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 14 septembre 2010

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-D-2009-006-I

Date de l'événement	6 mai 2009
Lieu	Glacier du Tour – Commune de Chamonix (Haute-Savoie)
Type d'appareil	JODEL D140R « ABEILLE »
Immatriculation	F-ZJOC
Organisme	Direction générale de l'armement
Unité	Centre d'essais en vol – Base d'essais d'Istres

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 9 : carte IGN.

Pages 15, 16, 17 : BEAD-air.

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
SYNOPSIS	6
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	10
1.2. Tués et blessés	10
1.3. Dommages à l'aéronef	10
1.4. Renseignements sur le personnel	10
1.4.1. Commandant de bord	10
1.4.2. Pilote non en fonction	11
1.5. Renseignements sur l'aéronef	12
1.5.1. Maintenance	13
1.5.2. Performances	13
1.5.3. Masse et centrage	13
1.5.4. Carburant	13
1.6. Conditions météorologiques	13
1.6.1. Prévisions relatives à la journée du 6 mai 2009	13
1.6.2. Estimation des conditions météorologiques de l'événement	13
1.7. Aides à la navigation	14
1.8. Télécommunications	14
1.9. Renseignement sur l'altisurface	14
1.10. Enregistreurs de bord	15
1.11. Renseignements sur la zone de l'atterrissage et l'avion	15
1.11.1. Examen de la zone	15
1.11.2. Examen de l'avion	16
1.12. Renseignements médicaux et pathologique	17
1.12.1. Commandant de bord	17
1.12.2. Pilote non en fonction	17
1.13. Organisation des secours	18
2. Analyse	19
2.1. Exploitation des témoignages des membres de l'équipage	19
2.2. Hypothèses relevant du domaine technique	20
2.2.1. Hypothèses relative à la manœuvrabilité de l'avion	21
2.2.2. Hypothèses relatives à l'affaissement des atterrisseurs	21
2.2.3. Conclusion relative aux hypothèses relevant du domaine technique	22
2.3. Hypothèse liée au domaine environnemental	22
2.4. Hypothèses relevant du facteur humain	23
2.4.1. Evolution du choix du point d'aboutissement par rapport à l'atterrissage précédent	23
2.4.2. Inadaptation de la configuration de l'avion pour l'atterrissage	23
2.4.3. Absence d'une échappatoire en cas d'atterrissage long	24
2.4.4. Méconnaissance des prévisions des vents propres à l'altisurface et défaut de prise en compte d'éléments extérieurs	24
2.4.5. Excès de confiance suite à la réussite du premier atterrissage	25
3. Conclusion	26
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	26
3.2. Causes de l'événement	26
4. Recommandations de sécurité	27
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	27
4.1.1. Echappatoire lors de l'atterrissage	27
4.1.2. Prise en compte des éléments extérieurs	27
4.1.3. Configuration pour l'atterrissage	27
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	27

GLOSSAIRE

BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
CEMPN	Centre d'expertises médicales du personnel navigant
Mhz	Mégahertz
Pieds	Pied ($\approx 0,30$ mètre)

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Photos :

Zone de l'atterrissage vu dans le sens de la trajectoirepage 15

Zone du virage de retournement.....page 16

Vues des atterrisseurs principauxpage 17

Carte :

Carte du glacier du Tour.....page 9

SYNOPSIS

Date de l'événement :	6 mai 2009 à 12 h 30.
Lieu de l'événement :	glacier du Tour – commune de Chamonix (Haute-Savoie).
Organisme :	direction générale de l'armement.
Direction :	direction des essais.
Unité :	centre d'essais en vol - Base d'essais d'Istres.
Aéronef :	JODEL D140R « Abeille ».
Nature du vol :	entraînement à l'atterrissage sur glacier.
Nombre de personnes à bord :	deux

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Un équipage, composé d'un pilote moniteur et d'un second pilote non qualifié sur l'appareil, décolle d'Istres à 08 h 45 pour effectuer un vol d'entraînement en montagne au profit du pilote moniteur, et d'information « montagne » au profit du second pilote.

Après 3 h 45 min de vol et onze atterrissages sur des glaciers du massif de Chamonix, le pilote moniteur effectue un premier atterrissage suivi d'un décollage sur le glacier du Tour, à 3 300 mètres d'altitude. A l'issue, il entreprend un deuxième atterrissage sur la même zone de poser.

Après le contact des skis avec la neige et malgré la réduction de la puissance du moteur, le pilote moniteur estime impossible d'arrêter l'avion avant la ligne de crête située sur l'axe de la trajectoire. Il entreprend une manœuvre de retournement par la gauche en augmentant la puissance moteur. Après le début du virage, l'avion dérape vers la droite. Les jambes des atterrisseurs principaux plient sous l'avion qui s'immobilise. Le pilote moniteur arrête le moteur et coupe le contact principal de la batterie. L'équipage indemne, évacue l'avion.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé directeur d'enquête technique.
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise du vol en montagne, et sur D140R.
- Un ingénieur navigant d'essais ayant une expertise sur D140R.
- Un médecin du personnel navigant.

Déclenchement de l'enquête technique

La permanence du BEAD-air a été prévenue téléphoniquement par le bureau enquêtes et analyses pour la sécurité de l'aviation civile le 6 mai 2009 à 13 h 20. Un enquêteur de première information a été désigné et s'est rendu immédiatement sur les lieux de l'événement. Le groupe d'enquête technique constitué s'est regroupé sur la base d'essais d'Istres le 11 mai 2009.

Enquête judiciaire

Le parquet de Chambéry s'est saisi de l'affaire, un officier de police judiciaire de la brigade de gendarmerie de l'air de la base aérienne d'Ambérieu-en-Bugey a été commis.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : CEV 4541.

Type de vol : CAG¹.

Type de mission : vol d'entraînement à l'atterrissage sur glacier.

Dernier point de départ : Istres.

Heure de départ : 08 h 45.

Point d'atterrissage prévu : Megève (LFHM).

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le vol prévoit des atterrissages sur les glaciers du Talèfre, puis d'Argentière et enfin du Tour. Cet ordre est défini afin de bénéficier du meilleur état possible de la neige lors des atterrissages au regard de l'altitude des glaciers concernés et du moment du travail sur ces zones. Ainsi, la température de l'air ambiant augmentant au cours de la journée, et pour ne pas évoluer sur des zones enneigées fondantes, le pilote commandant de bord décide de commencer par la zone de poser la plus basse, de poursuivre l'exercice sur une zone de poser d'altitude intermédiaire et enfin de terminer l'entraînement sur la zone de poser dont l'altitude est la plus haute.

Au cours de l'après-midi de la veille du vol, le commandant de bord a examiné les prévisions météorologiques (TAF²) ainsi que les NOTAM³, puis déposé le plan de vol. Le jour de l'événement, avant le départ en vol, il a consulté les dernières observations (METAR⁴) et prévisions météorologiques relatives aux terrains situés au voisinage du trajet prévu (Grenoble, Genève, Chambéry et Annecy).

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

Au cours de ce vol, le pilote commandant de bord est installé en place droite. Le second pilote, à l'instruction, occupe la place gauche. Le pilote commandant de bord déclare avoir réalisé un atterrissage vers 12 h 20 sur la partie haute du glacier du Tour à proximité du col des Fourches sur la pente ascendante (voir la carte ci-dessous), suivi d'un retournement et

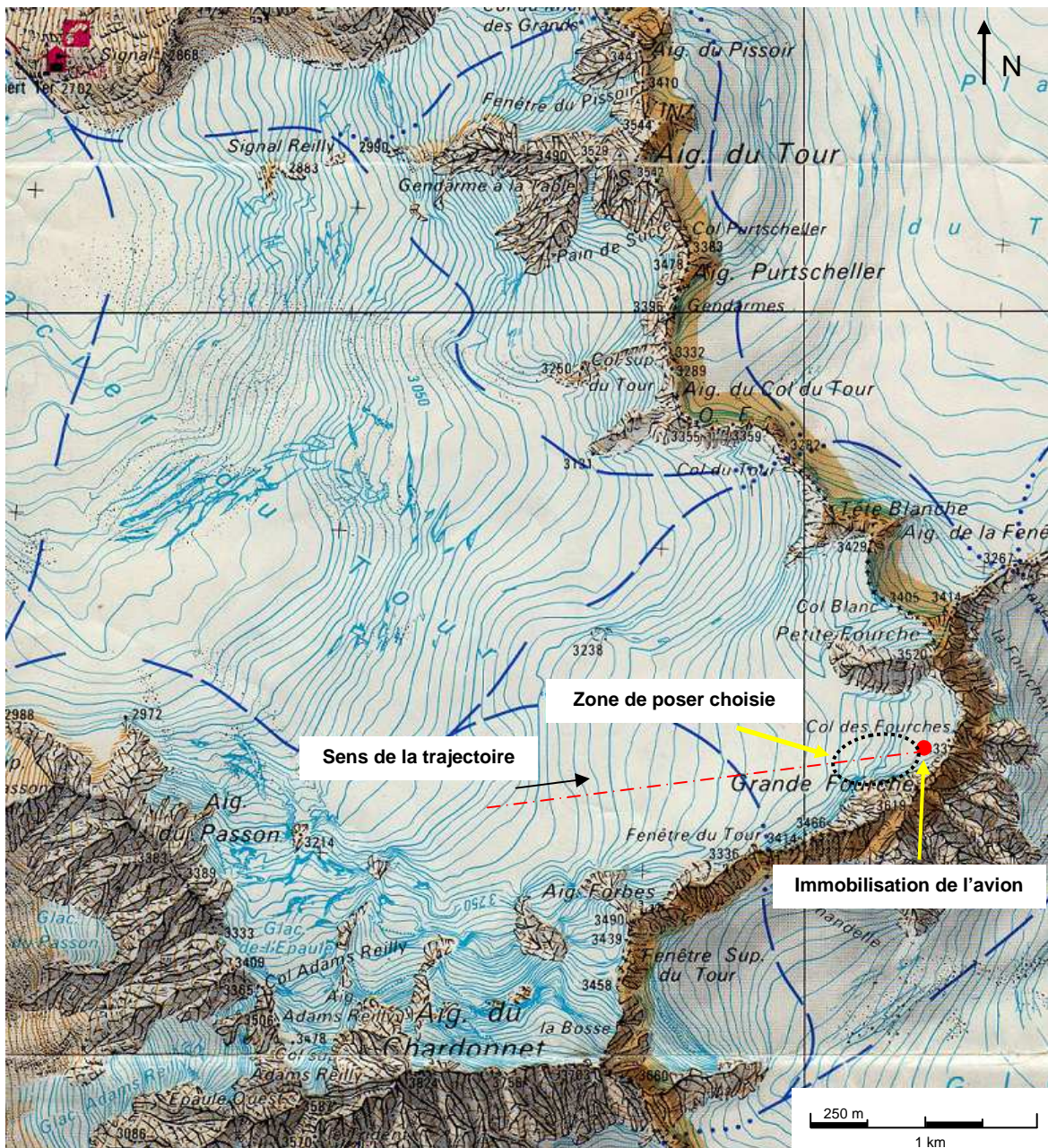
¹ CAG : Circulation aérienne générale.

² *Terminal Aerodrome Forecast* : message de prévision des conditions météorologiques sur un aéroport.

³ *Notice to Air Men* : message publié par les agences gouvernementales de contrôle de la navigation aérienne dans le but d'informer les pilotes d'évolutions sur les infrastructures et l'utilisation des espaces aériens.

⁴ *Meteorological Aerodrome Report* : message d'observation météorologique faite sur un aéroport

d'un décollage immédiat, et avoir ensuite décidé d'effectuer un second atterrissage au même endroit. Son intention était d'immobiliser l'avion au point de retournement afin de faire une pause et se restaurer.



Carte du glacier du Tour

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

Les deux pilotes témoignent de la similitude de la trajectoire finale de l'avion (direction, pente et point d'aboutissement) avec celle décrite lors de l'atterrissage précédent. La vitesse de l'avion et la configuration (volets sortis en position décollage) ont également été déclarées identiques. Seule la partie de la trajectoire comprise entre le début de l'arrondi et le point de contact a été plus longue que la précédente.

Le contact a été réalisé à environ la moitié de la longueur de la trace d'atterrissage précédente, soit 80 mètres après le point de contact de l'atterrissage précédent.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France ;
 - département : Haute-Savoie ;
 - commune : Chamonix ;
 - coordonnées géographiques :
 - N 45° 58' 40,9'' ;
 - E 007° 01' 19,9''.
 - altitude du lieu de l'événement : 3 430 mètres.
- Moment : jour.
- Aéroport le plus proche au moment de l'événement : Sallanches à 16 Nm dans le 265 du lieu de l'événement.

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

1.4. Renseignements sur le personnel

1.4.1. Commandant de bord

- Age : 41 ans.
- Unité d'affectation : école du personnel navigant d'essais et de réception (EPNER) :
 - fonction dans l'unité : conseiller personnel navigant auprès du directeur de l'EPNER.
- Formation :
 - qualification : pilote d'essais expérimental avion ;
 - école de spécialisation : école des pilotes d'essais anglaise (Empire Test Pilot School) située à Boscombe Down (Grande-Bretagne) ;
 - année de sortie d'école : 1998.

– Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur D140R	Sur tous types	Dont sur D140R	Sur tous types	Dont sur D140R
Total	4605 h	294 h	85 h 30	30 h 30	25 h 35	10 h 50
Dont nuit	218 h 20	0	1 h 30	0	0	0
Dont VSV	836 h 25	0	12 h 35	0	0 h 40	0

- Heures de vol en montagne : 241 h 15 ;
- Heures de vol sur skis : 128 h 05 ;
- Nombre d'atterrissages sur skis : 639.

– Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef :
 - de jour : 23 avril 2009 ;
 - en vol montagne avec atterrissage sur glacier : 23 avril 2009.
- sur tous types de jour : 4 mai 2009.

– Carte de circulation aérienne :

- type : licence de pilote d'essais avion avec qualification pour le vol aux instruments ;
- date d'expiration : 31 mars 2010.

– Qualification montage « roues » : mars 1999 ;

– Qualification montagne « skis » : mars 1999.

1.4.2. Pilote non en fonction

– Age : 50 ans.

– Unité d'affectation : centre d'essais en vol - unité des pilotes d'essais ;

- fonction dans l'unité : pilote d'essais expérimental hélicoptère.

– Formation :

- qualification : pilote d'essais expérimental hélicoptère ;
- école de spécialisation : EPNER ;
- année de sortie d'école : 1996.

– Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur D140R	Sur tous types	Dont sur D140R	Sur tous types	Dont sur D140R
Total	5500 h	5 h 20	97 h 30	1 h 30	4 h 55	0
Dont nuit	500 h	0	1 h 30	0	0	0
Dont VSV	450 h	0	7 h 20	0	1 h 30	0

– Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef :
 - de jour : 23 avril 2009.
- sur autres types :
 - de jour : 17 avril 2009 ;
 - de nuit : 19 mars 2009.

– Carte de circulation aérienne :

- type : licence de pilote d'essais hélicoptère avec qualification pour le vol aux instruments ;
- date d'expiration : 30 juin 2009.

1.5. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : centre d'essais en vol.
- Commandement organique d'appartenance : direction générale de l'armement.
- Base de stationnement et unité d'affectation : base d'essais d'Istres.
- Type d'aéronef : Jodel D140R.
- Configuration : atterrisseurs équipés de skis.

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Jodel D140R	519	4110,65	VP ⁵ : 33,70	EMJ ⁶ : 310,70
Moteur	Lycoming O.360.A3A ALT	14429- 36A	6292,25	VP : 3,05	RG ⁷ : 302,95

⁵ VP : visite périodique

⁶ EMJ : entretien majeur

⁷ RG : révision générale

1.5.1. Maintenance

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

1.5.2. Performances

Il n'a pas été établi de courbes de performances pour les atterrissages et les décollages correspondant à l'altitude de l'événement. La puissance maximale du moteur à 3 400 mètres est estimée réduite approximativement à la moitié de la puissance maximale délivrée au niveau de la mer.

1.5.3. Masse et centrage

Masse au décollage : 1 047 kg (masse maxi à 1 200 kg).

Centrage au décollage : 25 % (limites avant : 18% - limite arrière : 34%).

1.5.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-18.
- Quantité de carburant au décollage : 215 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 90 litres.

1.6. Conditions météorologiques

1.6.1. Prévisions relatives à la journée du 6 mai 2009

- Emises par Météo France pour la Haute-Savoie et le val d'Aoste :
 - le 5 mai 2009 à 17 h 30 :
Journée ensoleillée. Des bancs de cirrus entre 8 000 et 9 000 mètres jusqu'à midi. Quelques nuages locaux cumulus d'après-midi entre 2 000 et 3 000 mètres. Isotherme 0°C : 2 500 mètres puis 3 500 mètres.
En soirée : vers 3 000 mètres, vent de 30 km/h orienté au nord-ouest ; vers 4 000 mètres : vent de 80 km/h orienté au nord/nord-ouest.
 - le 6 mai à 07 h 00 :
La prévision est analogue à celle du 5 mai à 17 h 30.
- Emises par la station météorologique de montagne de Chamonix :
Vent orienté au nord-ouest avec une vitesse de 40 km/h à 3 000 mètres et de 80 km/h à 4 000 mètres.

1.6.2. Estimation des conditions météorologiques de l'événement

- Par Météo France :
 - Nébulosité : 2/8^{ème} composée de cirrus avec une base à 7 000 mètres.
 - Au sol, sur le glacier :
 - très bonne visibilité ;
 - vent : 20 nœuds de nord-nord-ouest ;
 - assez fort risque de turbulence en raison du vent irrégulier ;
 - à proximité du sol, le vent canalisé par les vallées est plus irrégulier et se renforce.

- A 10 000 pieds⁸ :
 - température : 0°C ;
 - température du point de rosée : -5°C ;
 - vent moyen : 18 nœuds de nord-ouest. A proximité du sol, le vent est plus irrégulier et se renforce.
- Au cours du transit vers les glaciers du Mont Blanc, le commandant de bord a établi un contact radio avec un instructeur au vol en montagne d'un aéroclub exploitant régulièrement l'altisurface du glacier du Tour. Ce dernier a émis des réserves quant à un atterrissage sur le glacier au regard du vent prévu et observé lors des vols qu'il avait effectués le matin même.
- Sur le site du glacier, le commandant de bord n'a pas décelé de vent ni de rafales particulières au cours de ses deux passages de reconnaissance de la zone du poser. En revanche, il a noté un vent important sur les crêtes environnantes du Mont Blanc matérialisé par de la neige soulevée.

1.7. Aides à la navigation

Aucune aide à la navigation n'était utilisée lors de l'événement.

1.8. Télécommunications

L'équipage utilisait la fréquence radio d'auto-information en montagne (130,00 Mhz⁹). Aucun autre avion n'était présent dans le circuit sur le site d'atterrissage.

1.9. Renseignement sur l'altisurface

L'altisurface du glacier du Tour est située face au col du Tour, à 4,7 km d'Argentière sur la commune de Chamonix (Haute-Savoie).

- Coordonnées :
 - N 45°59'00'' ;
 - E 007°00'00''.
- Altitude : 10 170 pieds.
- Informations sur l'état de l'aire d'atterrissage : aéroclub de Haute-Savoie.
- Installations : refuge Albert 1^{er} à 800 m au nord du glacier à l'altitude de 2.700 mètres.
- Périodes d'utilisation : par enneigement.
- Aire d'atterrissage : 090/270.
- Dimensions : 500 m x 200 m.
- Pente : 18 %.
- Dangers particuliers : surface tourmentée, ondulations d'orientations diverses et séracs.
- Nature : glacier.
- Balisage : sans.
- Allure générale : cuvette ouverte à l'ouest.

⁸ Pieds : pied (≈ 0,30 mètre).

⁹ Mhz : mégahertz.

1.10. Enregistreurs de bord

L'avion n'était pas équipé d'enregistreur de bord. L'équipage disposait d'un récepteur GPS, mais aucune information relative au vol n'a été mémorisée.

1.11. Renseignements sur la zone de l'atterrissage et l'avion

1.11.1. Examen de la zone

Le glacier du Tour forme un cirque d'une longueur de cinq kilomètres orienté nord-nord-ouest/est-sud-est. Sa base glaciaire se situe à une altitude de 2 100 mètres et sa partie sommitale est matérialisée par le col des Fourches à une altitude voisine de 3 340 mètres.

Le col des Fourches est enclavé entre le pic de la Grande Fourche (3 619 mètres) et celui de la Petite Fourche (3 520 mètres). Il est orienté ouest/est et forme un petit cirque d'une longueur de 400 mètres et d'une largeur de 300 mètres. Le dénivelé entre sa partie la plus basse et sa partie la plus plate est compris entre 50 et 60 mètres.

La zone est très peu crevassée. Le manteau neigeux, épais, est constitué en surface d'une couche récente et lourde d'une trentaine de centimètres d'épaisseur. Les traces résultant des deux atterrissages sont visibles.

L'avion est immobilisé sur la partie sommitale du glacier, à une vingtaine de mètres de l'abrupt qui le limite à l'est.



Zone de l'atterrissage vu dans le sens de la trajectoire



Zone du virage de retournement

1.11.2. Examen de l'avion

L'avion repose sur la neige, orienté au cap 234. Les deux atterrisseurs principaux équipés de skis sont repliés sous les ailes de la droite vers la gauche. Les atterrisseurs sont configurés pour un atterrissage avec les skis.

Une partie de la structure du fuselage supportant la patte de fixation du câble limiteur de débattement du ski gauche a été arrachée et demeure reliée au câble. Le ski droit a endommagé la partie inférieure du fuselage. Le ski gauche a endommagé l'intrados de l'aile gauche.

Le volet hypersustentateur gauche est en position « décollage », le droit est rentré. L'hélice et le moteur ne présentent pas d'endommagement apparent, à l'exception de la tubulure d'échappement qui est déformée.

Au poste de pilotage, la commande des volets hypersustentateurs est en position « décollage ». Le sélecteur skis/roues est en position skis.



Vues des atterrisseurs principaux

1.12. Renseignements médicaux et pathologique

1.12.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite d'expertise en CEMPN pour aptitudes pilote de chasse et d'essais ;
 - date : 14 novembre 2008 ;
 - résultat : apte pilote de chasse et pilote d'essais ;
 - validité :
 - aptitude pilote de chasse : un an ;
 - aptitude pilote d'essais : six mois.
- Examens biologiques réalisés :
 - alcoolémie : résultat négatif ;
 - toxicologie sanguine : résultat négatif.
- Blessure : aucune.

1.12.2. Pilote non en fonction

- Dernier examen médical :
 - type : visite d'expertise en CEMPN pour aptitudes pilote d'hélicoptère et d'essais ;
 - date : 17 décembre 2008 ;
 - résultat : apte pilote d'hélicoptère et pilote d'essais ;
 - validité :
 - aptitude pilote d'hélicoptère : un an ;
 - aptitude pilote d'essais : six mois.
- Examens biologiques réalisés :
 - alcoolémie : résultat négatif ;
 - toxicologie sanguine : résultat négatif.
- Blessure : aucune.

1.13. Organisation des secours

L'évacuation de l'avion effectuée, le commandant d'avion entreprend de contacter les secours. Pour ce faire, il envisage tout d'abord d'utiliser son téléphone portable et constate l'insuffisance du niveau de signal de réseau, qui ne lui permet aucune communication.

Après s'être assuré que l'installation électrique et le circuit carburant n'ont pas été endommagés lors de l'atterrissage, le pilote rétablit l'alimentation électrique de l'avion afin d'utiliser le poste radio. Il cherche tout d'abord à établir une liaison sur la fréquence d'auto information pour le vol en montagne (130,00 Mhz), sans succès. Il émet alors un message de détresse signalant sa position sur la fréquence de détresse VHF¹⁰ (121,50 Mhz). Il établit une liaison avec un vol commercial dont l'équipage retransmet l'information au contrôle aérien de l'aéroport de Genève, qui alerte aussitôt la Garde aérienne suisse de secours en montagne (REGA). La REGA informe le centre de coordination de sauvetage de Lyon qui donne l'ordre de décollage au peloton de gendarmerie de haute montagne de Chamonix (PGHM). Un hélicoptère de la gendarmerie décolle à 13 h 00 à destination du glacier du Tour, l'équipage du D140R est pris en charge à 13 h 10.

¹⁰ VHF : *Very High Frequency* – désigne une gamme de fréquence de radiocommunication, comprise entre 100 et 156 Mhz pour les liaisons aéronautiques militaires.

2. ANALYSE

Les atterrisseurs principaux s'affaissent lors du virage au sol consécutif à un poser long sur glacier.

L'exploitation des témoignages de l'équipage, et les résultats des investigations menées sur l'avion permettent de formuler des hypothèses relatives aux causes de l'événement.

Ces hypothèses relèvent des domaines technique et environnemental, et du facteur humain.

2.1. Exploitation des témoignages des membres de l'équipage

Le pilote commandant de bord a les commandes pour la totalité des évolutions réalisées sur le glacier du Tour. Il effectue une première reconnaissance de la partie haute du glacier dans l'axe de l'atterrissage envisagé (cap 080) et l'équipage s'assure de l'absence d'obstacles. Aucune turbulence ni dérive ne sont décelées.

Il effectue alors deux survols de reconnaissance de la zone de poser, et prépare l'atterrissage :

- altitude : le point de contact est estimé par passage bas à 10 600 pieds, le circuit sera réalisé à l'altitude 10 900 pieds, correspondant à une hauteur moyenne de 1 500 pieds au-dessus de l'altitude moyenne du glacier ;
- aérologie : le vent est estimé calme compte tenu de l'absence de turbulence et de dérive ;
- axe : celui-ci est nettement matérialisé parallèlement à l'arête rocheuse située au sud, et à une moraine au nord. Un piton est pris comme référence à l'infini dans le sens de la descente pour matérialiser l'axe de décollage ;
- autres avions conflictuels : pas de trafic connu ni en vue ;
- la pente est estimée entre 15 % et 20 % ;
- la longueur de la surface au sol disponible pour l'atterrissage est d'environ 300 mètres. Elle est estimée suffisante compte tenu de la pente ;
- le profil de la surface est régulier, à pente constante sur la partie inférieure, cette pente s'atténuant sur la partie supérieure et finale. Aucun dévers n'est constaté ;
- éclairage : toute la surface est ensoleillée. En bordure droite de la zone, les ombres des pitons de l'arête sud permettent de définir précisément les points d'aboutissement et de contact ;
- état de la surface : il est lisse et régulier, aucune trace d'avions ou de randonneurs n'est décelée ;
- skis : la position du sélecteur et la position physique du train d'atterrissage skis-roues en position skis sont confirmés ainsi que la mise en pression du circuit hydraulique à la pompe manuelle ;
- stationnement éventuel : il aura lieu sur la partie haute de la zone, quasiment plane, si l'adhérence permet l'immobilisation de l'avion, l'avant modérément orienté vers la pente. Si cette condition n'est pas réalisée, il est prévu d'enchaîner par un décollage ;
- sécurité : en cas de panne du moteur en finale ou lors du décollage, ou de mouvement descendant intempestif, la surface inférieure du glacier permet un poser court ou un décollage long. En revanche, l'abrupt limitant le glacier à l'est interdit un poser long. La barre rocheuse et la moraine situées respectivement au sud et au nord limitent l'écart latéral, tout en permettant la réalisation d'un virage de retournement. Le virage se fera sans dévers par la gauche, la manœuvre dans cette direction optimisant le taux du virage compte tenu de l'effet du couple du moteur.

Les points de contact et d'aboutissement qui résultent du point d'arrêt défini précédemment, sont identifiés sans ambiguïté par l'exploitation des projections des ombres des pitons rocheux situés au sud de la zone.

Les volets hypersustentateurs sont placés en position « décollage ». Celle-ci est choisie pour réduire la traînée et compenser ainsi, en cas de besoin, la diminution de la puissance du moteur due à l'altitude, tout en conservant la possibilité de sortir complètement les volets en position « atterrissage » afin de réduire la distance d'atterrissage, éventuellement.

Un premier atterrissage est effectué. La vitesse lors de la finale est de 115 (+/- 5) km/h. L'arrondi est réalisé avec une remise de gaz pour installer l'avion parallèlement à la pente. Le contact et la montée vers la zone de retournement avec le moteur à pleine puissance sont conformes au briefing. L'avion est arrêté au sommet de sa trajectoire au sol, le moteur au ralenti et le nez modérément dirigé vers la pente. Après cette immobilisation, le pilote commandant de bord met la commande de puissance sur « pleins gaz » tout en orientant l'avion vers la pente. L'avion décolle après que la course au décollage ait paru longue au pilote commandant de bord, sans toutefois dépasser les limites de la surface reconnue.

Afin de garantir l'exécution de la course au décollage dans la surface reconnue lors du décollage précédent, le pilote commandant de bord décide de se poser à nouveau sur la partie la plus haute du glacier. Un deuxième circuit est entrepris. L'arrêt complet de l'avion est envisagé, afin que l'équipage se restaure.

Les niveaux des réservoirs sont de moitié pour l'avant et d'un tiers pour l'arrière. Le sélecteur carburant sur « avant » et la pompe électrique sur « marche ». Les paramètres du circuit sont identiques au précédent jusqu'à l'arrondi. A cet instant, l'équipage ressent de façon franche l'effet d'une rafale de vent arrière qui fait accélérer et monter l'avion. Dès que ce dernier est parallèle à la pente, le pilote commandant de bord affiche « plein réduit » et réalise le contact. Il estime alors que la pente sera suffisante pour ralentir l'avion avant la zone prévue pour effectuer le virage. Au cours de la glissade au sol, il constate que l'avion se rapproche rapidement de l'extrémité du glacier. Conscient du danger imminent, il décide d'entreprendre le virage à gauche malgré la vitesse élevée (estimée à 40 km/h). Pour ce faire, simultanément, il place le manche plein arrière pour augmenter l'adhérence du ski arrière directionnel et commande la pleine puissance au moteur afin d'aider la réalisation du virage à l'aide du couple. Dès le début du virage, il applique du gauchissement à gauche pour minimiser les contraintes latérales sur le ski droit, externe au virage. Après 90° de virage en fort dérapage, le train droit puis le train gauche s'effacent.

Aucun choc n'est ressenti. Le pilote commandant de bord coupe le moteur, la richesse, les magnétos et la batterie. L'équipage évacue l'avion.

2.2. Hypothèses relevant du domaine technique

Les hypothèses relevant du domaine technique ont trait à la manœuvrabilité de l'avion et aux causes de l'affaissement des atterrisseurs.

Il s'agit de vérifier si le poser long d'une part, et l'affaissement des atterrisseurs d'autre part relèvent d'une cause technique.

2.2.1. Hypothèses relative à la manœuvrabilité de l'avion

2.2.1.1. Chaînes de commandes de vol

L'avion immobilisé au sol, il est constaté la position « décollage » du volet gauche, la position « rentré » du volet droit, et la commande des volets en position « décollage ».

Le pilote témoigne de la cohérence du comportement de l'avion avec ses actions sur les commandes de vol. Plus particulièrement, il n'a pas constaté de dissymétrie du vol lié à l'utilisation de volets durant les phases de vol qui ont précédé l'atterrissage.

L'exploitation des témoignages permet de rejeter l'hypothèse de la dissymétrie des volets antérieure au contact de l'avion sur le glacier.

Les investigations ont révélé une rotation de la bielle de commande du volet droit par rapport à l'axe dont elle est solidaire. Il est vraisemblable que ce mouvement résulte de l'effort vers le haut subi par le volet lors de son appui sur la neige après l'effacement de l'atterrisseur droit au cours du virage de retournement. En conséquence, la dissymétrie des volets constatée après l'événement est compatible avec les efforts subis par la cellule de l'avion lors du virage de retournement.

2.2.1.2. Motorisation

Le pilote n'a pas constaté de dysfonctionnement ni de perte de puissance du moteur.

2.2.1.3. Atterrisseurs

Les skis sont en place, leur état, leur cinématique et leur fixation ne présentent aucune anomalie.

En conséquence, l'hypothèse d'une perte de manœuvrabilité partielle ou totale de l'avion est rejetée.

2.2.2. Hypothèses relatives à l'affaissement des atterrisseurs

2.2.2.1. Hypothèse d'un endommagement préalable des atterrisseurs

Les investigations menées sur les atterrisseurs n'ont pas mis en évidence l'existence d'endommagements structuraux préalables à l'événement.

L'hypothèse d'un endommagement des atterrisseurs préalable à l'événement est rejetée.

2.2.2.2. Hypothèse d'un endommagement des atterrisseurs suite à un poser dur ou une collision avec un obstacle lors de l'atterrissage

Les déformations constatées sur chaque atterrisseur principal sont la conséquence des efforts appliqués de la droite vers la gauche. La structure de l'avion ne présente aucun indice révélateur de l'application d'effort dirigé de l'avant vers l'arrière.

L'hypothèse d'un affaiblissement des atterrisseurs consécutif à un poser dur ou une collision avec un obstacle lors de l'atterrissage est rejetée.

2.2.2.3. Hypothèse de l'endommagement des atterrisseurs lors du virage de retournement

Lors de l'événement, avant le virage de retournement, le pilote a estimé la vitesse de l'avion excessive. Afin de faciliter la réalisation du virage en augmentant les effets du souffle moteur, il a sollicité la pleine puissance du moteur, actionné la commande de direction à fond à gauche et la commande de profondeur à fond à cabrer. L'association de la mise en puissance au moment du virage et de la vitesse excessive a favorisé le dérapage. L'avion a pivoté sur l'axe de lacet d'une quarantaine de degrés par rapport à la trace quasiment rectiligne laissée par les skis sur la neige.

De par leur conception, afin de protéger la structure des ailes d'un endommagement lors de l'application d'un effort latéral excessif, les atterrisseurs principaux de l'avion D140R présentent une zone fragilisée. Cette dernière est conçue pour plier latéralement. Les caractéristiques des déformations des atterrisseurs reconnues lors des investigations révèlent qu'elles ont été causées par des efforts appliqués de la droite vers la gauche et ont été dissipés dans la zone fragilisée, aboutissant au pliage constaté des atterrisseurs.

L'examen des skis n'a pas révélé d'anomalie. Aussi, compte tenu de l'absence d'endommagement préalable, des témoignages et des constats faits sur l'avion,

L'hypothèse d'un endommagement des atterrisseurs consécutif à des efforts latéraux excessifs appliqués sur les skis lors du virage de retournement est certaine.

2.2.3. Conclusion relative aux hypothèses relevant du domaine technique

L'hypothèse de la contribution d'une cause technique à l'événement est rejetée.

2.3. Hypothèse liée au domaine environnemental

Le pilote commandant de bord a déclaré :

- avoir effectué deux survols de reconnaissance du glacier du Tour et de la zone prévue pour l'atterrissage et s'être assuré de l'absence d'obstacles à l'atterrissage et au redécollage. La masse d'air lui a paru calme, et il n'a pas constaté de turbulence ni décelé de dérive ;
- avoir remarqué le soulèvement de la neige sur les crêtes du massif du Mont Blanc ;
- avoir ressenti du vent arrière pendant l'approche finale pour le premier atterrissage effectué sur le glacier du Tour, sans avoir été gêné.

Compte tenu :

- de l'orientation de l'axe d'atterrissage proche du cap 80 ;
- de l'estimation par Météo France de la présence d'un vent de 20 nœuds venant du nord-nord-ouest sur le glacier lors de l'événement ;
- de l'observation de soulèvement de neige sur les crêtes qui témoigne d'un vent fort à une altitude supérieure à celle de l'événement, cohérente avec la prévision faite par la station météo de Chamonix d'un vent du nord-ouest de 30 km/h à 3 000 mètres et de 80 km/h à 4 000 mètres ;
- des statistiques des observations météorologiques concernant ce massif qui montrent qu'il est fréquent qu'un vent faible constaté en cours de matinée se renforce progressivement dans la journée ;

- du ressenti de vent arrière par le pilote commandant de bord pendant l'approche finale, corroboré par le pilote non en fonction ;

L'hypothèse que l'avion ait été soumis à une rafale de vent arrière lors de l'arrondi retardant le contact des skis est probable.

L'énergie de l'avion a pu être augmentée par l'effet d'une rafale de vent arrière pendant l'arrondi qui a été réalisé à une vitesse indiquée voisine de 100 km/h. A l'altitude de l'événement, celle-ci correspond à une vitesse vraie de 120 km/h. Une rafale de vent arrière de 10 nœuds à cet instant du vol porte la vitesse sol à 138 km/h lors du contact, soit une augmentation de 15 % de la vitesse sol et 33% de l'énergie cinétique.

2.4. Hypothèses relevant du facteur humain

2.4.1. Evolution du choix du point d'aboutissement par rapport à l'atterrissage précédent

Les traces au sol laissées par les skis au cours du virage de retournement consécutif au premier atterrissage montrent qu'il a été réalisé sans dérapage de l'avion.

Dans l'hypothèse du choix par le pilote d'un point d'aboutissement situé plus en amont du glacier par rapport au précédent, le point de contact aurait été décalé significativement vers le haut de la pente. La vitesse au moment du contact étant sensiblement identique à chaque atterrissage, l'énergie de l'avion au début du virage aurait alors été plus importante.

Les membres de l'équipage témoignant de la similitude des trajectoires lors des deux atterrissages, et notamment de l'identité du point d'aboutissement, l'hypothèse d'une évolution du choix du point d'aboutissement par rapport à celui qui était initialement prévu est rejetée.

2.4.2. Inadaptation de la configuration de l'avion pour l'atterrissage

Le pilote a choisi de placer les volets dans la position « décollage¹¹ » pour réaliser les deux atterrissages sur le glacier du Tour. Compte tenu de la puissance maximale du moteur réduite à cette altitude et de l'importance de la traînée de l'avion lorsque les volets sont en position « atterrissage », ce choix a été motivé par le souci de disponibilité d'énergie en cas de nécessité de correction du plan de descente en finale.

Lors de l'atterrissage sur une altisurface, l'arrondi est très prononcé : il permet de réaliser la transition entre un plan de descente dont la pente est voisine de 7% avec le plan de la surface d'atterrissage dont la pente peut dépasser 20%. Afin d'exécuter cette manœuvre à une vitesse la plus sécurisante possible par rapport au décrochage, les volets sont placés en position atterrissage pour réduire la vitesse de décrochage à sa valeur la plus faible.

¹¹ La commande des volets hypersustentateurs du D140R permet de les placer dans l'une des positions suivantes : rentrés (0°), décollage (14°), atterrissage (55°).

Dans le but de corriger un éventuel écart par rapport au plan de descente, il est préconisé de conserver la possibilité d'augmenter ou de réduire la puissance du moteur, et pour cela maintenir un régime moyen. La technique consiste à adopter une pente de descente en cohérence avec le niveau de ce régime moteur.

Dans l'hypothèse où l'avion a subi une accélération d'origine externe lors de l'arrondi, les volets étant placés en position décollage, la résorption de cet apport d'énergie a été moindre que s'ils avaient été placés en position pour l'atterrissage. La traînée est en effet moins importante en configuration pour le décollage que pour l'atterrissage. De ce fait, l'apport d'énergie a augmenté la distance entre le point d'aboutissement et le point de contact et entraîné un atterrissage long, lequel a conduit à la réalisation d'un virage de retournement à vitesse excessive.

La configuration des volets en position décollage n'est utilisée que dans le cas d'un atterrissage par fort vent de face. Il s'agit dans ce cas de prévenir les conséquences d'une éventuelle rafale de vent sur la vitesse de l'avion en favorisant sa capacité d'accélération.

En conséquence, l'hypothèse d'une inadaptation de la configuration de l'avion pour l'atterrissage est certaine.

2.4.3. Absence d'une échappatoire en cas d'atterrissage long

La reconnaissance du glacier, de la zone d'atterrissage et des points caractéristiques choisis (aboutissement, contact, et retournement) a permis au pilote de prendre conscience de la proximité entre le point de contact escompté et le point de retournement d'une part, et entre le point de retournement et l'abrupt d'autre part. Il n'avait cependant pas été envisagé d'échappatoire en cas d'atterrissage long.

L'hypothèse que l'absence de préparation d'une échappatoire dans le cas d'un atterrissage long ait contribué à l'événement est certaine.

L'orientation possible après le point de contact de la trajectoire au sol vers la gauche où la pente du terrain est plus forte aurait permis une décélération plus importante de l'avion.

2.4.4. Méconnaissance des prévisions des vents propres à l'altisurface et défaut de prise en compte d'éléments extérieurs

La veille du vol, lors de sa préparation, le pilote a examiné les prévisions météorologiques. Avant le départ en vol, il a consulté les dernières observations et prévisions météorologiques relatives aux terrains situés au voisinage du trajet prévu (voir § 1.6).

Les prévisions émises par la station de météorologie de montagne de Chamonix faisaient état d'un vent du nord-ouest fort à 3 000 mètres à très fort à 4 000 mètres (40 à 80 km/h). Ce vent représentait donc une composante arrière pour l'atterrissage envisagé. Le pilote n'était pas informé de cette prévision de vent en altitude.

Au cours du vol, il a reçu par radio l'information relative à la difficulté d'un atterrissage sur le glacier compte tenu du vent. Il a constaté la présence de vents importants sur les crêtes lors de la reconnaissance de la zone du glacier du Tour, et de vent arrière en finale lors du premier atterrissage.

Ces informations sur les vents susceptibles d'être rencontrés pouvaient apporter une aide à la décision du pilote par une meilleure évaluation des risques encourus à la réalisation de l'atterrissage.

L'hypothèse que la méconnaissance des prévisions des vents propres à l'altisurface et le défaut de prise en compte d'éléments extérieurs ait faussé l'appréciation du risque est certaine.

2.4.5. Excès de confiance suite à la réussite du premier atterrissage

Le premier atterrissage sur le glacier du Tour a été réalisé avec succès, le vent arrière constaté n'a pas gêné le pilote dans sa manœuvre.

La difficulté inhérente à cette contrainte a été surmontée par le savoir-faire du pilote. La réussite de l'atterrissage a pu renforcer son assurance de la faisabilité de son renouvellement. Une dégradation des conditions de réalisation de la manœuvre ne semble pas avoir été envisagée.

Un excès de confiance induit par la réussite du premier atterrissage a pu contribuer aux causes de l'événement.

3. CONCLUSION

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

- Le pilote était titulaire des qualifications nécessaires à l'exécution du vol.
- L'événement s'est produit lors du deuxième atterrissage sur la même zone de poser.
- La trajectoire finale de l'avion jusqu'à l'arrondi, similaire à celle décrite lors de l'atterrissage précédent, et a été réalisée en présence de vent arrière.
- Aucune défaillance de la manœuvrabilité de l'avion n'a été constatée.
- L'endommagement des atterrisseurs a été provoqué par l'application d'efforts latéraux excessifs liés au dérapage lors du virage de retournement.

3.2. Causes de l'événement

Les investigations ont montré que le contexte aérologique de la zone de l'atterrissage a pu soumettre l'avion à une rafale de vent arrière pendant l'arrondi, conduire à un poser long et augmenter l'énergie cinétique de l'avion. Dans cette hypothèse, la position des volets n'était pas appropriée pour résorber l'excédent de vitesse de façon optimale.

L'événement est survenu sur une altisurface dont l'environnement ne permettait pas d'envisager une échappatoire manifeste en cas d'incident à l'atterrissage.

La connaissance incomplète des prévisions des vents propres à l'altisurface et le défaut de prise en compte d'éléments extérieurs a altéré l'appréciation du risque.

Un excès de confiance induit par la réussite du premier atterrissage a pu contribuer aux causes de l'événement.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Echappatoire lors de l'atterrissage

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande à la direction générale de l'armement

de rendre systématique l'élaboration d'une échappatoire lors de la reconnaissance effectuée avant un atterrissage en montagne, et de proscrire les atterrissages sur les altisurfaces dont les caractéristiques ne permettent pas d'en envisager.

4.1.2. Prise en compte des éléments extérieurs

Les vols en montagne sont tributaires de conditions météorologiques spécifiques et requièrent la connaissance des particularités aérologiques propres aux zones d'évolutions. Celles-ci peuvent être émises par les stations météorologiques de montagne.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à la direction générale de l'armement

le recueil, lors de la préparation des vols en montagne, des informations propres aux zones concernées auprès des stations météorologiques de montagnes compétentes.

4.1.3. Configuration pour l'atterrissage

Dans l'hypothèse d'une rafale de vent arrière survenue au cours de l'arrondi, la configuration de l'avion a favorisé un poser long. La position des volets hypersustentateurs n'était pas adaptée à la gestion optimale de l'énergie de l'avion.

Le bureau enquêtes accidents défense air rappelle les enseignements dispensés lors des formations au vol en montagne qui prévoient de placer les volets hypersustentateurs en position « atterrissage » lors de l'atterrissage sur une altisurface sauf dans le cas de fort vent de face.

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

L'événement a eu lieu après trois heures et quarante cinq minutes de vol, et onze atterrissages sur des altisurfaces. Bien que cette activité aérienne ne présente pas de critères excessifs tant dans sa durée que dans la difficulté de son exécution, elle se déroule dans un environnement naturel particulier. Aussi, afin de favoriser l'adaptation de l'activité aérienne envisagée à son environnement par une accoutumance au milieu, le BEAD-air recommande à la direction générale de l'armement

de prévoir lors de la préparation de vol en montagne et préalablement à une activité sur altisurface :

- la réalisation d'une escale au terme du transit vers le massif montagneux concerné ;**
- la mise à profit de cette escale pour actualiser l'information de l'équipage sur les conditions aérologiques relatives à la zone de travail envisagée.**