

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 16 février 2006

RAPPORT PUBLIC



BEAD-T-2005-012-A

Date de l'événement	30 juillet 2005
Lieu	République de Djibouti
Type d'appareil	SA 341 GAZELLE
Immatriculation	FMCMB n° 1285
Organisme	Armée de terre
Unité	Forces Françaises stationnées à Djibouti (FFDJ)

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.

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 exclusive 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.

TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Synopsis</i>	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol	7
1.1.1. Mission	7
1.1.2. Déroulement	7
1.1.2.1. Préparation du vol	7
1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement	7
1.1.2.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol	8
1.1.3. Localisation	9
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.5.1. Membres d'équipage de conduite	10
1.5.1.1. Commandant de bord	10
1.5.1.2. Pilote	11
1.6. Renseignements sur l'aéronef	12
1.6.1. Maintenance	12
1.6.2. Performances	13
1.6.3. Carburant	13
1.6.4. Autres fluides	13
1.7. Conditions météorologiques	13
1.7.1. Observations	13
1.8. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.8.1. Examen de la zone	14
1.8.2. Examen de l'épave	14
1.8.2.1. Etat général	14
1.8.2.2. Séquence d'arrêt	14
1.8.2.3. Examen préliminaire et constatations faites sans dépose	14
1.8.2.4. Examen approfondi suite à la récupération de l'aéronef et prise en compte par les ateliers	15
1.9. Renseignements médicaux et pathologiques	16
1.9.1. Membres d'équipage de conduite	16
1.9.1.1. Commandant de bord	16
1.9.1.2. Pilote	16
1.10. Survie des occupants	16
1.10.1. Evacuation de l'appareil	16
1.10.2. Déclenchement de l'alerte	16
1.10.3. Organisation des secours	17
2. Analyse	18
2.1. Causes d'origine environnementale	18
2.2. Cause d'origine technique	19
2.3. Causes d'origine humaine	20
2.3.1. Isolement du commandant de bord	21
2.3.1.1. Poursuite de la finale après la perte de référence du pilote place droite	21
2.3.1.2. L'absence de redéfinition de l'équipage	23
2.3.2. La panne de JVN : situation du commandant de bord	24
2.3.3. Action du commandant de bord sur le pas général : acte réflexe	25
2.4. Analyse de l'expertise des JVN du commandant de bord	26

2.4.1. Expertise de la paire de JVN	26
2.4.2. Entretien et suivi des JVN	26
3. Conclusion	28
3.1. Cause d'origine technique : la panne d'alimentation électrique des JVN	28
3.2. Causes d'origine humaine	28
3.2.1. L'imprécision de la rédaction de la procédure "poser poussière sous JVN"	28
3.2.2. Réactions du pilote commandant de bord	29
3.3. Cause d'origine environnementale	29
4. Recommandations de sécurité	30
4.1. Recommandations ayant trait à l'événement	30
4.1.1. Suivi et maintenance des kits JVN	30
4.1.2. Procédure de poser poussière sous JVN	31
4.2. Recommandation n'ayant pas trait à l'évènement	32
ANNEXES	33
1. FICHE B « Poser poussière sous JVN »	34

SYNOPSIS

Date de l'événement : 30 juillet 2005 à 19h30¹.

Lieu de l'événement : République de DJIBOUTI.

Armée : Armée de terre (ALAT²).

Commandement organique : Forces françaises à DJIBOUTI (FFDJ).

Aéronef : SA341.

Nature du vol : entraînement au poser poussière sous JVN³.

Nombre de personnes à bord : deux.

Résumé de l'événement

Lors d'un entraînement au poser sous JVN en zone sablonneuse, le commandant de bord (CDB), confronté en très courte finale à une panne de ses jumelles de vision nocturne, plaque son appareil au sol.

L'hélicoptère est endommagé lors de ce poser.

L'équipage est indemne.

Enquête technique

Président du groupe d'enquête technique : un officier enquêteur du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé enquêteur désigné.

Composition du groupe d'enquête technique :

un enquêteur de première information (EPI),

un officier pilote ayant une expertise sur Gazelle SA341,

un officier mécanicien ayant une expertise sur Gazelle SA341.

¹ Sauf précision contraire, les horaires sont exprimés en heures locales.

² ALAT : aviation légère de l'armée de terre.

³ JVN : jumelle de vision nocturne.

Organisation de l'enquête

L'enquête sur place est confiée à l'enquêteur de première information et aux experts. L'EPI étant en permission et rentrant de France le 4 août, les deux experts gèrent les premiers éléments de l'enquête, notamment l'examen de la zone et de l'aéronef, ainsi que le rapatriement de l'appareil sur le DETALAT⁴.

Enquête judiciaire

Néant.

⁴ DETALAT : détachement de l'aviation légère de l'armée de terre.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

DEROULEMENT DU VOL

Mission

Indicatif mission	DRAKKAR 22
Type de vol	JVN
Type de mission	Entraînement aux posers « poussière »
Dernier point de départ	DJIBOUTI AMBOULI
Heure de départ	19H10
Point d'atterrissage prévu	Retour prévu sur DJIBOUTI AMBOULI à 20h15

Déroulement

Préparation du vol

Cette mission est inscrite la veille sur la feuille d'ordre du DETALAT et sur la feuille d'activité des FFDJ.

Un ordre de mission aérienne est diffusé la veille par les opérations du DETALAT, prescrivant la nature du vol et la zone de travail.

Un *briefing* est effectué par le commandant de bord une heure avant le décollage.

La visite avant vol est effectuée de jour.

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

L'appareil décolle à 19h10, à la tombée de la nuit aéronautique. L'équipage effectue une phase de navigation sous JVN vers une première aire de poser sablonneuse.

L'équipage recalcule la masse et vérifie les paramètres pour s'assurer de la faisabilité du poser⁵.

L'approche est réalisée par le pilote en place droite, le commandant de bord annonce les hauteurs de passage. Après l'annonce « 10 mètres », le commandant de bord ordonne une remise de gaz dans un but uniquement pédagogique.

La procédure de remise de gaz est effectuée conformément aux procédures en vigueur et la Gazelle repart en navigation JVN pour une deuxième aire de poser à proximité de la première (entre un et deux kilomètres plus loin).

Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

La deuxième approche sur une aire de poser sablonneuse, débute normalement.

Les sécurités dans l'axe et en dessous sont vérifiées, le commandant de bord annonce les hauteurs de passage tandis que le pilote en place droite progresse dans sa finale. À l'annonce des 30 mètres, le pilote aux commandes répond :

« Sécurité au décollage : c'est libre ».

Le commandant de bord à gauche continue l'égrenage des hauteurs de passage : 25 mètres, 20 mètres, 15 mètres, 10 mètres, 5 mètres.

A l'annonce des 5 mètres, le pilote aux commandes à droite voit arriver le nuage de poussière. Quelques instants après, il perd de vue son repère sol et annonce :

« Perte de référence, je remets les gaz ».

Le commandant de bord, qui a pu maintenir ses références sol, ordonne alors :

« J'ai les commandes, j'ai toujours de bons repères ».

Et il poursuit la finale.

Le pilote à droite cherche à retrouver des références sol.

Un instant plus tard, les JVN du commandant de bord tombent en panne.

⁵ Cette vérification a pour objet de s'assurer que la machine a bien les performances pour pouvoir redécoller ou effectuer une remise de gaz.

Il décide de plaquer l'appareil au sol. Lors du contact, un bruit est entendu par l'équipage et l'appareil bascule légèrement sur la gauche.

L'équipage effectue une procédure d'arrêt et évacue l'appareil par la porte droite.

Localisation

Lieu :

⇒ pays : République de DJIBOUTI,

⇒ coordonnées géographiques :

▪ N 11°21,364'

▪ E 043°00,928'

⇒ altitude du lieu de l'événement : 320'.

➤ Luminosité : nuit de niveau 4.

➤ Aéroport le plus proche au moment de l'événement : DJIBOUTI AMBOULI à 22 Nm⁶ dans le 025° du lieu de l'événement.

TUES ET BLESSES

Aucun.

DOMMAGES A L'AERONEF

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
-	-	-	X	-

AUTRES DOMMAGES

Aucun.

⁶ Nm : *nautical mile* (mille nautique – 1 Nm = 1852 mètres).

RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL**Membres d'équipage de conduite***Commandant de bord*

Age : 37 ans.

Unité d'affectation : 5^{ème} RHC ⁷, en mission de courte durée au DETALAT DJIBOUTI depuis le 26 juin 2005,

⇒ fonction à bord : commandant de bord sur SA 341.

Spécialité :

qualifié pilote : le 1^{er} mars 1991,

qualifié commandant de bord : le 1^{er} juillet 1998,

qualifié JVN stade 2 : le 30 juillet 1993,

qualifié commandant de bord JVN : le 30 janvier 1999.

Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé	Depuis le 26 juin 2005 ⁸
	Sur tous types	dont SA341 HAP	Sur SA341 HAP	Sur SA341 HAP
Total	2500	2350	62.6	19.2
Dont nuit	240	200	9.4	6
Dont JVN	170	151	8.4	4.1
Dont VSV	160	130	13.1	0.4

⁷ 5^{ème} RHC : 5^{ème} régiment d'hélicoptères de combat.

⁸ Date d'arrivée du commandant de bord à DJIBOUTI.

Date du dernier vol comme pilote :

sur l'aéronef :

- de jour : le 24 juillet 2005,
- sous JVN : le 25 juillet 2005,
- une séance d'entraînement aux posers poussière de jour : le 11 juillet 2005,
- trois séances d'entraînement aux posers poussière sous JVN : les 12, 23 et 25 juillet 2005.

Pilote

- Age : 26 ans.
- Unité d'affectation : 5^{ème} RHC, en mission de courte durée au DETALAT DJIBOUTI depuis le 10 juin 2005,
⇒ fonction dans l'unité : pilote SA341.
- Spécialité :
⇒ qualifié pilote : le 13 mars 2003,
⇒ qualifié JVN stade 2 : le 26 juin 2003,
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Depuis le 11 juin 2005⁹
	Sur tous types	dont SA341 HAP	Sur tous types	Sur SA341 HAP	Sur SA341 HAP
Total	554	200	133	35	25.5
Dont nuit	88	18	28	3	1.7
Dont JVN	64	14	23	2.7	1.3
Dont VSV	60	16	3.5	1	0

⁹ Date d'arrivée du pilote à DJIBOUTI.

Date du dernier vol comme pilote :

sur l'aéronef :

de jour : le 30 juillet 2005,

sous JVN : le 23 juillet 2005,

une séance d'entraînement aux posers poussière de jour :
le 05 juillet 2005,

une séance d'entraînement aux posers poussière sous JVN :
le 23 juillet 2005.

RENSEIGNEMENTS SUR L'AERONEF

- Armée : Armée de terre.
- Commandement d'appartenance : FFDJ.
- Base aérienne de stationnement : DJIBOUTI.
- Unité d'affectation : DETALAT.
- Type d'aéronef : SA 341 F2,
- ⇒ configuration : lisse cinq places,
- ⇒ armement : néant.

	Type - série	Numéro	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SA 341 F2	1285	Dernière RG ¹⁰ le 18/12/96 soit depuis 2232.3 HdV ¹¹	Dernière VP ¹² T1 le 23/04/05 soit depuis 62.5 HdV
Moteur	ASTAZOU III C2	5020	Dernière RG le 03/08/04 soit depuis 12.3 HdV	Dernière VP inconnue

1.1.1. Maintenance

Le groupe turbo moteur (GTM) a été échangé le 18 juillet 2005 à la suite d'une érosion des pales du compresseur hors tolérance.

L'examen de la documentation 2^{ème} partie de l'aéronef ne fait état d'aucune anomalie.

¹⁰ RG : révision générale.

¹¹ HdV : heures de vol.

¹² VP : visite périodique.

1.1.2. Performances

La masse et le centrage sont dans les normes.

1.1.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : TR0¹³, dénomination : SEA F 34.
- Quantité de carburant au décollage : 350 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 260 litres.
- Observation : le test HYDROTEST, effectué après l'accident, s'est révélé négatif.

1.1.4. Autres fluides

Les prélèvements d'huile GTM, BTP¹⁴, BTA¹⁵ et HYD¹⁶ ont été effectués et n'ont révélé aucune anomalie.

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Observations

- A Djibouti : nuit de niveau 4. Pas de nuage. Lumière stellaire.
Vent calme annoncé par la tour.
Visibilité > 10 km.
- Sur la zone d'accident : léger vent, estimé à 10/15 km/h du 060° par l'équipage lors de sa mise en place et confirmé lors de la première approche par le défilement et le dérapage.

¹³ TR0 : kérosène.

¹⁴ BTP : boîte de transmission principale.

¹⁵ BTA : boîte de transmission arrière.

¹⁶ HYD : hydraulique.

RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT

Examen de la zone

L'aéronef est posé dans un *oued* situé à 25 kilomètres au Sud/Sud/Ouest de la ville de DJIBOUTI (axe DJIBOUTI / HOL HOL). Le patin gauche repose sur toute sa longueur dans une ornière profonde d'une dizaine de centimètres. Le coupe câble inférieur est très proche du sol mais il n'est pas à son contact (5 centimètres).

Examen de l'épave

Etat général

L'appareil est posé, incliné sur la gauche. La masse approximative de l'aéronef au moment de l'évènement est de 1640 kg.

1.1.4.1. Séquence d'arrêt

L'observation de l'intérieur cabine permet de constater :

- le bouton HYD du pas général sur marche,
- le frein rotor vers l'avant,
- la manette coupe-feu freinée vers l'avant,
- la manette de débit vers l'arrière,

⇒ la séquence d'arrêt a été réalisée conformément au manuel de vol.

1.1.4.2. Examen préliminaire et constatations faites sans dépose

Les dommages se situent dans la zone de structure primaire au niveau de la jambe de train avant gauche.

Il a été constaté :

- une rupture de la traverse avant au droit de sa fixation (palier support côté gauche),
- aucune déformation visuelle du palier support gauche de la traverse avant,

- une déformation de la cornière supérieure de la poutre longitudinale gauche au niveau du passage de la traverse,
- une déchirure du revêtement latéral gauche au niveau du passage de la traverse,
- une déchirure et déformation du plancher passager (sous le siège passager),
- une déformation du portillon gauche entraînant un verrouillage difficile de la porte.

Examen approfondi suite à la récupération de l'aéronef et prise en compte par les ateliers

Les opérations suivantes ont été effectuées en atelier de niveau technique d'intervention de 2^{ème} degré (NTI2) :

- dépose du train d'atterrissage : le jeu de la rotule ferrure de la traverse arrière est hors norme ; marquage de la jambe de train avant gauche,
- inspection des traverses avant et arrière : traverse avant hors service avec rupture au droit de sa fixation ; traverse arrière dans les normes (droit : 2.7, centre : 3.3 et gauche : 2.9),
- inspection des patins d'atterrisseurs : déformation du patin gauche et de la plaque d'usure arrière,
- inspection de la structure principale : en plus des constatations initiales, un nouveau départ de crique (longueur 5 cm) au niveau de la verrière a été décelé (partie supérieure, avant gauche au niveau de la lunette de visée ATHOS),
- recherche de crique sur cadre de la poutre de queue : une crique de 2.5 cm a été trouvée sur le cadre de liaison cellule / poutre de queue, elle se situe au niveau du deuxième trou sous le pion de centrage gauche,
- inspection de la suspension de la BTP : craquelure de la peinture au niveau de la chape de la ferrure gauche de la platine à bielle.

RENSEIGNEMENTS MEDICAUX ET PATHOLOGIQUES

Membres d'équipage de conduite

Commandant de bord

Dernier examen médical :

type : CEMPN¹⁷,

date : 29 mars 2005,

résultat : apte 24 mois,

⇒ examens biologiques : effectués.

Blessures : léger tassement de vertèbre (qui pourrait éventuellement être antérieur à l'accident).

Pilote

Dernier examen médical :

⇒ type : CEMPN.

⇒ date : 29 mars 2005,

⇒ résultat : apte 24 mois,

⇒ Examens biologiques : effectués.

Blessures : aucune.

SURVIE DES OCCUPANTS

Evacuation de l'appareil

La porte avant gauche étant enfoncée et bloquée, le commandant de bord a évacué l'appareil par la porte droite.

Déclenchement de l'alerte

L'équipage essaye de donner l'alerte par téléphone portable mais la zone est hors réseau. Le commandant de bord retourne à l'appareil, remet la batterie et essaie plusieurs fois sans succès de contacter quelqu'un sur les fréquences auto information, TWR et opérations DETALAT.

¹⁷ CEMPN : centre d'expertises médicales du personnel navigant.

Il décide de déclencher la balise de détresse de l'appareil à 19h45.

Organisation des secours

- 20h30 (15 minutes après l'heure de retour prévue) : le bureau des « opérations » du DETALAT contacte la tour et le directeur des vols (l'officier de permanence commandement de la BA 188) pour savoir s'ils ont contact radio avec la Gazelle.
- 20h45 : après plusieurs essais infructueux, un compte rendu est fait à l'officier de permanence « opérations » de l'EMIA¹⁸ qui débute l'application de la fiche réflexe SAR¹⁹, notamment le déclenchement du PMSA (plan militaire de secours aéronautique) et le rappel des équipages des deux Puma en alerte SAR et EVASAN²⁰.
- 21h15 : mise en place du quadrillage de recherche et prise des mesures de coordination entre les deux Puma.
- 21h50 : positionnement d'une balise de détresse par le centre de surveillance de TOULOUSE en 07°59.2N / 043°31.4 E (84%) ou 06°42.5 N / 038°02.9 E (16%). Ces positions situées en ETHIOPIE sont déclarées impossibles.
- 22h00 et 22h10 : décollage des deux Puma.
- 22h10 : nouveau positionnement de la balise de détresse par le centre de surveillance de TOULOUSE en **11°21.6 N / 043°01.0 E** (98%) ou 13°35.9 N / 053°06.8 E (16%).
- 22h12 : contact radio entre le Puma EVS et la Gazelle.
- 22h25 : poser des deux Puma à coté de la Gazelle. Le Puma SAR médicalisé reste sur la zone et prend en compte l'équipage. Le deuxième Puma retourne sur DJIBOUTI pour récupérer un groupe de protection pour garder l'appareil accidenté. L'OSV²¹ du DETALAT se rend sur zone avec cet appareil pour effectuer les premières investigations.
- 23h00 : retour des deux appareils sur DJIBOUTI.

¹⁸ EMIA : état major inter armées.

¹⁹ SAR : *search and rescue* (recherche et sauvetage).

²⁰ EVASAN : évacuation sanitaire.

²¹ OSV : officier sécurité des vols.

ANALYSE

Les déformations mécaniques identifiées sur l'hélicoptère sont les conséquences directes d'un **poser dur** survenu lors de l'entraînement à l'atterrissage, sous JVN, sur sol sablonneux.

Ce poser dur correspond à un atterrissage avec une vitesse verticale supérieure à celle supportable par la structure de la machine.

Ce chapitre consistera donc à mettre en exergue les causes de cette vitesse verticale excessive ainsi que celles qui auraient pu avoir une influence sur les dégâts constatés sur la machine.

Les causes peuvent être d'origine environnementale, technique ou humaine.

Ces causes peuvent être isolées ou combinées entre elles.

CAUSES D'ORIGINE ENVIRONNEMENTALE

Les témoignages de l'équipage, les observations MTO²², l'absence de foyer orageux, la faiblesse du vent au moment de l'événement excluent l'influence de tout phénomène météorologique sur la vitesse verticale de la machine.

En revanche, le patin gauche de la Gazelle est retrouvé bloqué dans une ornière²³. Sans qu'il soit possible d'en mesurer l'influence, cette situation est de nature à, sinon provoquer, du moins aggraver les dégâts sur la structure de l'hélicoptère.

- **Aucune cause environnementale n'est à l'origine du poser dur.**
- **La présence d'une ornière sur l'aire de poser contribue aux conséquences de l'évènement.**

²² MTO : météorologique.

²³ Le fait que l'appareil se soit posé dans une ornière a peut-être favorisé la rupture de la traverse avant. En effet, l'effet élastique du train n'a joué que sur le seul patin droit. Une assiette légèrement inclinée sur l'avant gauche a pu accentuer ce phénomène, le premier contact se faisant uniquement sur le patin gauche. La nature du sol, contribuant à la rupture de la traverse, constitue probablement un facteur aggravant.

CAUSE D'ORIGINE TECHNIQUE

Lors du poser dur, l'équipage respecte toutes les limitations de masse, de centrage et de température. L'hélicoptère est dans son domaine de vol.

Les témoignages de l'équipage, la réserve de puissance constatée au décollage de la piste et lors de la première approche, l'examen du devis de masse et des courbes moteur, les paramètres normaux relevés lors de la coupure et l'examen du moteur (douze heures de fonctionnement) permettent d'exclure toute panne de motorisation qui pourrait justifier d'une vitesse verticale hors norme.

Par ailleurs, l'atterrissage est réalisé alors que le pilote aux commandes est en panne de JVN. Suite à cette panne, le pilote réalise son atterrissage en l'absence de toute référence visuelle ce qui ne lui permet pas de mesurer l'influence de ses actions aux commandes et a donc une répercussion sur la vitesse verticale de la Gazelle.

L'examen de la paire de JVN et les essais effectués après l'évènement confirment un dysfonctionnement du système d'alimentation électrique. Une première observation extérieure indique que le câble reliant le boîtier d'alimentation aux jumelles est détérioré au niveau de sa connexion sur le boîtier.

Une expertise de la paire de JVN auprès du 9^{ème} Bataillon du Matériel – Détachement de Vayres (33), spécialisé dans l'entretien de 2^{ème} échelon des matériels d'optronique, a été demandée par le BEAD-air.

Les résultats de cette expertise font l'objet de l'analyse du chapitre 2.4.

La panne de JVN contribue aux causes de l'évènement

CAUSES D'ORIGINE HUMAINE

Le poser est réalisé par le pilote commandant de bord en place gauche.

Comme il a été précisé précédemment, la Gazelle était en parfait état de fonctionnement et l'absence de tout phénomène aérologique notable, permet d'affirmer que seules les actions du pilote sur le pas général peuvent justifier d'une vitesse verticale excessive de la Gazelle au moment du touché avec le sol.

La vitesse verticale excessive de la Gazelle au moment du contact avec le sol résulte uniquement des actions du pilote sur le pas général.

Cependant, l'expérience de ce pilote, tant sur la machine, sur le territoire de DJIBOUTI, que sur les posers poussière de jour comme de nuit, ne permet pas de mettre en cause sa seule technicité pour expliquer l'évènement.

Ainsi, les actions aux commandes du pilote, qui impriment une vitesse verticale excessive à l'hélicoptère au moment du contact avec le sol, sont-elles indissociables du contexte de perte de référence visuelle du pilote aux commandes induit par la coupure de l'alimentation électrique de ses JVN.

La panne de JVN, survenue à proximité du sol, plonge brutalement le commandant de bord dans le noir. Face à cet évènement, le commandant de bord se retrouve dans la situation suivante :

- la procédure poser poussière sous JVN, qui n'envisage pas ce cas de figure, ne lui est d'aucun secours,
- sans projet d'action, il n'a jamais envisagé cette panne,
- isolé, il ne peut plus compter sur l'aide de son second pilote,
- la situation est critique, elle exige une réaction immédiate.

Les actions du pilote sur les commandes de vols sont la conséquence directe de la panne de JVN.

1.1.5. Isolement du commandant de bord

Après le passage des 5 mètres/sol, le pilote à l'instruction annonce la perte de ses références sol.

Le commandant de bord à gauche, qui a conservé de bonnes références visuelles, prend l'initiative de poursuivre la finale en reprenant les commandes.

Le transfert de commande s'effectue sans ambiguïté par l'annonce du commandant de bord : « j'ai les commandes, j'ai de bons repères ».

En revanche, la nouvelle fonction du pilote en place droite ne semble pas avoir été définie. Il se concentre alors sur l'extérieur dans l'espoir de récupérer des références sol qu'il ne retrouvera pas. Il ne surveille pas les instruments de sa planche de bord et ne voit rien à l'extérieur. Dans ces conditions, il n'est plus d'aucune utilité pour la procédure de poser poussière sous JVN qui se déroule désormais sans lui.

La finale se poursuit donc, non plus en équipage, mais en **mono pilote**.

Ainsi, lorsque le commandant perd l'alimentation électrique de ses JVN, il perçoit qu'**il est le seul à devoir réagir** à cette situation critique.

Lorsque survient la panne de JVN, le pilote place droite ne jouait plus aucun rôle dans l'équipage.

1.1.5.1. Poursuite de la finale après la perte de référence du pilote place droite

Au cours d'une finale poser poussière JVN, le cas de figure d'une perte de référence sol par le pilote aux commandes constitue un événement à la fois ordinaire et prévisible.

Telle que rédigée²⁴, la procédure de poser poussière JVN n'envisage ce cas qu'à l'issue des 10 mètres/sol pour la prise de décision que doit annoncer le pilote aux commandes. Et encore, de manière implicite. La seule réaction préconisée est la remise de gaz. Le transfert des commandes au second pilote qui aurait, lui, conservé de bonnes références, n'est pas envisagé.

Après la prise de décision aux 10 mètres, la procédure n'envisage plus du tout le cas de la perte de référence sol.

La décision du commandant de bord d'effectuer un transfert de commande à l'annonce « perte de référence » de son pilote à droite pour poursuivre la finale s'appuie donc sur les trois éléments suivants :

- l'imprécision de la procédure concernant les pertes de référence sol et l'absence de toute directive sur un éventuel transfert des commandes,
- le caractère instruction de la mission qui peut légitimer la prise de commande du commandant de bord pour démonstration,
- l'incitation à éviter les remises de gaz induite par la rédaction de la procédure de 1994 :
 - ⇒ la fiche indique que « [la précaution, à l'instruction, d'aller croissant dans la difficulté] **évitera les remises de gaz** à répétition, psychologiquement **néfastes** à la mise en confiance du pilote »,
 - ⇒ l'équipage vient justement de réaliser sa première approche avec remise de gaz.

Ainsi, le commandant de bord prend les commandes de la machine, pour la première fois dans le vol, à moins de 5 mètres du sol, pour l'exécution d'un poser poussière de nuit sous JVN.

Il les reprend donc à un moment des plus défavorables, dans le nuages de poussière et à quelques secondes seulement du touché (nécessité d'un pilotage très fin).

²⁴ L'équipage disposait de la procédure mise à jour en janvier 1994 cf. annexe 1 « fiche B » ch. 4 « approche ».

- **Telle que rédigée, la procédure laisse au CDB l'initiative d'un transfert de commande à tous moments pour poursuivre la finale.**
- **Le CDB décide d'un transfert des commandes à moins de 5 mètres du sol.**

1.1.5.2. L'absence de redéfinition de l'équipage

Le transfert des commandes au commandant de bord en place gauche modifie bien sûr les attributions de chacun des membres de l'équipage.

Pourtant, la redéfinition de l'équipage n'a jamais été abordée :

- la procédure, qui n'envisage pas ce cas de figure, ne définit donc aucune modalité concernant ce transfert,
- le commandant de bord ne fait aucune annonce à ce sujet sur le téléphone de bord. Soudainement accaparé par les contraintes du pilotage en pleine finale, il ne dispose pas des ressources attentionnelles suffisantes pour pouvoir concevoir une nouvelle définition de l'équipage adapté à la situation et à ses contraintes prévisibles,
- la réaction du pilote en place droite qui se concentre uniquement sur l'extérieur pour tenter de réacquérir des références atteste que les modalités de ce transfert n'ont pas non plus été abordées lors du briefing avant vol.

- **La redéfinition des rôles attribués aux deux pilotes après un transfert des commandes n'est anticipée ni par la procédure, ni par l'équipage.**
- **Au moment du transfert des commandes, le commandant de bord ne dispose plus des ressources attentionnelles suffisantes pour pouvoir improviser cette redéfinition.**

La panne de JVN : situation du commandant de bord

La panne d'un équipement JVN est un évènement dont la probabilité d'occurrence ne pourra jamais être nulle et dépendra essentiellement des contraintes d'utilisation et de maintenance.

Pourtant, le cas de la panne JVN en finale (cas le plus pénalisant) n'est pas abordé dans les procédures. A cette panne toujours possible, la procédure ne sensibilise donc pas l'équipage à ces conséquences et ne propose aucune parade.

Le *briefing* de l'équipage avant le vol n'a pas non plus envisagé la possibilité de la survenue d'une telle panne à un moment aussi critique que la très courte finale. Il est probable que le commandement de bord ait suivi le canevas de la procédure (qui n'envisage pas cette panne) pour mener son *briefing*.

Ainsi, lorsqu'à très faible hauteur survient la panne de JVN du commandant de bord, celui-ci se retrouve dans la situation suivante :

- état de stress lié à la surprise face à une panne qu'il n'avait jamais envisagée se produire à ce moment et qui le plonge brutalement dans le noir,
- nécessité de réagir en extrême urgence : le pilotage de la finale n'est pas possible sans les JVN,
- aucun projet d'action prédéterminé pour y faire face,
- le pilote place droite, déconnecté de la procédure, ne peut lui être d'aucun secours,

La panne de ses JVN place le commandant de bord dans une situation critique²⁵ et imprévue.

²⁵ Situation critique = situation exigeant une réaction immédiate.

1.1.6. Action du commandant de bord sur le pas général : acte réflexe

Réagir sainement et avec le plus de chances de réussite à une situation urgente et critique nécessite pour le pilote :

- l'acquisition d'un automatisme préétabli, qui assure à la fois la pertinence de la manœuvre et l'efficacité de sa réalisation (ce qui correspond à concevoir la décision et le schéma de réponse à l'évènement avant qu'il ne survienne),
- une préparation mentale à son application (par un *briefing* par exemple) qui permet de pallier l'effet paralysant de la surprise (il s'agit d'activer le schéma d'action et la décision préalablement établi pour se tenir prêt à son application le cas échéant).

Si ces deux conditions ne sont pas satisfaites, la réaction du pilote n'est plus qu'une manœuvre de survie dont tant la pertinence que la sûreté de réalisation ne peuvent être qu'aléatoires.

Lors de sa panne de JVN, le commandant de bord subit à la fois l'effet de surprise et l'absence de schéma de réponse.

Son action sur le pas général ne correspond plus qu'à un acte instinctif décorrélé de toute logique. Il serait vain de vouloir lui trouver une signification traduisant une démarche construite et délibérée. Elle n'est que la résultante d'une perception partielle de la situation imposée par l'effet de surprise, l'état de stress du pilote et l'impérieuse nécessité d'agir.

A ce stade de surprise et d'impréparation, obtenir, de la part d'un pilote, une réaction parfaitement adéquate ne peut relever que d'une très faible occurrence

L'action du pilote sur le pas général correspond à un acte instinctif en l'absence de toute préparation à la situation.

1.2. ANALYSE DE L'EXPERTISE DES JVN DU COMMANDANT DE BORD

1.2.1. Expertise de la paire de JVN

L'expertise des JVN utilisées a été confiée au détachement de Vayres du 9^{ème} Bataillon du Matériel.

Le résultat de cette expertise est présenté en annexe 1, *FICHE B « Poser poussière sous JVN »*, page 34.

Les enseignements majeurs de cette expertise sont les suivants :

- la dernière visite effectuée par l'organisme de soutien date du 30 septembre 2004,
- la JVN utilisée est retrouvée défectueuse à l'expertise :
 - ⇒ cordon d'alimentation en panne,
 - ⇒ faux contacts sur le câble d'alimentation au niveau du cimier,
 - ⇒ faux contacts sur le bouchon pile du boîtier d'alimentation,
- contrairement aux termes de la réglementation en vigueur, les divers éléments de la JVN utilisée proviennent de kits différents,
- la documentation de suivi de cette JVN (MAT 1020) n'est plus renseignée depuis deux ans et huit mois.

1.2.2. Entretien et suivi des JVN

Les équipages des hélicoptères de combat sont amenés à conduire des missions où les JVN s'avèrent indispensables tant pour la poursuite de la mission que pour la sécurité de l'aéronef.

Pourtant,

- l'état général des JVN du commandant de bord (cordon d'alimentation détérioré, faux contacts multiples) relève d'un entretien sommaire,

- les libertés prises vis-à-vis même des textes en vigueur (documentation non renseignée, JVN constituée à partir de plusieurs kits différents) relèvent aussi d'une absence de rigueur dans le suivi de ces jumelles, absence de rigueur non détectée lors du dernier passage en visite, effectuée à Vayres le 30 septembre 2004.

Le soin apporté au suivi et à l'entretien des JVN ne correspond pas à celui qui devrait être appliqué à un instrument indispensable au bon déroulement des vols.

CONCLUSION

L'accident est la conséquence de la combinaison des facteurs suivants :

1.3. CAUSE D'ORIGINE TECHNIQUE : LA PANNE D'ALIMENTATION ELECTRIQUE DES JVN

Cette panne s'inscrit dans un manque global de rigueur dans le suivi et l'entretien de ces jumelles.

Ce manque de rigueur pourrait traduire une perception erronée de l'importance des JVN, qui ne seraient envisagées que comme des accessoires du vol alors qu'elles sont utilisées comme instrument principal assurant à la fois la réussite de la mission et la sécurité de l'aéronef.

1.4. CAUSES D'ORIGINE HUMAINE

1.4.1. L'imprécision de la rédaction de la procédure "poser poussière sous JVN"

Cette procédure

- n'explique pas les tâches et le rôle du pilote non aux commandes,
- n'envisage pas le cas d'un transfert des commandes en cours de procédure sans pourtant l'interdire formellement,
- n'envisage pas le cas d'une défaillance de JVN de l'un des deux pilotes.

Ces imprécisions expliquent pour l'essentiel que le commandant de bord :

- ait pu décider de reprendre les commandes à son compte à la perte de référence de son pilote place droite dans le but de poursuivre l'atterrissage. Ce transfert de commandes s'effectue à moins de 5 mètres du sol,
- n'ait pas redéfini le rôle du pilote non aux commandes, et qu'ainsi il se retrouve seul à suivre utilement la procédure,
- soit surpris par la panne de ses JVN sans projet d'action préétabli pour y faire face.

1.4.2. Réactions du pilote commandant de bord

L'action du commandant de bord sur le pas général pour plaquer l'appareil au sol, explique l'atterrissage dur.

Cette réaction mal dosée du pilote ne correspond qu'à un acte instinctif induit par le stress et la surprise, eux même conséquences directes de son état d'impréparation face à la panne de ses JVN.

1.5. CAUSE D'ORIGINE ENVIRONNEMENTALE

Aucune cause environnementale ne peut expliquer le poser dur de la Gazelle.

L'atterrissage dans une ornière suffisante pour bloquer le patin gauche de la Gazelle, a certainement contribué aux conséquences de l'accident.

RECOMMANDATIONS DE SECURITE

L'accident a pour cause immédiate la panne totale de JVN du pilote aux commandes à un moment très défavorable.

Il souligne donc l'importance de partir en vol avec des JVN en bon état de fonctionnement.

Cet accident est donc l'occasion de rappeler aux équipages le rôle fondamental des tests des circuits d'alimentation électrique de leurs JVN. Tant le test du circuit secours lors de la mise en place des piles dans leur boîtier que celui du circuit principal une fois connecté au réseau de bord. Ces tests sont les seuls moyens à leur disposition pour détecter avant le vol une défectuosité toujours possible de leur équipement. A ce titre, ces tests doivent être systématiquement effectués avec soin.

1.6. RECOMMANDATIONS AYANT TRAIT A L'EVENEMENT

1.6.1. Suivi et maintenance des kits JVN

Le mauvais état général des alimentations électriques est à l'origine de la panne de JVN du commandant de bord. Un défaut de suivi et de maintenance des JVN peut expliquer cet état dégradé.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

qu'une action soit entreprise pour :

- **que tous les acteurs prennent la mesure de l'importance pour la sécurité des vols, du parfait état de marche de ces kits JVN, utilisés comme instrument de vol principal,**
- **s'assurer que les procédures de suivi et de maintenance des JVN soient adaptées au maintien en bon état du parc de ces jumelles,**
- **que ces procédures de suivi et de maintenance soient rigoureusement appliquées.**

1.6.2. Procédure de poser poussière sous JVN

La réalisation d'un poser poussière sous JVN est suffisamment délicate pour pouvoir accaparer l'essentiel des ressources cognitives d'un équipage.

Dans ce contexte, il est essentiel que les situations dégradées aient été envisagées au préalable afin d'en préparer les parades. L'équipage n'aura alors plus qu'à détecter la situation dégradée pour en activer la parade dans un automatisme acquis par avance. Il *shunte* ainsi la phase analytique nécessaire à la définition d'une réaction adaptée mais impossible dans un contexte d'urgence et de surcharge cognitive.

La procédure semble particulièrement adaptée à la diffusion des parades aux situations dégradées par ses vertus de standardisation. Bien sûr le *briefing* avant vol pourra utilement compléter la procédure en l'adaptant aux conditions particulières de la mission.

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

la nouvelle rédaction de la procédure « poser poussière sous JVN » soit l'occasion d'intégrer notamment :

- **le détail des tâches et le rôle dévolus au pilote non aux commandes tout au long de la procédure,**
- **la conduite à tenir lors de la perte de référence sol du pilote aux commandes ou du pilote non aux commandes,**
- **la conduite à tenir en cas de panne JVN de l'un ou l'autre des deux pilotes.**

1.7. RECOMMANDATION N'AYANT PAS TRAIT A L'EVENEMENT

L'analyse précédente démontre la nécessité d'avoir anticipé une parade à la défaillance des JVN lors d'une phase de vol délicate.

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

**la panne de JVN soit systématiquement envisagée sur toutes les procédures
pouvant être concernées.**

ANNEXE

- **Annexe 1 : FICHE B « Poser poussière sous JVN » _____ page 34**

1. FICHE B « POSER POUSSIÈRE SOUS JVN »

Cette fiche de procédure est extraite du guide d'utilisation des JVN, édition de mars 1998.

La fiche est approuvée le 20 janvier 1994.

FICHE B

POSER POUSSIÈRE SOUS JVN

1 - MISE EN GARDE

Le poser sur zone poussiéreuse est un savoir-faire particulièrement délicat qui demande un pilotage finement dosé et une instruction de qualité.

La dextérité dans ce type d'exercice n'est jamais acquise ; la modestie et la méfiance sont de rigueur.

Seule l'application des quelques principes et conseils qui suivent peut donner avec le temps une nécessaire aisance.

2 - RÈGLES

La difficulté d'un poser poussière croît avec la densité du nuage soulevé. Il est préférable pour l'instruction ou l'entraînement d'aller croissant dans la difficulté en commençant avec peu de poussière afin de faire acquérir les bons réflexes dans de bonnes conditions pour éviter les remises de gaz à répétition, psychologiquement néfastes à la mise en confiance du pilote à l'instruction.

Une certaine aisance doit être acquise préventivement de jour, une instruction au SHERPA pour les équipages HM est fortement souhaitable afin d'acquérir dans d'excellentes conditions de sécurité le mécanisme de base et ce en équipage.

3 - CARACTÉRISTIQUES DE L'AIRE DE POSER

A - De préférence une zone claire pour une meilleure vision des obstacles éventuels.

B - En priorité l'AP doit être vaste et plane pour concéder un petit poser roulé ou glisse.

Points clés :

- Ne pas baisser le PG brusquement
- Se méfier du dévers
- Prendre l'angle d'approche standard de jour.

C - Sur une zone plus exigüe, et ou, ne permettant pas de poser roulé ou glissé.

Points clés :

- Angle fort
- Défilement un peu plus rapide que le défilement JVN
- Impérativement face au vent
- Le passage bas est exceptionnel (la levée de poussière rend l'AP d'autant plus longtemps inexploitable qu'il n'y a pas de vent).

4 - L'APPROCHE

Chronologie	Actions	EDR (éléments déterminant de réussite)
1 : à 50 m/sol - 50 km/h	Présentation sur axe	Toujours face au vent (à 5° près)
2 : à 30 m/sol	Allumage bref du variophare pour essai	
3 : entre 20 et 10 m/sol	Ancrage du SAS ou PA légèrement cabré sans inclinaison latérale	1 - Comme un appontage 2 - Attention aux 12" sur PUMA
4 : aux alentours de 10 m/sol	Allumage systématique du variophare	1 - Pas de station à 10 m 2 - Le variophare doit être réglé préalablement en site 3 - Eclairage progressif de faible intensité
5 : prise de décision	Si obstacle → remise de gaz vers le haut Si pas d'obstacle et repère de référence au sol → «Je poursuis» à travers la poussière	1 - RDG au PG vers le haut et non au manche vers l'avant 1 - Diminution progressive de l'intensité du variophare, mais sans l'éteindre 2 - Reprise en compte de repères sol et poser rendu avec freins aux pieds, mais roulette bloquée dans l'axe

Points clés :

- Prépositionnement à plat de la maquette avant la traversée du nuage
- La prise de décision doit se prendre juste après l'allumage du variophare : **AUCUNE INDÉCISION N'EST ADMISE**
- L'utilisation fine du variophare est de vigueur
- Ne pas cabrer dans le nuage, ne pas refuser le sol ← *si référence au sol*
- Répartition des tâches et communication interne permanente :
 - * le CB a la main sur le PG, il peut être à droite sur PUMA (freins)
 - * le PIL a les yeux DEHORS avant l'entrée dans la poussière et jusqu'au sol, il annonce sa décision
 - * le MVAVT annonce les hauteurs (en dessous de 10 m, tous les mètres)
 - * le collationnement est impératif.

5 - LE DÉCOLLAGE

STATIONNAIRE INTERDIT

Bien que plus facile que le poser, il faut appliquer les règles qui suivent :

- ancrer le manche avant de déjauger
- tirer toute la puissance admissible
- **des** que la montée est constatée au Variomètre → assiette a piquer MODÉRÉE sans jamais repasser en variomètre négatif.

6 - RECOMMANDATIONS

c - Désert (sable ou poussière)

Les surfaces désertiques posent aux équipages JVN des problèmes identiques à ceux rencontrés de jour, aussi bien en pilotage qu'en navigation.

Sable et cailloux ont des courbes de réflectance pratiquement plates, si bien que l'image est uniformément claire ou sombre. Le pilote qui ne dispose que de peu de références est gêné à l'occasion de chaque atterrissage par le nuage de poussière soulevé par le souffle du rotor.

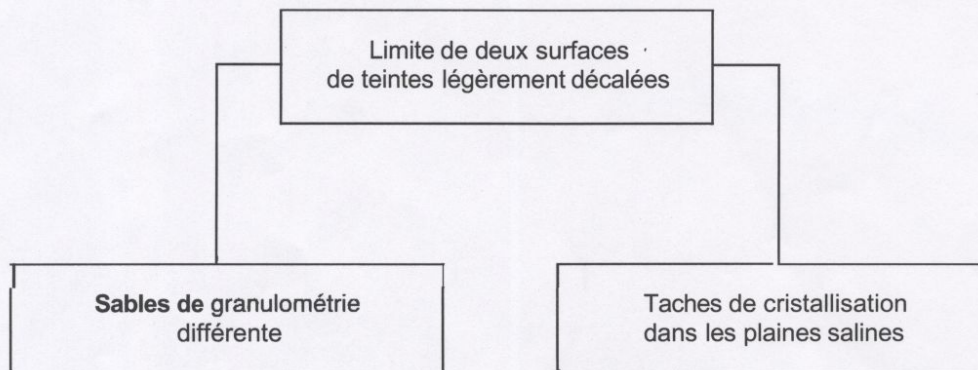
Pilotage au décollage :

Le décollage de type JVN est parfaitement adapté au besoin et à la hauteur de sécurité JVN et peut être modulé en fonction des obstacles caractéristiques de la zone.

Pilotage en approche :

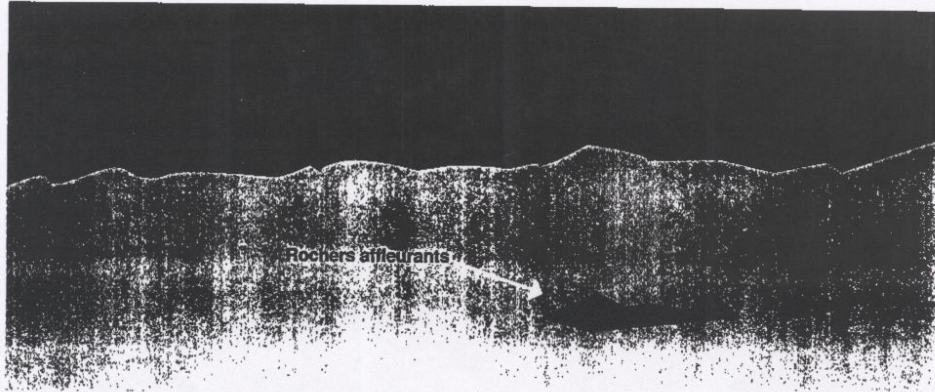
Le choix d'angles forts ou très forts s'impose, car le survol à faible hauteur de zones sans contraste (sans référence sol) ne permet pas de détecter les irrégularités du sol ou les petites dunes non organisées.

L'approche est conduite vers un point offrant une référence aussi faible soit-elle :



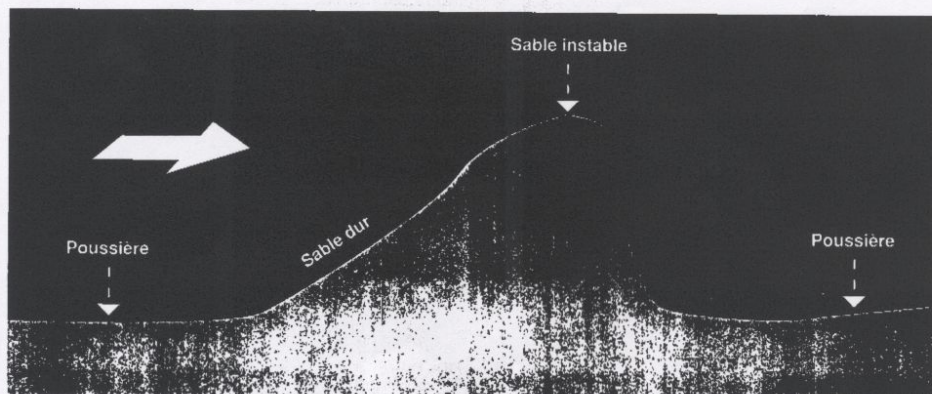
Affleurement de roches :

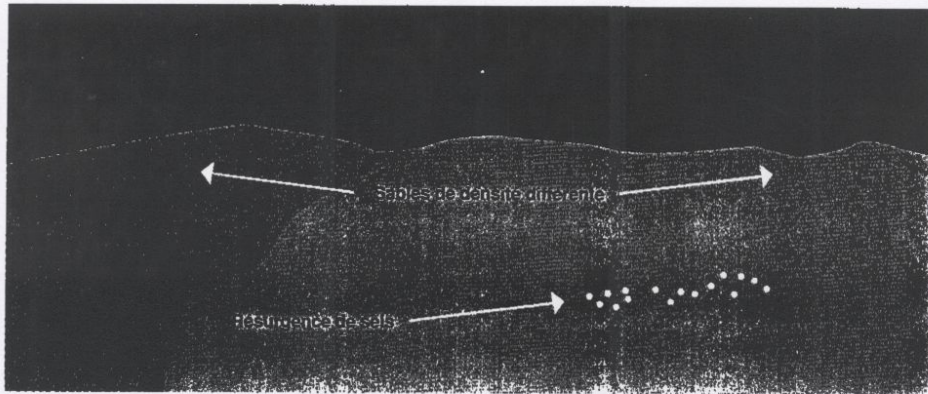
Avec une possibilité d'ombres portées dans les niveaux les plus forts.



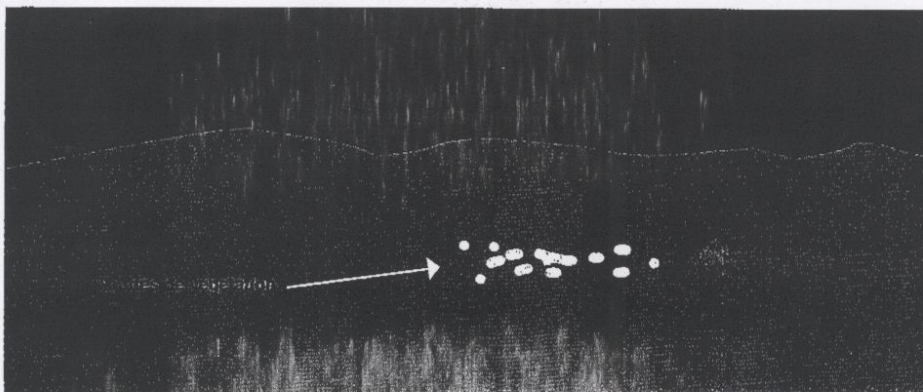
Sur une ligne de changement de pente :

Il s'agit, en l'espèce, du poser sur dunes de taille suffisante. La partie au vent en pente douce offre un sable dur, à l'inverse de la partie sous le vent qui s'effondre naturellement. Le tourbillon de sable en crête sépare la poussière qui s'accumule au pied de la dune.



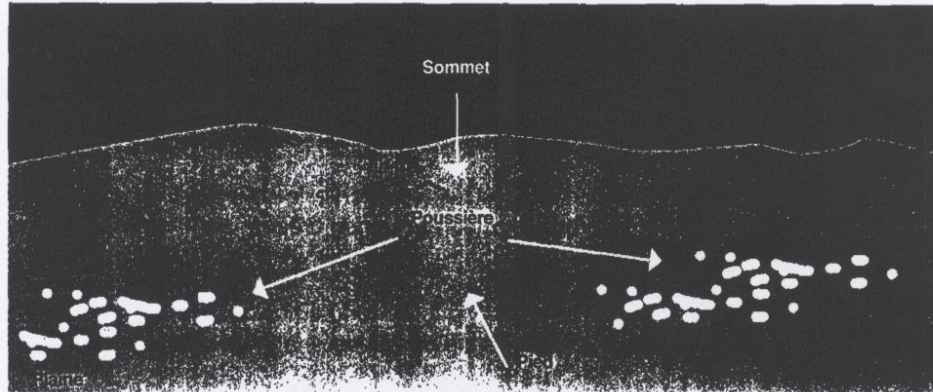


Petites formations végétales, même si leur taille est inconnue.

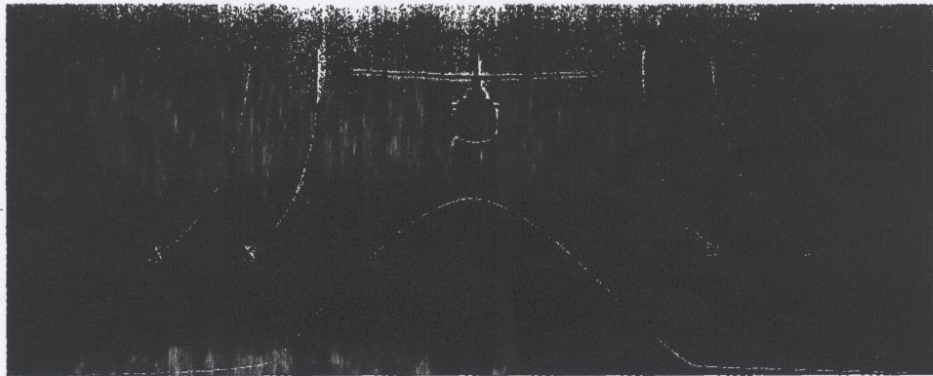


A cet emplacement, le sable, en partie fixé par la végétation, laissera s'envoler moins de poussière.

Les approches sont conduites aussi bien en sommet qu'au pied, en dehors de la zone de poussière.



Le poser en sommet offre l'avantage de défléchir, dans une certaine mesure le souffle du rotor et donc, de limiter la production de poussière.



Poser :

Le problème du poser sur sable est partiellement résolu lorsque le pilote arrive à apprécier la nature du sable. Il choisit les zones produisant le moins de poussière à proximité de quelques références, mêmes faibles.

Il peut s'agir d'un poser ponctuel sans stationnaire.

Dès l'apparition de la poussière, le pilote aux commandes prend une observation oblique basse avec un point de la cellule dans son champ visuel (extrémité de patin, par exemple).

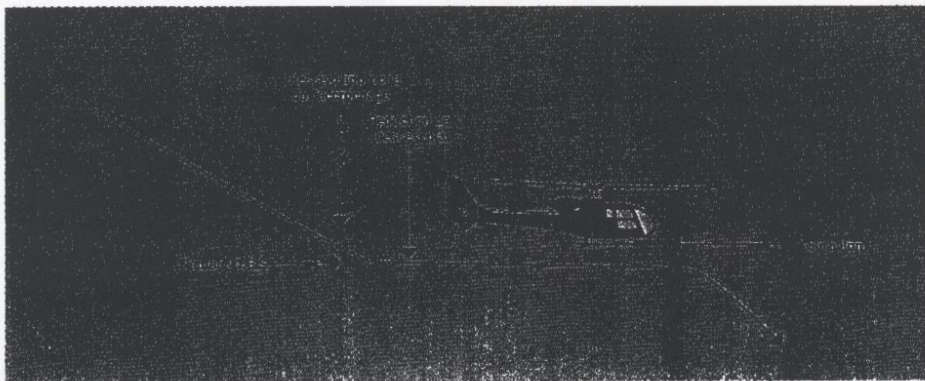
Par rapport à cette portion d'image fixe, il observe le balayage du sable qui se déplace inégalement. Les références fugitives ainsi créées sont suffisantes pour assurer le contact avec le sol (*).

En parallèle, l'autre pilote conserve le plus longtemps possible une référence horizon ou mieux, une référence haute (ligne de dunes...) afin de détecter le départ de dérapages importants.

(*) Cette procédure est particulièrement adaptée aux posers en plaines salines où la nature du sol offre des poches de coagulation du sable et des sels.

Si les références sont trop faibles, le pilote peut décider d'un poser en translation à une vitesse proche de celle de l'accrochage. Le risque majeur est l'enfoncement du train d'atterrissage dans un sable mou.

En finale d'approche, le pilote infléchit la trajectoire de l'aéronef vers une translation à hauteur DES, en réduction de vitesse constante. Dès que le nuage de poussière commence à apparaître à l'aplomb du rotor, le pilote laisse l'appareil prendre contact avec le sol.



d - Désert (montagne et cailloux)

Les références sont ici surabondantes, mais difficilement exploitables à cause de la teinte uniforme des pierres dont la courbe de réflectance est pratiquement plate.

Pilotage :

Le problème du pilotage se résume en la possibilité d'apprécier la nature du sol c'est-à-dire de sélectionner une surface plane, sans cailloux susceptibles d'endommager l'hélicoptère.

Cette action simple en apparence est pratiquement impossible par nuit de niveau 3-4 lorsque les roches sont de teinte foncée (nature de la roche ou patine désertique). Le phare à intensité variable permet seul la réalisation de posers de sécurité.

Navigation :

Dans ce type de désert, la navigation est facilitée par l'observation du nivellement mis à nu par le climat désertique. Les rochers émergeant des plaines de sable constituent des repères de qualité. Toutefois, la pénétration dans le relief est délicate à cause du manque de contraste.

Page intentionnellement blanche