



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SECURITE



BEAD-air-A-2013-008-I

Date de l'événement	21 juin 2013
Lieu	Espace aérien grec, au large de la Crète
Type d'appareil	Alphajet
Immatriculation	F-UGFK – n°E127
Organisme	Armée de l'air – CFA
Unité	Ecole de l'aviation de chasse EAC 00.314

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues. Enfin, des recommandations de sécurité sont proposées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures temps universel (TU)¹.

UTILISATION DU RAPPORT

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

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : Sirpa Air

Photos :

- pages 12, 13, 18, 19 : BEAD-air

Illustrations :

- pages 8, 17 : BEAD-air
- pages 11, 16 : documentation armée de l'air

¹ Les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné. Il convient d'y ajouter respectivement trois et deux heures pour obtenir l'heure légale en Grèce et en France métropolitaine le jour de l'événement.

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol	6
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	14
1.8. Aides à la navigation	14
1.9. Télécommunications	14
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	14
1.11. Enregistreurs de bord	14
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	14
1.14. Incendie	15
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	15
1.16. Essais et recherches	15
1.17. Renseignements sur les organismes	15
1.18. Renseignements supplémentaires	18
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	18
2. Analyse	19
2.1. Investigations sur le système de pressurisation de l'appareil	19
2.2. Scénario menant à la dépressurisation	20
2.3. Analyse du vol	21
3. Conclusion	24
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	24
3.2. Causes de l'événement	24
4. Recommandations de sécurité	25
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	25
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	25
ANNEXE 1 PROFIL VERTICAL DU VOL ALPHAJET E127 DU 21 JUIN 2013	27
ANNEXE 2 DERNIERS INCIDENTS SIMILAIRES RECENSES SUR ALPHAJET	28

GLOSSAIRE

BA	base aérienne
CT	carte de travail
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
DMAO	département de médecine aéronautique opérationnelle
EAC	école de l'aviation de chasse
ESTA	escadron de soutien technique aéronautique
FL	<i>flight level</i> – niveau de vol
ft	<i>feet</i> – pied
IFR	<i>instrument flight rules</i> – règles de vol aux instruments
Nm	<i>nautical miles</i> – mille nautique
PCAB	pression cabine
TU	temps universel coordonné
VJ	visite journalière

SYNOPSIS

Date de l'événement : vendredi 21 juin 2013 vers 9h00 TU

Lieu de l'événement : espace aérien grec, au large de la Crète

Organisme : armée de l'air

Commandement organique : commandement des forces aériennes (CFA)

Unité : école de l'aviation de chasse EAC 00.314 - base aérienne (BA 705) Tours

Aéronef : Alphajet n° E127 - appareil de l'escadron de soutien technique aéronautique (ESTA) 15.314 mis en œuvre par l'EAC

Nature du vol : mission d'instruction à la navigation IFR à l'étranger

Nombre de personnes à bord : 2 (moniteur, élève à l'instruction)

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'un vol de Souda (Grèce, Crète) vers Decimomannu (Italie, Sardaigne), après avoir atteint le niveau de vol FL400, le voyant d'alarme de pression cabine s'allume et l'équipage ressent des difficultés à respirer. Une descente d'urgence est effectuée et l'appareil est dérouté sur la base d'Andravidia (Grèce). Le moniteur présente une otite barotraumatique bilatérale.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air),
- Un officier pilote de l'armée de l'air,
- Un officier mécanicien de l'armée de l'air,
- Un médecin du personnel navigant.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu de l'incident le jour même vers 13h00 TU par le bureau maîtrise des risques de l'état-major de l'armée de l'air.

Le groupe d'enquête est transporté par voie aérienne militaire dans le cadre de la mission de dépannage de l'appareil et arrive sur la base d'Andravidia le matin du 27 juin.

Enquête judiciaire

Néant.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : FAF 6441

Type de vol : OAT MS²/IFR MIL

Type de mission : mission d'instruction à la navigation IFR à l'étranger (*Instrument flight IF8*)

Dernier point de départ : base militaire de Souda (LGSA)

Heure de départ : 8h35 TU

Point d'atterrissage prévu : base militaire de Décimomannu (LIED)

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Contexte du vol

Le vol est réalisé à la fin d'une période de 15 jours de desserrement de l'EAC sur la BA126 de Solenzara. La mission de type NAVEXT (navigation IFR à l'étranger) vers la base aérienne de Souda est effectuée par 4 appareils Alphajet (en avions isolés).

L'équipage est constitué d'un élève en place avant et d'un moniteur sous-chef de patrouille en place arrière.

L'appareil a rejoint Souda depuis Solenzara la veille de l'incident, en deux étapes via la base aérienne d'Andravida (Grèce, LGAD). Le terrain de Kalamata (Grèce, LGKL), initialement prévu pour la première étape, n'a pas été retenu pour manque d'avitaillement.

L'incident se produit lors de la première étape de retour en France, lors du vol de Souda vers la base aérienne de Decimomannu (Italie -Sardaigne, LIED). L'appareil devait ensuite rejoindre Tours le même jour.

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

La visite journalière (VJ) de l'appareil (de type VJ diagnostic PN³) a été réalisée par l'instructeur. Certaines opérations ont été réalisées avec l'élève.

L'appareil décolle de Souda à 8h35 et est autorisé au FL300 puis au FL400 vers le point de transfert vers l'Italie. Le moniteur est aux commandes durant la montée. Le niveau de croisière atteint, l'élève reprend les commandes. L'appareil est trimé et à Mach 0.70.

² *Operational air traffic military service*

³ Visite journalière effectuée par les PN sur terrain extérieur ou sur une plate-forme ne disposant pas de mécaniciens Alphajet habilités par un organisme d'entretien de l'armée de l'air, dans le cadre d'une expérimentation en cours (suivant note n° 52274/DEF/CSFA/BASAA/analyse-synth/GMN-projets).

Moins d'une minute après avoir atteint le FL400, les voyants de panne rouge s'allument et l'alarme sonore se déclenche. Le moniteur pense un court instant qu'il s'agit de l'alarme oxygène puis identifie qu'il s'agit du voyant pression cabine (PCAB). Les deux pilotes éprouvent rapidement des difficultés à respirer, avec une sensation d'écrasement de la cage thoracique. Ils éprouvent également sur tout le corps une sensation qu'ils ont des difficultés à décrire.

Le moniteur reprend les commandes et débute une descente d'urgence vers le FL200 à 8h52 TU. L'élève perçoit une brume pas très épaisse dans la cabine durant quelques secondes. Le moniteur annonce sa descente d'urgence au contrôle d'Athènes et demande à l'élève de passer l'IFF (*identification friend or foe*) sur *emergency*. L'élève constate que l'altitude cabine passe 26 000 ft en montée rapide. Il annonce 28 000 ft au moniteur⁴. L'altitude cabine maximale lue est de 35 000 ft.

L'élève effectue la check-list *voyant PCAB*. Il passe sur surpression O₂. Le moniteur passe sur 100% O₂ en voulant passer sur surpression. Il s'en rendra compte en arrivant au FL200. Les leviers de commande verrières et air dynamique sont vérifiés sur plein avant.

Le FL200 atteint, les symptômes ressentis ont cessé. L'altitude cabine lue est de 20 000 ft au lieu de 8 500 ft. Le voyant PCAB est éteint. Le moniteur annonce au contrôle un déroutement vers la base aérienne de Kalamata à environ 90 Nm. L'appareil vire à droite à 8h56 TU.

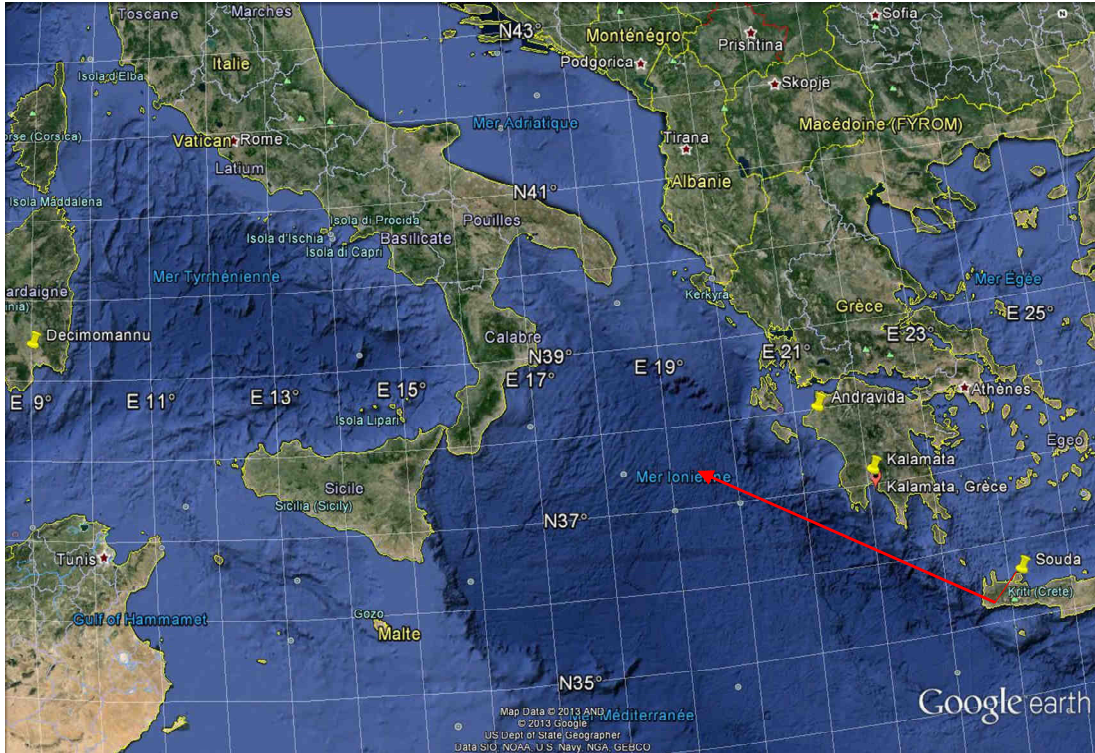
Après une minute au FL200, l'appareil descend vers le FL120. Lors de cette descente, les 2 pilotes ressentent des douleurs aux oreilles lorsque les manettes des gaz sont poussées.

Le moniteur de l'Alphajet numéro 02 au décollage de Souda, suggère sur la fréquence commune UHF un déroutement vers la plate-forme connue d'Andravida, à environ 150 Nm. Le moniteur de l'Alphajet E127 décide de poursuivre vers Andravida, sachant que l'avitaillement est difficilement disponible à Kalamata (terrain étudié dans la préparation). Il l'annonce au contrôle, qui lui donne un cap. La météo est bonne sur l'ensemble de la région.

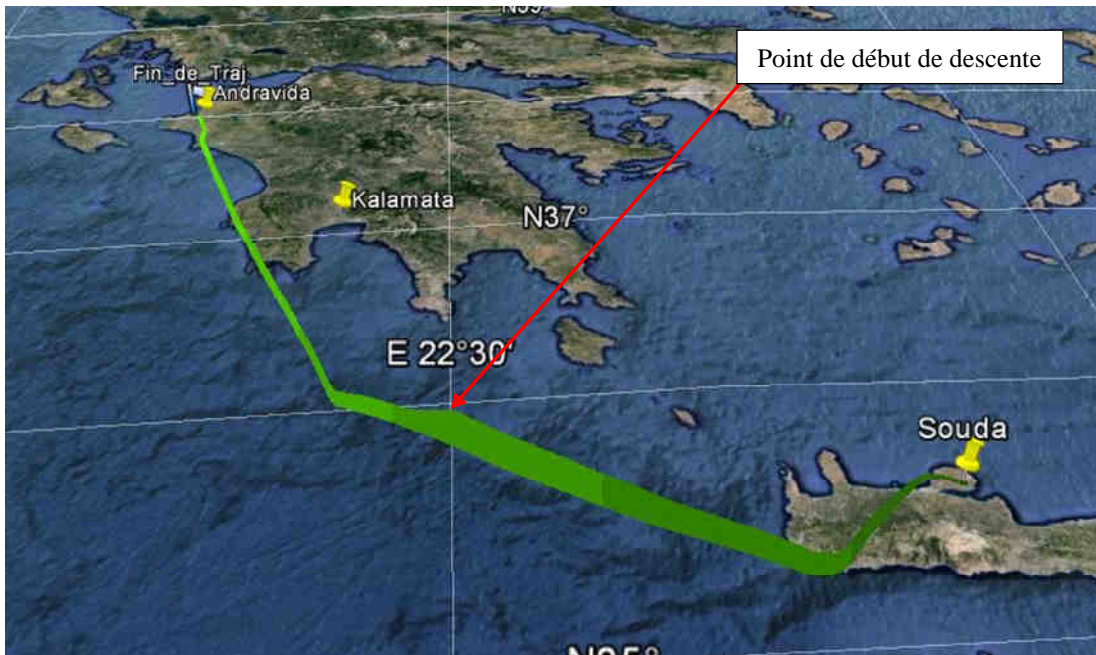
La vitesse est stabilisée à 250 kt au FL120. L'altitude cabine est redevenue nominale (6 500 ft). Une descente lente est effectuée et l'appareil s'établit en longue finale QFU 34. Il se pose à 9h20 TU.

Des personnels de la base, dont un médecin et des pompiers, accueillent l'équipage au parking. Le médecin prend en charge l'équipage à l'infirmierie. Le moniteur présente une otite barotraumatique bilatérale. Le médecin lui fournit un traitement pour une semaine. L'élève est indemne.

⁴ L'altimètre cabine se situe en place avant uniquement.



Route initiale prévue



Route suivie (source GPS)

Le profil vertical du vol figure en annexe 1.

1.1.3. Localisation du point de début de descente

- Coordonnées géographiques :
 - 35° 46' N
 - 022° 31' E
- Terrain de Kalamata situé à 65 Nm au nord-nord-ouest
- FL400
- Moment : jour

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères	1		
Aucune	1		

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Alphajet E127			X	

1.4. Autres dommages

Néant.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Moniteur

- Age : 31 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : EAC 00.314, escadron d'instruction en vol 3/13 Auvergne
 - fonction dans l'unité : pilote instructeur
- Formation :
 - qualification : sous-chef de patrouille (SCP)
 - école de spécialisation : école de transition opérationnelle
 - année de sortie d'école : 2006
 - origine M2000D
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Alphajet	sur tous types	dont sur Alphajet	sur tous types	dont sur Alphajet
Total (h)	1 600	300	80	80	25	25

- Carte de circulation aérienne :
 - type : verte
 - date d'expiration : 6 mai 2014
- Instruction aéro-médicale à l'hypoxie d'altitude suivie en 2005 au département de médecine aéronautique opérationnelle (DMAO sur la BA 118 Mont de Marsan)

1.5.2. Elève à l'instruction

- Age : 25 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : EAC 00.314
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Alphajet	sur tous types	dont sur Alphajet	sur tous types	dont sur Alphajet
Total (h)	515	67h15	67h15	67h15	16h55	16h55

- Instruction aéro-médicale à l'hypoxie d'altitude suivie en décembre 2011 au DMAO.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- organisme : armée de l'air
- base aérienne de stationnement : BA 705 Tours
- unité d'appartenance : ESTA 15.314

1.6.1. Maintenance Alphajet E127

	Type	Série	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Alphajet E127	E127	6 305 h	visite type G/8 mois le 21 mai 2013 : 29 h	visite type G1/16 mois d'octobre 2012 : 231 h
Moteurs	LARZAC	gauche n° 42171	3 731 h	pose : 115 h	
		droit n° 42167	6 185 h	pose : 11 h	

1.6.2. Description des boudins de verrière

Les boudins avant et arrière sont constitués d'une chambre à air en caoutchouc silicone renforcé. Ils sont collés sur le fuselage dans des profils en forme de U (rainure). La pression d'utilisation est de 1 200 mb.

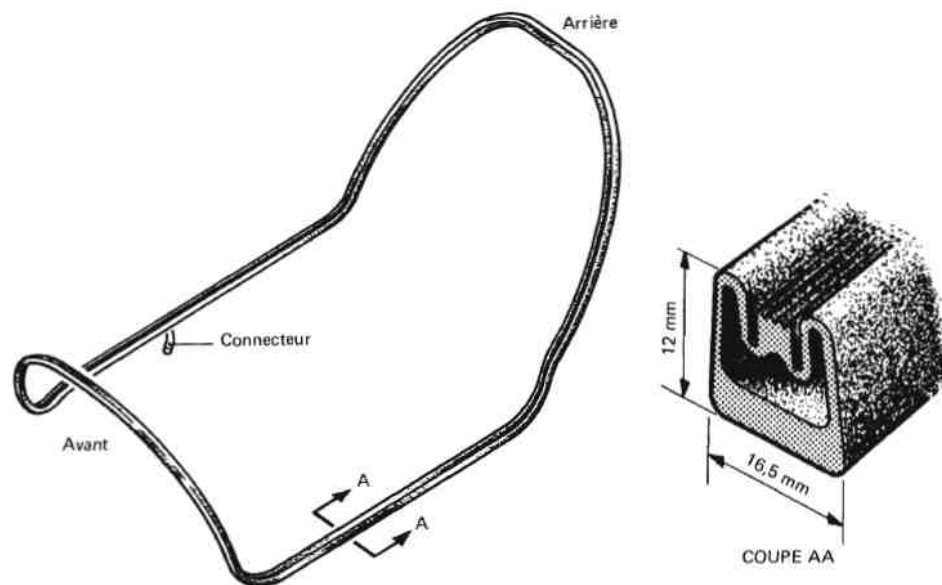


Schéma du boudin de verrière

La section du joint n'est pas constante : au niveau des passages pilotes, la partie centrale forme une protubérance qui déborde de la rainure (cf. photo ci-dessous, partie droite).

Sur le restant du pourtour, le joint affleure la rainure (coupe AA ci-dessus et photo ci-dessous, partie gauche). Il apparaît donc que le joint est plus vulnérable au piétinement ou aux frottements au niveau des passages pilotes.



Apparence du boudin monté en place avant

1.6.3. Opérations de maintenance programmées concernant les boudins de verrière

Les boudins font l'objet d'une maintenance suivant état.
Une durée limite de stockage est spécifiée (10 ans).

Une inspection visuelle est prévue lors de la visite journalière cabine effectuée par le mécanicien (MCE 116-22, page 46 : *inspecter le joint d'étanchéité verrière*) et en VJ diagnostic effectuée par les personnels navigants. Il n'y a pas de critère de rebut spécifié.

Un contrôle du système de pressurisation est effectué tous les 16 mois (visite G1, application de la carte de travail (CT) 16-23-601 : *vérification des équipements liés à l'étanchéité et la pressurisation*) ou lorsqu'un dysfonctionnement est constaté en vol.

Lors de l'application de cette CT, des vérifications de l'étanchéité du circuit boudins et de celle de la cabine⁵ sont effectuées.

⁵ Concernant l'étanchéité cabine, le critère utilisé est un taux de fuite maximum.

D'après les témoignages recueillis :

- à Tours, 2 à 3 boudins sont remplacés en moyenne par an ;
- le remplacement d'un joint suite à constat d'endommagement lors d'une inspection visuelle semble rare ;
- les remplacements sont principalement effectués après un constat de fuite lors de l'application de la CT.

La mise en place de protections métalliques au niveau des passages pilotes est prévue lors des opérations de maintenance en atelier.



Protection de boudin mise en place lors de travaux en atelier

1.6.4. Dernières opérations de maintenance effectuées sur les boudins de verrière de l'Alphajet E127

La date de montage du boudin avant n'a pas été identifiée.

Aucune anomalie n'a été détectée lors du dernier contrôle du système de pressurisation effectué en octobre 2012.

L'appareil a réalisé ensuite 231 heures de vol sans intervention sur le système de pressurisation.

1.7. Conditions météorologiques

Un dossier météo a été établi la veille sur la base de Solenzara. Au départ de Souda, l'équipage a actualisé les conditions par téléphone.

La météo sur l'ensemble de la zone concernée est favorable aux vols prévus.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

Sans objet.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11. Enregistreurs de bord

Les Alphajet de l'armée de l'air ne sont pas équipés d'enregistreur d'accident.

Deux GPS de marque GARMIN sont embarqués pour ce type de mission. L'exploitation des fichiers a permis retracer le profil du vol (route, altitude).

1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Instructeur

- Dernier examen médical :
 - type : centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN)
 - date : 24 janvier 2013
 - résultat : apte pilote de chasse
 - validité : 12 mois
- Blessures : otite barotraumatique bilatérale ayant entraîné une inaptitude médicale durant 2,5 semaines

1.13.2. Elève-pilote

- Dernier examen médical :
 - type : CEMP
 - date : 4 février 2013
 - résultat : apte pilote de chasse
 - validité : 12 mois
- Blessures : néant

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

Organisation des secours

Les pompiers et un médecin de la base aérienne d'Andraveda étaient alertés et attendaient l'appareil au parking. Le médecin a immédiatement pris en charge les pilotes qui ont été examinés dans les locaux de la base.

1.16. Essais et recherches

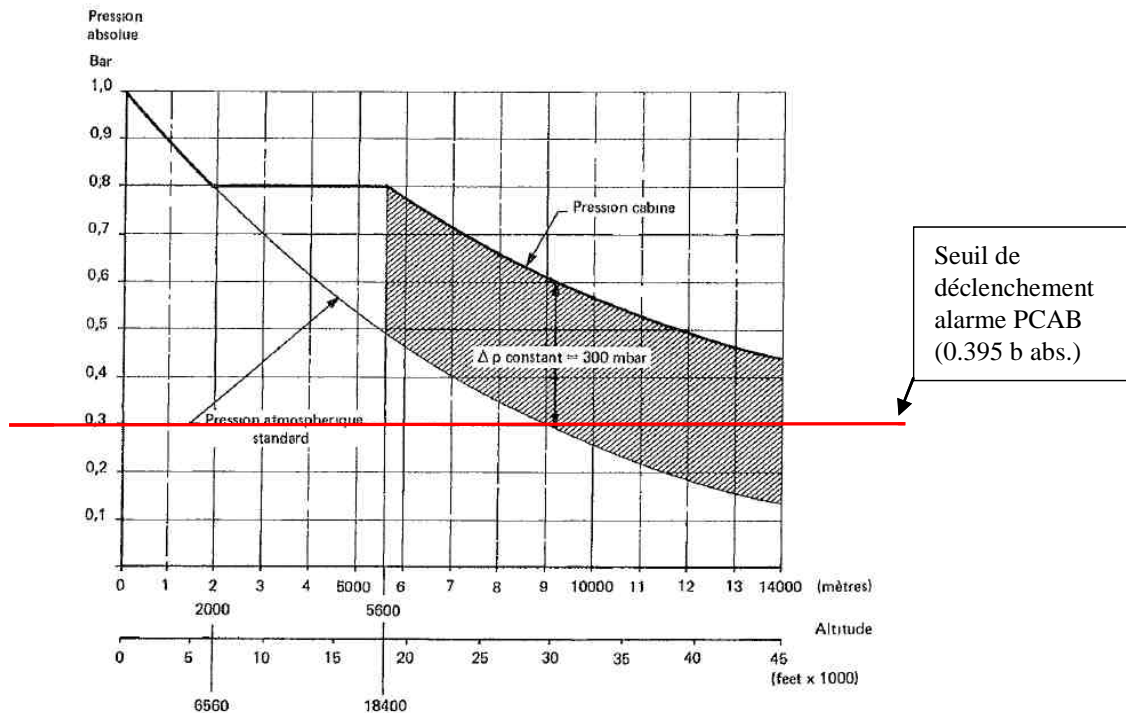
Néant.

1.17. Renseignements sur les organismes

1.17.1. Procédure en cas d'allumage du voyant PCAB

Les voyants PCAB (places avant et arrière) s'allument (accompagnés des voyants panne rouge et d'une alarme sonore) si :

- l'altitude cabine est supérieure à 24 000 ft (contacteur altimétrique) ;
- ou si l'une des poignées de commande verrière n'est pas en position verrouillée (microcontacts commande verrières) ;
- ou si une des verrières n'est pas en position verrouillée (microcontacts position verrières).



Loi de pressurisation cabine (source GCE-116-16)

En pratique, au-dessus de 20 000 ft, les pilotes contrôlent l'altitude cabine en utilisant la loi simplifiée $Z_{cab} = (Z_p - 3000) / 2$.

Les vérifications requises en montée sont :

- en check-list pilote (MCE 116-01 procédures normales, page 17) :
 - o vérifications en montée :
 - oxygène
 - pressurisation
 - carburant
 - réacteurs
 - 1013 mb.....Z transition
- au manuel FBM (*Alphajet/part VI/Flying basics manual/chapter 1 general flying*) :
 - o 2.4.1.2 : Perform cockpit checks regularly during the climb,
 - o 2.4.3 Useful recommendations: Do not forget to carry out the cockpit checks during the climb.

En pratique, lors d'une montée au FL400, l'altitude cabine est contrôlée 3 à 4 fois lors des checks cabine.

1.18. Renseignements supplémentaires

Derniers incidents similaires recensés sur Alphajet

Depuis février 2012, trois autres dépressurisations en vol sont consécutives à la fuite d'un boudin de verrière (source base Vortex)⁶. Ces incidents sont listés en annexe 2.

Concernant l'incident du 8 novembre 2012 et d'après le témoignage recueilli :

- la dépressurisation a été consécutive à une déchirure du boudin avant au niveau du passage pilote, sur environ 3 cm ;
- la déchirure se situait sensiblement au même endroit que celle concernant le présent incident, mais côté extérieur à la cabine.



Positionnement de la déchirure du boudin (avant dépressurisation du 8 novembre 2012)

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

⁶ Onze autres incidents de dépressurisation sont recensés depuis février 2012.

2. ANALYSE

2.1. Investigations sur le système de pressurisation de l'appareil

Le dépannage de l'appareil a été réalisé sur la base d'Andravidia.

Lors de l'inspection générale de l'appareil, une première inspection du boudin a été effectuée par un mécanicien, sans détecter d'anomalie.

L'application de la carte de travail (CT) 16-23-601 (vérification des équipements liés à l'étanchéité et la pressurisation⁷) a débuté le jeudi 27 juin. Dès le début des opérations⁸, lors de la mise en pression du circuit des boudins de verrière, il n'a pas été possible d'atteindre la pression requise (1 450 mb) d'ouverture de la soupape de sécurité incorporée au détendeur du circuit boudins. Un gonflage des boudins verrière ouverte a alors été entrepris et seule une pression de 500 mb a pu être atteinte (pression requise 1 200 mb).

Une deuxième inspection visuelle des boudins a permis de détecter une entaille de 1,5 à 2 cm sur le boudin en place avant, au niveau du passage pilote, côté cabine.



Vue de la zone entaillée sur le boudin autogonflant avant AJET E127

Le remplacement du boudin a été effectué suivant la CT 16-23-901, nécessitant la dépose du siège.

⁷ à l'aide de la manette d'essais de pressurisation n° 57, étalonnée le 23 juillet 2012, validité 1 an.

⁸ Item B.02 : contrôle de l'ouverture de la soupape de sécurité incorporée au détendeur du circuit boudins.

Le 28 juin, l'application de l'item 13 de la CT a mis en évidence une fuite⁹ de la soupape de sécurité (repère 110 H) empêchant la réalisation de la mesure du taux de fuite de la cabine. Cette soupape a été remplacée suivant la CT 16-23-403. La mise en pression de la cabine a pu être effectuée et la carte de travail achevée.

L'appareil a ensuite été immobilisé pour des interventions sans rapport avec l'incident. Il a été remis en ligne de vol le 29 juin.

2.2. Scénario menant à la dépressurisation

Des érosions de l'élastomère, profondes par endroits jusqu'à découvrir la trame textile sous-jacente, sont visibles autour de la zone entaillée. Ces usures sont dues aux frottements subis lors des montées à bord et descentes des personnels.

La place avant est davantage susceptible de présenter ce type d'endommagement car l'enjambement du fuselage est moins aisé qu'en place arrière (appui sur le cale-pied de fuselage en place avant, appui sur l'entrée d'air en place arrière).

L'aspect du boudin au niveau du passage pilote montre une usure prononcée par rapport à celles constatées sur d'autres boudins avionnés.

Les frottements provoquent ces érosions mais également des torsions de la partie protubérante du boudin. Le positionnement de l'entaille du boudin détérioré (dans l'angle) semble montrer que ces torsions successives sont à l'origine de son déchirement.

D'après les éléments recueillis, le scénario technique de l'incident est le suivant :

- les érosions constatées autour de la zone entaillée sont présentes avant le vol ; ces usures ont certainement été constatées au cours des visites journalières sans motiver un remplacement du boudin ;
- il est probable qu'un endommagement initial ait été présent avant le vol au niveau de la déchirure (début d'entaille ou d'orifice, ou diminution de l'épaisseur), la fuite limitée étant alors compensée par le système de pressurisation; dans cette hypothèse, cet endommagement n'a pas été détecté car il aurait alors probablement motivé le remplacement du boudin ;
- le jour de l'incident, la déchirure progresse lors de la montée, sous différence de pression élevée, provoquant une perte d'étanchéité de la cabine et donc une rapide augmentation de l'altitude cabine ;
- lors de la descente, la différence de pression et les fuites diminuent, le système rétablit une altitude cabine nominale au FL120 ;
- il est probable que la faible fuite constatée sur la soupape de sécurité (normalement fermée au-dessus de 18 000 ft) était présente lors des vols précédents. Compensée par le système, elle ne provoquait pas de manque de pressurisation détectable en vol.

⁹ ouverture anticipée à 280 mb au lieu de 320 mb.

**La dépressurisation est consécutive à une déchirure en vol du boudin de verrière avant, sur 1,5 à 2 cm au niveau du passage pilote, côté cabine.
Il est probable qu'un endommagement initial était présent avant le vol à l'endroit de cette déchirure. La détectabilité de ce défaut initial en VJ n'a pas pu être évaluée.
Ce boudin présente des érosions sur l'ensemble de la zone du passage pilote, prononcées par rapport à celles constatées sur d'autres boudins avionnés.
La date de montage de ce boudin n'a pas été déterminée.
Le dernier contrôle de l'étanchéité cabine a été réalisé 8 mois avant l'incident (périodicité 16 mois).**

2.3. Analyse du vol

Montée au FL400

La montée au niveau 400 dure environ 15 minutes. L'équipage rapporte avoir contrôlé l'altitude cabine lors de la montée sans détecter d'anomalie.

Au FL400

Le premier indice de l'avarie est l'allumage du voyant PCAB, qui apparait lorsque l'appareil est depuis moins d'une minute au niveau de croisière et avant que les actions vitales en croisière ne soient effectuées.

Les 2 pilotes sont confrontés pour la première fois de leur carrière à cette panne réelle.

Dans l'instant, le moniteur pense qu'il s'agit du voyant oxygène (O₂ AR) qui s'allume fréquemment et qui se situe juste à côté du voyant PCAB. Il constate rapidement l'allumage du voyant PCAB puis identifie le problème de pressurisation car les premiers symptômes arrivent rapidement :

- difficultés respiratoires ressenties par les deux pilotes, très probablement liées à la surpression pulmonaire qui rend également la parole difficile ;
- ainsi qu'une sensation difficilement descriptible sur toute la peau qu'il faut très vraisemblablement lier au refroidissement et à la condensation rapide dans la cabine, matérialisée par la brume décrite par l'élève.

Le port du masque à oxygène suffit à contrer le risque d'hypoxie, dans les conditions normales d'utilisation (masque correctement ajusté).

Les pilotes n'ont pas ressenti de symptômes ORL (douleurs en particulier) au moment de la survenue de la décompression au FL400, ni durant la descente jusqu'au FL200. Les symptômes ont commencé à apparaître entre les niveaux 200 et 120.

L'altitude cabine maximale lue par l'élève-pilote est de 35 000 ft, à rapprocher du niveau de surpression O₂ automatique (36 000 ft).

Le moniteur a repris les commandes et immédiatement débuté la descente sous 20 000 ft.

Descente vers le FL200

Elle s'effectue au taux moyen de 11 000 ft/min. La check-list *PCAB allumé* est lue par l'élève-pilote.

Elle consiste à descendre sous 30 000 ft, constater l'évolution de l'altitude cabine et vérifier la position de commandes pouvant être à l'origine du manque de pressurisation (poignées verrière et gonflage boudins, interrupteur climatisation). Si ces contrôles ou actions ne provoquent pas l'extinction du voyant, la descente sous 20 000 ft est requise.

Cette check-list ne comprend pas d'item concernant le passage sur 100% O₂ ou surpression O₂.

Les symptômes ressentis et la rapide montée de l'altitude cabine amènent l'équipage à appeler l'item *surpression O₂* de la check-list *dépressurisation brutale (altitude supérieure à 30 000 ft)*. Lorsque l'élève-pilote annonce *surpression O₂*, le moniteur sélectionne par erreur 100% O₂. D'après le témoignage, l'erreur de sélection peut être qualifiée d'erreur de routine. En effet, cette commande est la plus couramment utilisée et ces deux commandes sont proches sur le régulateur O₂. Ne ressentant plus de difficulté respiratoire au FL200, le moniteur n'a pas de raison de remettre en cause son action.

Au FL200

Le moniteur stabilise au FL200 où il ne ressent plus de difficulté respiratoire. Le voyant PCAB est éteint (Zcab < 24 000 ft). L'altitude cabine n'est cependant pas correcte (20 000 ft au lieu d'environ 7 000 ft). Ce palier permet au moniteur de vérifier que son élève va bien et de gérer le déroutement.

Descente au FL120

Cette descente s'effectue au taux moyen de 3 000 ft/min. Les deux pilotes ressentent des douleurs aux oreilles lors des variations de puissance. Elles sont dues à des variations de pression cabine, le système n'assurant pas une recompression progressive étant donné les fuites et les variations de régime moteur. Ces douleurs cessent à la réduction des gaz.

Lors d'une descente, l'air doit *entrer* dans l'oreille moyenne. La description par l'équipage d'à-coups à chaque remise de gaz laisse supposer que la trompe d'Eustache est soumise à des différences de pressions importantes qui peuvent avoir des conséquences sur l'oreille moyenne. Des facteurs individuels (morphologie propre de la trompe d'Eustache, plus ou moins perméable) et des facteurs conjoncturels (allergies, rhinite...) peuvent perturber et retarder l'équilibre qui se fait entre l'oreille moyenne et la cabine.

Aussi, si durant un vol sans incident ces facteurs sont contrôlables, ils peuvent décompenser dans des circonstances particulières. Il est donc probable que des facteurs médicaux conjoncturels ont contribué aux lésions de l'oreille constatées sur le moniteur lors de la repressurisation de la cabine.

Au FL120

Arrivé au FL120, l'altitude cabine est redevenue nominale (6 500 ft).

Si l'élève ne ressent plus de symptômes otologiques, le moniteur garde une sensation d'oreilles bouchées.

Il est probable que les lésions de l'oreille constatées sur le moniteur se sont produites lors de la repressurisation de la cabine et ont été favorisées par des facteurs médicaux conjoncturels.

3. CONCLUSION

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

Le 21 juin 2013, l'équipage de l'Alphajet E127 de l'EAC de Tours (moniteur et élève-pilote) effectue de jour une navigation IFR entre la Crête et la Sardaigne.

Survolant la mer et après avoir atteint le FL400, une dépressurisation de la cabine se manifeste par l'allumage du voyant d'alarme PCAB (altitude cabine supérieure à 24 000 ft) et des difficultés de respiration ressenties par les deux pilotes. L'altitude cabine monte rapidement, la valeur maximale lue est de 35 000 ft.

Le moniteur prend les commandes et descend rapidement vers le FL200 où les symptômes ressentis ont cessé. La check-list *voyant PCAB allumé* est appliquée durant cette descente, ainsi que l'item *sélection surpression puis 100% O₂* de la check *dépressurisation brutale*.

La descente est poursuivie vers le FL120 où l'altitude cabine redevient nominale. L'appareil se dérouté vers le terrain d'Andraveda où il se pose normalement et où l'équipage est immédiatement pris en charge médicalement.

Le moniteur souffre d'une otite barotraumatique bilatérale qui a entraîné une inaptitude médicale durant 2,5 semaines. L'élève-pilote est indemne.

Le boudin de verrière avant est déchiré sur 1,5 à 2 cm au niveau du passage pilote, côté cabine. Il est probable qu'un endommagement initial était présent avant le vol à l'endroit de cette déchirure. La détectabilité de ce défaut initial en VJ n'a pas pu être évaluée.

La date de montage de ce boudin n'a pas été déterminée, cependant les érosions constatées semblent montrer un état d'usure avancé par rapport à d'autres boudins avionnés.

Le dernier contrôle de l'étanchéité cabine sur cet appareil a été réalisé 8 mois avant l'incident (périodicité 16 mois).

Il est probable que les lésions de l'oreille constatées sur le moniteur se sont produites lors de la repressurisation de la cabine et ont été favorisées par des facteurs médicaux conjoncturels.

3.2. Causes de l'événement

La dépressurisation rapide est due à une perte d'étanchéité au niveau de la verrière avant, due à une déchirure en vol du boudin de verrière.

Cette déchirure résulte probablement d'un endommagement en service progressif du boudin. Le plan de maintenance n'a pas permis de prévenir cette déchirure.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Mesures visant à limiter l'endommagement en service des boudins

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air :
- d'étudier l'utilisation de protection des boudins de verrière sur les appareils Alphajet en ligne ;
- de formaliser la bonne pratique qui interdit de poser le pied sur le boudin verrière.

4.1.2. Mesure visant à améliorer la détection des endommagements des boudins

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de préciser le mode opératoire de vérification pré-vol des boudins d'étanchéité verrières sur Alphajet (vérification ciblée au niveau des flancs de passages d'accès cabine, type et emplacement des défauts à rechercher).

4.1.3. Mesure visant à limiter les conséquences de l'endommagement progressif des boudins

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, d'adapter le plan de maintenance des boudins afin de prévenir les déchirures en vol (suivi des constats d'usures et mise en place d'un critère d'endommagement, durée limite en service, augmentation de la fréquence du contrôle d'étanchéité cabine, etc.).

4.1.4. Mesure concernant l'entraînement à la procédure en cas de dépressurisation brutale

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, d'inclure la dépressurisation brutale au corpus des pannes identifiées CAPs (*critical action procédures*).
Il pourrait être utile dans ce cadre de préciser les conditions des sélections *surpression* O_2 et $100\% O_2$ en cas d'allumage du voyant PCAB et les symptômes permettant d'identifier une dépressurisation brutale.

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

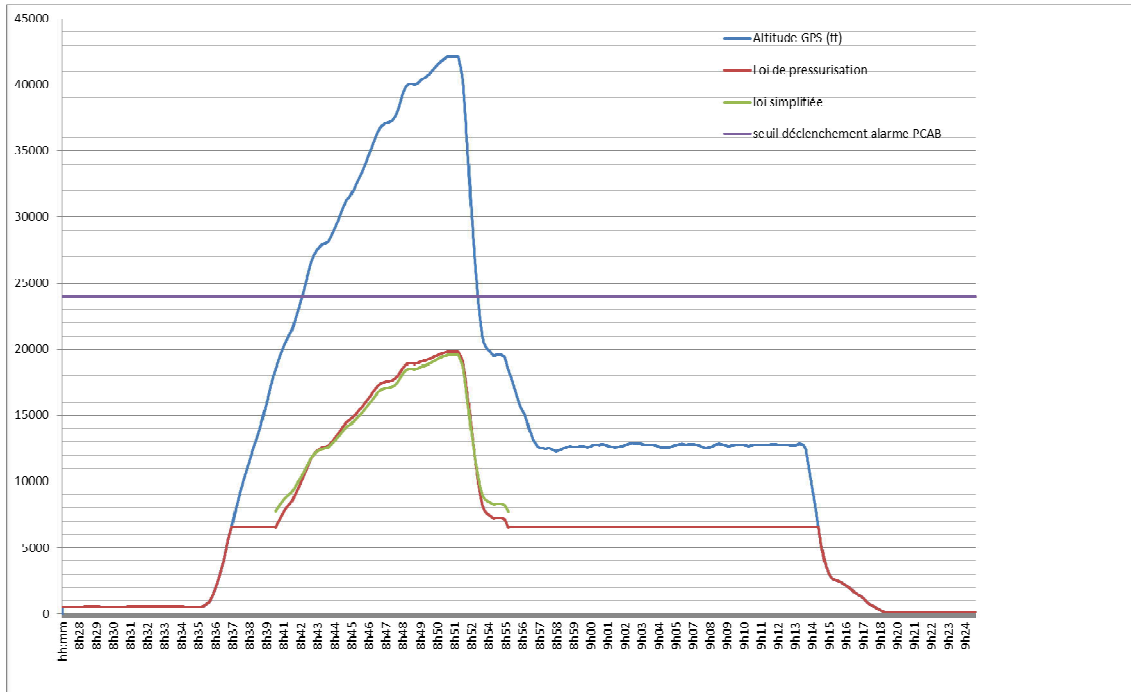
Néant.

ANNEXES

ANNEXE 1 Profil vertical du vol Alphajet E127 du 21 juin 2013	27
ANNEXE 2 Derniers incidents similaires recensés sur Alphajet.....	28

ANNEXE 1

Profil vertical du vol Alphajet E127 du 21 juin 2013



ANNEXE 2

Derniers incidents similaires recensés sur Alphajet

Incidents de dépressurisation consécutifs à une fuite d'un boudin de verrière (extraits base Vortex).

N° Vortex	Date/Base de rattachement	Description	Constats - Mesures prises
2012 7050037	20/02/2012 Tours	<i>Au bout de 30 minutes de transit au FL325 le pilote perçoit un sifflement. Il vérifie alors l'alti cabine et constate que celui-ci jusqu'alors stable à 15 000 ft se met à monter. L'équipage débute alors une descente rapide puis passe oxygène 100 % et surpression. L'alti cabine atteint alors 30 000 ft. La descente se poursuit jusqu'à 10 000 ft. Le pilote stabilise alors l'appareil et lorsqu'il réajuste les gaz pour maintenir 300 kt, l'équipage ressent un fort à coup de pression et constate que l'alti cabine redescend et se stabilise alors à la bonne altitude.</i>	<i>Echange boudin avant endommagé.</i>
2012 7050080	15/05/2012 Tours	<i>Au cours d'une manœuvre de combat avec les deux moteurs sur ralenti, un bruit de soufflement d'air se fait entendre en continu dans le cockpit. L'altitude cabine monte puis redescend lorsque le pilote affiche une puissance moteur au-delà de 80%, une re-compression est ressentie. La mission est annulée. Un retour au terrain est entrepris, l'atterrissage se passe sans encombre.</i>	<i>Recherche de panne, E/S boudin verrière avant (boudin percé), E/S soupape de sécurité (ouverture hors tolérance). Vérification pressurisation cabine, avion remis en ligne de vol,</i>
2012 1200102	8/11/2012 Cazaux	<i>Problème de pressurisation ressenti par le stagiaire en place avant, confirmé par lecture de l'altitude cabine. Le stagiaire se plaint de céphalées après le posé. Il est conduit au CMA qui le place sous O₂ pendant 30 minutes.</i>	<i>Echange boudin avant endommagé.</i>