

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 12 mars 2009

## RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



# BEAD-air-M-2008-008-A

Date de l'événement	22 mai 2008
Lieu	Aérodrome de Lorient - Lann-Bihoué
Type d'appareil	Rafale F2
Immatriculation	F-XCLF - n°16
Organisme	Marine nationale
Unité	Flottille 12 F - Landivisiau

## **AVERTISSEMENT**

### **COMPOSITION DU RAPPORT**

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

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

### **UTILISATION DU RAPPORT**

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

---

### **CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS**

Page de garde : SIRPA air.

Pages 11, 12, 13, 14, 15, 21 : BEAD-air

**TABLE DES MATIERES**

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>3</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>5</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>6</b>
<b>1. Renseignements de base</b>	<b>8</b>
1.1. Déroulement du vol	8
1.1.1. Mission	8
1.1.2. Déroulement	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 pilote	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef	10
1.6.1. Maintenance	10
1.6.2. Masse et centrage	10
1.6.3. Carburant	11
1.7. Conditions météorologiques	11
1.8. Aides à la navigation	11
1.9. Télécommunications	11
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	11
1.11. Enregistreurs de bord	12
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	12
1.12.1. Examen de la zone	12
1.12.2. Examen de l'épave	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	15
1.14. Incendie	15
1.15. Survie des occupants	15
1.15.1. Abandon de bord	15
1.15.2. Organisation des secours	16
1.16. Essais et recherches	16
1.17. Autres renseignements	16
<b>2. Analyse</b>	<b>17</b>
2.1. Conditions du jour	17
2.1.1. Piste d'atterrissage et conditions météorologiques	17
2.1.2. Performances avion	18
2.2. Actions du pilote	18
2.2.1. Préparation mission	18
2.2.2. Finale et atterrissage	19
2.2.3. Roulement et freinage	20
2.3. Conclusion sur la sortie de piste	23
2.4. Ejection	24
<b>3. Conclusion</b>	<b>26</b>
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	26
3.2. Causes de l'événement	26
<b>4. Recommandations de sécurité</b>	<b>28</b>
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	28
4.1.1. Performances à l'atterrissage	28
4.1.2. Adhérence de la piste	28
4.1.3. Indisponibilité des brins d'arrêt	28
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	29
4.2.1. Éjection	29
4.2.2. Équipements de vol	30

<b>ANNEXES</b>	<b>31</b>
ANNEXE 1 Carte d'aérodrome	32
ANNEXE 2 Plan de la piste	33
ANNEXE 3 Trajectoire sur la piste	34
ANNEXE 4 Manuel de calcul de performances	35
ANNEXE 5 Procédure d'atterrissage	36
ANNEXE 6 Communications radio	37
ANNEXE 7 Courbe enregistreur de paramètres	39

## GLOSSAIRE

ALAVIA	Amiral commandant l'aviation navale
BAN	Base d'aéronautique navale
CABA 117	Cité de l'air et base aérienne 117 – Paris Balard
CAM	Circulation aérienne militaire
CEPr	Centre d'essais des propulseurs
ESPAR	Enregistreur statique de paramètres
FAHD	Freins atterrisseurs hydraulique dirigeabilité avion
ILS	<i>Instrument landing system</i> - Système d'atterrissage aux instruments
LDA	<i>Landing distance available</i> – Distance disponible à l'atterrissage
MCP	Manuel de calculs de performances
MICA	Missile d'interception de combat et d'autodéfense
PAPI	<i>Precision approach path indicator</i> - Indicateur de trajectoire d'approche
QFU	Direction magnétique de la piste
RPL	Réservoir pendulaire largable

**TABLE DES ILLUSTRATIONS****Photographies :**

Situation générale.....	12
Détail des traces .....	13
Ornières des trains et de la crosse .....	13
Volets froids détériorés sur le moteur droit.....	14
Tiges de vérins de volet froid flambées .....	14
Capot moteur droit tordu .....	14
Partie arrière du cockpit .....	14
VTL gauche et droite détériorées .....	15
Casque Gallet LA 100 .....	16
Croisement d'un volatile .....	19
Position du toucher du train principal .....	20
Fin de freinage aérodynamique .....	21
Sortie de la crosse et dérapage .....	22
Apparitions de traces blanches en fin de bande .....	22
Evitement des antennes .....	24
Position de l'avion au moment où le pilote tire la poignée .....	24

## SYNOPSIS

Date de l'événement : 22 mai 2008 vers 10 h 30.

Lieu de l'événement : aérodrome de Lorient Lann-Bihoué.

Organisme : marine nationale.

Commandement organique : commandement de la force de l'aéronautique navale (ALAVIA).

Unité : flottille 12 F – Landivisiau.

Aéronef : Rafale F2.

Nature du vol : transit.

Nombre de personnes à bord : 1.

### Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors de l'atterrissage à Lorient Lann-Bihoué, le pilote du Rafale M 16 ne parvient pas à stopper son appareil avant la fin de la piste 25 et s'éjecte. L'avion s'arrête dans le prolongement de la piste.

Le pilote est gravement blessé à la colonne vertébrale.

### Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé directeur d'enquête technique.
- Un sous-officier mécanicien du BEAD-air, adjoint au directeur d'enquête.
- Un enquêteur de première information (EPI) de la BAN de Lann-Bihoué.
- Un officier pilote ayant une expertise sur Rafale marine.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Rafale marine.
- Un médecin du personnel navigant.
- Un officier parachutiste d'essai.

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement 30 minutes après l'événement.

Un TBM 700 de l'armée de l'air a conduit le directeur d'enquête et son adjoint depuis Villacoublay jusqu'à Lorient où ils ont rejoint le reste du groupe d'enquête vers 17 h 00.

### Enquête judiciaire

- Le parquet de Rennes s'est saisi de l'affaire.
- Un officier de police judiciaire de la section judiciaire de la gendarmerie de l'air de la CABA 117 de Balard a été saisi.

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Indicatif mission : Lascar Saphir n°1.

Type de vol : CAM A.

Type de mission : transit.

Dernier point de départ : Landivisiau.

Heure de départ : 10 h 18.

Point d'atterrissage prévu : Lorient Lann-Bihoué.

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Préparation du vol

La mission consiste en un transit entre Landivisiau et Lorient, terrains distants de 54 Nm, pour la mise en place de deux Rafale de la flottille 12F (indicatif : Lascar Saphir) afin d'assurer la relève de la permanence opérationnelle tenue par deux Mirage 2000 de l'armée de l'air.

Les Rafale sont équipés de 4 missiles et d'un réservoir pendulaire sous le fuselage.

Les prévisions météorologiques à Lorient font état de l'arrivée de grains et d'orages en fin de matinée. Les brins d'arrêt qui équipent la piste en service sont annoncés indisponibles.

L'avion de l'équipier étant en panne, le leader décolle seul à 10 h 18.

##### 1.1.2.2. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Cette partie est reconstituée à partir de la lecture de l'enregistrement de la cassette Hi8 et des témoignages du pilote et des contrôleurs.

Le pilote se présente pour un ILS en automatique pour la piste 25. Le Rafale dans ce mode suit parfaitement l'axe et le plan. L'incidence de 16°, et donc la vitesse, sont parfaitement tenues par l'auto manette.

Le terrain est annoncé « Vert + » et le pilote sort des nuages à 750 ft. Il reste en ILS automatique jusqu'à 200 ft où il reprend l'avion en pilotage manuel pour atterrir.

Le pilote se pose vers 140 kt avant le croisement avec la piste 02/20. Il pose la roulette de nez à 120 kt.

Le pilote effectue une première action sur les freins qui n'a pas l'efficacité attendue. Il relâche la pression sur les palonniers avant d'effectuer une seconde tentative sans effet ressenti. Au troisième essai, le pilote constate que l'avion chasse à droite et à gauche mais en restant globalement sur l'axe de piste.

Voyant arriver la fin de bande, le pilote sort la crosse d'appontage.

Le contrôleur demande au pilote si la vitesse est contrôlée. Celui-ci lui répond par la négative.

En arrivant sur le prolongement d'arrêt<sup>1</sup>, il voit les antennes ILS se rapprocher et un véhicule qui circule sur la route qui contourne la fin de piste. Il dirige l'avion vers la gauche pour

---

<sup>1</sup> PA : aire rectangulaire, définie au sol, coaxiale à la piste, adjacente à l'une de ses extrémités, et aménagée de façon à permettre à un aéronef de terminer sa manœuvre de décollage interrompu et de pouvoir le faire sans dommage.

éviter ces obstacles et constatant qu'il va descendre dans un dévers, il décide de s'éjecter. Son avion est alors dans l'herbe, juste avant la route.

### 1.1.3. Localisation

- Lieu : base d'aéronautique navale de Lann-Bihoué ;
  - pays : France ;
  - département : Morbihan ;
  - commune : Ploemeur ;
  - coordonnées géographiques : 47° 45' N, 003° 27' W (seuil de piste 07).
- Moment : jour.
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Lann-Bihoué.

## 1.2. Tués et blessés

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

## 1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Rafale M16			X	

## 1.4. Autres dommages

Ornière dans un champ cultivé, situé dans l'axe de piste, à l'intérieur de l'enceinte de la base.

## 1.5. Renseignements sur le pilote

- Unité d'affectation : flottille 12F – Landivisiau.
- Formation :
  - qualification : sous-chef de patrouille ;
  - école de spécialisation : chasse, formation au sein de l'US Navy ;
  - année de sortie d'école : mars 2002.

– Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont Rafale F1/F2	Sur tous types	Dont Rafale F1/F2	Sur tous types	Dont Rafale F1/F2
Total (h)	1327	348	87	78	10	10

– Date du dernier vol comme pilote :

- sur l'aéronef : 21 mai 2008.

– Carte de circulation aérienne :

- date d'expiration : 03 juillet 2008.

### 1.6. Renseignements sur l'aéronef

– Organisme : marine nationale.

– Commandement organique d'appartenance : commandement de la force de l'aéronautique navale.

– Base aérienne de stationnement : BAN Landivisiau.

– Unité d'affectation : flottille 12F.

– Type d'aéronef : Rafale M standard F2 ;

- configuration : un réservoir pendulaire RPL 711 de 1250 litres au point central ;
- armement : 4 MICA<sup>2</sup> ;
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales
Cellule	RFM	N° 16	247
Moteur gauche	M88-2	WM000184	208
Moteur droit	M88-2	WM000058	847

#### 1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes d'entretien réglementaires.

#### 1.6.2. Masse et centrage

La masse au posé était de 16,1 tonnes.

<sup>2</sup> Missile d'Interception de Combat et d'Autodéfense.

### 1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : F34.
- Quantité de carburant au décollage : 5,7 tonnes.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 4,7 tonnes.

### 1.7. Conditions météorologiques

- Couleur terrain « vert +<sup>3</sup> » (visibilité > 5 km et plafond > 1000 ft), la piste 25 en service.
- Conditions météorologiques observées à 10 h 30 :
  - visibilité : 8 km (5 km dans l'ouest) ;
  - averses de pluie depuis 10h20 ;
  - peu de stratus à 800 ft, cumulus épars à 1000 ft et 1800 ft, stratocumulus épars à 3500 ft ;
  - température : 15°C ;
  - QFE : 1006 hPa ;
  - vent (annoncé par le contrôleur avec l'autorisation d'atterrissage) : 150° pour 5 kt.
- Au début de la descente, le contrôleur fournit au pilote l'indication : « piste mouillée avec flaques à la croisée ».
- Une averse de pluie arrivant de l'ouest est active sur l'extrémité de piste 07.

### 1.8. Aides à la navigation

Le terrain est équipé d'un système d'atterrissage de précision ILS<sup>4</sup> de catégorie 1<sup>5</sup>, dans le QFU 25.

### 1.9. Télécommunications

Le pilote était en contact radio avec la tour de contrôle sur une fréquence UHF (386,725 MHz).

### 1.10. Renseignements sur l'aérodrome

La piste 25 à Lorient Lann-Bihoué, piste en service le jour de l'événement, disposait de :

- deux brins d'arrêt (modèle BLISS 500 S), positionnés à 250 mètres de chaque seuil, mais dégrafés car en attente de validation suite à la maintenance semestrielle.
- d'une optique d'appontage (utilisée lors des séances d'appontages simulés sur piste) et d'un feu d'atterrissage PAPI<sup>6</sup>, tous deux en fonctionnement.

La longueur totale de la piste d'atterrissage est de 2403 mètres. Le seuil de piste 25 étant décalé, la longueur de piste disponible pour un atterrissage normal<sup>7</sup> dans ce QFU est de 2230 mètres. Ce QFU dispose d'un prolongement d'arrêt de 100 mètres.

Ces différentes distances font l'objet de l'annexe 2.

---

<sup>3</sup> Cette couleur terrain peut autoriser les avions de chasse à réaliser des arrivées à vue au break.

<sup>4</sup> Instrument Landing System : système d'atterrissage aux instruments.

<sup>5</sup> Hauteur de décision : 250 ft, portée visuelle de piste minimale : 800 mètres.

<sup>6</sup> Precision approach path indicator : indicateur de trajectoire d'approche de précision.

<sup>7</sup> LDA : landing distance available.

### 1.11. Enregistreurs de bord

Les supports d'enregistrement équipant l'avion sont :

- enregistreurs « d'accidents » : enregistreur statique de paramètres (ESPAR) ;
- mémoires statiques : cassettes BSDM (boîtier de stockage de données de mission) A et B, cartes TD1 et TD2 (modules de traitement de données) ;
- enregistrements vidéo : cassette Hi-8 multiplexée.

Les cassettes BSDM sont inexploitable car effacées par le système lors de l'éjection.

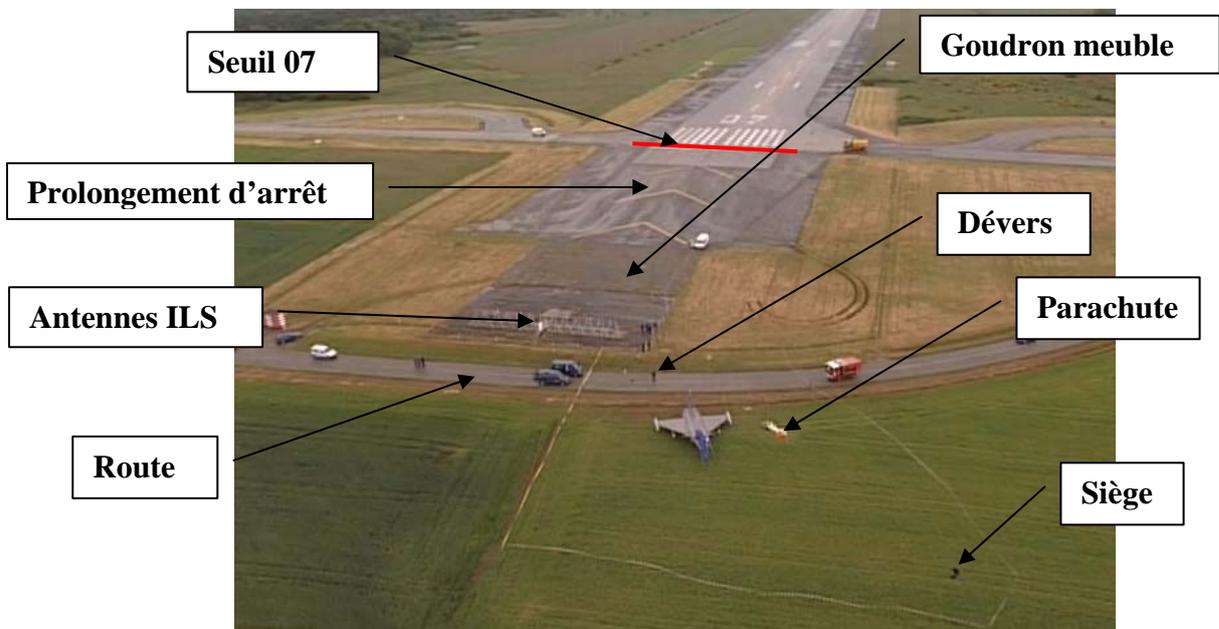
Les cartes TD1 et TD2 ne sont exploitables que chez l'industriel après déchargement de leurs données sur un aéronef du même type.

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

#### 1.12.1. Examen de la zone

L'avion est passé à gauche des antennes ILS et s'est arrêté juste après la route.

Le pilote sous voile a atterri à 5 mètres du Rafale.



Situation générale

Des traces blanches sur la piste débutent à 100 mètres du seuil de piste jusqu'en limite du prolongement d'arrêt puis se transforment en ornières dans le goudron meuble, jusqu'au dévers.



Détail des traces

L'aéronef repose à plat sur ses trains d'atterrissage, crosse sortie. Il a creusé des ornières dans la terre meuble du champ.



Ornières des trains et de la crosse

#### 1.12.2. Examen de l'épave

Les dégâts constatés sur l'aéronef sont décrits ci-après.

- Rupture de deux volets froids au niveau du moteur droit et flambage des tiges de vérin de volets froids positionnées à 06 h 00 sur les deux moteurs :

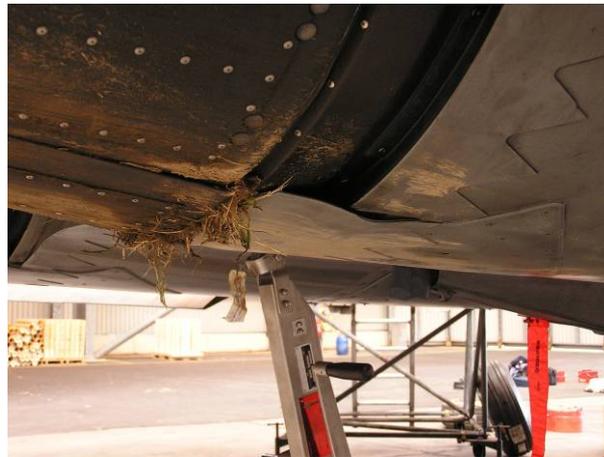


Volets froids détériorés sur le moteur droit



Tiges de vérins de volet froid flambées

- Détérioration du capot moteur droit :



Capot moteur droit tordu

- Détérioration des câblages et boîtier KY58 (et support) derrière le siège éjectable :



Partie arrière du cockpit

- Explosion de la face tactile des deux visualisations latérales (VTL) :



VTL gauche et droite détériorées

### **1.13. Renseignements médicaux et pathologiques**

- Le pilote était médicalement apte au vol.
- Examens biologiques : réalisés.
- Blessures : fracture tassement de la première vertèbre lombaire et discontinuité corticale de l'arc postérieur de la douzième vertèbre dorsale.

### **1.14. Incendie**

Néant.

### **1.15. Survie des occupants**

#### 1.15.1. Abandon de bord

- Ejection :
  - type de siège éjectable : MK F16F.
- Données morphologiques :
  - Taille : 1,77 m ;
  - Poids : 80 kg.
- Eléments au moment de l'éjection :
  - hauteur : au sol ;
  - vitesse : 21 kt.

Ces données s'inscrivent dans le domaine du siège éjectable MK F16F.

- Le casque de vol Gallet LA 100 est endommagé.



Casque Gallet LA 100

#### 1.15.2. Organisation des secours

- Le contrôleur air a pré-alerté les secours dès qu'il a eu confirmation par le pilote que ce dernier ne contrôlait pas la vitesse de l'appareil.
- Les véhicules de secours (pompiers et infirmerie) ainsi que le personnel de la flottille 12 F (armuriers) sont arrivés sur les lieux moins de cinq minutes après l'éjection.
- Le pilote a été évacué par voie routière vers l'hôpital de Lorient.

#### **1.16. Essais et recherches**

Le centre d'essai des propulseurs de Saclay (CEPr) a analysé des échantillons de fluide hydraulique prélevés sur l'appareil.

#### **1.17. Autres renseignements**

Le système de freinage du Rafale est commandé et régulé par le calculateur FAHD<sup>8</sup> qui pilote également les fonctions antiblocage et anti-dérapiage.

---

<sup>8</sup> Freins Atterrisseurs Hydraulique Dirigeabilité avion.

## 2. ANALYSE

L'événement objet de ce rapport est une **sortie de piste** en fin de bande suivie de l'**éjection** du pilote.

L'analyse des éléments disponibles permet de déterminer les raisons pour lesquelles le pilote n'a pas réussi à arrêter son appareil avant le bout de la piste.

Cette analyse est issue en particulier de la corrélation entre l'enregistrement vidéo de la tête haute, les témoignages recueillis et les données enregistrées dans l'ESPAR.

Ni les vérifications effectuées sur l'ensemble du circuit de freinage, ni les analyses du fluide hydraulique du Rafale M 16 n'ont révélé d'anomalie. De plus, ni le pilote, ni l'enregistreur de paramètres ne témoignent d'une panne signalée.

**Par conséquent, l'hypothèse qu'une défaillance technique ait limité l'efficacité du freinage est rejetée.**

Les causes de la sortie de piste en fin de bande due à une vitesse excessive relèvent d'une combinaison de facteurs environnementaux et humains.

### 2.1. Conditions du jour

#### 2.1.1. Piste d'atterrissage et conditions météorologiques

Les différents points concernant la piste de Lorient Lann-Bihoué (voir annexes 1 et 2) et les conditions du jour sont exposés ci-dessous.

- La piste d'atterrissage de Lorient mesure 2403 mètres. Dans le QFU 25, la longueur de piste disponible pour l'atterrissage est 2230 mètres<sup>9</sup>. Comme les marques ILS sont situées à 400 mètres du seuil de piste 25, la longueur de piste pour un avion qui atterrit sur ces marques est de 1830 mètres. Néanmoins, après la fin de piste, les pilotes disposent de 100 mètres supplémentaires de bande goudronnée sur laquelle ils peuvent rouler en cas de nécessité.
- Avant l'atterrissage, le contrôleur annonce que la piste est « mouillée, avec des flaques à la croisée ». L'eau de pluie ne stagne effectivement qu'à l'endroit où les deux pistes se croisent. En revanche, de nombreux pilotes de chasse témoignent que l'adhérence de cette piste leur semble médiocre lorsqu'elle est mouillée.
- Une forte averse de pluie rend la seconde partie de la piste glissante, en particulier en fin de bande, portion de piste où les avions se posent et laissent des particules de caoutchouc de pneumatiques.
- Pour un vent venant du cap 150 pour une vitesse de 5 kt, la composante arrière est de moins de 1 kt, donc négligeable. Dans les deux sens d'atterrissage, l'absence de composante significative de vent de face ne contribue pas à réduire ni la vitesse sol en finale ni la distance d'arrêt de l'appareil.

Notons ici que la piste 07/25 est équipée de deux brins d'arrêt que les avions de chasse peuvent utiliser en cas d'urgence. Ils sont situés à 250 mètres de chaque seuil de piste. Le jour

---

<sup>9</sup> Voir annexe 1. LDA : landing distance available

de l'événement, les deux brins étaient dégrafés et placés sur le côté de la piste en attendant une vérification suite à une opération de maintenance<sup>10</sup>.

Ainsi :

- la piste de Lorient mesure 2403 mètres mais la longueur de piste disponible pour un atterrissage normal dans le QFU 25 est de 2230 mètres, plus 100 mètres de prolongement d'arrêt accessible. La longueur de roulement disponible en se posant sur les marques ILS est de 1930 mètres ;
- l'adhérence du revêtement de la piste par condition pluvieuse est réputée médiocre. De plus, au moment de l'atterrissage de Lascar Saphir leader, une forte averse de pluie tombe sur la moitié ouest de la piste.

### 2.1.2. Performances avion

Au décollage, l'aéronef avec son armement et ses 5,7 tonnes de carburant (plein interne de 4,7 tonnes et un réservoir pendulaire ventral de 1250 litres) pesait 17,1 tonnes. Après le vol direct entre Landivisiau et Lorient, terrains distants de 54 Nm, la masse de l'aéronef à l'atterrissage était de 16,1 tonnes.

A cette masse et avec les conditions du jour (température, pression, vent) sur la BAN de Lorient, et, au vu de sa faible adhérence, en considérant la piste comme inondée et pas simplement mouillée, le logiciel MCP (manuel de calcul des performances) pour Rafale marine au standard F2 (approche à 3° de pente) donne une longueur théorique de roulement à énergie normale de 1763 mètres (pour une vitesse de début de freinage de 112,6 kt)<sup>11</sup>.

Ainsi,

**même en considérant la piste d'atterrissage comme inondée et avec un posé sur les marques ILS, la distance de piste disponible (1830 mètres hors prolongement d'arrêt), est supérieure à la distance théorique de roulement nécessaire pour arrêter le Rafale dans la configuration du jour (1763 mètres).**

A noter que cette distance théorique est calculée en tenant compte de l'application de la procédure de freinage (voir annexe 5), en particulier « l'application de la profondeur plein arrière dès la décélération établie ».

## 2.2. Actions du pilote

### 2.2.1. Préparation mission

La patrouille de deux Rafale<sup>12</sup> de la flottille 12 F de Landivisiau a pour mission de se mettre en place dans la zone d'alerte du terrain de Lorient Lann-Bihoué pour assurer, pendant une semaine, la permanence opérationnelle en remplacement de deux Mirage 2000 de l'armée de l'air. La route à suivre entre les deux bases aéronavales n'est pas préparée spécialement car elle est connue de tous les pilotes de l'aéronavale, chacun des aérodromes étant terrain de

<sup>10</sup> A noter que le pilote a sorti la crosse après avoir passé la position théorique des brins.

<sup>11</sup> Voir annexe n°4.

<sup>12</sup> L'avion du n°2 étant momentanément indisponible, Lascar Saphir leader a décollé seul.

déroutement de l'autre. La navigation consiste en un transfert entre services d'approche et ne nécessite pas de briefing particulier.

De même, l'atterrissage sur la piste de Lorient est un exercice souvent réalisé et les pilotes considèrent qu'elle ne nécessite pas de préparation particulière. De plus, il apparaît que les pilotes considèrent que le système de freinage du Rafale est assez performant pour arrêter l'avion sur une piste type OTAN, quelles que soient les conditions atmosphériques et la masse. De plus, la masse de plus de 16 tonnes est largement inférieure à la masse maximale à l'atterrissage : 18,5 tonnes à l'énergie normale de freinage.

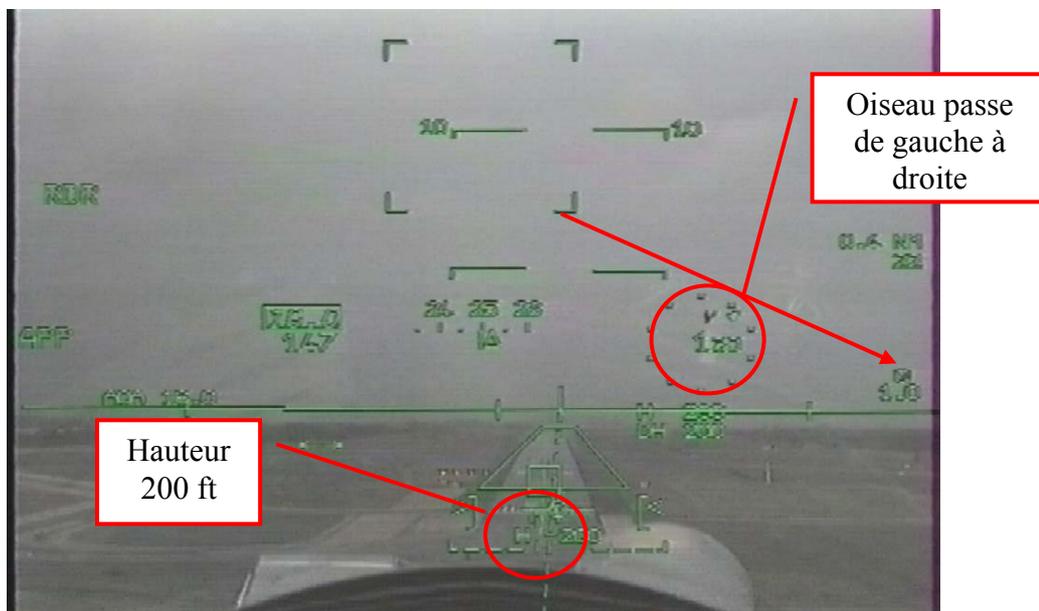
**L'habitude de se rendre à Lorient et la confiance dans les performances du Rafale n'ont pas incité le pilote à effectuer une préparation spécifique.**

### 2.2.2. Finale et atterrissage

Le pilote avait prévu une arrivée à vue. En raison des conditions météorologiques rencontrées, il modifie son plan d'action et demande au contrôleur aérien de Lorient une prise en compte radar pour une finale aux instruments : une percée ILS en 25. A deux reprises pendant la finale, il confirme qu'il a fait le bon choix : « il ne fait pas très beau aujourd'hui ! ».

A la masse de 16,1 tonnes et avec les conditions de température et de pression atmosphérique du jour, le logiciel de calcul de performances (Rafale marine standard F2) donne une vitesse en finale de 148 kt, une incidence de 16°, et une vitesse d'impact sur la piste de 143 kt après un arrondi.

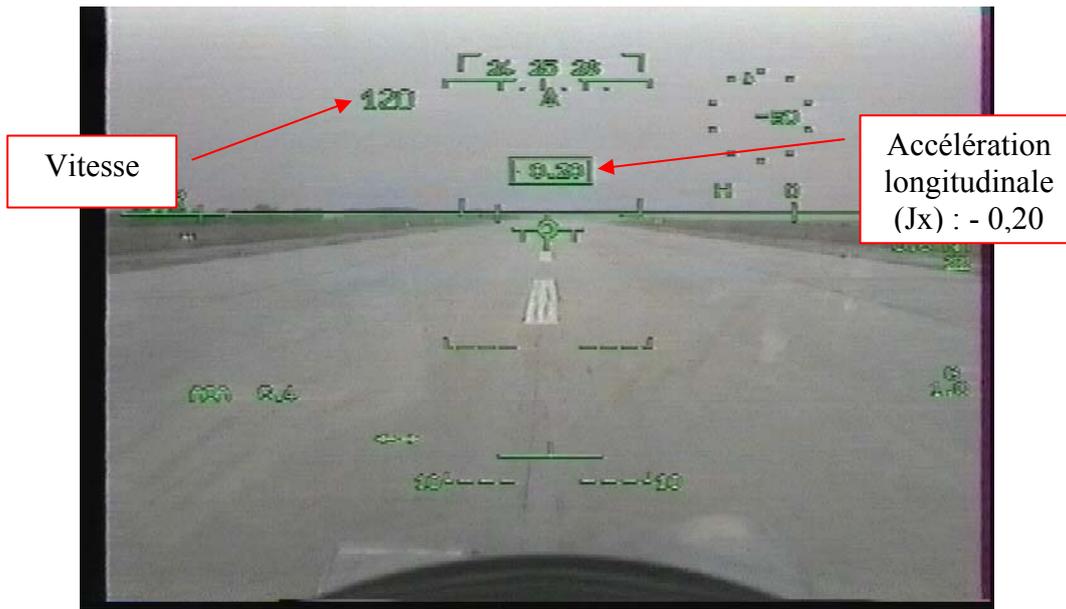
Le pilote a maintenu ces éléments pendant toute la finale, même après avoir été surpris et inquiet par le croisement d'un oiseau alors qu'il passait la hauteur de 200 ft.



Croisement d'un volatile

Vers 200 ft, le pilote a coupé l'ILS automatique et a poursuivit la finale à vue en suivant les indications du PAPI. Il a positionné le vecteur vitesse sur le seuil de piste, conformément à la procédure d'atterrissage (voir annexe 5). Une fois au dessus de la piste, il initie un arrondi de la trajectoire. L'avion ne se pose pas immédiatement et reste quelques secondes dans l'effet de sol. Il se pose finalement une cinquantaine de mètres après les marques ILS.





Fin de freinage aérodynamique

Il commence à freiner puis, ayant une sensation d'inefficacité, il relâche la pression sur les palonniers avant d'effectuer un second essai qui lui semble ne pas avoir plus d'effet.

Le pilote témoigne avoir eu l'impression que son action sur les palonniers pour ralentir l'avion n'a pas eu l'efficacité attendue. Cette perception est probablement due à l'action du FAHD qui limite le freinage sur piste mouillée<sup>13</sup> pour éviter le blocage des roues.

Par ailleurs, la décélération n'étant pas établie, le pilote ne positionne pas immédiatement et complètement la commande de profondeur en arrière, ce qui aurait accentué l'appui de l'avion sur la piste et aurait réduit la distance d'arrêt.

Le fait de relâcher la pression sur les palonniers et l'action insuffisante sur la commande de profondeur n'optimisent pas le freinage de l'avion.

Ce n'est que lorsqu'il actionne les freins pour la troisième fois et que l'avion part en dérapage que le pilote se rend compte qu'il ne pourra vraisemblablement pas s'arrêter sur la piste. L'avion est alors sous une forte averse de pluie.

Voyant arriver la fin de bande, le pilote sort la crosse d'appontage afin d'augmenter le ralentissement de l'avion. Il est alors à 150 mètres du seuil, à une vitesse de 70 kt.

<sup>13</sup> Le pilote n'a pourtant commencé à freiner qu'après la croisée des pistes et donc après les flaques d'eau.



Sortie de la crose et dérapage

L'analyse de l'enregistrement vidéo permet de déterminer que l'avion commence à déraper (cap et maquette avion non alignés) alors qu'il est approximativement entre 250 et 300 mètres du seuil. Il subit alors une forte averse de pluie.

Sur les 100 derniers mètres de la piste et jusqu'à ce que l'avion passe dans l'herbe, on constate la présence de traces blanches sur la piste.

L'analyse visuelle de ces traces montre qu'il s'agit en fait d'un « nettoyage » de la piste sous la bande de roulement des pneumatiques. Ce « nettoyage » est vraisemblablement dû à un phénomène d'hydroplanage à ce moment du roulement : la pression de la pellicule d'eau sous le pneumatique provoque un effet « nettoyeur haute pression » qui a pour conséquence le décapage des impuretés du revêtement.



Apparitions de traces blanches en fin de bande

Compte tenu de la vitesse de l'avion (60 kt) et de la position de ces traces (fin de bande, dans une zone d'atterrissage fortement polluée par des résidus de pneumatiques), le phénomène subi par l'avion est probablement la conséquence d'un hydroplanage visqueux ; ce

phénomène se produit à une vitesse plus faible que celle de l'hydroplanage classique<sup>14</sup> et résulte de la présence de dépôts caoutchouteux ou de saletés sur la piste.

Ainsi,

- **Le freinage n'est pas effectué de manière optimale :**
  - **l'assiette à cabrer est insuffisante pendant le freinage aérodynamique ;**
  - **le pilote relâche la pression sur les palonniers à deux reprises ;**
  - **il ne peut donc pas positionner immédiatement et complètement la commande de profondeur en arrière pour augmenter l'efficacité du freinage ;**
- **l'avion subit un hydroplanage visqueux et dérape sur la dernière partie de la piste.**

### **2.3. Conclusion sur la sortie de piste**

Il ressort des deux paragraphes précédents que :

- **l'habitude de se poser à Lorient et la confiance dans les performances du Rafale n'ont pas incité le pilote à se poser au plus près du seuil de piste pour se ménager une marge en distance de roulement disponible ;**
- **en l'absence de marge, la procédure de freinage non optimale appliquée par le pilote et le phénomène d'hydroplanage ont entraîné la sortie de piste de l'avion en bout de bande.**

---

<sup>14</sup> L'hydroplanage dynamique apparaît au-delà d'une vitesse critique proportionnelle à la pression des pneumatiques en bars. Dans le cas du M16, la vitesse dynamique d'hydroplanage est calculée à 144 kt.

## 2.4. Ejection

Le pilote réussit à passer juste à gauche des antennes situées dans l'axe de la piste. Il voit alors un véhicule venant de la gauche sur la route périphérique en contre bas de la piste.



Evitement des antennes

Alors que l'avion roule dans l'herbe, le pilote s'éjecte juste avant le dévers, à la vitesse enregistrée de 21 kt (30 kt au CTH).



Position de l'avion au moment où le pilote tire la poignée

L'avion passe au dessus de la route et s'arrête une vingtaine de mètres plus loin en s'enfonçant dans le champ. Il est légèrement endommagé<sup>15</sup>.

Suite à l'éjection, le pilote a été blessé à la colonne vertébrale.

Les lésions du rachis semblent être liées à l'éjection et non pas à la réception au sol. En effet la réception n'a pas été spécialement brutale, bien que la séparation du paquetage et du pilote n'ait pas eu lieu<sup>16</sup>. D'autre part, le pilote dit avoir ressenti une violente douleur dorsale dès la traction sur la poignée d'éjection. Compte tenu de l'inclinaison du siège (34°), le pilote, cherchant à voir l'extrémité de piste et d'éventuels obstacles, était vraisemblablement penché vers l'avant et par conséquent, n'avait pas une position optimale pour l'éjection.

---

<sup>15</sup> Il a été remis en état en moins de deux mois et a revolé dans le courant du mois de juillet 2008.

<sup>16</sup> La séparation paquetage-pilote est automatique 4 secondes après la séparation siège-pilote mais la durée entre cette séparation et l'atterrissage du pilote a été estimée à 3,8 secondes.

### 3. CONCLUSION

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

La mission du jeudi 22 mai 2008 consiste à la mise en place de deux Rafale marine de la flottille 12F de Landivisiau sur la base d'aéronautique navale de Lorient Lann-Bihoué afin d'assurer, pendant une semaine, la permanence opérationnelle, en remplacement de deux Mirage 2000 de l'armée de l'air.

L'avion du n° 2 étant en panne, le leader de la patrouille décolle seul à 10 h 18. Afin de pouvoir assurer le plus rapidement possible cette relève, le Rafale marine n° 16 est dans la configuration prévue pour toute la période d'alerte : emport de 4 missiles et plein de carburant (plein interne + réservoir externe de 1250 litres).

Après une navigation de 50 Nm, le pilote effectue une finale ILS et se présente à l'atterrissage sur la piste 25. Dans ce sens d'atterrissage, seuls 2230 mètres sur 2400 sont disponibles. La piste est annoncée mouillée avec des flaques d'eau à la croisée. L'appareil pèse alors 16,1 tonnes. Le pilote se pose à 1780 mètres de piste restante (plus 100 mètres de prolongement d'arrêt accessible), à une vitesse de 138 kt.

Avec les éléments du jour et considérant la piste de Lorient comme inondée (son revêtement est réputé pour ne pas être très adhérent), le logiciel MCP de calcul de performance du Rafale marine au standard F2 donne une longueur de roulement de 1763 mètres (1407 mètres sur piste mouillée), donc pratiquement sans marge par rapport à la distance de roulement disponible.

Ayant la sensation que son action sur les palonniers n'est pas efficace, le pilote relâche la pression à deux reprises et essaie à nouveau de freiner. A la troisième tentative, alors qu'il est sous une averse de pluie et qu'il arrive à la fin de la piste 25, l'appareil se met en dérapage dû à du visco-planage. Ce n'est qu'à ce moment là que le pilote se rend compte qu'il ne pourra pas s'arrêter avant la fin de piste.

Il réussit à éviter les antennes situées dans l'axe de piste et s'éjecte juste avant de traverser une route en contrebas.

#### 3.2. Causes de l'événement

La sortie de piste du Rafale marine n° 16 à Lorient Lann-Bihoué le 22 mai 2008, suivie de l'éjection du pilote, est due à la conjonction de facteurs environnementaux et humains :

- conditions météorologiques, en particulier piste mouillée avec des flaques d'eau et forte averse de pluie sur la partie ouest de la piste ;
- adhérence du revêtement de la piste de Lorient qui semble perfectible ;
- seuil décalé : 2230 mètres de longueur de piste disponible dans ce sens d'atterrissage (plus 100 mètres de prolongement d'arrêt) ;
- atterrissage 50 mètres après les marques de ILS, soit à 1880 mètres de bande goudronnée restante ;
- procédure non optimale de freinage : le freinage aérodynamique est insuffisant ; le pilote relâche à deux reprises la pression sur les palonniers (du fait d'une perception erronée de l'efficacité du freinage) ; il ne peut donc pas appliquer immédiatement et complètement la commande de profondeur en arrière (ce qui aurait eu pour effet d'augmenter l'efficacité du freinage) ;
- dérapage à cause d'un phénomène de visco-planage au seuil 07 (vitesse de 60 kt, forte averse de pluie et présence de dépôts de pneumatiques).

Ainsi :

- **l'habitude de se poser à Lorient et la confiance dans les performances du Rafale n'ont pas incité le pilote à prendre en compte les conditions particulières du jour (météorologie, adhérence de la piste, seuil décalé, performances liées à la configuration de l'appareil). Ainsi, au lieu de rechercher un point de toucher des roues au plus près du seuil de piste, le pilote effectue un atterrissage normal mais pratiquement sans marge par rapport à la distance de roulement disponible ;**
- **en l'absence de marge, la procédure de freinage non optimale appliquée et le phénomène de visco-planage ont conduit le pilote à ne pas réussir à arrêter son avion sur la piste ;**
- **considérant les obstacles (dévers, véhicule), le pilote décide de s'éjecter.**

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Performances à l'atterrissage

Des pilotes de Rafale, marine ou air, témoignent ne pas calculer les performances pour un atterrissage sur une piste type OTAN de 2400 mètres minimum et pour une configuration usuelle des missions courantes.

En effet, dans les configurations avion et sur les pistes d'atterrissage standards, le logiciel de calcul de performance théorique donne toujours une longueur de roulement inférieure à la longueur de la piste.

Néanmoins, le bureau enquêtes accidents défense air note que des conditions particulières (météorologie, configuration avion) peuvent réduire de manière significative les performances à l'atterrissage.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**aux organismes utilisateurs de rappeler aux pilotes l'importance de la préparation des missions qui permet une meilleure prise en compte des paramètres du vol.**

#### 4.1.2. Adhérence de la piste

L'adhérence de la piste 07/25 de Lann-Bihoué semble douteuse lorsqu'elle est mouillée. Ce défaut relatif d'adhérence a pu contribuer à ce que le pilote ait la sensation que son action sur les commandes de freins n'était pas aussi efficace que d'habitude.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande

**à l'état-major de la marine nationale d'effectuer des mesures de coefficient de glissance et d'étudier, le cas échéant, la possibilité d'améliorer l'adhérence et le drainage de la piste 07/25 de Lorient.**

#### 4.1.3. Indisponibilité des brins d'arrêt

Le jour de l'événement, les deux brins d'arrêt de la piste 07/25 étaient dégrafés en attendant qu'un avion de chasse de la BAN de Landivisiau vienne réaliser une élongation, afin de valider une opération trimestrielle de maintenance.

Cette élongation était prévue le 20 mai, soit deux jours avant la sortie de piste du Rafale M16, mais le Super Etendard qui était prévu pour ce vol est tombé en panne et n'a pas été disponible avant le 23. Les brins d'arrêt n'ont donc pas été opérationnels pendant près de trois jours.

Même si le pilote du Rafale M16 n'a sorti la crosse qu'après la position théorique du brin d'arrêt de fin de bande, la présence effective de ce câble en travers de la piste aurait pu l'inciter à l'utiliser et éviter ainsi la sortie de piste.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à la marine nationale de prendre les mesures permettant de réduire au maximum le temps d'indisponibilité des systèmes d'arrêt en place sur les bases d'aéronautique navale.**

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

##### 4.2.1. Éjection

###### 4.2.1.1. Position du pilote

Le pilote ne s'est pas préparé à l'éjection. Sa position, torse vers l'avant, ne lui a pas permis d'avoir la colonne vertébrale dans l'axe d'accélération du siège.

Bien que le rappel de harnais ramène le buste vers l'arrière dans le même temps que la montée du siège, l'accélération longitudinale a déjà été générée et ceci avant que le rachis ne soit parallèle au siège.

Cette position a probablement participé aux blessures subies par la colonne vertébrale du pilote.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air **rappelle aux pilotes l'importance d'adopter la position préconisée avant de s'éjecter afin de minimiser les risques liés à l'éjection.**

###### 4.2.1.2. Réglage du siège pilote

Le casque de vol du pilote a été détérioré lors de l'éjection. Les caractéristiques des traces sur le dessus du casque semblent montrer qu'il a subi un choc important pouvant résulter d'une forte compression sur la verrière lors du départ du siège.

A l'instar de la plupart des pilotes de Rafale marine interrogés, le pilote témoigne avoir remonté son siège avant l'atterrissage pour voir la piste. Il est possible que le casque ait touché la verrière avant les brise-verrière lors de la montée du siège.

Sans que cela ait pu être déterminé avec certitude par les médecins, il est possible que ce choc soit à l'origine, ou, tout au moins, ait participé aux traumatismes subis sur la colonne vertébrale du pilote.

En complément de la sensibilisation des équipages sur le réglage du siège<sup>17</sup>, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à la marine nationale et à l'armée de l'air de demander à la délégation générale pour l'armement de :**

- **mener une étude afin d'évaluer le risque lié à un réglage du siège éjectable en position haute entraînant un dépassement du casque LA 100 au dessus des couteaux brise-verrière du siège MK16 ;**
- **faire le nécessaire auprès des constructeurs, dans l'éventualité où cette étude conclurait à un risque pour les utilisateurs, pour qu'ils étudient les solutions permettant de limiter, voire d'annuler ce risque.**

<sup>17</sup> Message n° 753/DEF/BEAD-AIR/CDT du 10 septembre 2008.

## 4.2.2. Équipements de vol

### 4.2.2.1. Effets de vol

Lors de l'enquête, et sans qu'il y ait de lien avec l'événement, il est apparu que le pilote portait des effets de vol non certifiés par les services officiels français.

### 4.2.2.2. Gilet de vol

Le gilet de vol intègre le système de maintien des bras le long du corps lors d'une éjection. Ce système évite à l'utilisateur de se faire écarteler à la sortie du cockpit à grande vitesse.

Il incorpore différents composants qui, selon leur conditionnement, peuvent avoir une influence sur la cinématique du système de rappel de bras.

Lors de l'éjection du pilote, le système n'a pas fonctionné.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

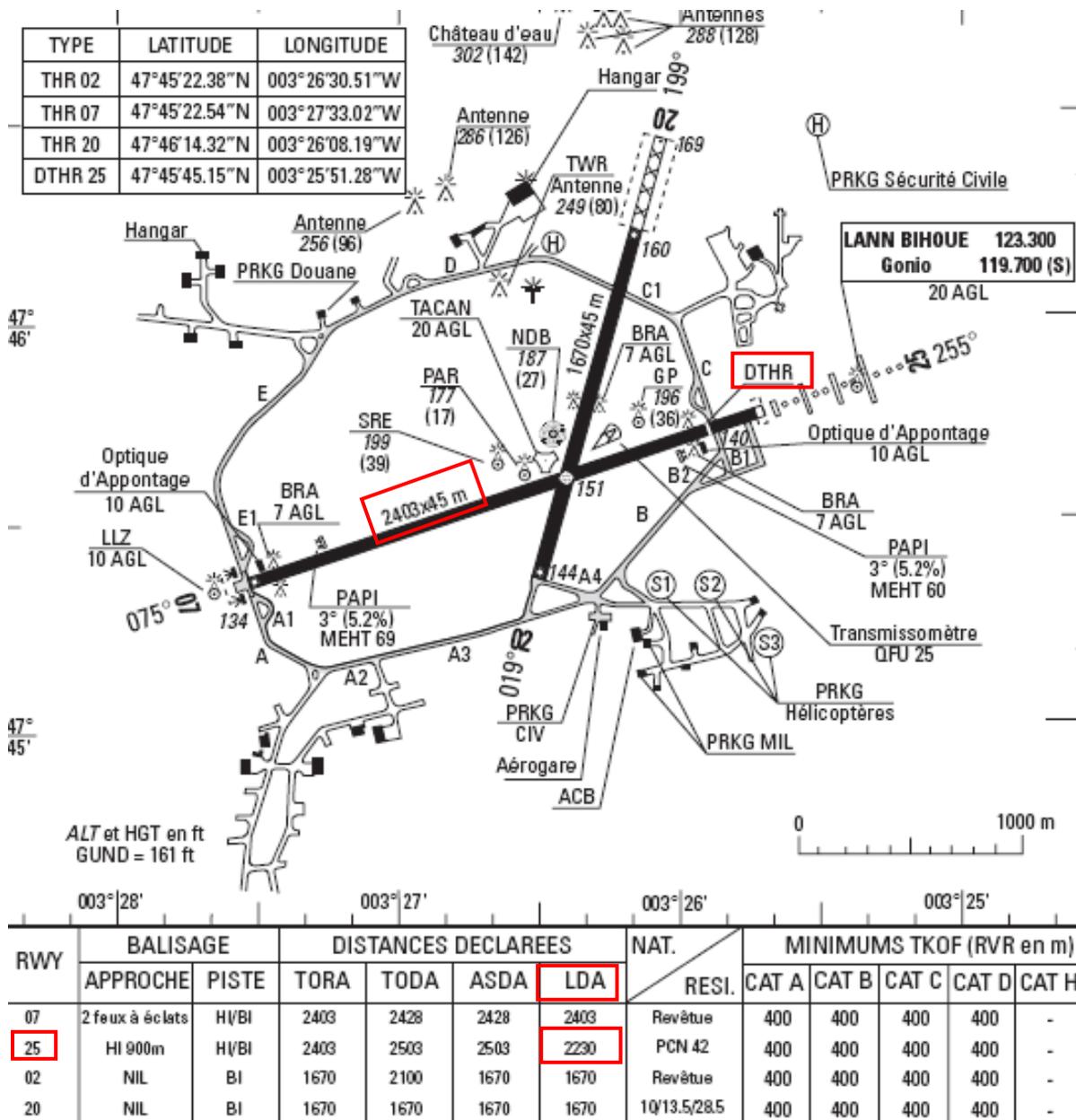
- à la délégation générale pour l'armement de définir les contraintes de conditionnement du gilet (volume, masse, centrage) pour que son fonctionnement soit nominal ;
- au CEPA, au CEAM et au CEV d'adapter le conditionnement du gilet en appliquant les spécifications établies.

Annexes

ANNEXE 1 : Carte d'aérodrome .....	32
ANNEXE 2 : Plan de la piste .....	33
ANNEXE 3 : Trajectoire sur la piste .....	34
ANNEXE 4 : Manuel de calcul de performances .....	35
ANNEXE 5 : Procédure d'atterrissage.....	36
ANNEXE 6 : Communications radio.....	37
ANNEXE 7 : Courbe enregistreur de paramètres .....	39

ANNEXE 1

Carte d'aérodrome

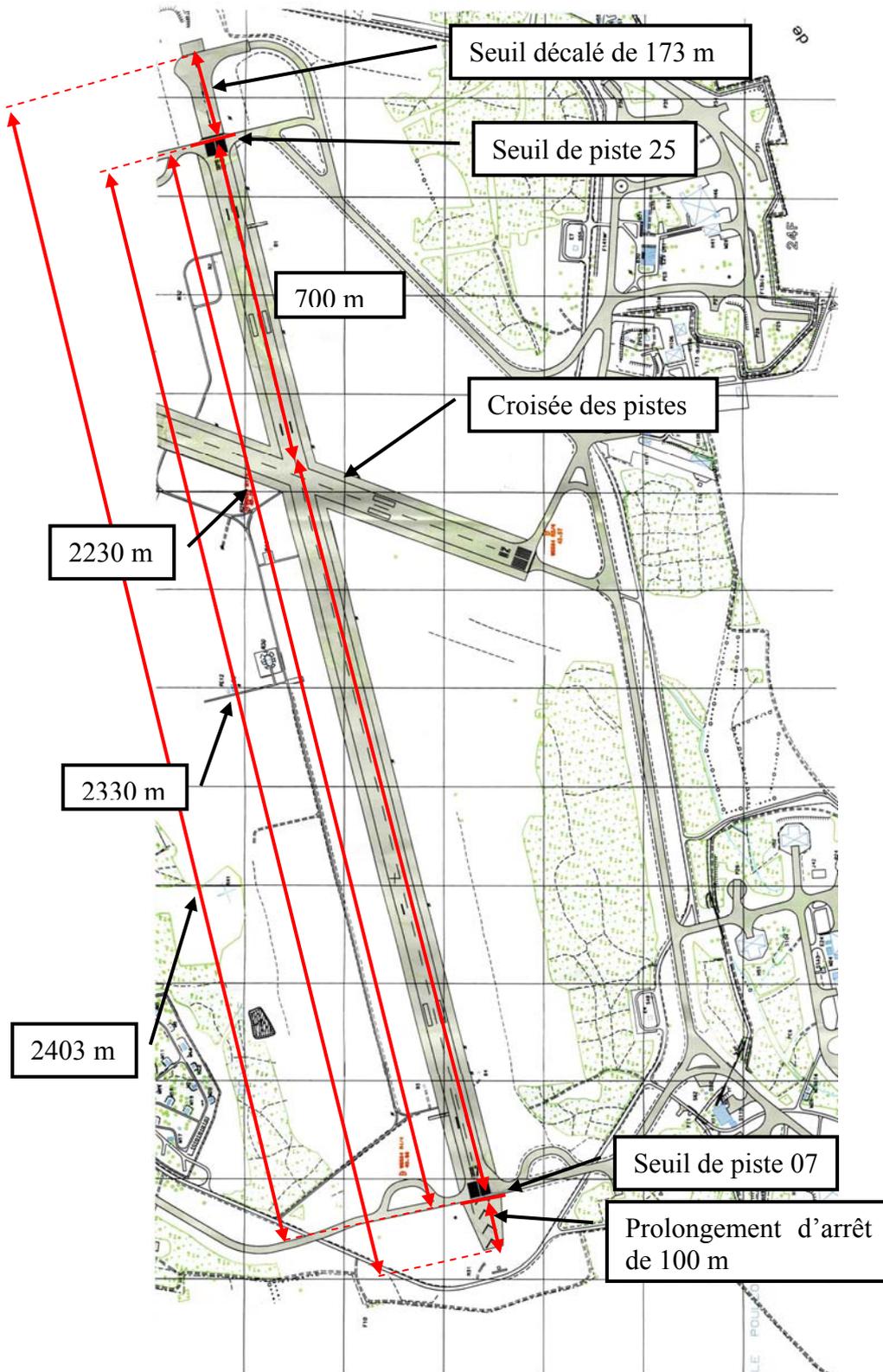


Le seuil de la piste 25 est décalé de 173 mètres (DTHR : Displaced threshold = seuil décalé). La longueur de piste disponible à l'atterrissage (LDA : landing distance available) est réduite à **2230** mètres.

Dans ce sens d'atterrissage, le prolongement d'arrêt mesure 100 mètres.

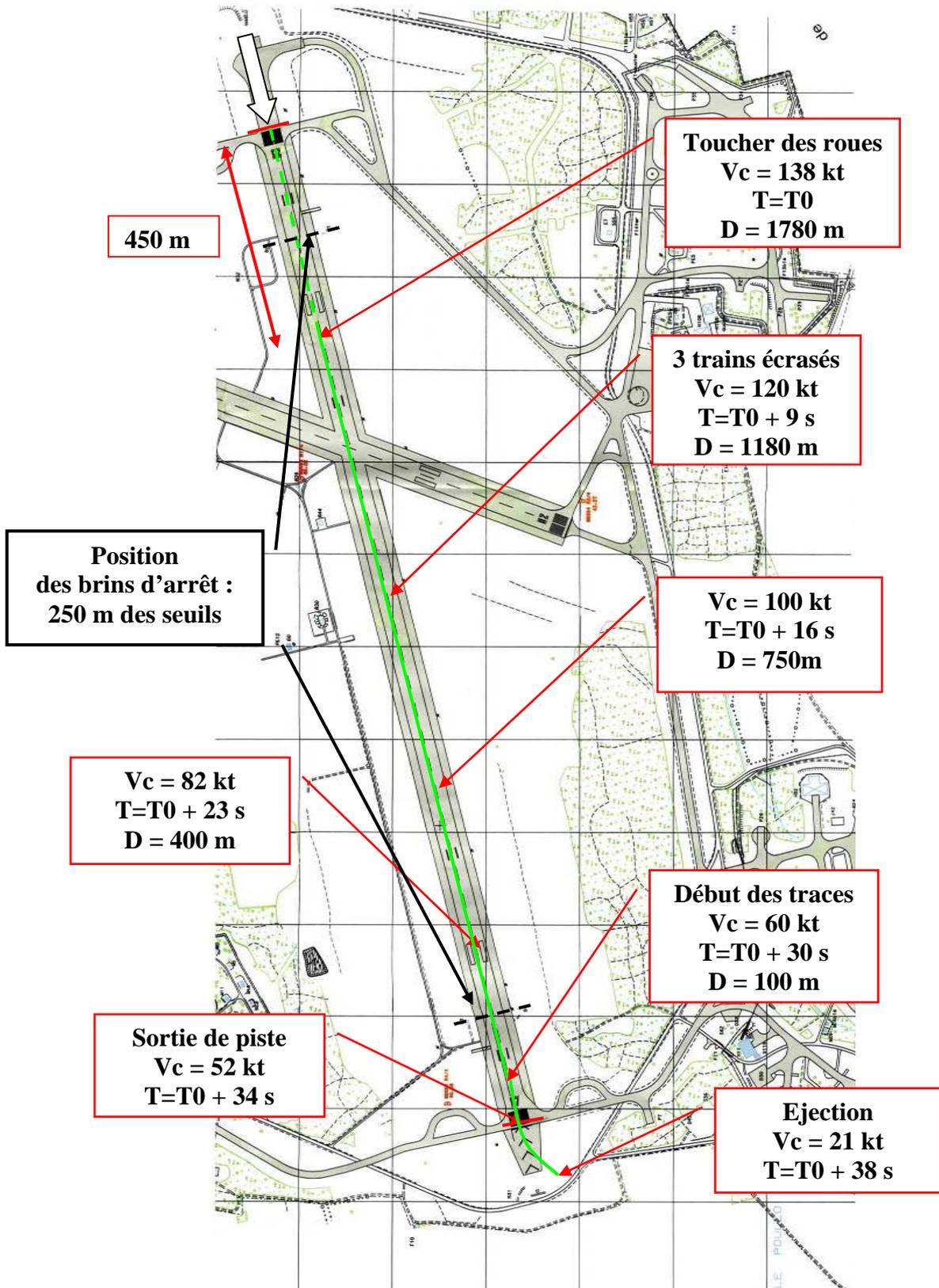
## ANNEXE 2

### Plan de la piste



ANNEXE 3

Trajectoire sur la piste



ANNEXE 4

Manuel de calcul de performances

Calcul de performances à l'atterrissage avec les conditions du jour : 15°C, QFE 1012, pente d'approche -3°, incidence 16°, masse de 16,1 tonnes.

Piste inondée

Décollage	Montée	Accélération	Croisière	Ravito	Descente	Retour	Atterrissage	Catapultage	Appontage	Combat
<p><b>Configuration</b></p> <p>Code A1 022 / 1 A4 52L -2</p> <p>Masse <b>16137</b> kg</p> <p>IS 0,32 %</p> <p><b>Etat de l'avion</b></p> <p><input type="checkbox"/> Monomoteur</p> <p><input type="checkbox"/> Mode SCV dégradé</p> <p><input type="checkbox"/> Dégivrage</p> <p><b>Gonflage des pneus</b></p> <p><input type="radio"/> Pont <input checked="" type="radio"/> Terre</p> <p><b>Piste</b></p> <p>Pente 0,0 % Calc...</p> <p>Longueur 2230 m</p> <p>Etat Piste inondée</p>										
<p><b>Conditions atmosphériques</b></p> <p>Ts 15,0 °C</p> <p>Vent -1,0 kt</p> <p>Pression au niveau de la piste</p> <p><input checked="" type="radio"/> QFE 1012 hPa</p> <p><input type="radio"/> QNH 1012,0 hPa</p> <p>+ Ztopo 0 m</p> <p><b>Conditions d'approche</b></p> <p>Pente d'approche -3 °</p> <p>Incidence d'approche 16,0 °</p> <p><b>Atterrissage</b></p> <p>Type avec arrondi</p>										
<p><b>Performances à l'atterrissage</b></p> <p>Vitesse d'approche (Vc ~ Vi) 147,8 kt</p> <p>Vz d'approche 3,98 m/s</p> <p>Vitesse d'impact (Vc) 142,8 kt</p> <p><b>Freinage énergie normale</b></p> <p>Longueur de roulement 1763 m</p> <p>V frein 112,6 kt</p> <p><b>Freinage énergie de détresse</b></p> <p>Longueur de roulement 1707 m</p> <p>V frein 138,5 kt</p> <p><b>Masses maximales à l'atterrissage</b></p> <p>à l'énergie normale 18548 kg</p> <p>à l'énergie de détresse 21738 kg</p> <p>Capacité pétrole non gérée</p>										

Piste mouillée

Décollage	Montée	Accélération	Croisière	Ravito	Descente	Retour	Atterrissage	Catapultage	Appontage	Combat
<p><b>Configuration</b></p> <p>Code A1 022 / 1 A4 52L -2</p> <p>Masse <b>16137</b> kg</p> <p>IS 0,32 %</p> <p><b>Etat de l'avion</b></p> <p><input type="checkbox"/> Monomoteur</p> <p><input type="checkbox"/> Mode SCV dégradé</p> <p><input type="checkbox"/> Dégivrage</p> <p><b>Gonflage des pneus</b></p> <p><input type="radio"/> Pont <input checked="" type="radio"/> Terre</p> <p><b>Piste</b></p> <p>Pente 0,0 % Calc...</p> <p>Longueur 2230 m</p> <p>Etat Piste mouillée</p>										
<p><b>Conditions atmosphériques</b></p> <p>Ts 15,0 °C</p> <p>Vent -1 kt</p> <p>Pression au niveau de la piste</p> <p><input checked="" type="radio"/> QFE 1012 hPa</p> <p><input type="radio"/> QNH 1012,0 hPa</p> <p>+ Ztopo 0 m</p> <p><b>Conditions d'approche</b></p> <p>Pente d'approche -3 °</p> <p>Incidence d'approche 16,0 °</p> <p><b>Atterrissage</b></p> <p>Type avec arrondi</p>										
<p><b>Performances à l'atterrissage</b></p> <p>Vitesse d'approche (Vc ~ Vi) 147,8 kt</p> <p>Vz d'approche 3,98 m/s</p> <p>Vitesse d'impact (Vc) 142,8 kt</p> <p><b>Freinage énergie normale</b></p> <p>Longueur de roulement 1407 m</p> <p>V frein 105,2 kt</p> <p><b>Freinage énergie de détresse</b></p> <p>Longueur de roulement 1049 m</p> <p>V frein 138,5 kt</p> <p><b>Masses maximales à l'atterrissage</b></p> <p>à l'énergie normale 19204 kg</p> <p>à l'énergie de détresse 24500 kg</p> <p>Capacité pétrole non gérée</p>										

## ANNEXE 5

### Procédure d'atterrissage

Documentation pilote concernant la procédure d'atterrissage.

#### A. Préparation à l'atterrissage :

1. Vérifier ou afficher le calage barométrique à l'IPS et vérifier en CTH.
2. Contrôler l'absence de panne en VTL page panne.
3. Régler le siège en s'aidant des repères situés sur le côté du CTH.  
NOTA : En réglant le siège, attention de ne pas dépasser les limites du surréglage.
4. Harnais serré et bloqué.

#### B. Circuit d'atterrissage à vue :

1. Effectuer le break à une inclinaison d'environ 60°, plein réduit et AF à la demande.

2. rentrer les aérofreins.

En début de vent arrière et à  $V_c$  inférieure à 230 kt :

3. sortir le train.
4. contrôler l'allumage du voyant-poussoir vert de train.

Une fois stabilisé en palier, à l'incidence d'atterrissage, découpler la manette, réajuster le régime, puis recoupler la manette.

CTP, à la demande :

5. ajuster le régime pour stabiliser à l'incidence d'atterrissage.
6. coupler la manette par appui sur la commande de couplage manette MG8.
7. contrôler au CTH l'incidence de consigne (initialisée à 16°).

En dernier virage :

8. vérifier que le voyant-poussoir de train est allumé vert.
9. appuyer sur le voyant-poussoir de train (émission du BIP).
10. allumer le phare (commande des phares MGP10 vers le haut).

En finale :

11. viser le seuil de piste.
12. vérifier l'incidence de consigne ( $V_c$  de 125 kt pour une masse de 11 t).

#### C. Arrondi et atterrissage :

1. Arrondir en amenant graduellement le vecteur vitesse sur l'extrémité de piste, tangent sous l'horizon.

2. Au toucher des roues réduire à fond.

Ne pas tenir le nez haut à  $V_i < 90$  kt. Autocabrage rapide à 80 kt par coupure automatique du limiteur d'incidence.

3. Garder le nez haut pour assurer un freinage aérodynamique jusqu'à la vitesse de début de freinage.

4. Poser la roulette de nez.

5. Freiner.

6. Mettre la profondeur plein arrière dès la décélération établie.

Ne pas utiliser la DIRAV au-dessus de 60 kt, à cause du risque de shimmy.

7. Brancher la DIRAV (la couper en cas de shimmy).

NOTA : Lorsque la vitesse de freinage est atteinte, l'utilisation des freins est plus efficace que le freinage aérodynamique.

NOTA : Le couplage manette peut être gardé jusqu'au toucher des roues.

## ANNEXE 6

## Communications radio

Retranscription des communications radio entre Lascar saphir leader (PIL) et l'approche (APP) puis la tour (TWR) de Lorient.

Temps <sup>18</sup>	Station	Communication
05.54	PIL	Lorient approche, Lascar saphir leader. Bonjour.
05.56	APP	Lascar saphir leader, Lorient approche. Identifié 330 / 35 Nm. Vert +, 1006 le QFE. Vert + spécial, pas de brins. Le dernier vent 160°, calme.
06.09	PIL	J'ai compris 1006, vert +. Confirmez la piste en service ?
06.14	APP	La piste 25.
06.15	PIL	Lascar saphir leader. Pour avoir une prise en compte radar pour le break.
06.23	APP	Roger.
06.40	PIL	Lorient approche, Lascar saphir leader. Pour prendre un cap sud pour éviter un orage.
06.47	APP	Affirm, Lascar. Rappelez en mise de cap sur Lima Oscar Roméo.
06.58	PIL	Affirm.
07.27	APP	Lascar saphir leader, vous confirmez que c'est pour la piste 25 ?
07.30	PIL	Affirmatif.
07.31	APP	Reçu. Vos intentions ?
07.33	PIL	Ce sera pour une prise en compte radar, l'initial et le break.
07.40	APP	Reçu, Lascar saphir leader.
07.45	PIL	Leader, en mise de cap sur LOR.
07.58	APP	Reçu. Je confirme few 900 ft, scattered tower cumulus 1100 ft.
08.06	PIL	Reçu. Vous confirmez vous êtes vert +?
08.09	APP	Oui, on est vert + special. Et dégradation signalée par la tour dans l'ouest.
08.15	PIL	OK. Et bien ce sera pour une finale ILS en 25.
08.25	APP	Reçu.
08.30	PIL	Lascar saphir leader, stable au 155, cap au 110.
08.39	APP	Reçu, à gauche le cap 100.
08.42	PIL	Gauche cap 100.
09.34	APP	Lascar saphir leader, rappelez paré à descendre.
09.36	PIL	Leader, paré à descendre.
09.40	APP	Reçu, descendez 2600 ft, le QFE 1006.
09.44	PIL	2600 ft, 1006, Lascar saphir leader.
10.15	APP	Lascar saphir leader, rappelez passant 10 000 ft en descente.

<sup>18</sup> Temps 0 au début de l'enregistrement sur la cassette Hi8. Temps en minute et secondes.

10.19	PIL	Lascar saphir leader.
10.42	APP	Lascar saphir leader, rappelez prêt à copier les consignes en cas d'A.P.I.
10.48	PIL	Lascar saphir leader, paré à copier.
10.54	APP	En cas d'approche interrompue, montez au cap nord, 1800 ft au QNH 1012.
11.02	PIL	Nord 1800 ft, Lascar saphir.
11.05	APP	Correction, 1600 ft au QFE 1006.
11.08	PIL	1600 ft, Lascar saphir leader. Passant 9 000 vers 2600, 1006.
11.14	APP	Reçu.
12.10	PIL	Lascar saphir leader approchant 2600 ft.
12.13	APP	Reçu. Tournez à droite au cap sud.
12.16	PIL	Cap sud, Lascar saphir leader. Stable à 2600 ft.
12.37		Lascar saphir leader, stable au cap sud, 2600 ft, 1006.
12.52	APP	Saphir leader, à droite 220 pour intercepter. Rappelez établi localizer.
12.55	PIL	Droite au 220.
13.18	APP	Lascar saphir leader, effectuez vérifications finales de cabine.
13.24	PIL	Lascar saphir leader.
13.38		Lascar saphir leader, train sorti verrouillé, sur le loc.
13.41	APP	Reçu, contacter la tour U 20. Au revoir.
13.44	PIL	La tour uniform 20. Merci.
14.02		Lorient tour. Lascar saphir leader sur le loc.
14.09	TWR	Lascar saphir leader. Numéro 1, piste engagée. Rappelez train sorti verrouillé.
14.14	PIL	Train sorti verrouillé. Début de descente sur l'ILS.
14.17	TWR	Reçu.
15.17		Lascar saphir leader, la piste est mouillée. Présence de flaques d'eau à la croisée.
15.21	PIL	Lascar saphir leader.
15.52		<i>« Ah oui, il fait pas très beau quand même. »</i>
16.17	TWR	Lascar saphir leader, autorisé atterrissage piste 25. Le vent 150°, 5 kt. Rappelez vitesse contrôlée.
16.23	PIL	Lascar saphir leader. Deuxième (« bip »).
16.26	TWR	Signal reçu.
16.30	PIL	<i>« Dites donc, fait pas très beau, là ! »</i>
16.48		<i>« Oh, p.... C'est bon. »</i> (oiseau).
17.25		<i>« Oh, p.... »</i> (dérapage).
17.35	TWR	Lascar saphir leader, c'est contrôlé ?
17.36	PIL	Négatif !!!
17.43	TWR	Reçu, on engage la sécurité.
17.45	PIL	<i>« Ah !!!! »</i> . (éjection).

ANNEXE 7

Courbe enregistreur de paramètres

