

Rapport

Incident grave survenu le 2 août 2013
en approche **sur l'aérodrome de Bordeaux Mérignac (33)**
à l'avion Airbus A320
immatriculé **F-HBNI**
exploité par **Air France**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Les enquêtes de sécurité

Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.

Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ	2
GLOSSAIRE	6
SYNOPSIS	9
RENSEIGNEMENTS DE BASE	12
1 - DÉROULEMENT DU VOL	12
1.2 Tués et blessés	17
1.3 Dommages à l'aéronef	18
1.4 Autres dommages	18
1.5 Renseignements sur le personnel	18
1.5.1 Equipage de conduite	18
1.6 Renseignements sur l'aéronef	19
1.6.1 Cellule	19
1.6.2 Protection grande incidence	20
1.6.3 Alarme de décrochage en loi normale	21
1.6.4 Description du bandeau des vitesses sur un PFD	22
1.6.5 Description des chevrons sur le PFD	22
1.6.6 Système bord de détection de cisaillement de vent	23
1.7 Renseignements météorologiques	23
1.8 Aides à la navigation	24
1.9 Télécommunications	25
1.9.1 Vol AFR JL	25
1.9.2 Vol EZY412H	25
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	25
1.11 Enregistreurs de bord	27
1.11.1 Enregistreur phonique	27
1.11.2 Enregistreur de paramètres	27
1.11.3 Lecture des données	27
1.11.4 Débriefing du vol à partir des enregistrements du vol	27
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	28
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	28
1.14 Incendie	28
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	28

1.16 Essais et recherches	28
1.16.1 Alarmes déclenchées lors de la traversée de la zone orageuse	28
1.16.2 Estimation des conditions de vent rencontrées	30
1.16.3 Déclenchement des protections lors de l'événement	30
1.16.4 Déclenchement de l'alarme de décrochage	34
1.16.5 Affichage des vitesses sur le PFD gauche lors de la traversée de l'orage	34
1.16.6 Reconstruction des alarmes associées au cisaillement de vent	35
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	35
1.17.1 Consignes de la compagnie aérienne	35
1.17.2 Formation dispensée à l'équipage de conduite	39
1.17.3 Surveillance menée par la compagnie sur son exploitation	45
1.17.4 Prestataire des services de la navigation aérienne	46
1.18 Renseignements supplémentaires	49
1.18.1 Témoignages	49
1.18.2 Informations météorologiques disponibles avec le radar météo de bord	51
1.18.3 Préconisations en conditions météorologiques dégradées	52
1.18.4 « Sterile cockpit » ou « sterile flight deck »	54
1.18.5 Alarme relative aux cisaillements de vent	54
1.18.6 Calcul des distances d'atterrissage avec le QRH	55
1.18.7 Evénements similaires	55
1.18.8 Enquête interne de la compagnie aérienne et actions de sécurité	57
2 - ANALYSE	61
2.1 Scénario	61
2.1.1 Décision de débiter l'approche en condition orageuse	61
2.1.2 Traversée de l'orage	62
2.2 Gestion des menaces et des erreurs	63
2.3 Tierce personne dans le poste de pilotage	63
2.4 Gestion des ressources de l'équipage	64
2.4.1 Fonctionnement de l'équipage	64
2.4.2 Surveillance des paramètres et rôle du PM	65
2.5 Alarme de décrochage en loi normale	65
2.6 Identification des phénomènes de cisaillement de vent	66
2.7 Détection des faiblesses CRM par l'exploitant	67
2.8 Information de vol : conditions météorologiques	67
3 - CONCLUSION	68
3.1 Faits établis par l'enquête	68
3.2 Causes de l'incident	69

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	70
4.1 Interférence d'une tierce personne dans le poste de pilotage	70
4.2 Gestion des menaces et des erreurs (TEM)	70
4.3 Evaluation par les exploitants de la performance individuelle des pilotes	71
4.4 Formation des équipages	72
4.5 Entraînement à la détection humaine d'un phénomène de type cisaillement de vent	72
4.6 Aide à la détection du phénomène de cisaillement de vent	73
4.7 Information de vol sur les situations météorologiques	73
4.8 Réglage de l'alarme de décrochage pour les avions protégés en incidence	74
LISTE DES ANNEXES	76

Glossaire

A/THR	<i>AutoTHRust</i>
ADR	<i>Air Data Reference</i>
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AF	Air France
AFS	<i>Auto Flight System</i>
AP	Autopilot
AQP	<i>Advanced qualification program</i>
ATC	<i>Air Traffic Control</i>
ATIS	<i>Automatic Terminal Information Service</i>
ATPL	<i>Airline Transport Pilot Licence</i>
ATQP	<i>Alternative Training and Qualification Program</i>
C/L	<i>Check/List</i>
C1	Contrôle au simulateur (prorogation de la Qualification de Type et de l'IR, et contrôle hors ligne de l'exploitant)
C2	Contrôle au simulateur
CAA UK	<i>Civil Aviation Authority United Kingdom</i>
CCO	Centre de Contrôle des opérations
CDB	Commandant de Bord
CRM	<i>Crew Resource Management</i>
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DSAC	Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile
ECP	Entraînement et contrôle périodique
E/WD	<i>Engine / Warning Display</i>
E1	Entraînement au simulateur
E2	Entraînement ou Formation au simulateur
EASp	<i>European Aviation Safety plan</i>
ECAM	<i>Electronic Centralized Aircraft Monitoring</i>
ECP	Entraînements et Contrôles Périodiques
EFCS	<i>Electronic Flight Control System</i>

FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAF	<i>Final Approach Fix</i>
FCOM	<i>Flight Crew Operating Manual</i>
FCTM	<i>Flight Crew Training Manual</i>
FCU	<i>Flight Control Unit</i>
FD	<i>Flight Director</i>
FDAU	<i>Flight Data Acquisition Unit</i>
FFS	<i>Full Flight Simulator</i>
FH	<i>Facteur Humain</i>
FL	<i>Flight Level</i>
FLD	<i>Factored Landing Distance</i>
FMA	<i>Flight Mode Annunciator</i>
FMS	<i>Flight Management System</i>
FOBN	<i>Flight operations briefing Notes</i>
FPA	<i>Flight Path Angle</i>
FWC	<i>Flight Warning Computer</i>
GD	<i>Green Dot</i>
GMT	<i>Greenwich Mean Time</i>
IFLD	<i>In-Flight Landing Distance</i>
ISRT	<i>Independent Safety Review Team</i>
L/G	<i>Landing Gear</i>
LOE	<i>Line Oriented Evaluation</i>
LOFT	<i>Line Oriented Flight training</i>
LOQE	<i>Line Oriented Quality Evaluation</i>
LOSA	<i>Line Operations Safety Audit</i>
MANEX	<i>Manuel d'Exploitation</i>
MCDU	<i>Multipurpose Control Display Unit</i>
ND	<i>Navigation Display</i>
NPA	<i>Notice of Proposed Amendment</i>
OCV	<i>Organisme du Contrôle en vol</i>
OPL	<i>Officier Pilote de Ligne</i>
OSV	<i>Officier Sécurité des Vols</i>
PF	<i>Pilot Flying</i> <i>Pilote en Fonction</i>

PFD	<i>Primary Flight Display</i>
PFR	<i>Post Flight Report</i>
PHR	Plan Horizontal Réglable
PM	<i>Pilot Monitoring</i>
PN	Personnel Navigant
PNC	Personnel Navigant Commercial
PNF	<i>Pilot Non Flying</i>
QRH	<i>Quick Reference Handbook</i>
RA	radio altitude
REX PNT	Retour d'Expérience Personnel Navigant Technique
RMT	<i>Rule Making Task</i>
SIGNORA	Signalisation des orages
SIMU	Simulateur
SMS	<i>Safety Management System</i>
SSCVR	<i>Solid State Cockpit Voice Recorder</i>
SSFDR	<i>Solid State Flight Data Recorder</i>
TEM	Gestion des menaces et des erreurs <i>Threat and Error Management</i>
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
V/S	<i>Vertical Speed</i>

Synopsis

Entrée dans un orage de grêle lors de l'approche, cisaillement de vent lors de l'approche, déclenchement bref de l'alarme de décrochage

Aéronef	Avion Airbus A320 immatriculé F-HBNI
Date et heure	2 août 2013 à 18 h 43 ⁽¹⁾
Exploitant	Air France
Lieu	En approche sur Bordeaux Mérignac (33)
Nature du vol	Transport public
Personnes à bord	Commandant de bord (PF), copilote (PM), 4 PNC, 175 passagers
Conséquences et dommages	Avion légèrement endommagé

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

En approche sur l'aérodrome de Bordeaux Mérignac, l'équipage d'un Airbus A320 d'Air France traverse un orage de grêle. L'avion est soumis à un important cisaillement de vent. L'assiette de l'avion augmente jusqu'à environ 25° sous pilote automatique et la vitesse descend jusqu'à 109 kt (VLS - 27 kt). L'avion descend au maximum d'environ 200 pieds. L'équipage remet les gaz. L'alarme de décrochage retentit furtivement et la protection « *Alpha Floor* » se déclenche. L'équipage poursuit l'approche après être sorti de l'orage de grêle.

L'équipage effectuait le troisième et dernier vol de la journée. Une passagère, qui est copilote dans la compagnie, était présente dans le poste de pilotage lors de la totalité du vol. Elle est intervenue dans les échanges de l'équipage pour décider de la trajectoire à suivre.

L'enquête du BEA a conclu que la décision inappropriée du commandant de bord de débiter l'approche, alors qu'une cellule orageuse se trouvait sur la trajectoire d'approche résulte de la rupture progressive du fonctionnement CRM de l'équipage, qui n'a pas su arriver à une décision partagée sur la trajectoire d'arrivée et d'approche. Les interventions spontanées de la troisième personne présente dans le cockpit, et le souvenir d'une rotation que le commandant de bord et le copilote avaient réalisée ensemble trois ans auparavant ont probablement contribué à cette déstructuration du CRM et à l'inefficacité de leur stratégie TEM.

L'absence d'information de vol précise sur la situation météorologique fournie par le contrôleur, la répétition de messages d'une situation météorologique dégagee sur l'aérodrome ont pu contribuer à la sous-estimation des risques liés à la situation météorologique.

Le BEA a émis onze recommandations de sécurité à l'attention de l'AESA et la DGAC sur les thématiques suivantes :

- interférence d'une tierce personne dans le poste de pilotage ;
- gestion des menaces et des erreurs ;
- évaluation par les exploitants de la performance individuelle des pilotes ;
- la formation des équipages ;
- entraînement à la détection humaine d'un phénomène de type cisaillement de vent ;
- aide à la détection du phénomène de cisaillement de vent ;
- information de vol sur les situations météorologiques ;
- réglage de l'alarme de décrochage pour les avions protégés en incidence.

ORGANISATION DE L'ENQUÊTE

La notification immédiate de l'événement par la compagnie et la décision de l'équipage de préserver les enregistreurs de vol (SSCVR et SSFDR) ont permis de disposer de l'ensemble des éléments factuels nécessaire à la conduite de l'enquête. L'exploitant et le constructeur de l'aéronef ont chacun mis à disposition du BEA un conseiller technique.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Le déroulement du vol a été établi à partir des témoignages de l'équipage, des données des enregistreurs de vol (SSCVR et SSFDR) et divers renseignements fournis par la compagnie et le constructeur.

L'équipage effectue sa troisième et dernière étape de la journée. Le premier vol est parti en retard en raison d'une arrivée tardive du commandant de bord. Ce retard a pu être résorbé lors de la réalisation des vols et des escales suivantes.

Lors de la préparation du vol, l'équipage constate que des conditions orageuses sont prévues sur l'aérodrome de destination Bordeaux Mérignac et embarque une quantité de carburant supplémentaire à la quantité minimale réglementaire prévue pour le vol, correspondant à une durée d'attente d'environ trente minutes à destination (1,1 t).

Une passagère qualifiée en tant que copilote sur A320 dans la compagnie, amie du copilote, est présente pour cette étape à partir de l'embarquement avec l'accord du commandant de bord. Elle effectue tout le vol dans le poste de pilotage sur le siège de service.

L'avion décolle de Paris Orly (94) vers 17 h 40.

L'A/THR et l'AP1 sont engagés peu après le décollage. Le commandant de bord est PF.

A 17 h 55, en passant le FL250 en montée, le commandant de bord voit une masse nuageuse et identifie sur le radar météo une zone d'activité orageuse à proximité de l'aérodrome de Bordeaux. Les trois personnes présentes dans le poste anticipent le déplacement de cette masse active et concluent qu'elle sera probablement présente sur l'aérodrome au moment de leur approche. L'avion atteint ensuite son niveau de croisière (FL290).

En croisière, le copilote et la passagère discutent ensemble.

Le commandant de bord prend l'ATIS⁽²⁾ M et à 18 h 08, il effectue le briefing « arrivée » au cours duquel il :

- décrit la trajectoire d'approche attendue en piste 05 ;
- mentionne la présence d'un nuage à destination et son intention de passer en-dessous des nuages en anticipant la descente ;
- indique que la stratégie d'attente sera vue plus tard.

A 18 h 09, l'équipage est autorisé à descendre au FL200 et débute la descente.

Environ trois minutes après la fin du briefing « arrivée », le commandant de bord ajoute qu'il effectuera l'approche en configuration FULL et qu'il modifiera ce choix par la suite si nécessaire.

A 18 h 10, l'équipage est autorisé à aller directement sur le point VAGNA (voir figure 1) puis à poursuivre sa descente jusqu'au FL150. Le copilote demande au contrôleur les dernières informations disponibles concernant l'aérodrome de Bordeaux Mérignac. Le contrôleur explique à l'équipage que la piste en service est la 05 mais que les derniers avions ont atterri en 29. Ne disposant pas des informations requises par l'équipage sur la visibilité, il le transfère au contrôleur d'approche de Bordeaux.

⁽²⁾Information M de 17h00 : piste 05 en service, approche RNAV, vent 010° 11 kt CAVOK température 28 point de rosée 18 QNH 1013 QFE piste 05 1007.

A 18 h 12, le contrôleur d'approche autorise l'équipage à poursuivre sa descente jusqu'au FL90 et les informe qu'un orage avec de la pluie et des éclairs est au-dessus de l'aérodrome. Il demande à l'équipage d'attendre à VAGNA. L'équipage accuse réception de l'information. Le copilote fait remarquer au commandant de bord qu'ils ont toujours de l'attente quand ils volent ensemble⁽³⁾.

Le copilote prend les informations météorologiques relatives à l'aérodrome de Biarritz qui est l'aérodrome de dégagement. Le déroutement est évoqué sans élaborer de stratégie particulière.

A 18 h 16, l'équipage d'un autre avion d'Air France (AFR JL) en attente sur le point VAGNA évoque la possibilité d'attendre vers le sud et de ne pas rester sur le point VAGNA sur lequel l'orage semble se diriger. Le commandant de bord réagit à ce message en sous-entendant que l'attente à VAGNA n'est pas la plus adaptée, alors que le copilote réagit en indiquant qu'ils devraient aller au sud, ce qui les rapprocherait de l'aéroport de dégagement.

En descente vers le FL90, le commandant de bord évoque à plusieurs reprises vouloir poursuivre la descente plus bas que ce niveau mais la présence de l'AFR JL à VAGNA l'en empêche. Le contrôleur propose à l'équipage de l'AFR JL de descendre au FL80 ou à 5 000 ft. Il choisit de descendre à 5 000 ft. Le commandant de bord du F-HBNI indique à son copilote que c'est l'option qu'il aurait choisie car on y voit mieux en dessous des nuages. A 18 h 19, l'avion passe le FL100 en descente vers le FL90 qu'il atteint quelques secondes plus tard. La passagère sur le siège de service indique aux membres d'équipage qu'il y a un passage possible entre deux masses nuageuses. Le commandant de bord pondère en indiquant : « *le problème c'est le rouge qu'il y a encore derrière* ».

A 18 h 20, dès la capture du FL90, le commandant de bord demande au copilote d'obtenir une clairance pour continuer la descente. Le contrôleur refuse car des avions sont présents en-dessous et lui demande s'il peut attendre à VAGNA. Le commandant de bord dit alors au copilote qu'il faut attendre ailleurs.

Sans concertation avec le commandant de bord, le copilote répond au contrôleur : « *ce qui serait pas mal pour nous c'est plutôt au sud du terrain* ». Le contrôleur demande à l'équipage de préciser le cap qu'il souhaite. Le copilote propose un cap 180° au commandant de bord qui valide sa proposition. Le contrôleur leur accorde ce cap.

Le commandant de bord évoque avec le copilote un vol précédent où ils avaient dû attendre environ 45 minutes avant de se dérouter et atterrir avec peu de carburant dans les réservoirs (proche de la réserve finale).

Le commandant de bord propose au copilote de naviguer pendant une demi-heure et de réfléchir à partir de ce moment-là aux options disponibles pour dégager.

A 18 h 23, le commandant de bord s'aperçoit que des avions décollent et que l'estuaire à l'ouest de sa position est dégagé. Il s'interroge sur le choix d'aller attendre au sud de l'aérodrome et suggère de prendre un cap ouest. La passagère sur le siège de service intervient dans la conversation entre le copilote et le commandant de bord pour discuter de cette proposition.

A 18 h 24, l'autre avion en attente s'enquiert des conditions de vent sur l'aérodrome auprès du contrôleur. Ce dernier l'informe que le dernier vent disponible est un vent du 290° pour 15 à 20 kt.

⁽³⁾Le copilote fait référence à un vol effectué lors d'une rotation trois ans auparavant avec le commandant de bord.

Le commandant de bord réagit : « *ben alors il faut partir à l'ouest* ».

Le contrôleur indique que théoriquement la piste 29 est celle en service et il pense qu'il faut environ 15 minutes pour que le grain soit passé.

Le commandant de bord s'adresse au copilote : « *donc demande lui de partir à l'ouest avec ce qu'on vient d'entendre, si on peut* ». Le copilote et la passagère expriment leur désaccord.

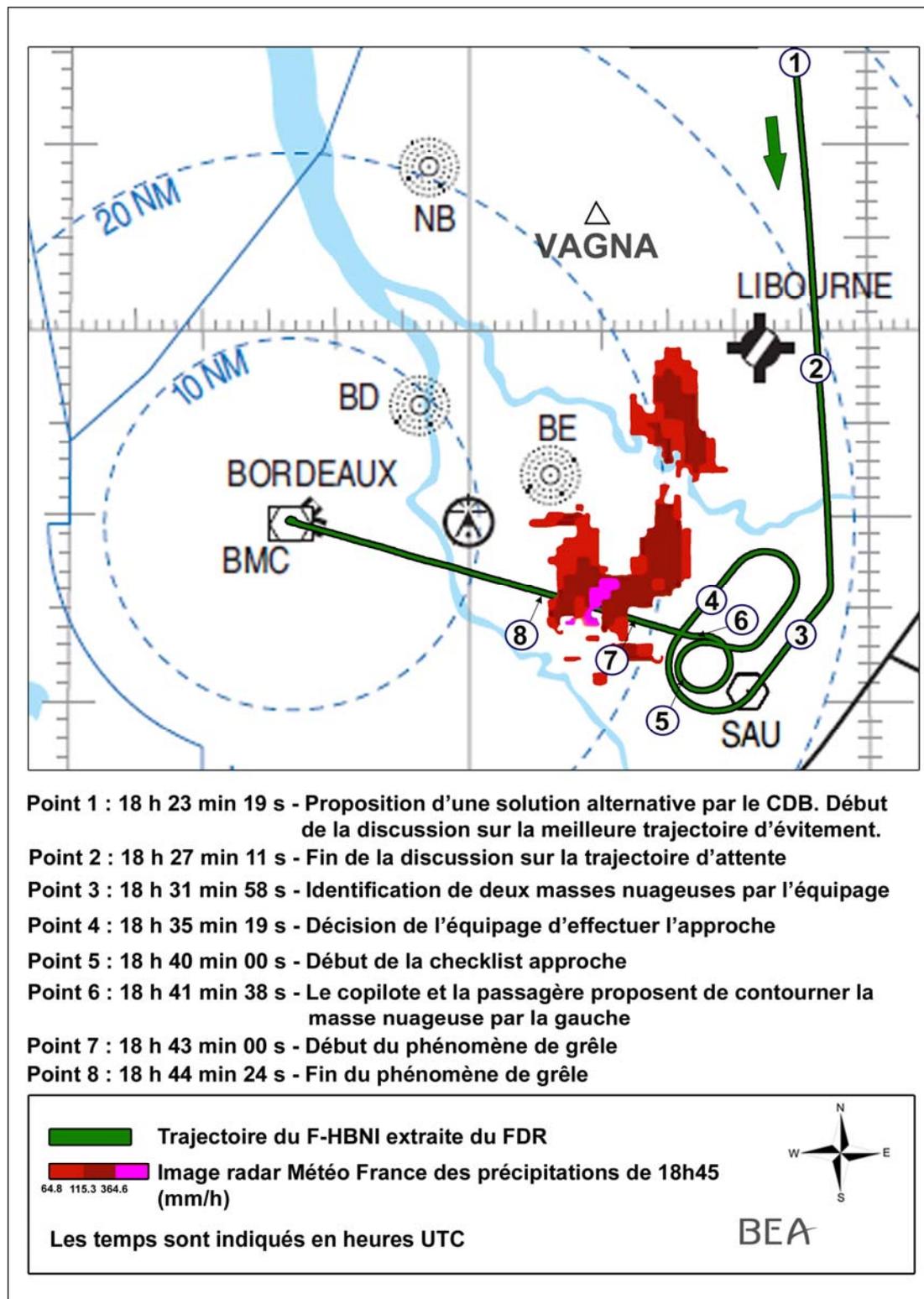


Figure 1 : trajectoire de l'avion

Une discussion de quatre minutes s'engage alors sur la stratégie d'attente
(*point 1* : 18 h 23 min 19 s) :

- ❑ le commandant de bord souhaite attendre à l'ouest de l'aérodrome pour être positionné au-dessus de la mer en amont de la formation des masses nuageuses. Il envisage un dégagement vers Biarritz le long de la côte et anticipe un changement de direction de vent après le passage de l'orage. Il explique au copilote qu'il se trompe rarement lors de ses choix d'attente en cas de mauvaises conditions météorologiques ;
- ❑ le copilote souhaite attendre au sud car cette position permet d'effectuer une approche piste 29 plus rapidement d'après le dernier vent annoncé. Il n'y a pas de masse nuageuse au sud et ils sont plus proches de l'aérodrome de dégagement ;
- ❑ la passagère soutient les arguments du copilote.

L'équipage continue finalement au cap 180 (*point 2* : 18 h 27 min 11 s).

Environ trois minutes après cette discussion, le contrôleur propose à l'AFR JL en attente à VAGNA d'aller attendre vers le VOR de Sauveterre (SAU). L'équipage de l'AFR JL répond alors qu'il souhaitait demander un cap 160°. Le copilote réagit en indiquant que leur stratégie ressemble à celle qu'il propose.

Le contrôleur demande à l'équipage du vol de l'incident d'attendre à la verticale du VOR de SAU, ce qu'il accepte. Le commandant de bord est préoccupé par son altitude et la présence de l'AFR JL qui pourrait les empêcher de tenter une approche. La passagère et le copilote discutent des masses orageuses qu'ils aperçoivent. Le commandant de bord résume leur propos : il y a une deuxième masse orageuse et il faut que l'avion se « glisse » entre les deux masses (*point 3* : 18 h 31 min 58 s). La passagère confirme cette proposition. Le commandant de bord l'accepte et demande au copilote d'en informer le contrôleur. Le copilote indique au contrôleur qu'il souhaite passer entre les deux masses nuageuses car elles sont distantes d'environ 15 à 20 NM.

A 18 h 33, le contrôleur propose à l'équipage de lui signaler quand il veut commencer l'approche en précisant : « *vous avez peut-être un radar plus précis que nous* ».

Le contrôleur autorise l'équipage à descendre au FL 70. Le commandant de bord suggère d'y aller tout de suite pour éviter que l'autre avion ne passe devant. Le copilote demande le dernier vent mesuré et la piste en service. Le vent est alors de 310° pour 12 kt et la piste 29 est en service. L'équipage discute brièvement de la trajectoire à suivre. Une minute plus tard après avoir obtenu la piste en service, l'équipage demande au contrôleur l'autorisation de commencer l'approche (*point 4* : 18 h 35 min 19 s). Il est alors autorisé à intercepter l'axe d'approche 29 en maintenant le FL70. Le commandant de bord insère l'approche 29 dans le FMS. Il vérifie le rapport distance/altitude, que BEI a bien été identifié, rappelle les minima et décide de passer en CONF 3 pour l'atterrissage pour faire face aux turbulences.

La passagère prend le QRH du copilote pour vérifier les distances d'atterrissage.

Le commandant de bord souhaite poursuivre la descente. Le copilote indique que la masse nuageuse est toujours présente sur la trajectoire d'approche et qu'il faut la contourner. L'équipage passe en CONF 1 puis en CONF 2. Le contrôleur autorise l'équipage à descendre à 3 000 ft au QNH de 1014 hPa. Le copilote suggère de virer à gauche à cause de la présence de la masse nuageuse. Le commandant de bord refuse dans un premier temps puis accepte suite à l'insistance du copilote. Le commandant de bord précise que ce 360° de retardement permettra de descendre en dessous des nuages car il estime qu'ils sont trop hauts. Le copilote annonce la manœuvre au contrôleur. Il ajoute que cette manœuvre a pour objectif de laisser passer la masse nuageuse qui est toujours sur leur trajectoire et avoir le temps de descendre à 3 000 ft pour y voir plus clair.

Le commandant de bord appelle la checklist approche (point 5 : 18 h 40 min 00 s). Aucun amendement au briefing « arrivée » n'est effectué par l'équipage. Le commandant de bord indique que si l'approche n'est pas réalisable il peut toujours remettre les gaz. Le copilote discute avec la passagère des distances d'atterrissage et décide de demander l'état de la piste. Le contrôleur lui indique que la piste est mouillée et que l'aérodrome n'est plus sous l'orage. Le copilote propose au commandant de bord de passer l'autobrake du mode LO en mode MED. Le commandant de bord refuse cette proposition en invoquant les raisons suivantes : « ça fait longtemps qu'il a pas plu, avec le MEDIUM j'ai déjà glissé. C'est tellement violent à la mise en truc ». L'avion capture le LOC. La passagère et le copilote suggèrent de continuer l'approche et de dévier de la trajectoire par la gauche afin d'éviter la masse nuageuse puis de revenir par la droite sur l'axe avant le FAF (point 6 : 18 h 41 min 38 s). Le commandant de bord leur indique qu'il n'est pas possible d'effectuer cette manœuvre avec ce type d'avion (environ 1 minute avant de rentrer dans le phénomène de grêle). La passagère lui répond qu'il va alors droit dans la masse nuageuse. Il n'y a aucune réaction du commandant de bord. L'avion est sur le localizer (LOC) et l'altitude de 3 000 ft est capturée (ALT). Aucune annonce associée à la capture de ces modes n'est effectuée.

Le contrôleur demande à l'équipage les conditions météorologiques. Le copilote indique qu'il y a un mur de pluie face à eux mais qu'ils vont continuer l'approche pour aller voir ce qu'il y a derrière. Le contrôleur précise que l'aérodrome est complètement dégagé. Il autorise l'équipage à effectuer une approche ILS 29 et transfère l'équipage au contrôleur de la tour. L'équipage n'accuse pas réception. Le contrôleur répète son message auquel l'équipage répond.

L'équipage réduit la vitesse de l'avion à 180 kt puis sélectionne une vitesse cible de 170 kt. Le commandant de bord indique que l'activité du nuage se trouve à droite. Trois secondes plus tard, des impacts de grêle sont entendus au SSCVR (point 7 : 18 h 43 min 00).

Environ 20 secondes après le début de la grêle, l'avion est soumis à un important phénomène de cisaillement de vent qui engendre une forte variation de la « speed trend » sur le bandeau de vitesse du PFD⁽⁴⁾. Lors de cette traversée, les valeurs suivantes sont notamment observées :

- l'assiette de l'avion atteint une valeur maximale d'environ 25° (18h43min43) ;
- la vitesse indiquée minimale est de 109 kt (VLS – 27 kt) (18h43min51) ;
- la vitesse sol minimale est de 98 kt (18h43min48) ;
- l'altitude minimale atteinte est 2 800 ft.

⁽⁴⁾Il s'agit d'une flèche dont la base débute à la vitesse actuelle et dont le haut pointe la vitesse que l'avion aura dans 10 secondes si l'accélération reste constante. Cette flèche n'apparaît que si la valeur de la vitesse augmente de plus de 2kt et disparaît si cette valeur est inférieure à 1 kt.

A 18 h 43 min 52 s, soit environ dix secondes après avoir atteint une valeur maximale de 25°, l'assiette de l'avion est de 20°. L'incidence de l'avion augmente jusqu'à 18°. La vitesse est de l'ordre de 110 kt. Le commandant de bord affiche la poussée TOGA, déconnecte le pilote automatique et commande une assiette majoritairement à piquer.

L'alarme de décrochage retentit brièvement⁽⁵⁾ et la protection Alpha Floor se déclenche. Le commandant de bord annonce l'apparition de ce mode. Le mode A/THR « TOGA LK » apparaît deux secondes plus tard et remplace Alpha Floor au FMA.

L'avion sort du phénomène de grêle (*point 8* : 18 h 44 min 24 s). Le commandant de bord commence à reculer les manettes de poussée 28 secondes après le déclenchement de la protection Alpha Floor. Les manettes atteignent une position proche du cran IDLE huit secondes plus tard. A ce moment-là, l'A/THR est désactivée par appui sur le bouton poussoir « A/THR instinctive disconnect » de l'automanette. La protection Alpha Floor et le mode TOGA LK associé sont alors désactivés.

L'équipage essaie d'activer à nouveau les automatismes pour effectuer une approche. Il engage l'A/THR. Le copilote annonce au contrôleur que l'avion est endommagé et qu'ils vont continuer l'approche. Le pilote automatique est ensuite engagé. L'avion atteint une altitude maximale d'environ 4 500 ft et la vitesse est de 185 kt en augmentation. Deux secondes après avoir engagé le pilote automatique, l'équipage le déconnecte et positionne à nouveau les manettes sur IDLE, ce qui désactive l'A/THR. Le commandant de bord met l'avion en descente. La passagère indique qu'elle tire sur le bouton vitesse du FCU lorsque la vitesse se rapproche de la VFE. Elle attire l'attention de l'équipage sur la vitesse. La vitesse sélectionnée diminue de 206 kt à 145 kt. Les moteurs sont sur IDLE. Le taux de descente atteint une valeur maximale de - 3 500 ft/min. Les aérofreins sont utilisés en position FULL pendant 25 secondes. La vitesse dépasse de 2 kt la VFE de la configuration sélectionnée puis diminue à nouveau.

L'équipage ne parvient pas à engager le pilote automatique dans les modes compatibles avec l'approche. Le copilote décide alors de désengager les FD et d'afficher le « BIRD »⁽⁶⁾. Le commandant de bord refuse l'affichage du « BIRD » et préfère piloter sans aide. Il propose de passer l'autobrake en mode MED. Lorsqu'il demande les volets trois, le copilote impose la configuration FULL. Le copilote décline ensuite la demande du commandant de bord de prévenir les autres aéronefs des conditions météorologiques rencontrées car il préfère se concentrer sur la conduite du vol. L'atterrissage se déroule sans incident. Le copilote informe ensuite le contrôleur aérien des conditions météorologiques rencontrées. Une fois au poste de stationnement, l'équipage débriefe de l'incident.

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune
Membres d'équipage	-	-	6
Passagers	-	-	175
Autres personnes	-	-	-

⁽⁵⁾Les conditions d'activation de l'alarme STALL ont duré moins de 600ms. Seul un son STALL a été émis. Aucun son cricket n'a été émis.

⁽⁶⁾Le BIRD est une aide au pilotage que l'équipage peut choisir, qui permet d'afficher la direction du vecteur vitesse sur le PFD.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été endommagé lors de la traversée du phénomène de grêle. Le pare-brise du côté copilote est retrouvé fêlé et le radome a dû être remplacé.

1.4 Autres dommages

Sans objet

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage de conduite

1.5.1.1 Commandant de bord

Homme, 43 ans.

Le commandant de bord a été embauché par Air France le 1er novembre 1996.

Il détient une licence ATPL depuis le 8 mars 2004. Il est qualifié sur A320 depuis le 3 septembre 2008. Il est commandant de bord depuis cette date.

Il avait été qualifié sur A320 entre le 1^{er} janvier 2000 et le 23 mai 2004 avant de devenir pilote sur Boeing 747-400.

Le commandant de bord a notamment effectué les stages suivants :

- une formation « *FH pratique CRM* » en 1999 et en 2009 ;
- la dernière formation effectuée au sol est celle de la saison 2012-2013, le 19 novembre 2012.

Expérience :

- totale : 7 951 heures de vol, dont 2 661 en qualité de commandant de bord ;
- sur type : 5 268 heures de vol, dont 2 661 en qualité de commandant de bord ;
- dans les trois derniers mois : 159 heures.

Entraînements et contrôles périodiques :

- le dernier contrôle en ligne a été effectué le 12 juin 2013.

Lors du dernier entraînement effectué au simulateur en avril 2013, l'instructeur a identifié que le commandant de bord n'utilisait pas suffisamment les automatismes et lui en a fait part en notant que les automatismes sont plus performants que l'être humain. Le contenu du débriefing de ce contrôle n'a pas pu être reconstitué plus précisément.

Formations additionnelles :

- en octobre 2010, le commandant de bord a suivi une formation aux nouvelles manœuvres d'urgence dans le but notamment de préciser les actions attendues en cas de :
 - situation de décrochage ;
 - situation d'« *upset* ».
- une formation sur le TEM a été dispensée au commandant de bord le 12 novembre 2012 lors de l'E2.

1.5.1.2 Co-pilote

Homme, 30 ans.

Le copilote a été embauché par Air France le 9 mai 2006.

Il détient une licence ATPL depuis le 29 décembre 2010. Il est qualifié sur A320 depuis le 2 avril 2008. Le copilote a notamment effectué les stages suivants :

- une formation « *FH pratique CRM* » le 12 mars 2009 ;
- la dernière formation effectuée au sol est celle de la saison 2013-2014, le 14 mars 2013.

Expérience :

- totale : 2 977 heures de vol, dont 464 en tant que commandant de bord ;
- sur type : 2 513 heures de vol ;
- dans les trois derniers mois : 132 heures.

Entraînements et contrôles périodiques :

- le dernier contrôle en ligne a été effectué le 7 février 2013.

Lors du dernier contrôle effectué au simulateur, l'attitude de soutien et la gestion des menaces et des erreurs ont été identifiées comme étant des points forts du copilote.

Formations additionnelles :

- en octobre 2010, le copilote a suivi une formation aux nouvelles manœuvres d'urgence dans le but notamment de préciser les actions attendues en cas de :
 - situation de décrochage ;
 - situation d'« *upset* ».
- une formation sur le TEM a été dispensée au copilote le 27 novembre 2012 lors de l'E1.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule

Constructeur	Airbus
Type	A320
Numéro de série	4820
Immatriculation	F-HBNI
Utilisation depuis la mise en service	5 596 heures de vol et 3 596 cycles

Le certificat de navigabilité était valide.

1.6.2 Protection grande incidence

Les avions Airbus de type A320 sont équipés de protections du domaine de vol (protection en facteur de charge, en assiette, haute vitesse, en incidence). Toutes ces protections sont disponibles en loi de commande de vol dite « loi normale ». En particulier, en pilotage manuel, lorsque l'incidence dépasse un seuil appelé « Alpha Prot », la commande des gouvernes de profondeur et du Plan Horizontal Réglable (PHR) passe à un mode de protection où l'incidence commandée est proportionnelle au débattement du manche. La loi de protection en incidence limite pour cela l'incidence commandée par le pilote à « Alpha max ». L'incidence de l'avion peut néanmoins dépasser cette limite notamment en cas de survenue de phénomènes météorologiques défavorables.

La valeur d'incidence de déclenchement de la protection « Alpha Prot » pour la configuration volets/becs CONF 2 est de 14,5 °. Cette protection est une loi de pilotage manuelle. Aussi, lorsque le pilote automatique est engagé, il sera automatiquement déconnecté lorsque l'angle d'incidence dépassera Alpha prot majoré de 1 ° (soit 15,5 ° pour la configuration CONF 2) et la protection d'incidence sera immédiatement activée.

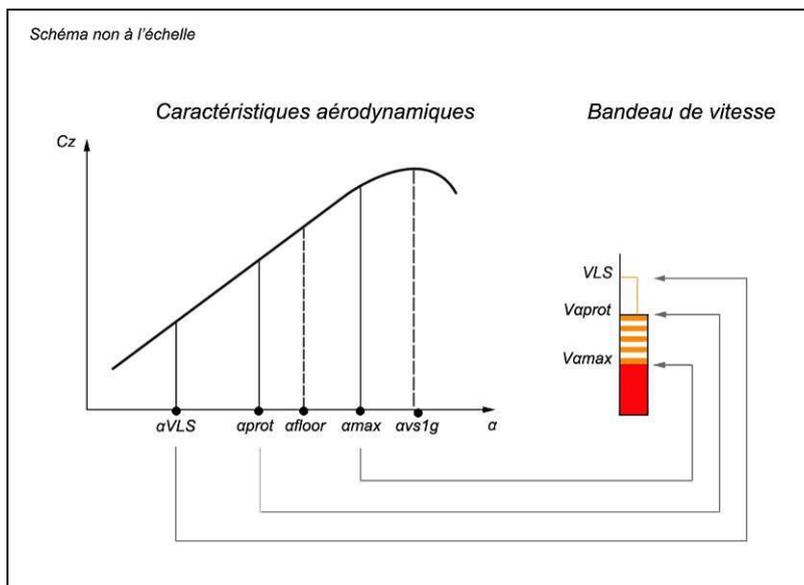


Figure 2 : illustration des seuils d'incidence sur A320

Il existe plusieurs conditions d'activation de la protection « Alpha Floor ». En particulier au-delà d'une incidence notée « Alpha Floor », la protection « Alpha Floor » est activée, ce qui conduit l'A/THR à commander la poussée maximale « TOGA » qui est maintenue quelle que soit la position des manettes de poussée, et ce tant que l'A/THR n'est pas désactivée par :

- un appui sur le bouton poussoir de l'« instinctive disconnect » situé sur les manettes (méthode préconisée par le constructeur) ou
- un positionnement des manettes de gaz au ralenti (IDLE) ou
- un appui sur le bouton poussoir du FCU, suivi d'une action sur les manettes des gaz.

Une fois la protection Alpha Floor engagée, la poussée maximale TOGA est verrouillée, le bouton poussoir A/THR sur le FCU s'allume et le FMA donne les indications suivantes :

- ❑ « *A FLOOR* » apparaît en vert, entouré par un rectangle clignotant ambre et A/THR s'affiche en blanc tant que les conditions Alpha Floor sont remplies :



- ❑ « *TOGA LK* » apparaît en vert, entouré par un rectangle clignotant ambre, à la place de « *A FLOOR* » lorsque l'incidence devient inférieure de trois degrés à l'incidence de déclenchement de la protection Alpha Floor :



Sur l'E/WD, « *A FLOOR* » s'affiche en ambre et l'inscription « *TOGA* » apparaît en bleu.

Il n'y pas d'alarme sonore associée au déclenchement de la protection « *Alpha Floor* ».

La valeur d'incidence de déclenchement de la protection « *Alpha Floor* » pour la configuration volets/becs CONF 2 est de 15°.

1.6.3 Alarme de décrochage en loi normale

En loi normale sur Airbus A320, l'alarme de décrochage n'est pas conçue pour prévenir l'équipage de l'approche d'une situation de décrochage et peut se déclencher après que l'incidence a dépassé l'incidence de décrochage. Au moment de l'incident, elle était réglée pour se déclencher lorsqu'au moins la valeur d'une des trois sondes d'incidence dépasse 23° quelle que soit la configuration de l'avion.

L'incidence de décrochage de l'A320 en CONF 2 est de 23°.

Dans le cadre de la certification de l'Airbus A320, une condition spéciale relative notamment à l'alarme de décrochage et à la protection hautes incidences⁽⁷⁾ a été émise par l'autorité. La gestion de l'alarme de décrochage a été validée par l'autorité primaire de certification au cours du processus d'obtention du certificat de type. Les exigences pour la protection hautes incidences sont les suivantes :

- ❑ il ne doit pas être possible de rencontrer des conditions de décrochage suite à des manœuvres brusques de pilotage ;
- ❑ l'aéronef doit être protégé contre des décrochages dus à un cisaillement de vent et des rafales de vent lors d'évolutions à basse vitesse, tels que stipulés en section 7 de la condition spéciale, c'est-à-dire que les effets des cisaillements de vent et des rafales de vent à basses vitesses ne doivent pas être plus sévères sur A320 que sur les avions conventionnels dans des conditions similaires ;
- ❑ il faut vérifier la capacité des protections à prendre en compte toute réduction de l'incidence de décrochage qui résulte de givrage résiduel ;
- ❑ la fiabilité du système en fonction de la gravité estimée des conséquences des pannes associées doit rester dans les limites définies par le JAR 25.1309.

⁽⁷⁾SC F-1 for A320: Stalling and scheduled operating speeds

Compte tenu de ces exigences, la condition spéciale considère que le niveau de sécurité de l'avion, associé au système de protection, sans alarme de décrochage, est équivalent à celui d'un avion équipé d'une alarme de décrochage, et sans la présence d'un dispositif de protection contre le décrochage.

La protection hautes incidences n'est disponible qu'en loi dite « normale ». En lois dégradées, c'est-à-dire en loi « *Alternate* » ou en loi « *directe* », une alarme est alors disponible pour avertir de l'approche du décrochage conformément à la condition spéciale SC-F1 §5.2.

En CONF 2 et en loi « *alternate* », la valeur du seuil de déclenchement en incidence de cette alarme est de 14°.

1.6.4 Description du bandeau des vitesses sur un PFD

Le PFD est un écran sur lequel l'ensemble des paramètres primaires de l'avion nécessaires au pilotage sont présentés au pilote.



Figure 3 : présentation du bandeau de vitesse

Le « vecteur de tendance de vitesse » (« *speed trend* ») est une flèche dont la base débute à la vitesse actuelle et dont la pointe indique la vitesse que l'avion aura dans 10 secondes si l'accélération reste constante. Cette flèche n'apparaît que si la speed trend indique une variation de plus de 2 kt en 10 s et disparaît lorsque la variation est inférieure à 1 kt en 10 s.

La « *VLS* » est la vitesse minimale sélectionnable.

« *VAlpha Prot* » est la vitesse à laquelle volerait l'avion, en vol stabilisé, quand il est à l'incidence Alpha prot.

« *V min* » ou « *VAlpha max* » est la vitesse à laquelle volerait l'avion, en vol stabilisé, quand il est à l'incidence Alpha max.

1.6.5 Description des chevrons sur le PFD

Lorsque qu'une assiette supérieure à 30° est visible sur l'horizon du PFD, des chevrons de couleur rouge indiquent au pilote sur le PFD que l'assiette de l'avion est devenue excessive et indiquent la direction de l'ordre à appliquer (à piquer) pour corriger l'assiette. Les chevrons disparaissent lorsque l'assiette devient inférieure à 22° à cabrer.

1.6.6 Système bord de détection de cisaillement de vent

L'Airbus A320 est équipé d'une fonction de détection de phénomène de cisaillement de vent : « *reactive windshear* ». La circulaire FAA AC 25-12 définit des conditions pour la certification d'un tel système. A l'atterrissage cette fonction est active lorsque l'avion est dans une configuration supérieure ou égale à la CONF 1 et que la radio altitude est comprise entre 1 300 ft et 50 ft. Dans de telles conditions et en cas de détection, une alarme visuelle « *Windshear* » rouge est affichée sur les 2 PFD et une alarme vocale annonce « *Windshear* ».

Il existe également une fonction dite « *predictive windshear* » inhibée au-dessus d'une hauteur de 2 300 ft. Cet avion était équipé de cette fonction mais il était à une hauteur supérieure à 2 300 ft lors de la survenue de l'événement, inhibant ainsi la fonction.

1.7 Renseignements météorologiques

Au moment de l'incident, des orages de forte intensité sont présents à proximité de Bordeaux (voir images satellites ci-dessous). Ces orages étaient accompagnés de grêle. Les turbulences sont considérées modérées à fortes sous les orages et faibles ailleurs. Les orages se déplacent du sud-ouest vers le nord-est.

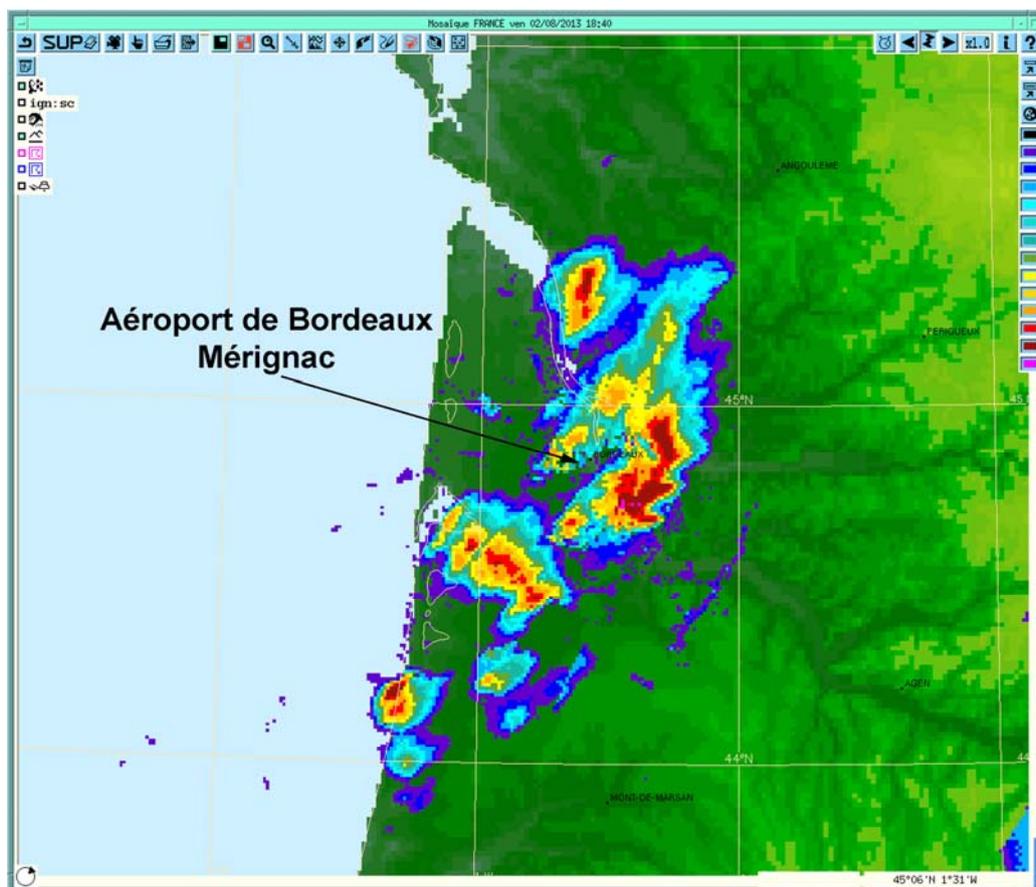


Figure 4 : image satellitaire de 18 h 40

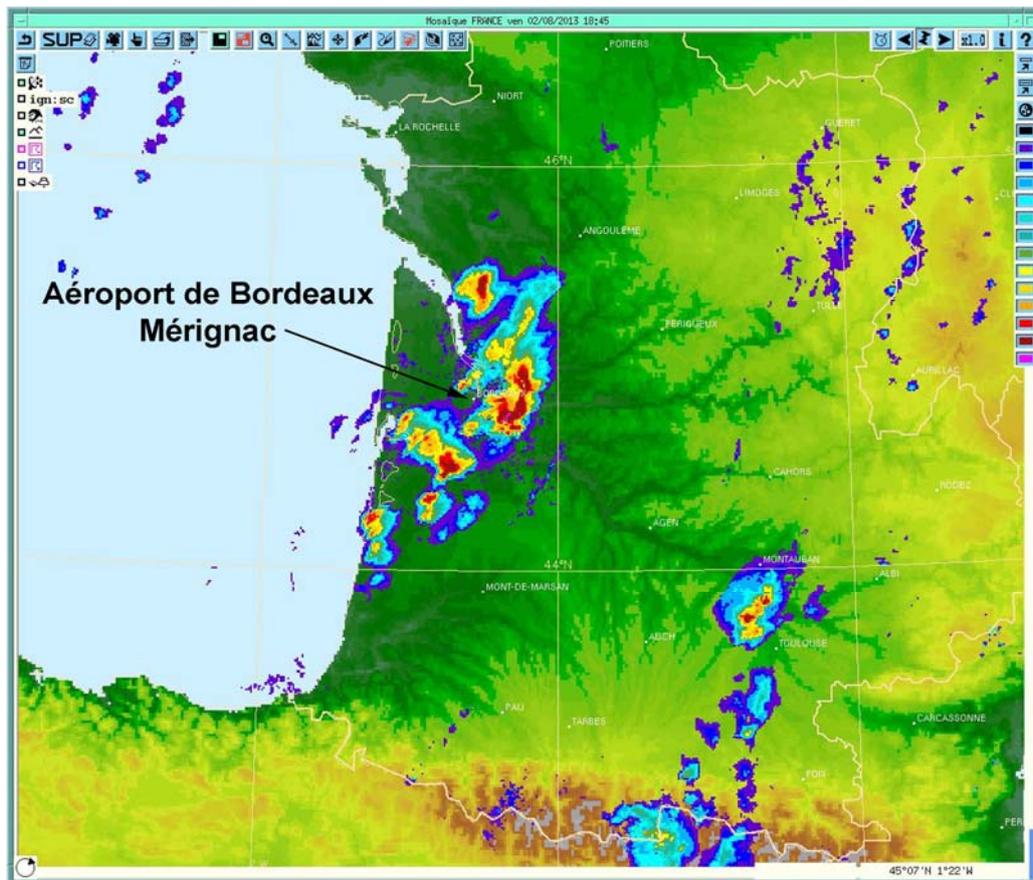


Figure 5 : image satellitaire de 18 h 45

Les services de météo France indiquent que les cellules convectives représentées en :

- rouge sont probablement des phénomènes de grêle ;
- marron et rose sont très probablement des phénomènes de grêle.

Les ATIS sont les suivants :

- information M de 17 h 00 : piste 05 en service, approche RNAV, vent 010° 11 kt CAVOK température 28 point de rosée 18 QNH 1013 QFE piste 05 1007.
- information N de 18 h 10 : prévoyez une approche ILS piste 29 en service, il y a un orage qui s'approche du terrain, la piste à l'atterrissage à convenance en coordination avec les services du contrôle et en fonction du trafic, vent 340° 16 kt CAVOK pour le moment, attention présence cumulonimbus, température + 26,2 ° point de rosée 17,7 QNH 1012 QFE 1006.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet

1.9 Télécommunications

1.9.1 Vol AFR JL

Le vol AFR JL est arrivé à proximité de l'aérodrome de Bordeaux Mérignac avant l'équipage de l'incident. L'équipage du vol AFR JL est dirigé vers le point d'attente VAGNA par le contrôleur. L'équipage décide de rejoindre le sud de l'aérodrome car VAGNA est situé sur la trajectoire des nuages. Le F-HBNI est alors déjà en route vers le sud. L'AFR JL passe alors deuxième dans la séquence d'approche derrière le vol de l'incident. Lorsque l'équipage du F-HBNI est transféré avec la tour de contrôle, le contrôleur d'approche propose à l'équipage de l'AFR JL un guidage vers l'ILS 29.

Les conversations suivantes ont notamment eu lieu entre le contrôleur d'approche et l'équipage de l'AFR JL après le passage de l'équipage du F-HBNI avec le contrôleur de la tour de contrôle :

- à 18 h 42 min 40 s, l'AFR JL dit au contrôleur approche après avoir été sollicité pour débiter l'approche : « *reçu et a priori, on verra si on ne va pas quand même encore attendre un peu, ça à l'air d'être toujours actif* » ;
- à 18 h 43 min 27 s, l'AFR JL demande un changement de cap : « *On va tourner à gauche cap 190 initialement, il y a beaucoup de foudroiement devant nous* ».

1.9.2 Vol EZY412H

L'EZY412H au premier contact avec le contrôleur prévoit une approche en 29 à 18 h 01. Au second contact à 18 h 03, il indique qu'il effectue une attente. L'équipage se dérouta 17 minutes plus tard vers l'aérodrome de Toulouse Blagnac.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Bordeaux Mérignac dispose de deux pistes revêtues croisées (cf. figure 6) :

- 05/23, la distance disponible à l'atterrissage est 3 100 m ;
- 11/29, la distance disponible à l'atterrissage est 2 415 m.

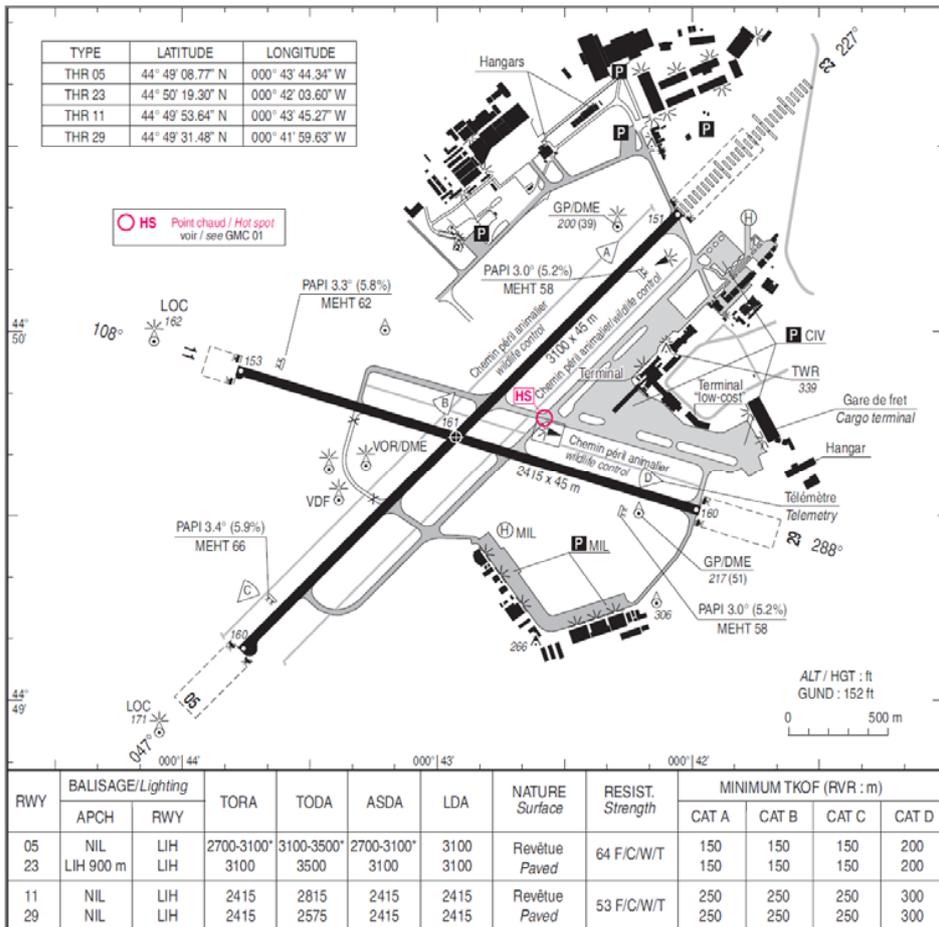


Figure 6 : présentation des caractéristiques des pistes de l'aérodrome de Bordeaux

La percée ILS 29 est décrite dans le cartouche ci-dessous :

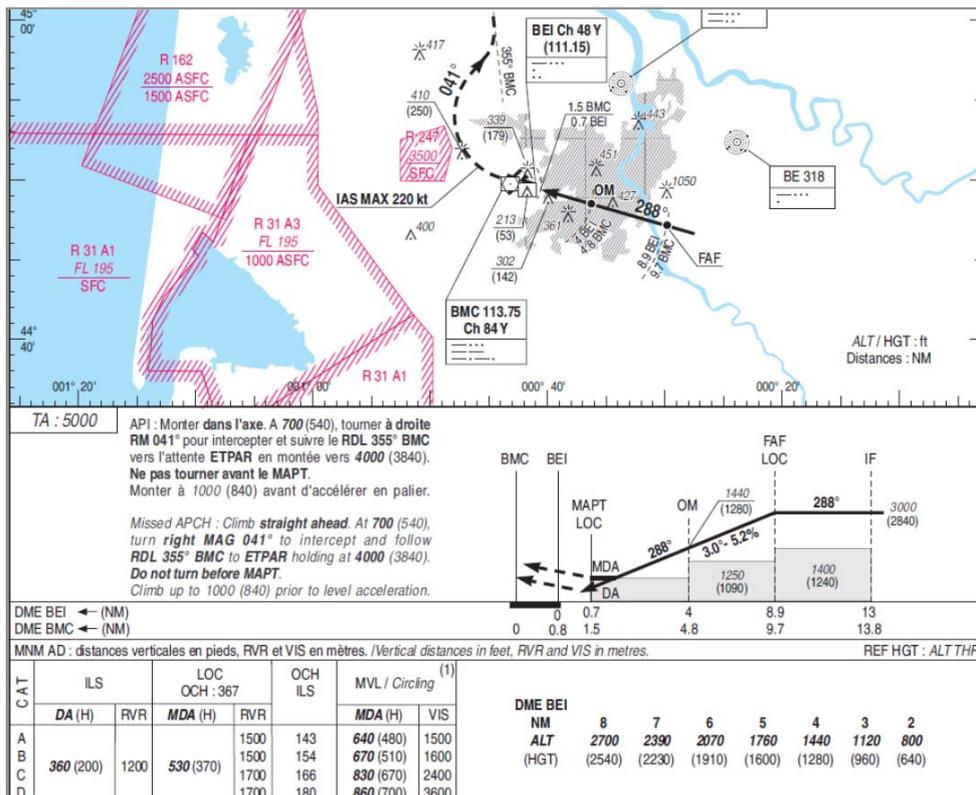


Figure 7 : description de l'approche ILS 29

1.11 Enregistreurs de bord

Conformément à la réglementation, l'aéronef était équipé d'un enregistreur phonique (SSCVR) et d'un enregistreur de paramètres (SSFDR).

1.11.1 Enregistreur phonique

Le SSCVR est un enregistreur protégé capable de restituer au moins les deux dernières heures d'enregistrement :

- marque : Honeywell ;
- numéro de type : 980-6022-001 ;
- numéro de série : 14685.

1.11.2 Enregistreur de paramètres

Le SSFDR est un enregistreur protégé capable de restituer au moins les vingt-cinq dernières heures d'enregistrement :

- marque : Honeywell ;
- numéro de type : 980-4700-042 ;
- numéro de série : 12056.

1.11.3 Lecture des données

Le SSCVR et le SSFDR sont arrivés au BEA le 7 août 2013. Ils étaient en bon état et ont été lus au moyen de l'outil de lecture du constructeur.

L'événement est enregistré sur le SSFDR et le SSCVR.

Des courbes de paramètres figurent au 1.16.3 et en **annexe 1**.

La transcription de l'enregistrement du SSCVR se trouve en **annexe 2**.

Les enregistrements du SSFDR et du SSCVR ont été synchronisés en temps UTC d'après les paramètres Master Caution et Master Warning.

1.11.4 Débriefing du vol à partir des enregistrements du vol

Après l'arrivée au parking, l'équipage débriefe l'incident. Le SSCVR a enregistré une partie de cette démarche. A la demande du copilote, la passagère est présente lors du débriefing. Le copilote propose au commandant de bord de parler en premier.

Le commandant de bord explique qu'ils ont commencé l'approche trop tôt. Il précise que pour lui la meilleure stratégie aurait été de passer par l'ouest. Il ne comprend pas pourquoi il n'a pas davantage pris en compte les nuages dans sa décision d'effectuer l'approche. Le commandant de bord s'interroge sur l'absence d'activation de l'Alpha Floor pendant la traversée de l'orage. Le copilote et la passagère lui indiquent que l'Alpha Floor s'est engagé. Le commandant de bord paraît surpris et demande confirmation que le mode TOGA LOCK s'est engagé. Le copilote indique que le TOGA LOCK s'est activé longtemps avant la sortie de l'orage. La passagère rappelle qu'elle a annoncé à plusieurs reprises de mettre la poussée sur TOGA. Le commandant de bord indique avoir entendu son annonce. Le copilote précise que les automatismes de l'avion ont permis d'avoir la poussée TOGA.

Le commandant de bord a entendu deux alarmes de décrochage. Le copilote indique l'avoir entendue alors que ce n'est pas le cas de la passagère. Le copilote et la passagère ont cru tous les deux que l'avion allait décrocher. Le copilote précise qu'il a perdu momentanément l'indication de vitesse. La passagère confirme qu'elle a aussi constaté cette perte d'indication. Le commandant de bord indique qu'il a toujours eu toutes les informations disponibles et qu'il n'a jamais eu l'impression d'être proche de l'accident car l'altitude était maintenue et la vitesse verticale était normale. En revanche il concède que la vitesse était faible.

La passagère et les deux membres d'équipage discutent de la gestion des automatismes. Le commandant de bord s'interroge sur le fait d'avoir laissé aussi longtemps les automatismes. Le copilote et la passagère protestent en indiquant que les automatismes de l'avion leur ont permis de sortir de la situation orageuse et éviter l'accident.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Alarmes déclenchées lors de la traversée de la zone orageuse

1.16.1.1 L/G GEAR NOT DOWN

L'alarme L/G GEAR NOT DOWN s'est déclenchée lors de la traversée du phénomène de grêle.

En raison d'une perturbation des sondes radio-altimétriques par la grêle, les valeurs sont erronées et inférieures à 750 ft alors que le train est rentré, la CONF 2 sélectionnée et la poussée des moteurs inférieure à la poussée de décollage.

Cette alarme est associée à un message sur l'ECAM, un Master Warning et une alarme audio de type CRC (Continuous Repetitive Chime). Cette alarme s'active notamment lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- au moins une valeur RA < 750ft ;
- poussée sur les deux moteurs inférieure à la poussée décollage ;
- CONF 1, 2, 3 ou FULL sélectionnée.

1.16.1.2 Analyse des messages du Post Flight Report (PFR)

Trois messages étaient présents au PFR à l'issue du vol de l'incident. Le PFR est un compte rendu qui permet notamment d'informer de la survenue de certaines pannes et indique également l'heure, à la minute près, à laquelle elle est intervenue. Ce fichier est destiné à la maintenance de l'avion. Les messages contiennent ainsi une description et un code de panne. Le constructeur de l'avion a ainsi fourni au BEA la signification des messages présents sur le PFR du vol de l'incident.

Le pare-brise du copilote a été endommagé par la grêle. Le système de dégivrage côté copilote ne fonctionnait plus. Un Master Caution, un signal sonore single chime et l'apparition du message à l'ECAM ANTI ICE R WINDSHIELD indiquant que l'antigivrage du pare-brise côté droit est inopérant sont associés à une telle défaillance du système. Deux messages du PFR concernent cette panne et permettent de dater la survenue de celle-ci à 18 h 43 :

ECAM WARNING

,13080218430030420006 ANTI ICE R WINDSHIELD

FAILURE MESSAGE

/FR13080218430056100006 R WINDSHIELD/IDWHC 2

L'équipage indique avoir eu connaissance en vol de la panne du système anti-givrage du pare-brise côté copilote mais elle n'a pas perturbé la poursuite du vol.

Le dernier message du PFR a permis d'identifier le rejet de l'ADR 2 lors du vol de l'incident :

FAILURE MESSAGE

/FR13080218430034123406 ADR2/IDEFCS 1,AFS

Ce rejet est survenu lors de la traversée de la grêle à 18 h 43. Ce rejet est probablement intervenu entre 18 h 43 min 25 s et 18 h 43 min 30 s.

Le rejet de l'ADR 2 est probablement dû à une différence de vitesse de plus de 20 kt entre l'ADR 2 et les deux autres ADR. Le rejet d'au moins un ADR a déjà été observé lors de vols traversant des zones orageuses.

Les valeurs issues de l'ADR 2 fournissant les informations de vol pour le copilote ont été rejetées par les calculateurs (EFCS et AFS). Ces valeurs ne sont notamment plus prises en compte pour le déclenchement des protections. En revanche, ce rejet par l'EFCS et l'AFS n'a pas d'influence sur l'affichage des informations de l'ADR2 sur le PFD du copilote.

1.16.1.3 Affichage de la vitesse côté copilote

Le copilote et la passagère en siège de service ont indiqué que la vitesse n'était plus affichée pendant un court instant sur le PFD du copilote.

La vitesse n'est plus affichée sur le PFD du copilote lorsque la valeur de la vitesse émise par l'ADR sélectionné via le sélecteur « AIR DATA » est inférieure à 30 kt. Pour le PFD du copilote l'ADR sélectionné par défaut est l'ADR2. Dans ce cas, l'affichage de la vitesse disparaît et le bandeau de vitesse est remplacé par un drapeau « SPD » rouge.

Les vitesses issues de l'ADR1 et de l'ISIS restent supérieures à 109 kt. Cela impliquerait donc une différence de vitesse de plus de 79 kt entre la vitesse de l'ADR2 et les deux autres.

Les turbulences rencontrées ne peuvent pas avoir causé une telle différence entre la vitesse affichée sur l'instrument du CdB et celui du copilote. De même, une ingestion d'eau par la sonde Pitot 2 ou son obstruction par de la grêle sont des hypothèses peu probables. En outre, de tels cas n'ont jamais été rapportés sur ce type de sonde.

Par conséquent, aucun élément ne permet d'expliquer ou de confirmer la perte de l'affichage de l'information de vitesse sur le PFD du copilote.

1.16.2 Estimation des conditions de vent rencontrées

Les conditions de vent rencontrées ont été reconstituées à partir des données enregistrées dans le SSFDR : vitesse sol, vitesse air, facteurs de charge, l'incidence et les estimations de dérapage.

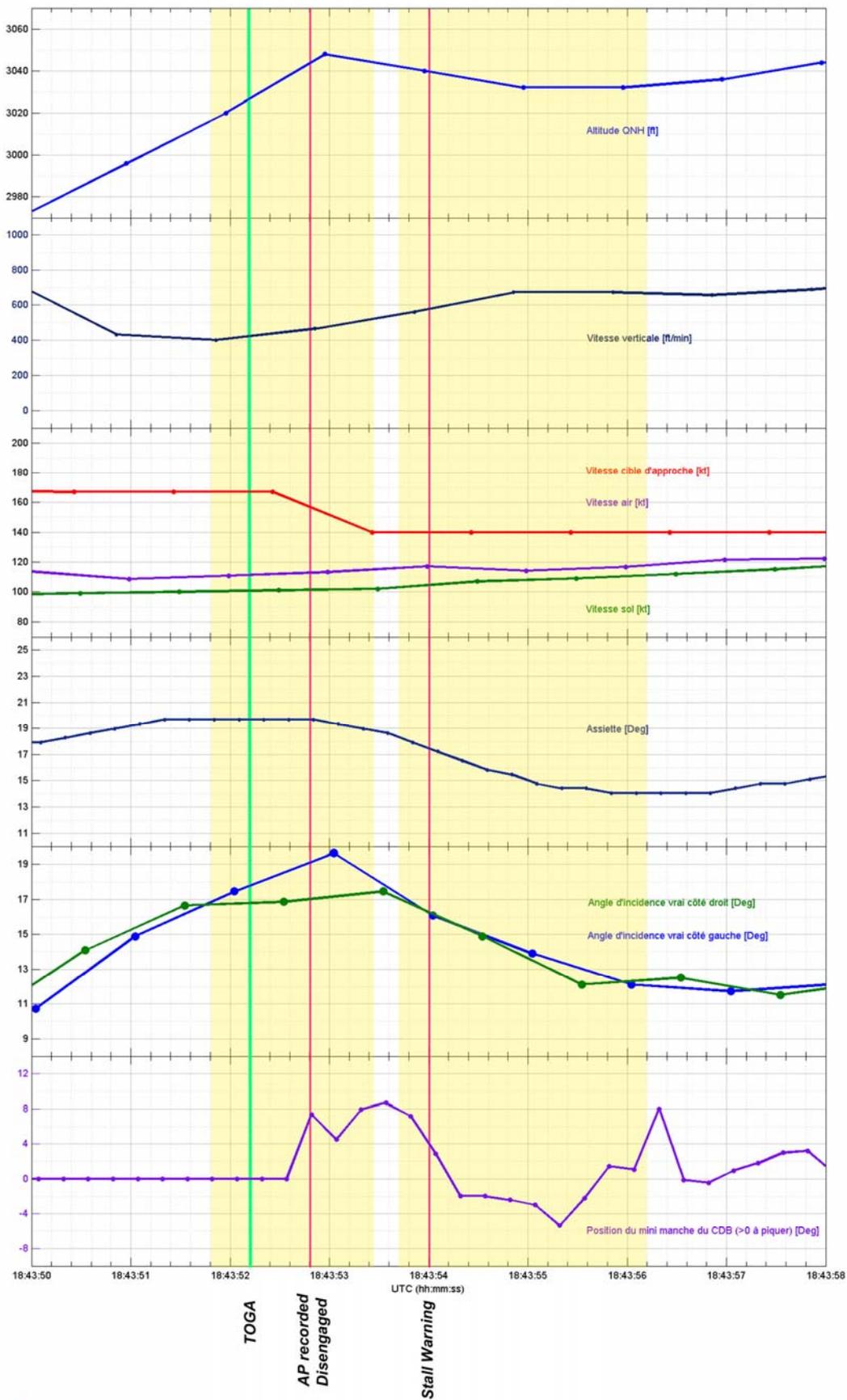
Les rafales de vent suivantes ont été rencontrées :

- vent arrière de 18 à 26 kt sur une durée de 5 à 12 secondes ;
- vent de face de 14 à 33 kt sur une durée de 3 à 5 secondes ;
- vent de travers de 15 à 19 kt sur une durée de 2 à 24 secondes ;
- vent ascendant de 1900 à 3200 ft/min sur une durée de 4 à 5 secondes ;
- vent descendant de 7600 ft/min sur une durée de 6 secondes.

La reconstruction du vent effectuée par le constructeur est présentée en **annexe 3**.

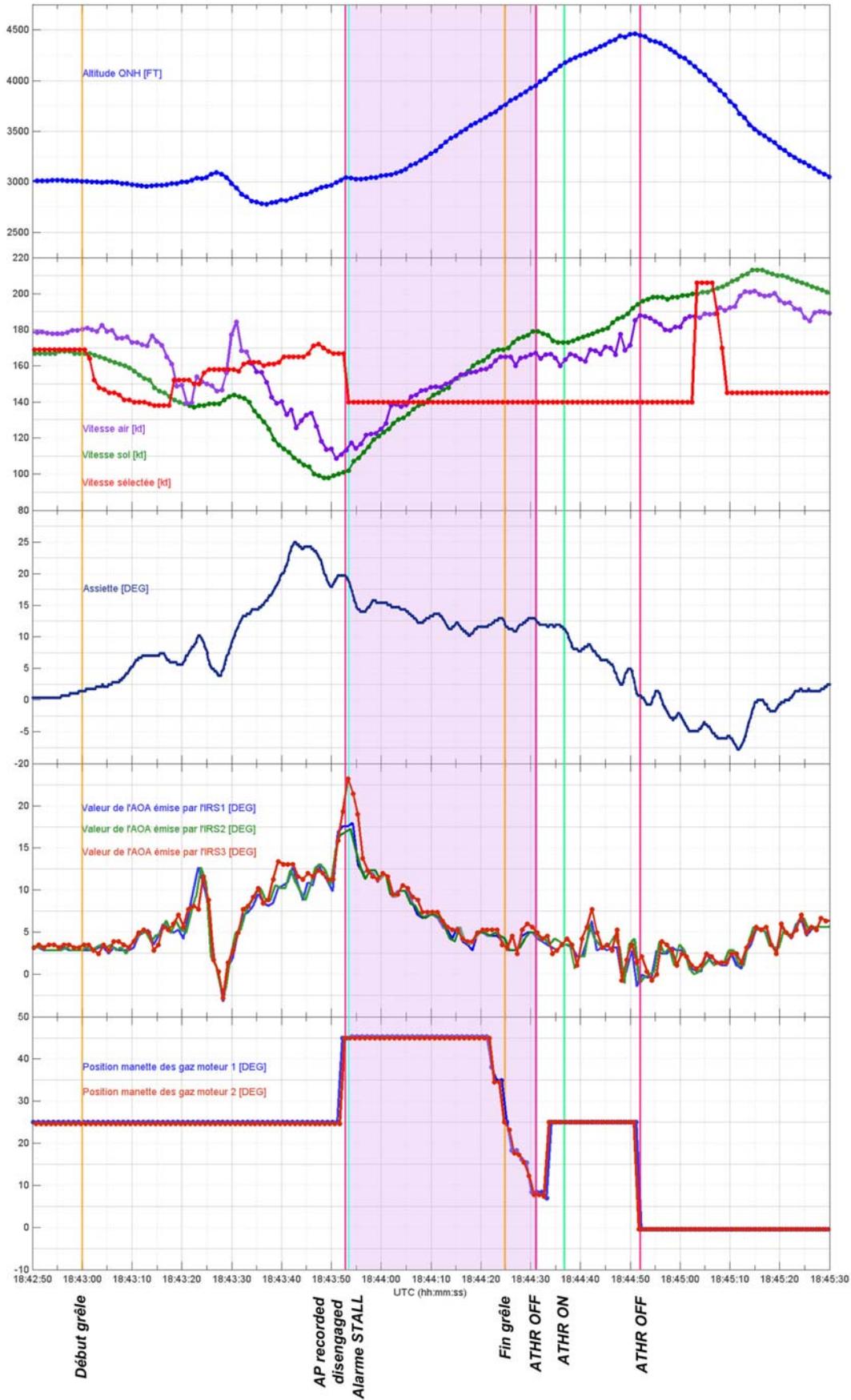
1.16.3 Déclenchement des protections lors de l'événement

Les courbes relatives aux protections Alpha Prot figurent ci-après :



Période probable d'activation des protections Alpha Prot

Figure 8 : paramètres de vol lors de l'activation de la protection Alpha Prot



Période d'activation de l'«Alpha Floor»

Figure 9 : paramètres de vol lors de l'activation de la protection Alpha Floor

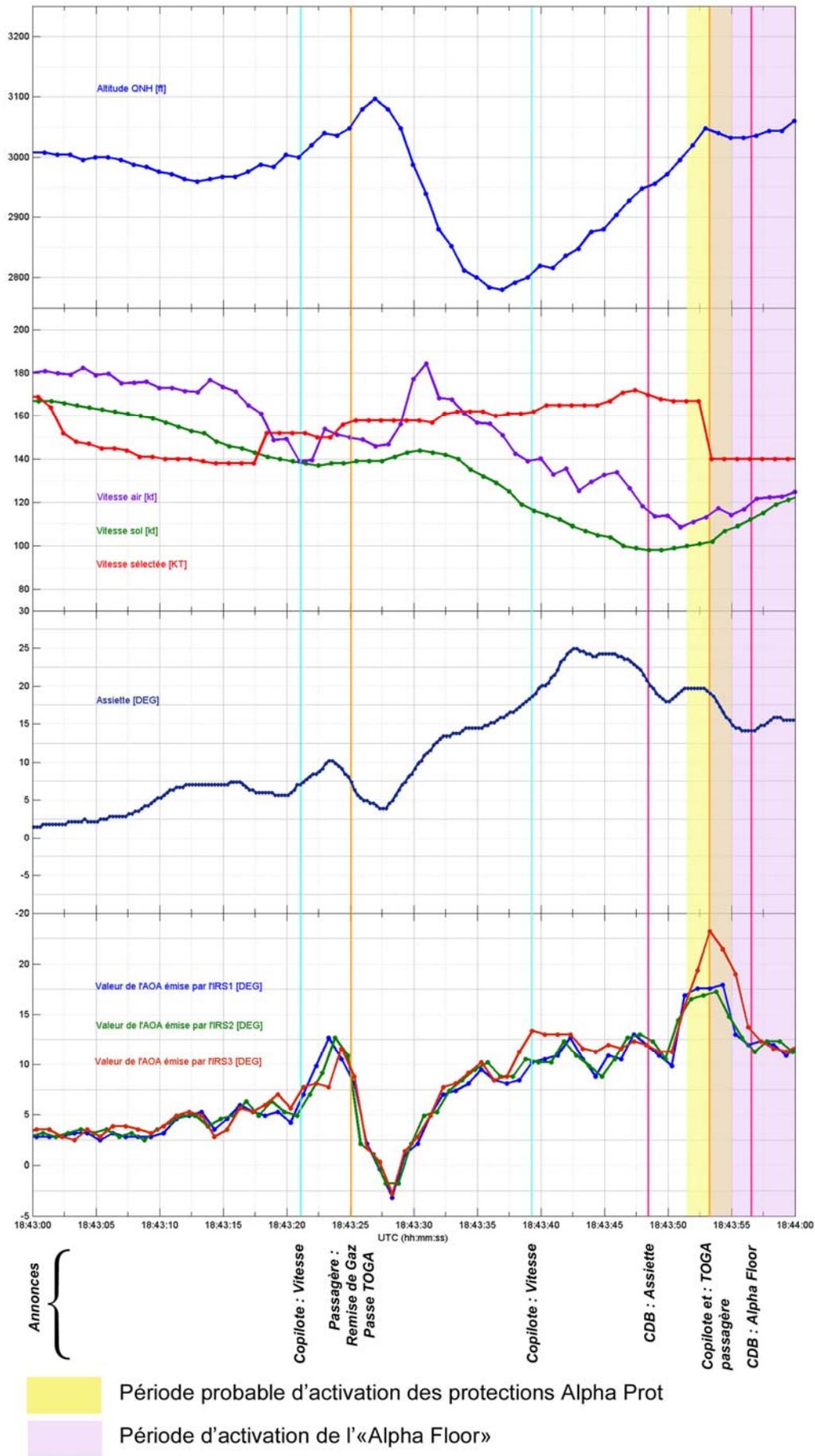


Figure 10: annonces lors de la traversée de l'orage de grêle

1.16.4 Déclenchement de l'alarme de décrochage

L'enregistrement du SSCVR a permis d'identifier une alarme de décrochage. Seul le mot « *STALL* » est entendu à 18 h 43 min 53 s d'une durée d'environ 200 ms.

Le « *STALL WARNING* » est un son hybride. Il est composé de la synthèse « *STALL* » et du son « *CRICKET* ».

Dans un cycle de calcul du FWC, celui-ci détermine si les conditions d'activation de l'alarme « *Stall Warning* » sont satisfaites. La synthèse *STALL* est alors directement émise dans ce cycle, alors que le son *CRICKET* ne commencera à être émis qu'au cycle suivant si les conditions de déclenchement sont toujours satisfaites. Lors d'un cycle nominal, il existe un décalage entre le début de la synthèse vocale *STALL* et le début du son cricket d'environ 600 ms qui est la durée du cycle de calcul du FWC.

Ainsi, puisque seul le mot *STALL* a été entendu au SSCVR, cela signifie que les conditions de déclenchement de l'alarme de décrochage n'ont été satisfaites que pour une durée inférieure à 600 ms.

Le paramètre « *Stall Warning* » du SSFDR correspond au déclenchement ou non de l'alarme de décrochage. Ce paramètre n'a pas enregistré de déclenchement de l'alarme lors du vol de l'incident. Le taux d'échantillonnage étant de 1 point par seconde et la durée du déclenchement de l'alarme inférieure à 600 ms, il est probable que cette information n'a pas pu être enregistrée au SSFDR.

En revanche, l'enregistrement des paramètres montre le dépassement par l'une des trois sondes d'incidence (sonde n° 3) du seuil de déclenchement de l'alarme de décrochage, fixé à 23° en loi normale, à 18 h 43 min 53 s et est accompagné d'un master warning. Ceci confirme le déclenchement de l'alarme de décrochage à 18 h 43 min 53 s pendant une durée inférieure à 600 ms.

L'incidence de l'avion peut être estimée à partir de la demi-somme des incidences mesurées localement par les sondes d'incidence 1 et 2, moins sensibles au dérapage. Ainsi l'incidence de l'avion n'a pas dépassé 18.5° et n'a ainsi jamais atteint l'incidence de décrochage théorique de l'avion lors de cet évènement.

1.16.5 Affichage des vitesses sur le PFD gauche lors de la traversée de l'orage

Le constructeur a reconstitué à partir des données issues du SSFDR les informations présentées sur le PFD du commandant de bord. Certaines informations dont notamment l'armement des modes du pilote automatique n'ont pas pu être représentées en raison de l'absence d'information dans le SSFDR.

Cette reconstitution a permis de visualiser :

- les fortes variations des vitesses ;
- les variations importantes de la « *speed trend* » ;
- une assiette élevée avec l'apparition de deux paires de chevrons rouges ;
- une vitesse inférieure à $V_{\alpha \max}$ pendant six secondes avant l'intervention de l'équipage sur les automatismes.

Des extraits de l'animation réalisée par le constructeur entre 18 h 43 min 15 s et 18 h 44 min 00 s sont disponibles en **annexe 4**.

1.16.6 Reconstruction des alarmes associées au cisaillement de vent

Lors de cet événement, le constructeur a reconstitué les vents auxquels l'avion a été soumis. Ces vents correspondent à ceux rencontrés lors d'un cisaillement de vent (cf annexe 3).

Le constructeur indique que l'alarme « *windshear* » se serait déclenchée environ 20 secondes avant le déclenchement de la protection Alpha Floor, si cette fonction n'avait pas été inhibée (hauteur inférieure à 1 300 ft).

En revanche, les informations disponibles ne permettent pas de savoir si la fonction « *Predictive Windshear* » aurait permis de détecter la présence de cisaillement de vent sur la trajectoire de l'avion.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Consignes de la compagnie aérienne

Le manuel d'exploitation d'Air France définit notamment les éléments ci-après.

1.17.1.1 Accès au poste

Le manuel d'exploitation définit les conditions d'accès au poste :

- « Sur présentation au CDB d'un titre d'habilitation et d'un ordre de mission, les agents désignés par le Directeur Général de l'Aviation Civile pour exercer les contrôles prévus (en particulier les pilotes Inspecteurs de l'OCV, les pilotes Contrôleurs de la DSAC et les Ingénieurs de la DSAC) ;
- peuvent avoir accès au poste de pilotage, avec l'autorisation du CDB :
 - les employés AF quand ils sont autorisés à exercer des fonctions directement en rapport avec la conduite, les opérations, les procédures en vol ou les équipements ;
 - les représentants techniques du constructeur de l'avion ou de ses équipements, lorsqu'ils sont autorisés par AF à exercer des fonctions directement en rapport avec les opérations en vol.
 - toute personne autorisée à occuper un siège service ;
 - les passagers dont le CDB juge la présence nécessaire ou utile.
- toute personne admise au cockpit a une place assise munie d'une ceinture de sécurité ;
- le CDB s'assure que l'admission au poste de pilotage n'entraîne aucune distraction, ni ne nuit au bon déroulement du vol ;
- Le CDB s'assure de l'identité et de la qualité de la personne souhaitant accéder au cockpit ;
- des dispositions réglementaires étrangères, liées à la sûreté, peuvent restreindre davantage l'accès au poste de pilotage (voir RC Sûreté (ORION)) ».

1.17.1.2 Utilisation des sièges équipage vacants (sièges services)

« Seul le CDB peut :

- autoriser l'occupation des sièges services ;
- désigner les bénéficiaires.

Seuls les passagers non payants peuvent être installés sur ces sièges. Les informer sur les équipements de sécurité et attitudes à adopter ».

1.17.1.3 Cockpit stérile

D'après le manuel d'exploitation d'Air France : « pendant le roulage, et en vol en dessous de 10 000 ft, les pilotes doivent effectuer uniquement les tâches liées à la conduite du vol. Pendant ces phases, les PNC ne doivent s'adresser aux pilotes qu'en cas de nécessité liée à la sécurité.

Les conversations non liées au vol et les distractions ne sont pas autorisées ».

1.17.1.4 Briefing

Le manuel d'exploitation définit les briefings de la manière suivante :

« Les trois briefings (DEPART, DECOLLAGE et ARRIVEE) sont effectués à chaque vol. Tous les pilotes participent à ces briefings. Chaque pilote provoque un briefing particulier chaque fois que les circonstances le nécessitent.

Un briefing efficace doit :

- permettre aux pilotes de partager et valider un projet d'action ;*
- être adapté au contexte pour mettre en valeur ses particularités et valider la stratégie mise en place pour répondre aux menaces éventuelles (TEM) ;*
- encourager la communication au sein de l'équipage ;*
- être concis ;*
- permettre aux pilotes d'anticiper la coordination et l'exécution des tâches à venir ;*
- être positionné à un moment où les pilotes sont disponibles.*

Les briefings DEPART et ARRIVEE sont effectués après insertion et vérification des données dans le FMS ».

Le manuel d'exploitation prévoit la possibilité d'apporter des amendements aux briefings :

« Si le contexte change après avoir effectué un briefing, l'amender en conséquence dans une démarche TEM (changements induits, conséquences possibles, moyens pour s'adapter) ».

Dans la partie B du manuel d'exploitation, il est précisé que : *“Descent preparation and approach briefing can take approximately 10 min, so they should begin approximately 80 nm before top of descent.”⁽⁸⁾*

1.17.1.5 Autobrake

Dans la partie B, il est précisé que : *« On short or contaminated runways, use MED mode ».*

1.17.1.6 Orages

« Tout orage doit être considéré comme dangereux.

La veille radar est obligatoire pendant tout le vol sauf de jour par bonne visibilité et sans nuage apparent.

- *éviter les orages ;*
- *utiliser toutes les informations disponibles pour évaluer la situation ;*
- *alerter les membres d'équipage de cabine dès que nécessaire ».*

⁽⁸⁾La préparation de la descente et le briefing approche peuvent prendre environ 10 minutes, leur réalisation devrait commencer environ 80 NM avant le début de descente.

1.17.1.7 Evitements

Il est recommandé d'utiliser une échelle de 160 NM en veille et de 80 NM en évitement.

Les échos verts dans la bande des 80 NM sont analysés.

La décision d'évitement est prise dans les 40 NM.

Respecter les consignes suivantes :

- effectuer l'évitement si possible du côté du vent ;
- éviter de passer à moins de 5 000 ft au-dessus ou en dessous d'une cellule orageuse (risque de turbulence) ;
- éviter les zones jaunes, rouges, magenta et les franges ;

Respecter les consignes suivantes :

Altitude	Evitement latéral par rapport aux zones rouges et Magenta
> 23 000 ft	> 20NM
≤ 23 000 ft	> 10NM

- augmenter ces distances de 50 % pour des échos en forme de crochet, de doigts ou à bords festonnés (orages).

Si l'évitement est impossible, choisir la meilleure trajectoire et :

- appliquer la procédure vol en turbulence (MANEX B) ;
- traverser perpendiculairement la ligne d'orage, en évitant les mises en virage.

En septembre 2013, la partie A du manuel d'exploitation a été mise à jour. L'exploitant a ajouté une consigne si l'évitement est impossible : « reporter éventuellement le décollage ou l'approche ».

1.17.1.8 Cisaillement de vent

Le manuel d'exploitation décrit le phénomène ainsi :

- « Le cisaillement de vent (windshear) est une variation rapide de vitesse et/ou de direction de vent le long de la trajectoire de l'avion. La majorité des accidents est due à la difficulté de détecter le phénomène.
Dans un très fort cisaillement, les pilotes ne disposent que de quelques secondes pour reconnaître le phénomène et agir ».

La partie B du manuel d'exploitation d'Air France pour l'A320 préconise⁽⁹⁾ la CONF 3 en cas de turbulence ou de cisaillement de vent en fonction de la distance disponible à l'atterrissage.

⁽⁹⁾CONF 3 should be considered, depending on the available runway length and go-around performance, or if windshear/severe turbulence is considered possible during approach.

La procédure associée à la détection du cisaillement de vent ou l'activation de l'alarme « *reactive windshear* » est la suivante :

WINDSHEAR	
<p>A red flag "WINDSHEAR" is displayed on each PFD associated with an aural synthetic voice "WINDSHEAR" repeated three times. If windshear is detected by pilot observation, apply the following recovery technique:</p>	
<p>■ At takeoff</p>	
<p>■ If before V1</p>	
<p>The takeoff should be rejected only if significant airspeed variations occur below indicated V1 and the pilot decides that there is sufficient runway remaining to stop the airplane.</p>	
<p>■ If after V1</p>	
THR LEVERS.....	TOGA
REACHING VR.....	ROTATE
SRS ORDERS.....	FOLLOW
<p><i>If necessary, the flight crew may pull the sidestick fully back.</i></p>	
<p><u>Note:</u> 1. Autopilot disengages if the angle of attack value goes above α prot. 2. If the FD bars are not displayed, move toward an initial pitch attitude of 17.5°. Then, if necessary, to prevent a loss in altitude, increase the pitch attitude.</p>	
<p>■ Airborne, initial climb or landing</p>	
THR LEVERS AT TOGA.....	SET OR CONFIRM
AP (if engaged).....	KEEP
SRS ORDERS.....	FOLLOW
<p><i>If necessary, the flight crew may pull the sidestick fully back.</i></p>	
<p><u>Note:</u> 1. Autopilot disengages if the angle of attack value goes above α prot. 2. If the FD bars are not displayed, move toward an initial pitch attitude of 17.5°. Then, if necessary, to prevent a loss in altitude, increase the pitch attitude.</p>	
<p>DO NOT CHANGE CONFIGURATION (SLATS/FLAPS, GEAR) UNTIL OUT OF SHEAR.</p>	
<p>CLOSELY MONITOR FLIGHT PATH AND SPEED.</p>	
<p>RECOVER SMOOTHLY TO NORMAL CLIMB OUT OF SHEAR.</p>	

Figure 11 : procédure « *windshear* »

Dans la partie A du manuel d'exploitation, il est prévu d'effectuer une annonce associée à la réalisation de la manœuvre d'urgence en réaction à l'alarme « *reactive windshear* » ou à la suite de l'identification du phénomène par l'équipage - par le PF ou le PM : « *Windshear TOGA* ».

1.17.1.9 Calcul de distance d'atterrissage

Le manuel d'exploitation préconise que l'équipage détermine en vol la distance d'atterrissage dans les conditions du jour. Cette distance correspond à la distance d'atterrissage en vol (IFLD) majorée de 15 %. Elle est appelée Factored Landing Distance (FLD). Cette distance doit être inférieure à la longueur de la piste attribuée.

1.17.1.10 Procédure « stall recovery »

STALL RECOVERY	
As soon as any stall indication (could be aural warning, buffet...) is recognized, apply the immediate actions:	
NOSE DOWN PITCH CONTROL.....	APPLY
<i>This will reduce angle of attack</i>	
<i>Note: In case of lack of pitch down authority, reducing thrust may be necessary.</i>	
BANK.....	WINGS LEVEL
● When out of stall (no longer stall indications) :	
THRUST.....	INCREASE SMOOTHLY AS NEEDED
<i>Note: In case of one engine inoperative, progressively compensate the thrust asymmetry with rudder.</i>	
SPEEDBRAKES.....	CHECK RETRACTED
FLIGHT PATH.....	RECOVER SMOOTHLY
● If in clean configuration and below 20 000 ft :	
FLAP1.....	SELECT
<i>Note: If a risk of ground contact exists, once clearly out of stall (no longer stall indications), establish smoothly a positive climb gradient.</i>	

Figure 12 : procédure « stall recovery »

1.17.1.11 Evolution de la philosophie d'utilisation des automatismes

Air France a changé la documentation opérationnelle de l'A320 le 30 mai 2013 pour adopter celle du constructeur et les philosophies de pilotage de ce dernier. Ce changement de procédures a notamment incité les équipages à utiliser davantage les automatismes.

Une formation a été dispensée pour accompagner ce changement.

1.17.2 Formation dispensée à l'équipage de conduite

La compagnie a choisi de mettre en place une formation ATQP à partir de la saison d'Entraînements et de Contrôles Périodiques (ECP) pour 2013-2014. L'ATQP permet d'élaborer un programme de formation adaptée à des problématiques identifiées par l'exploitant.

L'exploitant a également défini une nouvelle feuille de notation basée sur les compétences EBT (Annexe 1 Doc 9995 : Core Competencies And Behavioural Indicators). Cette nouvelle grille de compétences permet de mieux évaluer les compétences techniques et non techniques (CRM) des pilotes et a été mise en œuvre à partir de décembre 2012.

L'équipage de conduite a suivi plusieurs formations sur des thèmes spécifiques décrites dans les paragraphes ci-après.

1.17.2.1 Le cisaillement de vent

Une partie dédiée au cisaillement de vent est intégrée à la gestion des automatismes.

CISAILLEMENT DE VENT

EN APPROCHE :

Lorsqu'un gradient de vent est signalé à l'équipage :

- Sélectionner la CONF 3 et placer le B/P GPWS LDG FLAP 3 sur ON
- Utiliser le contrôle managé de la vitesse en approche
- Activer la phase APPR sur le MCDU
- Utiliser les 2 FD engagés en ILS, FPA ou V/S
- Utiliser l'AP, si un ILS est disponible, pour une meilleure précision et une anticipation des écarts

L'utilisation de l'A/THR en vitesse managée est recommandée.
Si une situation sévère est rencontrée et si la vitesse descend en dessous de la vitesse visée :

- Dégager l'A/THR si nécessaire
- Surveiller attentivement la trajectoire de descente
- Annoncer toute variation non contrôlée IAS, vecteur accélération, vitesse sol, glide, taux de descente, vent, poussée

Note : Avec l'utilisation de la fonction GS mini de la vitesse d'approche managée, le système commandera une majoration de vitesse en condition de vent fort.
Si un rabattant est suspecté, augmenter la VAPP sur le MCDU jusqu'à un maximum de VLS + 15 kt.
En cas de vent de travers supérieur à 20 kt (rafale incluse), la VAPP doit être au minimum à VLS+5, et peut être augmentée jusqu'à VLS + 15 si l'équipage le juge nécessaire.

In case of strong or gusty crosswind greater than 20 kt, Vapp should be at least VLS + 5 kt. The 5 kt increment above VLS may be increased up to 15 kt at the flight crew's discretion.



ATTENTION

 Si toutes les actions citées précédemment sont envisagées et appliquées lors de l'approche et que malgré cela les automatismes ne sont pas suffisamment réactifs, il est probable que la déconnexion de ceux-ci n'améliore pas la situation.
La charge de travail élevée qui en résulterait doit alors amener l'équipage à évaluer la pertinence de la poursuite de l'approche.

Figure 13 : enseignement sur le cisaillement de vent par Air France

Les exercices relatifs au cisaillement de vent sont effectués une année sur deux. Depuis 2009, l'exercice est réalisé en approche avec le déclenchement systématique de l'alarme « *reactive windshear* ». Au décollage, le phénomène provoquait également de façon systématique l'activation de l'alarme « *reactive windshear* » excepté lors de la saison 2011-2012 où les équipages devaient détecter l'apparition du phénomène sans alarme.

Les limites des simulateurs utilisés par Air France pour la formation ne permettent pas de mettre en place de scénario lié à l'activation de l'alarme « *predictive windshear* ».

1.17.2.2 Répartition des tâches PF et PM

Les supports de formation des équipages résument le rôle du PF et du PNF⁽¹⁰⁾ de la manière suivante :

- PF
 - fait voler l'avion ;
 - gère en permanence la charge de travail ;
 - priorité à la trajectoire.
- PNF
 - surveille en permanence les paramètres primaires ;
 - annonce tout écart excessif.

Dans le cadre de la formation, il est établi que « l'autorité du [commandant de bord] n'est pas remise en cause par la répartition des tâches PF/PM. Il reste responsable de la gestion des ressources de l'équipage et est décisionnaire in fine ».



Figure 14 : gradient d'autorité - source Air France

Par ailleurs l'exploitant souligne que « le [commandant de bord] reste le seul décisionnaire in fine en toutes circonstances le [commandant de bord] décide et gère les ressources de l'équipage ».

1.17.2.3 Evitement des zones orageuses

La compagnie aérienne a déployé en 2013 une auto-formation (e-learning) sur l'utilisation du radar météorologique. Ce module permet d'explicitier le fonctionnement et les limites opérationnelles du radar météorologique de bord.

Lors de la saison 2012-2013, l'utilisation du radar météorologique était un axe de prévention traité lors du briefing de la séance simulateur C1. Ce sujet était traité selon une approche TEM en regard du risque de perte de contrôle en vol.

Lors de la formation au sol de la saison 2012-2013, l'évitement des zones orageuses a été abordé. Le support de formation précise notamment les distances d'évitement des zones orageuses. Les exigences présentées aux pilotes consistaient à respecter un évitement latéral supérieur à 5 NM au-dessous de 23 000 ft si la SAT était supérieure à 0°C en conformité avec l'ancienne version du manuel d'exploitation (ex-GEN OPS en vigueur jusqu'en octobre 2012).

Le danger représenté par les formes décrites dans le manuel d'exploitation (crochets, doigts, bords festonnés) et leur représentation sur le radar météo n'ont pas été abordés.

⁽¹⁰⁾ Les différents supports consultés emploient de manière synonyme les termes PNF et PM.

Au cours de la formation, il est rappelé que la documentation sur l'utilisation du radar et l'interprétation des images est abondante et mise à disposition des pilotes. Elle comprend notamment la note « *Info Pôle Technique MC* » de Mai 2012.

Les Flight Operation Briefing Notes d'Airbus ne sont pas mis directement à disposition des pilotes par la compagnie.

Lors de la saison 2014-2015 des ECP, postérieure à l'incident, la compagnie a dispensé une autoformation (e-learning) sur le radar météorologique spécifique à chaque avion et l'évitement des zones dangereuses dans le cadre du plan triennal de révision des systèmes complémentaires avions.

1.17.2.4 Aspects TEM (gestion des menaces et des erreurs)

La compagnie a intégré les aspects TEM dans ses procédures à partir de 2008. Cette notion était enseignée par les briefings pendant les séances au simulateur. Aucune formation spécifique n'avait été dispensée avant 2012. Le LOSA, réalisé en 2011, a identifié que cette formation manquait pour une appropriation effective de ce concept par les pilotes. La compagnie a ainsi développé une vidéo pour expliciter le concept TEM et a intégré son application dans les cours au sol en 2012.

Le manuel d'exploitation met en valeur la méthodologie TEM de la manière suivante :

- « *L'exercice de ces compétences (CRM ndlr) est optimisé par l'utilisation de la méthode TEM (Threat and Error Management) qui permet :*
 - *d'anticiper et identifier les risques : menaces, erreurs et état dégradé de l'avion ;*
 - *d'élaborer des stratégies pour gérer les risques anticipés ;*
 - *de partager, appliquer et réadapter les projets d'actions ».*

1.17.2.5 Formation CRM

Un projet CRM a été lancé en 2012 dont les objectifs étaient de :

- définir un référentiel de compétences clair ;
- de rendre son organisation plus efficace ;
- de repenser la formation CRM pour la rendre moins théorique et plus proche du quotidien des pilotes.

L'exploitant a défini le CRM dans son manuel d'exploitation partie A :

- « *Le CRM est l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles pour réaliser un vol en toute sécurité.*
Les ressources sont les pilotes, les PNC, la machine mais aussi toutes les autres ressources de notre environnement opérationnel (ATC, exploitation, maintenance, Dispatch, etc).
Concrètement, l'objectif du CRM est de réduire les risques opérationnels, c'est-à-dire, éviter et/ou minimiser ces risques.
Pour atteindre cet objectif, chacun des acteurs doit développer, en plus de ses connaissances et de la maîtrise des procédures, l'ensemble des compétences suivantes :
 - *leadership et travail en équipe ;*
 - *conscience de la situation ;*
 - *prise de décision ;*
 - *gestion de la charge de travail ;*

- *communication ;*
- *prise en compte des limites (stress, fatigue) ;*
- *anticipation ;*
- *utilisation des automatismes (spécifique aux pilotes) ».*

Depuis début 2013, la journée de formation au sol dans le cadre du maintien de compétences a été modifiée :

- au moins, une année sur trois (dont saison 2013-2014), la journée est quasiment commune avec les PNC. Deux ateliers ont été ajoutés pendant lesquels les agents analysent ensemble les difficultés rencontrées par un équipage. L'objectif est d'analyser les options possibles, les risques associés, et les stratégies envisageables pour contenir ces risques ;
- tous les intervenants ont suivi une formation de deux jours sur le CRM et les compétences. L'intérêt de cette journée et son efficacité dépendent en grande partie de l'implication de chacun.

Une intervention de l'OSV, dédiée aux pilotes, complète cette formation.

L'exploitant a élaboré cinq fiches pratiques reprenant les compétences non techniques. Elles proposent des définitions simples et des pistes pour aider à renforcer les compétences des équipages. Elles ont été rédigées avec l'aide d'un expert CRM international.

Ces fiches se décomposent de la manière suivante :

- « *qu'est-ce que c'est ?* » : explication théorique de la compétence ;
- « *comment la développer ?* » : conseils, recommandations, outils pour développer la compétence ;
- « *le saviez-vous ?* » : exemples, statistiques, informations qui illustrent l'utilisation de la compétence ;
- « *quelles questions dois-je me poser ?* ».

Leur diffusion a commencé au mois de mars 2013 et concerne les thèmes suivants (**en annexe 5**).

- conscience de la situation (COS), connaître et comprendre l'état, la situation et l'environnement de l'avion, l'état de l'équipage et l'impact que ces éléments auront sur le vol (mars 2013) ;
- gestion de la charge de travail (GES), organiser la priorité, la répartition et l'interruption des tâches en fonction des ressources et de la situation (avril 2013) ;
- leadership - Travail en équipe (LTE), aptitude à favoriser, faire contribuer et maintenir le travail en équipage et prendre ses responsabilités (juin 2013) ;
- anticipation (ANT), aptitude à prévoir des stratégies adaptées à des situations planifiées ou potentielles (juillet 2013).

D'autres fiches ont été diffusées à des dates postérieures à l'incident.

A la date de l'incident, il n'existait pas d'outils particuliers dans la formation CRM continue dispensée par Air France pour mettre fin à, ou résoudre une situation conflictuelle.

Une journée de formation CRM, comportant des mises en situation pratique, est organisée pour les pilotes au cours de la formation initiale, puis lors du stage de passage commandant de bord. Concernant la gestion des conflits, la formation propose des « clés » pour traiter la personne avant de traiter le problème, selon le schéma :

- écouter ;
- accepter ;
- faire préciser ;
- reformuler ;
- présenter son point de vue ;
- proposer une solution.

1.17.2.6 Nouvelles manœuvres d'urgence

Une séance a été ajoutée au programme d'ECP de la saison 2010-2011 pour permettre à chaque pilote d'avion Airbus de réaliser les manœuvres d'urgence liées à l'alarme STALL. Lors de cette séance additionnelle, deux autres sujets ont été traités :

- les positions inusuelles (upset recovery) ;
- les illusions visuelles.

La formation au simulateur est notamment accompagnée d'un livret et d'une auto-formation sur l'upset recovery.

Le livret rappelle des points clés dont :

- La perte de contrôle d'un avion peut avoir plusieurs causes :
 - l'environnement : turbulence, turbulence en ciel clair, ondes orographiques, gradient de vent, orage, microburst, turbulence de sillage et givrage ;
 - le dysfonctionnement d'un système, d'un instrument, des automatismes, des commandes de vol ;
 - le pilote : mauvaise interprétation d'un instrument, cross-check mal réalisé, distraction, vertige ou désorientation spatiale, mauvaise utilisation des automatismes.

Pour faire face à une position inusuelle de l'avion, le pilote doit successivement :

- maîtriser l'effet de surprise ;
- reconnaître et confirmer la situation ;
- récupérer le contrôle de l'avion par actions de faibles amplitudes sur les commandes de vol.

Technique de pilotage en cas de forte assiette à cabrer :

- manche à piquer, réduction de la poussée (couple à piquer) ;
- si l'assiette ne diminue pas suffisamment, incliner l'avion pour obtenir une assiette à piquer ;
- si l'assiette ne diminue toujours pas suffisamment, agir par de faibles actions sur la gouverne de direction pour obtenir un roulis induit (attention au risque de perte de contrôle directionnel et de dégradation structurale) ;
- une fois le contrôle de l'avion rétabli, annuler l'inclinaison, effectuer une ressource en douceur puis ajuster la poussée.

Lors de cette formation des rappels sur le principe de fonctionnement des protections des avions Airbus A320 ont été effectués.

L'AESA a publié le 22 janvier 2013 le SIB 2013-02 relatif au « *stall and stick pusher training* » qui traite de l'entraînement aux positions inusuelles. Ce SIB mentionne notamment le manuel d'aide à l'entraînement de la récupération d'une position inusuelle édité en novembre 2008⁽¹¹⁾.

1.17.3 Surveillance menée par la compagnie sur son exploitation

1.17.3.1 Audits internes

Afin de mieux connaître les conditions d'exploitation de ses avions, l'opérateur a mené plusieurs actions à l'issue de l'accident du F-GZCP survenu le 1^{er} juin 2009. Il a notamment mandaté un groupe d'experts internationaux (ISRT) pour analyser des pistes de modernisation de son exploitation qui a émis plusieurs recommandations en 2011. L'une d'elle consistait à faire parvenir à ses pilotes des questionnaires pour avoir leur avis notamment sur la formation (le taux de participation a été de 40 %). Il a également effectué dans la même année un audit de sécurité de ses opérations en ligne (LOSA).

L'exploitation du questionnaire par la compagnie a révélé les éléments suivants :

- les pilotes attribuent la note de 5/10 à la formation CRM dispensée par la compagnie ;
- 44 % des pilotes estiment ne pas apprendre à développer leur leadership ;
- un tiers des pilotes estime ne pas apprendre à gérer les menaces et les erreurs ;
- 57 % des pilotes pensent que les sujets nécessaires ne sont pas abordés par la formation CRM ;
- 49 % des pilotes estiment que les instructeurs ne les aident pas à développer leurs compétences CRM ;
- parmi les pilotes ayant un leadership⁽¹²⁾ « *poor* » ou « *marginal* » il y a autant de comportements de nature « *désinvolte* », « *laisser faire* » ou « *autocrate* ».

Le LOSA a permis à l'exploitant de confirmer certaines des problématiques précédentes et de travailler sur les axes suivants :

- connaissances et compétences pilote en CRM ;
- conscience du risque et formation TEM ;
- mise en place d'indicateurs CRM ;
- positionnement du commandant de bord dans un fonctionnement PF/PM ;
- rôle et leadership du CDB ;
- rôle et leadership de l'OPL ;
- coopération dans le poste ;
- élimination de la complaisance dans le poste ;
- valorisation du respect des règles.

La compagnie a mis en place des outils, des procédures et des formations pour répondre aux problématiques identifiées.

1.17.3.2 Programme de surveillance

Air France met en œuvre et réalise un programme de surveillance de l'ensemble des domaines des opérations aériennes, au travers des audits et des observations. Le programme est déposé à l'autorité de surveillance. Le service qualité réalise également les audits de sécurité ou observations commandités en interne ou tout autre audit hors programme demandé par une direction.

⁽¹¹⁾http://flightsafety.org/files/AP_UpsetRecovery_Book.pdf

⁽¹²⁾La définition est donnée par le DOC 9995 relatif à l'Evidence based Training. (Partie II. Programme de formation basé sur des données probantes, Appendice 1).

Les observations concernent des vols et des séances de simulateurs ECP pour toutes les flottes, ainsi que des séances simulateur de qualification de type (environ dix vols et 20 séances de simulateur observés en moyenne par an). Elles sont réalisées par des pilotes auditeurs. Ces observations sont systémiques et ne portent pas sur l'évaluation des individus. Leur objectif est de vérifier le respect des règlements et du manuel d'exploitation de la compagnie, ainsi que la qualité des moyens mis à disposition des équipages (état des simulateurs, préparation du vol, dispatch, etc). Parmi les items observés et renseignés, une attention particulière est portée au respect du TEM et au fonctionnement du CRM.

A l'issue des observations et audits, le service qualité définit des actions préventives, correctives et d'améliorations, dont la mise en œuvre incombe aux responsables des entités auditées. Le service qualité assure le suivi de ces actions, établit des tableaux de bord et rend compte sur la réalisation du programme.

1.17.3.3 Surveillance des critères de notation

La mise en place de critères CRM en 2013 a permis à l'exploitant de concevoir des indicateurs de performance dans ce domaine. Les données recueillies concernent ainsi l'année 2013. Ces données n'ont pas pu être exploitées avant l'incident.

Le niveau de maturité du système et de consolidation des données recueillies ne permettait pas encore à l'exploitant d'identifier les axes d'amélioration. Ce dernier concentrait ses efforts sur l'homogénéisation des notations par les instructeurs afin de disposer de données fiables.

1.17.4 Prestataire des services de la navigation aérienne

1.17.4.1 Informations météorologiques à disposition des contrôleurs

Les images SIGNORA (Signalisation des orages) fournissent une représentation de l'activité convective sur la base des données observées aux contrôleurs. Elles sont élaborées par Météo France à partir d'informations fournies par le réseau de radars météorologiques de précipitations. Chaque radar météorologique scanne son environnement pendant cinq minutes. Les images des différents radars sont ensuite assemblées et constituent l'image SIGNORA diffusée toutes les cinq minutes. Ces images SIGNORA alimentent les interfaces appelées « ASPOC web » par internet. L'interface ASPOC est alimentée également par les impacts de foudre détectés par le réseau Météorage au cours des cinq minutes précédant le rafraîchissement de l'image SIGNORA.

De plus, ASPOC permet de disposer d'une trajectoire des cellules convectives à trente minutes d'échéance sous la forme d'images radar extrapolées.

Les images ainsi fournies permettent de mieux visualiser les phénomènes météorologiques en cours et surtout d'anticiper et d'améliorer la coordination des mesures nécessaires à la gestion des flux de trafic aérien.

Toutefois, l'application permettant la mise à disposition des images SIGNORA ne peut être qualifiée d'outil temps réel compte tenu de la fréquence de rafraîchissement et d'affichage des données météorologiques (5 minutes), de l'absence d'informations sur l'extension verticale des activités convectives et du taux d'erreurs possibles des extrapolations temporelles. De plus, il est indiqué que Météo France ne se porte pas garant des informations présentées.

L'image fournie aux services de contrôle est une image composée de quatre tons de bleu. Le bleu a été choisi pour minimiser le risque de confusion entre l'information ASPOC et la donnée radar de bord par comparaison des couleurs dans les conversations entre le pilote et le contrôleur. En effet, même si les deux sources visualisent le même type de données, les imageries restent différentes. L'intensité des teintes de bleu visent à représenter l'impact potentiel sur le trafic aérien des cellules observées.

La légende associée est la suivante :

- nuage convectif faible : réflectivité radar comprise entre 32 et 35 dBZ⁽¹³⁾ (soit entre 3.6 et 6.5 mm/h) ;
- nuage convectif modéré : réflectivité radar comprise entre 36 et 39 dBZ (soit entre 6.5 et 11.5 mm/h) ;
- nuage convectif fort : réflectivité radar comprise entre 40 et 47 dBZ (soit entre 11.5 et 36.5 mm/h) ;
- nuage convectif très fort : réflectivité radar au moins égale à 48 dBZ (soit >36.5 mm/h), forte probabilité de présence de grêle.

Les procédures des contrôleurs aériens prévoient au titre de l'information de vol d'exploiter si nécessaire les images SIGNORA en complément des autres sources d'informations relatives aux conditions météorologiques mais ne prévoient pas de transmettre spécifiquement d'information sur la présence probable de grêle aux pilotes.

Le jour de l'incident les informations présentées aux contrôleurs de 18 h 35 à 18 h 45 étaient les suivantes :

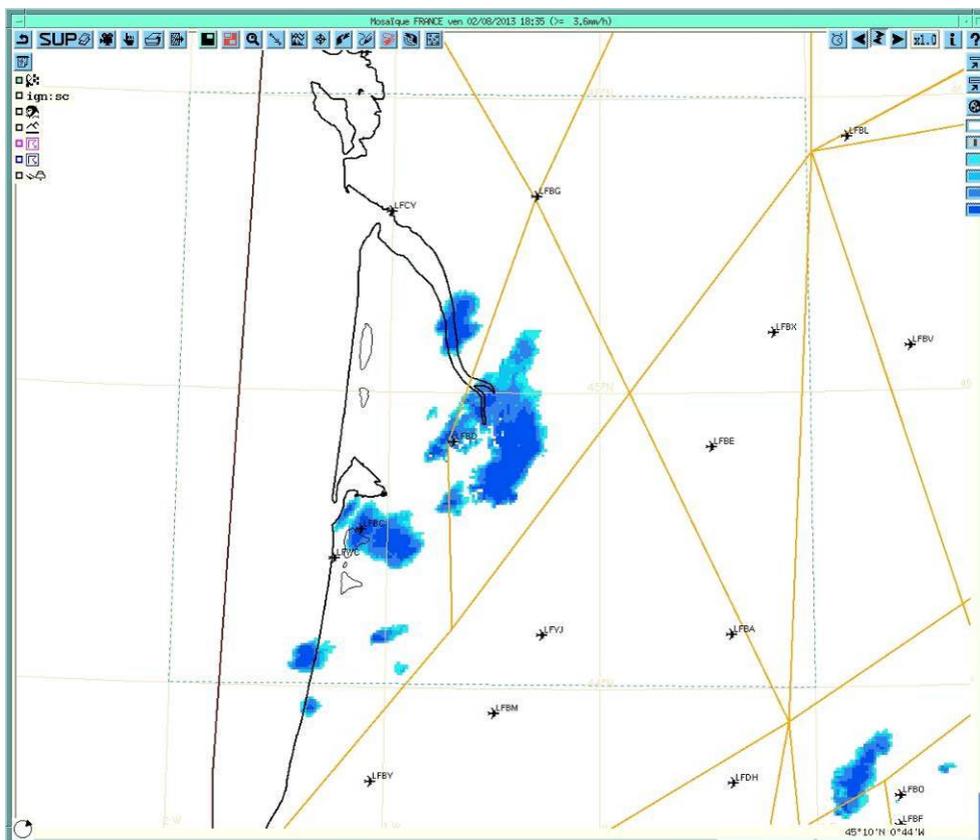


Figure 15 : image de la situation météorologique à 18 h 35 à disposition du contrôleur

⁽¹³⁾Décibel Z (dBZ) est une unité logarithmique de la réflectivité des cibles radars en météorologie.

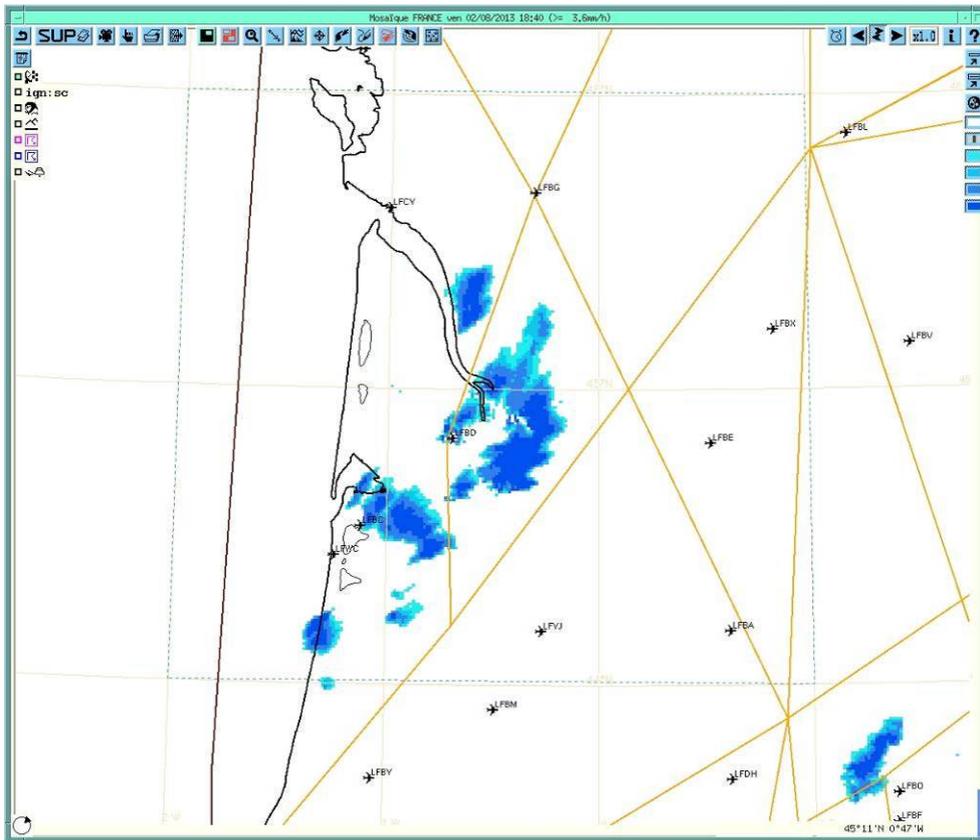


Figure 16 : image de la situation météorologique à 18 h 40 à disposition du contrôleur

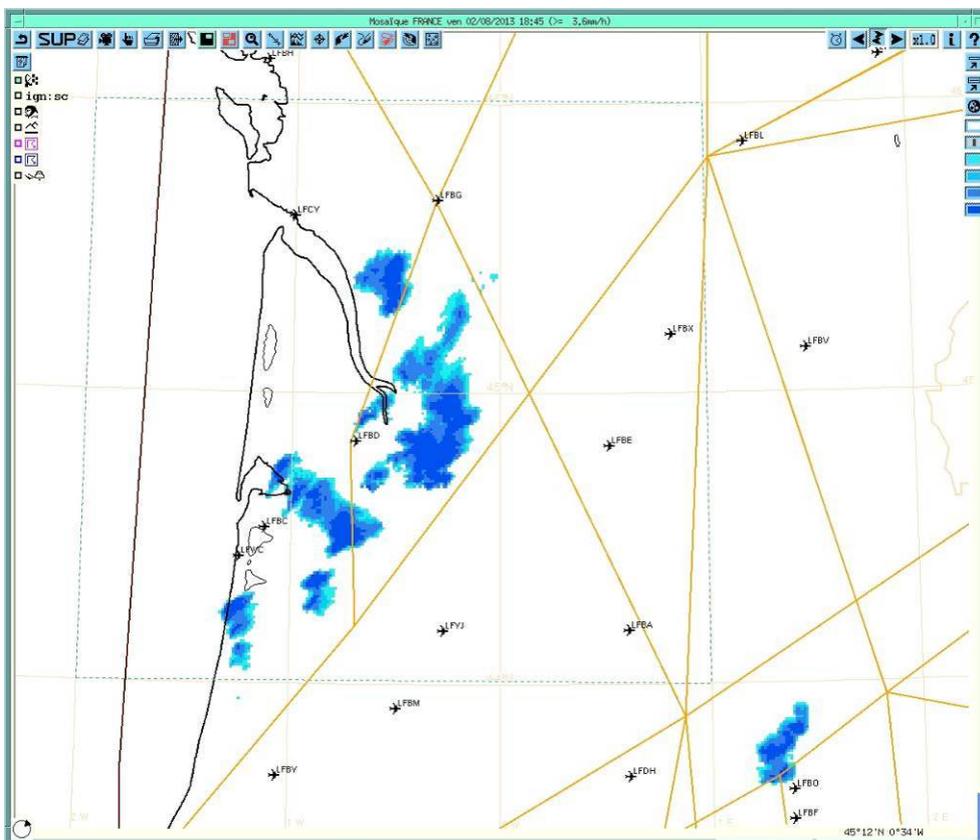


Figure 17 : image de la situation météorologique à 18 h 45 à disposition du contrôleur

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignages

1.18.1.1 Le commandant de bord

Le commandant de bord explique que le matin de l'incident, en raison des conditions de circulation routières difficiles, il est arrivé en retard pour la première étape. Il a informé la compagnie qu'il aurait sûrement du retard mais celle-ci a décidé de ne pas le remplacer. Il a également demandé à la compagnie de tenir le copilote informé de cette situation et de lui demander d'effectuer la préparation du vol et le briefing avec les Personnels Navigants Commerciaux (PNC). Il est arrivé à l'avion à l'heure de départ prévue initialement. Il indique qu'il a décidé de laisser le copilote PF pour les deux premières étapes car ce dernier avait effectué la préparation du vol et la préparation du cockpit. Il a vérifié la quantité de carburant embarquée, les documents du dossier de vol avant de partir. La première étape s'est déroulée normalement avec un retard d'environ vingt minutes.

Il explique qu'il a laissé volontairement le leadership à son copilote lors de cette première étape puisque le copilote avait préparé le vol seul. Il a essayé de reprendre son rôle de commandant de bord mais explique qu'il n'y est pas parvenu. L'avion à l'issue de la deuxième étape n'avait plus de retard.

Lors du vol de l'incident, la présence de la passagère sur le siège de service ne l'a pas gêné au début du vol. Il ajoute que lorsqu'il a commencé à discuter de la trajectoire pour l'attente, elle est intervenue régulièrement et qu'il a alors eu l'impression d'être à « 1 contre 2 ». Il s'est rangé à l'avis des deux copilotes de ne pas suivre une route vers l'ouest car il a considéré que deux avis valaient sûrement mieux que le sien. Il n'était toutefois pas convaincu que leur solution était la meilleure. Il estime que la situation orageuse a généré un stress important lors de l'approche pour le copilote.

La programmation du FMS a été modifiée lorsque l'équipage a été autorisé à effectuer l'approche pour la piste 29. Il l'avait initialement programmé pour une approche en piste 05.

Il explique que la manœuvre proposée par les deux copilotes d'éviter la masse orageuse n'était pas réalisable. Etant donné que l'avion était sur le LOC et qu'en moins d'une minute il allait être sous ce qu'il pensait être de la pluie, il était préférable de rester en palier plutôt que d'effectuer des manœuvres dans ce phénomène. Il indique qu'il a été autoritaire pour la décision de passer dans la « *langue* »⁽¹⁴⁾ en raison de la frustration ressentie lors des étapes précédentes et du mal à rattraper son leadership depuis le premier vol.

Lors de la traversée de l'orage, il explique avoir été victime d'un phénomène de tunnelisation. Les deux copilotes faisaient des annonces mais il n'a pas forcément répondu à celles-ci. Les différentes annonces étaient difficiles à percevoir pour lui et étaient assimilées à un bruit inconfortable. Le commandant de bord n'a pas détecté le phénomène de cisaillement de vent.

Il indique qu'il a attendu que le pilote automatique diminue l'assiette pour appliquer la poussée TOGA.

Il indique avoir perçu l'alarme de décrochage à deux reprises lors de la traversée de l'orage de grêle.

⁽¹⁴⁾Ce terme fait référence à la forme des échos présentés sur la visualisation du radar météo à bord.

Le commandant de bord a été surpris que le contrôleur connaisse la situation météorologique. Il ignorait que ce dernier disposait d'une information basée sur les observations de Météo France.

1.18.1.2 Le copilote

Le copilote explique que, lors de la première étape de la journée, le commandant de bord l'informe qu'il serait en retard. Le copilote a effectué la préparation du vol, le briefing de l'équipage et la préparation de l'avion. Il a donné l'autorisation pour commencer l'embarquement car les dernières informations reçues du commandant de bord semblaient indiquer une arrivée quelques minutes plus tard. Lorsque le commandant de bord est arrivé, le copilote l'a briefé sur le vol et le commandant de bord a vérifié les informations disponibles. Les deux premières étapes se sont déroulées correctement.

Le copilote a demandé au commandant de bord si une passagère qu'il connaissait pouvait prendre place sur le siège de service dans le poste de pilotage. Le commandant de bord a accepté. Le début du vol s'est déroulé sans incident et le copilote a discuté avec la passagère lors de la croisière.

La discussion s'engage sur la stratégie d'attente en raison de mauvaises conditions météorologiques à destination. Le copilote ne comprend pas la proposition du commandant de bord qui semble considérer que la piste en service est la piste 05 alors que les dernières conditions de vent transmises semblent indiquer une piste 29 en service. De plus, attendre à l'ouest pourrait compliquer l'accès à l'aérodrome de dégagement. Il ajoute que l'avis de la passagère a pu induire un biais de confirmation.

Le copilote reste ferme sur sa proposition d'attente car lors d'un vol antérieur, trois ans auparavant, avec le commandant de bord, ils avaient dû effectuer de l'attente et avait atterri avec une quantité de carburant proche de la réserve finale. A cette époque, il n'avait pas compris les choix du commandant de bord. Il pense que cet antécédent a pu influencer sur son attitude car il ne voulait pas suivre les instructions du commandant de bord sans les comprendre et y adhérer.

Lors de la traversée de la zone orageuse, le copilote indique qu'il a perdu l'indication de la vitesse sur le PFD⁽¹⁵⁾ pendant un très court laps de temps. Il a ensuite eu à nouveau l'information de vitesse et a vu la « *speed trend* » augmenter significativement.

Le copilote a identifié qu'il était sous pilote automatique lors la traversée de l'orage mais n'a pas souhaité intervenir sur les commandes. Il a estimé que l'assiette était en train de diminuer.

Il ajoute qu'il pense avoir entendu une alarme de décrochage.

Le copilote a également été surpris que le contrôleur connaisse la situation météorologique car il ignorait qu'il disposait d'une information basée sur les observations de Météo France.

1.18.1.3 La passagère sur le siège de service

La passagère indique qu'elle est rentrée dans le poste de pilotage lors de l'embarquement. Elle connaissait le copilote en fonction sur le vol de l'incident.

⁽¹⁵⁾Cette perte d'indication de la vitesse n'a pas pu être expliquée ou confirmée avec les informations fournies par les calculateurs de bord et l'enregistreur de paramètres.

Lors de l'approche, elle a vérifié les distances d'atterrissage sur le QRH du copilote. L'équipage a été autorisé à effectuer l'approche en piste 29 qui est plus courte que la piste 05 et l'équipage avait opté pour le mode autobrake LOW et la CONF 3 pour l'atterrissage. Elle a conseillé au copilote de demander l'état de la piste, ce qu'il a fait. Elle a considéré que l'état de la piste était « *Medium to poor* ». En CONF 3 la distance d'atterrissage en piste 29 est insuffisante. Elle l'a indiqué au copilote qui a alors proposé de passer l'autobrake en mode MED.

Elle estime qu'environ dix secondes après le début des impacts de grêle sur la cellule de l'avion, la vitesse sur le PFD copilote a disparu un très court instant. Lorsque les vitesses sont de nouveau apparues, la vitesse était dans les « *placards* ». Elle précise qu'elle a annoncé TOGA à plusieurs reprises en pensant que l'avion était soumis à un phénomène de cisaillement de vent. Lors de la remise des gaz et après que l'avion soit sorti du phénomène, elle indique qu'elle a agi sur le bouton vitesse sur le FCU.

1.18.2 Informations météorologiques disponibles avec le radar météo de bord

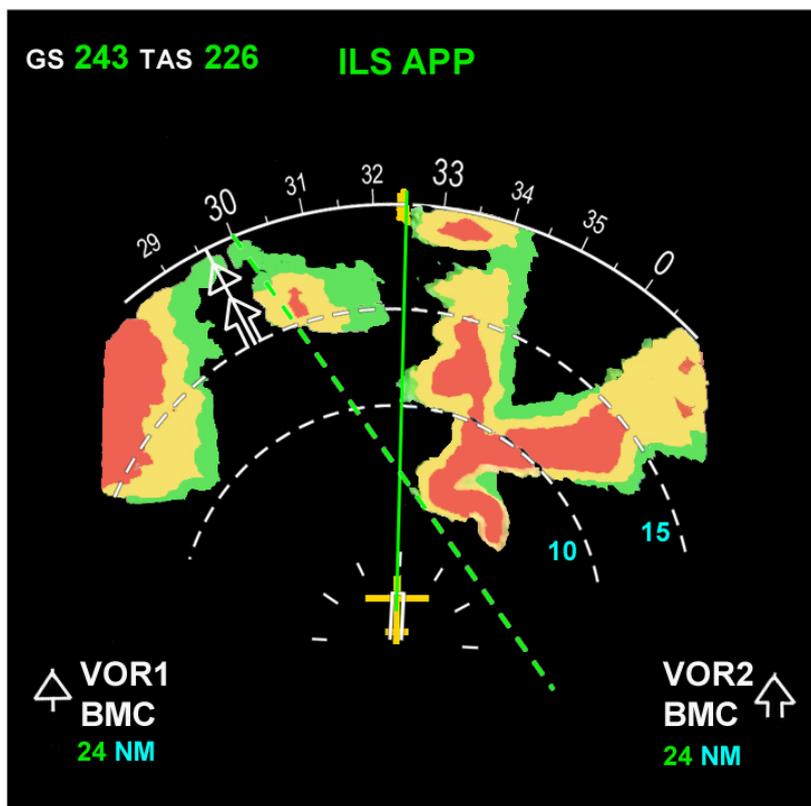


Figure 18 : représentation des informations météorologiques sur le ND onze minutes après le passage du vol de l'incident

L'image du radar météo a été reconstituée par le BEA à partir d'une photo prise par un autre équipage en attente. Elle correspond à la situation météorologique présente onze minutes après le passage du vol de l'incident. L'équipage du F-HBNI indique qu'elle est représentative des informations disponibles sur leur écran mais que la masse orageuse s'est déplacée vers l'est.

L'image ci-dessous a été reconstituée par la compagnie aérienne à partir du témoignage de l'équipage :

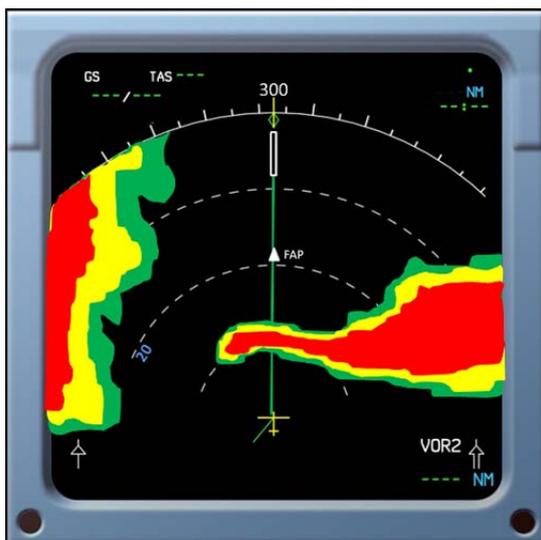


Figure 19 : schéma de la situation météorologique sur le ND décrite par l'équipage
(Source : Air France)

1.18.3 Préconisations en conditions météorologiques dégradées

1.18.31 Utilisation radar météorologique de bord

Le constructeur a publié des préconisations sur l'utilisation des informations disponibles sur l'écran du radar météorologique dans un Flight Operations Briefing Notes (FOB) : « *adverse Weather Operations, Optimum use of the weather radar* »⁽¹⁶⁾.

Cette note illustre les formes pouvant être détectées grâce au radar météo et les phénomènes qui peuvent être associés.

Certains indices doivent alerter l'équipage de conduite :

- les formes : elles devraient être observées plus attentivement que les couleurs afin de détecter les mauvaises conditions météorologiques. Des zones de couleurs différentes faiblement espacées indiquent habituellement la présence d'une zone de fortes turbulences.

Certaines formes sont de bons indicateurs de phénomènes de grêle et de forts gradients verticaux. Des changements rapides de formes, quelle que soit la forme finale, représentent également une forte activité météorologique.

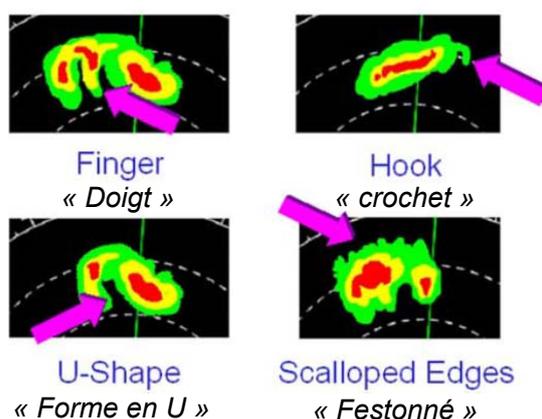


Figure 20 : formes caractéristiques d'un phénomène de grêle visible sur le radar météo de bord

⁽¹⁶⁾http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/safety_library_items/AirbusSafetyLib_FLT_OPS-ADV_WX-SEQ07.pdf

En 2010, la CAA UK a diffusé une circulaire d'information aéronautique relative aux effets d'un orage et des turbulences associées sur la conduite du vol⁽¹⁷⁾. Cette circulaire rappelle qu'un orage peut être associé à des phénomènes de grêle et que des cisaillements de vent peuvent être présents. Elle préconise d'éviter les zones orageuses. Elle ajoute pour les phases d'atterrissage et de décollage qu'en raison des phénomènes de cisaillement de vent et de la proximité du sol, l'équipage devrait prioritairement considérer à se dérouter ou à retarder l'approche.

1.18.3.2 Cisaillement de vent

Airbus a développé un Flight Operation Briefing Note sur le cisaillement de vent⁽¹⁸⁾. Dans cette note il est notamment mentionné que les éléments suivants permettent de reconnaître un cisaillement de vent :

- la vitesse indiquée varie de plus de 15 kt ;
- la vitesse sol varie ;
- la direction et la vitesse du vent indiquée varient ;
- une variation de vitesse verticale supérieure à 500 ft/mn ;
- une variation d'assiette supérieure à 5° ;
- une déviation de glide supérieure à 1 point (représentation sur le PFD) ;
- une variation du cap de 10° ;
- une activité inhabituelle de l'A/THR.

Cette note préconise également de surveiller la vitesse, la « *speed trend* » et la vitesse sol lors de l'approche pour détecter tout signe d'un cisaillement de vent quand ce phénomène est suspecté. Il est conseillé de maintenir une vitesse sol minimum afin d'assurer un niveau minimum du niveau d'énergie de l'avion et une gestion de la poussée optimale lors de l'approche en cas de changement soudain d'un vent debout ou d'un vent arrière. L'A320 est équipé d'une fonction « *ground speed mini* » qui permet de conserver cette vitesse minimum grâce aux automatismes lorsque l'A/THR est engagé en mode managé et la phase d'approche est activée (dans le FMS).

Les actions préconisées en cas de phénomène de cisaillement de vent en montée initiale ou en approche sont les suivantes :

- appliquer la poussée TOGA ;
- suivre les ordres des FD ou appliquer l'assiette recommandée dans le FCOM (17.5 ° pour un A320) si ceux-ci ne sont pas disponibles. Appliquer si nécessaire le débattement maximal du mini-manche en arrière (pour les avions avec une protection de l'enveloppe de vol) ;
- ne pas changer la configuration de l'avion (train d'atterrissage, volets) avant d'être sorti du phénomène de cisaillement de vent ;
- si le pilote automatique est engagé, le laisser. Si le pilote automatique n'est pas engagé, ne pas l'engager ;
- stabiliser l'avion avec les ailes à plat pour optimiser le taux de montée à moins qu'un virage soit nécessaire pour éviter un obstacle ;
- lorsque l'avion est sorti du phénomène de cisaillement de vent, laisser l'avion accélérer en montée, reprendre ensuite une montée normale et adapter la configuration de l'avion.

⁽¹⁷⁾<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1544.pdf>

⁽¹⁸⁾Le FOBN relatif au cisaillement de vent est disponible sur http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/safety_library_items/AirbusSafetyLib_-FLT_OPS-ADV_WX-SEQ02.pdf

Ce document ne définit pas de limite supérieure d'altitude pour l'application de cette procédure.

En 2008, la CAA UK a publié une circulaire d'information aéronautique relative au cisaillement de vent à basse altitude⁽¹⁹⁾. Celle-ci définit le phénomène de cisaillement de vent, précise quelles conditions météorologiques donnent lieu à ce type de phénomène, informe des effets sur un avion, préconise des actions à appliquer pour se sortir de cette situation et rappelle l'importance de rendre compte des phénomènes rencontrés pour informer les autres aéronefs en approche.

Le document conclut en rappelant les points clés suivants :

- reconnaître que le cisaillement de vent est un danger ;
- reconnaître les signes qui indiquent la présence du phénomène ;
- éviter le cisaillement de vent en retardant l'approche ou en se déroulant ;
- se préparer, en cas de pénétration involontaire dans un phénomène de cisaillement de vent, en prenant une marge de sécurité suffisante en vitesse si une perte d'énergie est attendue ;
- récupérer la situation en connaissant et en utilisant sans hésitation la technique recommandée par le constructeur de l'avion si un phénomène de cisaillement de vent est rencontré ;
- rendre compte de l'incident immédiatement au contrôleur de l'aérodrome.

1.18.4 « Sterile cockpit » ou « sterile flight deck »

La notion de « sterile cockpit » a été introduite dans les procédures des compagnies pour limiter les erreurs de l'équipage de conduite dues à une distraction (conversation entre les pilotes non liées au vol, intervention PNC ou d'une tierce personne) lors des phases critiques de vol. Les procédures doivent permettre aux membres d'équipage de se concentrer sur les tâches essentielles à la conduite du vol en limitant les interventions extérieures et la tenue de conversation extra professionnelles.

1.18.5 Alarme relative aux cisaillements de vent

En 2007, le BEA a recommandé que la DGAC, en liaison avec les autres autorités européennes, établisse les conditions réglementaires d'emport d'un système prédictif de cisaillement de vent conformément aux recommandations du *paragraphe 6.21* de l'Annexe 6 (OACI). L'AESA a informé le BEA que les RMT 0369 et RMT 0370 ont été ouvertes pour modifier les textes réglementaires afin de répondre à la recommandation du BEA. La DGAC a publié une « Info Sécurité » IS2011/03⁽²⁰⁾ qui résume les deux modes de détection du cisaillement de vent de la manière suivante :

	Reactive windshear	Predictive windshear
But	<ul style="list-style-type: none"> - détecter que l'aéronef est soumis à un cisaillement de vent - donne des indications pour s'échapper du cisaillement 	<ul style="list-style-type: none"> - détecter la présence de cisaillement de vent vers l'avant - donne des indications pour éviter de rentrer dans le cisaillement.
Alarme	orale et visuelle	orale et visuelle
Principe	comparaisons des données aérodynamiques et inertielles	radar Doppler Météo

Figure 21 : description des alarmes « Reactive windshear » et « Predictive windshear »

⁽¹⁹⁾<http://skybrary.aero/bookshelf/books/1428.pdf>

⁽²⁰⁾http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/IS2011_03.pdf

1.18.6 Calcul des distances d'atterrissage avec le QRH

En considérant une piste mouillée, les distances d'atterrissage fournies par le QRH pour une masse à l'atterrissage de 61 T et une vitesse d'approche majorée de 5 kt (comme préconisé par le QRH) sont les suivantes :

61 T	CONF FULL		CONF 3	
Mode autobrake	LOW	MED	LOW	MED
Distance d'atterrissage en vol (IFLD)	2050 m	1495 m	2200 m	1615 m
Distances d'atterrissages majorées (FLD)	2360 m	1720 m	2530 m	1860 m

Figure 22 : performance à l'atterrissage

1.18.7 Evénements similaires

1.18.7.1 Passage dans une masse orageuse

Dans la base de données du BEA, figure un incident grave survenu à un Airbus A319 de Sichuan Airlines⁽²¹⁾. L'avion est entré dans une zone orageuse. Malgré la présence d'un orage, l'équipage a poursuivi l'approche. L'avion a été soumis à un important phénomène de cisaillement de vent. Lors de cet événement l'incidence de l'A319 a dépassé l'incidence de décrochage et l'avion a décroché.

Alors que le pilote automatique était engagé, l'assiette de l'avion a rapidement augmenté. Le pilote automatique a été déconnecté par l'activation de la protection d'incidence à « *Alpha prot +1°* ». La protection d'incidence a alors commandé un braquage plein piqué des gouvernes de profondeur et ceci, alors que l'équipage commandait un ordre à cabrer. La protection Alpha Floor s'est ensuite activée. L'incidence augmentant toujours, l'alarme de décrochage s'est déclenchée à une vitesse de 81 kt puis l'avion a décroché.

A l'issue de cet incident, Airbus a revu le réglage du seuil de cette alarme en loi normale. Le seuil a ensuite été calé afin d'être proche de l'incidence de décrochage, quelle que soit la configuration avion becs et volets.

La logique du nouveau standard de FWC prévoit ainsi différentes incidences de déclenchement de l'alarme décrochage selon les configurations de l'avion becs et volets, les types d'aéronefs monocouloirs et leur motorisation, ce qui constitue 60 cas de configurations :

- pour 12 configurations, la logique permet le déclenchement de l'alarme de décrochage à une incidence inférieure à celle de décrochage ;
- pour 45 configurations, l'alarme se déclenche entre l'incidence de décrochage et celle-ci majorée de 2° ;
- pour trois configurations, le déclenchement se produit au-delà de l'incidence de décrochage.

Le F-HBNI n'était pas équipé de cette dernière version du FWC comprenant les nouveaux seuils de déclenchements d'alarmes de décrochages.

⁽²¹⁾www.bea.aero/docspa/2010/b-54100914.en/pdf/b-54100914.en.pdf

1.18.7.2 Retour d'expérience au sein des équipages Air France postérieur à l'incident du F-HBNI

L'étude des retours d'expérience d'équipage par Air France a permis d'identifier d'autres événements qui présentent certaines caractéristiques communes avec l'incident du vol F-HBNI.

1.18.7.2.1 CRM

Le retour d'expérience ci-dessous a été publié dans la revue Sûrvol n° 32 de janvier 2014 :

« CDG-FCO⁽²²⁾. La météo est bonne à FCO malgré quelques orages prévus en TEMPO sur le terrain. Nous décidons tout de même de retenir Bastia + 20 minutes. L'ATIS est pris peu avant la descente et aucun phénomène particulier n'est signalé. Cependant, nous voyons des éclairs au loin. Nous préparons l'ILS16L mais plus nous avançons plus on distingue au radar le CB qui se déplace de CIA⁽²³⁾ vers FCO. La météo est bonne à Bastia, nous avons 25 minutes d'attente.

⁽²²⁾Aéroport de Rome Fiumicino (Italie).

⁽²³⁾Aéroport de Rome Ciampino (Italie)

Passant 10000ft, alors que nous sommes autorisés ILS 16L, le contrôle nous averti d'un changement de piste cause météo, ce sera la 34R. Deux minutes plus tard, le contrôle nous rappelle nous disant que ce sera finalement la 34L. La charge de travail augmente dans le poste et le contrôle commence à surcharger. Vent arrière entre CIA et FCO. CIA est dégagé, mais le CB est sur le terrain de FCO. Nous parlons du dégagement et alors que je parle de ma préférence pour CIA, ce qui nous permettrait d'attendre plus longtemps, le CDB me fait part de sa décision d'aller sur Bastia si nous dégageons, évoquant la complexité de CIA et l'engorgement possible du terrain si tout le monde dégage.

Nous virons en base et sommes autorisés vers 2000ft. Je fais remarquer au CDB qu'on va bientôt nous faire virer en finale, alors que le CB est sur le terrain, mais il me dit de continuer pour le moment. Lorsque l'on nous fait virer en finale, je fais part de mon souhait de ne pas y aller, le radar étant tout rouge. J'évoque également le cas du BOD arrivé précédemment. Le CDB me dit de continuer, qu'on est équipé d'un PWS et qu'il surveille le vent. Il me dit également que selon lui ce n'est que de la pluie. Je suis perplexe et ne sais pas si je dois le suivre dans sa décision ou refuser et créer un conflit dans le poste. Ne voulant finalement pas tergiverser à 2000ft, j'effectue le virage mais oublie d'armer le LOC dans la confusion. Nous overshootons légèrement et à 2000ft, nous rentrons dans la couche. C'est le déluge mais les variations de vent sont assez faibles et ce n'est pas trop turbulent. L'ignition est mis et à 1000ft, nous sortons de la couche en vue de la piste. Posé franc, full reverse, rien à signaler par la suite.

Nous débriefons arrivés au parking et le CDB m'explique ne pas avoir voulu brûler une cartouche connaissant bien Rome et imaginant le pire si nous avions demandé d'attendre.

Je me suis senti impuissant lorsqu'à 2000ft, j'ai eu le choix entre m'opposer au CDB et créer un conflit à un moment inopportun ou le suivre dans une décision qui me semblait potentiellement dangereuse. Je comprends les explications du CDB mais reste perplexe, ne sachant plus à partir de quel moment il faut renoncer. Selon moi, le doute doit profiter à la sécurité et si l'un des deux exprime le souhait de ne pas y aller, il faut renoncer, mais il est évident que l'expérience joue beaucoup dans ce genre de cas et la suite de l'approche a donné raison au CDB. Que choisir entre créer un conflit au poste dans une phase délicate du vol ou suivre le CDB dans une décision qui nous semble potentiellement dangereuse ? »

1.18.7.2.2 Danger des masses nuageuses

ASR rédigé à la suite d'un vol VCE-TLS en Airbus A319 :

« Arrivée TLS, l'ATIS indique une météo bonne mais avec l'approche d'un grain. Configuration 14R et début de l'approche, le radar nous indique clairement que le grain arrive de l'ouest ce qui est prévu dans le TAF. Nous arrivons au mauvais moment et l'avion précédent remet les gaz. Changement de stratégie et demi-tour avec préparation d'une 32L. À ce moment, nous sommes en vent arrière et le terrain est en vue, mais le grain approche. Décision de se reporter en finale rapidement. L'approche est calme, avion stabilisé tôt. L'avion qui nous précède a réussi à se poser. À 1500ft sans aucune alarme WINDSHEAR, la vitesse augmente très fortement, la VFE est atteinte immédiatement et j'annonce (je suis PF) GO AROUND FLAPS avec demande de virage à droite immédiat pour évitement. L'alarme rouge est présente. S'ensuit une remise de gaz avec une charge de travail très importante. Situation revenue à la normale assez rapidement mais à 4000ft nous entrons dans le front de rafale avec de très fortes turbulences. Check list effectuée, rapide décision de se mettre dans l'attente d'ADIMO à l'est du terrain. Le carburant est à ce moment de 2300kg. PUF est accessible, PGF aussi, mais je prends la décision de transformer le dégagement en attente, le grain est en train de passer sur le terrain. La tour nous le confirme mais eux aussi ont une charge de travail très élevée avec des remises de gaz et des avions en attente. Problème, le grain se dirige vers nous, il faut donc encore procéder à des évitements. La situation s'améliore nettement sur le terrain avec une bonne visi et un vent du 290/25. La situation s'améliore. Un avion devant nous se pose sans difficulté, nous commençons l'approche 32L avec évitement de la cellule qui est passée sur le terrain. De très fortes turbulences sont rencontrées à 3000ft en configuration lisse puis ILS 32L en conditions turbulentes mais correctes jusqu'à l'atterrissage. Nous arrivons avec 1800kg au parking ».

Cet ASR a été repris dans la publication Sûrvol n° 35 de Juillet 2014, avec le commentaire suivant de la part des OSV :

« Nous évitons largement les orages à haute altitude. Cependant, au décollage et en approche, nous avons tendance à réduire considérablement ces marges. Les risques associés à un Cb sont beaucoup plus importants en basse couche (downbursts, windshears, foudroiement, turbulences extrême, grêle, etc). Anticipons l'attente ou le dégagement ».

1.18.8 Enquête interne de la compagnie aérienne et actions de sécurité

Air France a mené une enquête interne sur cet évènement, qui s'est traduite par la rédaction d'un rapport interne diffusé aux équipages Air France. La conclusion de ce rapport interne indique que l'évènement est dû à la décision inappropriée de l'équipage de débiter l'approche, alors que la bordure d'une cellule orageuse se trouvait sur la trajectoire d'approche. Cette décision est consécutive à une rupture progressive du fonctionnement CRM de l'équipage : ses difficultés de communication ne lui ont pas permis d'élaborer une stratégie TEM efficace et sûre.

Le tableau ci-après, extrait du rapport d'enquête interne, présente les facteurs contributifs qui ont pu fragiliser les différentes barrières de prévention et de récupération identifiées par l'analyse, avec en regard, les moyens existants ou à développer pour renforcer l'efficacité de ces barrières et/ou neutraliser le facteur contributif concerné : recommandations, consignes, bonnes pratiques.

PREVENTION
<p>Barrières mises en défaut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'équipage évite les cellules orageuses conformément aux consignes du MANEX A. <input type="checkbox"/> L'équipage retarde l'approche tant que les conditions requises ne sont pas réunies et/ou décide de dégager. <input type="checkbox"/> Compétences CRM de l'équipage : leadership et travail en équipe, conscience de la situation, prise de décision, communication.

Facteur contributif	Moyens de renforcement
<p>Difficulté pour le CDB à installer son leadership au sein de l'équipage, notamment à la suite de son retard le matin de la rotation et en l'absence de tout briefing avec la Chef de Cabine ; la présence d'un 2nd OPL en JPS a pu accentuer un sentiment d'isolement ressenti par le CDB.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> recommandation sur l'amélioration des conditions de déclenchement des réserves Pilotes ; <input type="checkbox"/> briefing CDB/CC(P) à bord ou en escale, à l'initiative de tout membre d'équipage ; <input type="checkbox"/> briefing systématique au(x) passager(s) en siège service.
<p>Prise en compte insuffisante du contexte et des menaces : briefing TEM allégé, non ré-actualisé avant l'approche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> recommandation sur la réactualisation systématique du briefing arrivée en fonction de l'évolution du contexte, dans le cadre du TEM ; <input type="checkbox"/> démarche « <i>dégagement minded</i> ».
<p>Conscience du risque insuffisante du CDB quant aux conséquences du passage à travers le « <i>rideau de pluie</i> » d'une zone convective ; cette conscience de la situation a pu être fragilisée par la « <i>frustration</i> » qu'il a indiqué ressentir au cours du vol en termes de leadership.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> rappel de la dangerosité des cellules convectives et des consignes d'évitement ; <input type="checkbox"/> formation en journée 4S 2014-2015 flotte Airbus MC sur l'utilisation du radar météo et la conscience de la situation vis-à-vis des cellules orageuses.
<p>Rémanence du ressenti négatif de l'OPL à la suite d'un vol effectué avec le même CDB trois ans auparavant.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> débriefing Pilotes après chaque vol ; <input type="checkbox"/> CIRP⁽²⁴⁾
<p>Difficulté pour l'OPL de communiquer son point de vue et convaincre son CDB (assertivité insuffisamment efficace).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> recommandation sur l'assertivité ; <input type="checkbox"/> communication non violente ; <input type="checkbox"/> FORDEC.⁽²⁵⁾

⁽²⁴⁾Critical Incident Response Program

⁽²⁵⁾FORDEC est une méthode de prise de décision (Faits, Options, Risques et bénéfices, Décision, Exécution, Contrôle).

RECUPERATION

Barrières mises en défaut :

- L'équipage détecte des conditions de cisaillement de vent au vu de l'évolution des paramètres de vol, en l'absence d'alarme Windshear (PWS ou réactif, les deux systèmes étant inhibés compte tenu de l'altitude de l'avion), et réalise la manœuvre d'urgence as-sociée.
- L'équipage réagit sans délai à une évolution anormale des paramètres primaires (assiette, vitesse).
- L'alarme de décrochage « *Stall* » se déclenche et l'équipage réalise la manœuvre d'urgence associée.

Facteur contributif	Moyens de renforcement
Surconfiance dans les automatismes.	Recommandation sur l'utilisation des automatismes : limites, réaction aux call-outs du PM, reprise en manuel.
Contexte CRM défavorable à la communication et la prise de décision.	Recommandation sur l'assertivité.
Prise en compte insuffisante du contexte et des menaces : briefing TEM allégé, non réactualisé avant l'approche.	Recommandation sur la réactualisation systématique du briefing arrivée en fonction de l'évolution du contexte, dans le cadre du TEM : préactivation de la mémoire de travail pour les procédures d'urgence.
Stress lié à la situation et à l'environnement : bruit de la grêle, endommagement du pare-brise, perte momentanée des informations de vitesse OPL, alarmes ECAM => risque de tunnélisation, difficulté à agir.	
Difficulté d'analyse de la situation dans un contexte d'évolution très dynamique des paramètres, et de charge cognitive élevée.	Entraînement au simulateur à la manœuvre d'urgence Windshear, notamment selon un scénario de cisaillement de vent sans déclenchement de l'alarme réactive.
Alarme « <i>Stall</i> » furtive, incomplète (alarme vocale uniquement, absence du son « Cricket »), et peu audible.	

En termes de récupération, la barrière relative au déclenchement des protections du domaine de vol de l'avion (protections Alpha Prot et Alpha Floor) a fonctionné, concomitamment à la reprise en manuel de l'équipage.

Le rapport d'enquête interne a émis les recommandations suivantes :

Démarche TEM

- ❑ Il est recommandé à la Direction de la Formation (OA.AD) de renforcer le principe de sécurité consistant à réactualiser systématiquement les menaces avant l'approche, selon la démarche TEM :
 - pour les avions Airbus, ce principe doit être lié à l'item « *Briefing... Confirmed* » de la C/L « *Approach* » ;
 - pour les avions Boeing, les équipages doivent être conscients que l'item « *Briefing... Complete* » de la C/L « *Before Descent* » intervient tôt et ne constitue pas une barrière robuste en cas d'évolution du contexte.

Assertivité

Il est recommandé à la Direction du Développement Technique, de l'Innovation et de la Transformation (OA.DT) :

- ❑ d'évaluer l'opportunité de développer :
 - des outils FH et/ou des procédures permettant de traiter une rupture du fonctionnement CRM d'un équipage pendant le vol, en cas de désaccord fort entre les pilotes ;
 - et plus généralement, des techniques de communication de nature à consolider le fonctionnement CRM des équipages.
- ❑ de modifier en conséquence, si nécessaire, le MANEX A.

Utilisation des automatismes

Il est recommandé à la Direction de la Formation (OA.AD) de consolider les compétences des équipages sur l'utilisation des automatismes, en développant les points suivants :

- ❑ limites des automatismes ;
- ❑ réaction aux call-outs du PM ;
- ❑ reprise en manuel : délais de réaction attendus, technique ;
- ❑ ré-engagement des automatismes : temporisation, stabilisation de la trajectoire, modes FMA adaptés, FD centrés.

Déclenchement de la réserve Pilote

Il est recommandé à la Direction de la Production Pilotes (OA.JU), en coordination avec les Flottes et le CCO, d'étudier des pistes d'amélioration des conditions de déclenchement des réserves Pilotes, afin de garantir que les pilotes disposeront du temps nécessaire à la réalisation des tâches au sol liées à la sécurité, conformément au MANEX A.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario

2.1.1 Décision de débiter l'approche en condition orageuse

Les deux membres d'équipage ont déjà effectué deux vols ensemble dans la journée avant celui de l'événement. Le commandant de bord a éprouvé des difficultés à asseoir son autorité et son leadership, dès sa prise de fonction notamment en raison de son retard lors du premier vol de la journée. Le copilote a effectué les deux premiers vols en tant que pilote en fonction.

Trois personnes sont présentes dans le poste de pilotage lors du vol de l'incident, les deux membres de l'équipage et une passagère qualifiée en tant que copilote sur A320 chez l'exploitant. Cette passagère et le copilote sont amis. Le commandant de bord s'est senti isolé en croisière lorsque la passagère et le copilote conversaient.

En approchant de l'aérodrome de destination, l'équipage a pris connaissance de la situation météorologique à Bordeaux. Des orages étaient présents à l'ouest de l'aérodrome en déplacement vers le nord-est.

Le commandant de bord, PF, a effectué le briefing arrivée pour une approche piste 05. Il a cité les menaces de façon générale et n'a pas abordé l'évolution de la situation météorologique. Il a ainsi reporté à plus tard le choix de l'élaboration de la stratégie d'attente. Ce report associé à la dynamique de la situation n'a pas permis ultérieurement à l'équipage de partager une stratégie. Le copilote, PM, a imposé implicitement son choix au commandant de bord en indiquant au contrôleur sa préférence pour une attente vers le sud sans en avoir discuté au préalable avec le commandant de bord. Dans ces conditions, il était difficile pour le commandant de bord de remettre en cause la demande du copilote au contrôleur.

Trois minutes plus tard, alors que l'avion se dirigeait vers le sud, une discussion s'est engagée sur la trajectoire à suivre. Le commandant de bord n'était pas convaincu par le choix de la trajectoire suivie et a ainsi proposé une trajectoire alternative. La passagère est intervenue lors de cette discussion. Le copilote et la passagère ont souhaité conserver la trajectoire initialement choisie et ont refusé la proposition du commandant de bord. Ce dernier n'a pas clos la discussion en indiquant la trajectoire retenue et le commandant de bord s'est résigné à poursuivre vers le sud.

Le commandant de bord s'est senti minoritaire face à deux copilotes qui remettaient en cause sa proposition d'aller à l'ouest. La frustration du commandant de bord a augmenté au fur et à mesure du vol. De plus, le copilote et la passagère discutaient de la situation à venir sans partager leur réflexion. La participation de la troisième personne à cette discussion a contribué à la déstructuration de la communication au sein de l'équipage.

L'équipage a identifié une opportunité d'effectuer l'approche en piste 29 entre deux masses nuageuses. Il a débuté l'approche sans effectuer de briefing complémentaire probablement en raison de la nécessité perçue par l'équipage de réaliser l'approche immédiatement.

La présence d'une masse orageuse sur l'axe d'approche ne permettait pas de réaliser l'approche. L'équipage a alors effectué un 360 de retardement à la demande du copilote. La masse nuageuse était toujours présente sur l'axe. Le commandant de bord, probablement en raison d'une frustration importante, a décidé de manière autoritaire de continuer l'approche sans éviter le mur de pluie décrit par le copilote et la zone rouge caractéristique d'un orage visualisée sur le radar météo de bord. Les différentes interventions du copilote et de la passagère pour signifier leur désaccord sur ce choix sont restées sans effet.

2.1.2 Traversée de l'orage

Lorsque l'aéronef a pénétré dans la zone orageuse, le PF a diminué la vitesse sélectionnée, ce qui a diminué la marge de l'avion par rapport aux vitesses minimum d'évolution.

L'avion a subi un fort cisaillement de vent. L'alarme « *Reactive Windshear* » étant inhibée au-dessus de 1 300 ft radio-altitude, la mise en œuvre d'une action corrective, qui pouvait être la procédure « *Windshear* » dépendait de la détection du phénomène par l'équipage.

L'équipage n'a pas identifié le phénomène de cisaillement de vent même si le PM avait perçu certains éléments caractéristiques tels que des variations significatives de vitesse et de la « *speed trend* ». La passagère l'a, quant à elle, identifié sans le formaliser. Elle a toutefois demandé à remettre les gaz puis de passer sur le cran « *TOGA* » ce que n'a pas fait le PF.

L'assiette de l'avion a atteint une valeur maximale de 25 °, l'incidence de l'avion a atteint une valeur maximale de 18,5 ° et la vitesse a ensuite atteint une valeur minimale de 109 kt (VLS - 27 kt) sous pilote automatique. L'avion était en situation d'« *upset* ».

Après plusieurs annonces « *TOGA* » effectuées par le copilote et la passagère, alors que la vitesse était d'environ 110 kt, le PF a déconnecté le pilote automatique et a appliqué la pleine poussée. Dans la même seconde, la protection « *ALPHA PROT* » s'est activée et l'alarme de décrochage s'est brièvement déclenchée. La protection « *Alpha Floor* » s'est ensuite engagée. Le PF a ensuite maintenu une assiette de l'ordre de 10 °. L'avion est ensuite sorti de l'orage.

Le PF a annoncé le mode Alpha Floor sur le FMA sans réellement avoir conscience de son activation et du verrouillage de l'A/THR en pleine poussée (TOGA LOCK). L'avion est monté d'environ 1500 ft. L'A/THR a ensuite été déconnectée par le PF en raison d'une augmentation excessive de la vitesse.

Le PF avait identifié que l'assiette était importante mais en diminution. Il avait décidé d'attendre que le pilote automatique diminue l'assiette avant d'appliquer la poussée TOGA probablement en raison des facteurs suivants :

- un changement de philosophie d'utilisation des automatismes chez l'exploitant ;
- la difficulté à déterminer le moment adéquat de la reprise des commandes en manuel ;
- une remarque qui lui avait été faite sur l'utilisation insuffisante des automatismes lors d'un contrôle récent au simulateur.

L'avion est mis en descente à une vitesse verticale d'environ 3 500 ft/min. L'équipage a essayé à plusieurs reprises de réengager sans succès les automatismes pour l'approche. Il a décidé de poursuivre la descente en pilotage manuel.

Le copilote a pris l'ascendant au sein de l'équipage jusqu'à la fin du vol.

2.2 Gestion des menaces et des erreurs

L'équipage a identifié en croisière visuellement et à l'aide du radar la présence d'un orage à proximité de l'aérodrome. Lors du briefing approche, le commandant de bord a indiqué vouloir descendre le plus tôt possible sous la base des nuages et a reporté à plus tard la définition d'une trajectoire adaptée. Par la suite, l'équipage a régulièrement évoqué la présence de l'orage sur l'axe d'approche sans établir une stratégie claire et partagée pour éviter les cellules orageuses. L'équipage ne semble pas avoir pris conscience de la sévérité du phénomène lorsque le commandant de bord a décidé de pénétrer dans la masse nuageuse bien que la forme sur l'image radar décrite par l'équipage soit caractéristique d'un phénomène de grêle.

Le commandant de bord souhaitait réduire la vitesse et descendre rapidement. L'équipage a ainsi anticipé la configuration des volets et a utilisé les aérofreins. Ce choix a réduit la plage d'évolution de vitesse et les marges.

De plus, le commandant de bord a choisi la configuration d'atterrissage volets 3 pour faire face aux turbulences et le mode autobrake sur LOW. Il n'avait pas conscience qu'avec la configuration choisie, une piste mouillée et une longueur de piste plus courte que celle envisagée au briefing arrivée, la distance d'atterrissage théorique nécessaire n'était pas compatible avec la marge fixée par l'exploitant. Le changement de configuration d'atterrissage après la traversée de l'orage a permis de rétablir cette marge de sécurité.

Une formation dédiée au TEM avait été dispensée aux deux membres d'équipage environ huit mois avant l'incident et la démarche était intégrée depuis plusieurs années aux briefings de l'exploitant. Malgré cette formation, les membres d'équipage n'ont pas su se mettre d'accord pour adopter une stratégie adaptée aux menaces qu'ils avaient identifiées.

2.3 Tierce personne dans le poste de pilotage

L'exploitant a défini les conditions d'accès au poste et la notion de cockpit stérile pour notamment éviter que l'équipage ne soit dérangé de manière impromptue lors d'une phase critique du vol. Néanmoins, ces consignes ne couvrent pas explicitement la situation rencontrée lors de ce vol, où un pilote qualifié, installé sur le siège de service, intervient dans des tâches liées à la conduite du vol. De plus, elles ne fixent pas clairement les messages qui doivent être délivrés à toute personne présente dans le poste et ne précisent pas les limites associées à sa présence.

Lors du vol de l'événement, une copilote de l'exploitant qualifiée sur A320 occupait le siège de service. Elle n'a pas eu de briefing de la part du commandant de bord lors de son accession au poste.

Cette passagère connaissait les consignes de la compagnie. Elle a pu considérer que ses interventions dans le fonctionnement de l'équipage et la conduite du vol n'étaient pas contraires à ces consignes.

Le commandant de bord n'est pas parvenu à contrôler son intervention. Sa qualité de copilote et la sollicitation de celle-ci par le PM rendaient difficile toute remise en cause par le commandant de bord. Cette situation a contribué à la déstructuration de l'équipage et a nui à l'efficacité de la communication et des processus décisionnels dans le cockpit.

Cependant une tierce personne peut représenter une ressource supplémentaire. La décision d'effectuer l'approche était précipitée. L'équipage n'avait pas préparé cette approche. La charge de travail de l'équipage a ainsi augmenté rapidement. Le PF a rentré lui-même tardivement l'approche ILS 29 dans le FMS. L'équipage n'était plus disponible pour vérifier les performances d'atterrissage et choisir la configuration adéquate.

Le commandant de bord aurait pu gérer cette augmentation de la charge de travail soit en retardant l'approche pour refaire une préparation adaptée, soit, le cas échéant, solliciter de façon structurée l'aide de la passagère pour calculer les distances d'atterrissage. La passagère a réalisé cette vérification sans avoir été sollicitée.

Il en va de même pour sa contribution à la surveillance des paramètres qui incombe au PM, participant ainsi à la détection du phénomène de cisaillement de vent.

2.4 Gestion des ressources de l'équipage

2.4.1 Fonctionnement de l'équipage

Trois ans auparavant, le commandant de bord et le copilote avaient déjà effectué une rotation ensemble. Un aléa en exploitation avait eu lieu. Le copilote n'avait pas compris les décisions du commandant de bord. Cet événement n'avait pas été débriefé avec l'exploitant. Les qualités de soutien du copilote, qui avaient été soulignées lors des contrôles de l'exploitant, et le souvenir de la rotation effectuée trois ans auparavant l'ont peut être conduit à adopter une attitude d'autorité lors du vol de l'incident qui a déstabilisé le commandant de bord et n'a pas mis l'équipage dans des conditions favorables à une prise de décision partagée.

La capacité de leadership du commandant de bord a été insuffisante lors du vol de l'incident. Le retard du commandant de bord lors du premier vol de la journée, l'aléa en exploitation qu'il avait connu trois ans auparavant avec le copilote et l'intervention de la passagère ont contribué à affaiblir le leadership du commandant de bord.

Le projet d'action relatif à l'approche n'a pas été explicité en des termes suffisamment précis.

Ainsi, aucun des deux membres d'équipage n'a réussi à convaincre l'autre car leurs propositions n'étaient pas suffisamment étayées. Les deux pilotes ne sont pas parvenus à comprendre leur processus décisionnel réciproque. Les échanges ont ainsi été nombreux mais ont manqué d'efficacité. L'équipage n'est pas parvenu à établir un projet d'action partagé.

2.4.2 Surveillance des paramètres et rôle du PM

En approche finale, les consignes de l'exploitant demandent à l'équipage d'annoncer « *Pitch* » dès que l'assiette de l'avion dépasse 10 ° et d'annoncer « *Speed* » si la vitesse de l'avion devient inférieure de plus de 5 kt à la vitesse cible.

Lors du passage dans la grêle, en palier à 3 000 ft, l'avion a atteint une assiette de 25° sans annonce ni intervention de l'équipage malgré l'apparition de chevrons sur le PFD. Le PF a signalé une assiette élevée après que le maximum a été atteint.

Il est probable que les capacités de surveillance des paramètres de l'équipage ont été perturbées en raison des turbulences qui ont rendu difficile la lecture des PFD. De plus, la focalisation sur d'autres paramètres sous forte charge émotionnelle a pu diminuer la capacité de l'équipage à prendre et traiter l'information présentée.

En effet, peu après l'entrée dans l'orage, le PM a effectué régulièrement l'annonce « *vitesse* » lorsque celle-ci était proche de la VLS, dont la représentation sur le PFD est facilement identifiable et connue des pilotes. La vitesse était alors inférieure de plus de 10 kt à la vitesse cible.

Il est probable que la surprise et le stress généré par l'apparition de plusieurs alarmes ont également contribué au retard de l'annonce par le PM.

La vitesse affichée au PFD est restée six secondes sous la « *V alpha max* » sans action du PF.

Les protections sont des filets de sauvegarde qui secondent l'opérateur humain s'il n'a pas détecté la criticité de la situation. Le pilote doit intervenir sur les automatismes lorsque les attitudes en vol deviennent clairement anormales, même si l'avion est doté de protections. A cet effet l'exploitant a formé ses équipages à la récupération des situations d'« *upset* ».

L'AESA a édité un SIB à ce sujet et travaille sur la définition des exigences et des méthodes de formation associées.

La politique de l'exploitant prévoit que le PM reprend la main lorsque le PF n'effectue pas les corrections adéquates à la suite des différentes annonces réalisées. Cependant, lorsque le copilote est PM, il est difficile pour ce dernier de reprendre les commandes au commandant de bord comme l'illustre les ASR post-événement. Cette décision est plus difficile à prendre dans une situation stressante. Le copilote est placé devant un dilemme : renoncer ou créer un conflit à un moment inopportun.

Ce dilemme illustre les limites du modèle qui associe les fonctions PF/PM et le rôle commandant de bord /copilote.

2.5 Alarme de décrochage en loi normale

L'alarme de décrochage a retenti brièvement (moins de 600 ms) pendant la traversée de l'orage. Cette alarme a été perçue par l'équipage.

L'incidence mesurée par l'une des trois sondes a dépassé le seuil de déclenchement de l'alarme de décrochage. La position de cette sonde la rend plus sensible au dérapage, ce qui peut expliquer la différence observée d'environ 3 ° avec les deux autres sondes d'incidence. L'avion n'était pas en situation de décrochage à ce moment-là puisque l'incidence de l'avion a atteint au maximum 18.5 °.

L'alarme de décrochage est intervenue alors que les protections en incidences s'étaient déclenchées et que le commandant de bord venait juste de remettre les gaz et appliquer une assiette à piquer. L'équipage n'a pas fait mention de cette alarme pendant le vol. Cependant, au sol, l'équipage a expliqué avoir entendu deux alarmes de décrochage séparées. L'analyse du CVR et du DFDR montre qu'un seul « *STALL* » a été émis. En raison du caractère bref de cette alarme, entendue pendant moins de 200 ms, l'équipage n'a pas eu le temps d'appliquer la procédure relative au décrochage⁽²⁶⁾.

De plus, l'équipage n'étant pas entraîné au déclenchement de l'alarme de décrochage en loi normale, il est possible que ce cas sorte de son schéma mental.

En loi normale et en CONF 2, le seuil d'incidence de l'alarme de décrochage est égal à celui du décrochage. Selon les principes de certification de cet avion, l'alarme de décrochage n'a pas pour objectif de prévenir l'équipage de l'approche du décrochage car les protections de l'avion sont disponibles.

2.6 Identification des phénomènes de cisaillement de vent

L'avion a été soumis à un cisaillement de vent lors de la traversée de l'orage à une hauteur d'environ 2 800 ft. Etant inhibée au-dessus de 1 300 ft radio altitude, l'alarme « *reactive windshear* » ne s'est pas déclenchée.

L'équipage de conduite n'a pas identifié ce phénomène. La surcharge cognitive générée par l'environnement bruyant, les variations rapides des paramètres et le déclenchement de plusieurs alarmes ont probablement contribué à cette absence. En revanche, la passagère sur le siège service, dont la position d'observateur a pu favoriser le traitement de l'information, a identifié le phénomène et annoncé « *remise des gaz, passe TOGA* » sans néanmoins faire l'annonce « *windshear TOGA* ». L'avion n'étant pas encore en approche finale, la décision d'appliquer intégralement la procédure windshear ne s'imposait pas de façon évidente. L'annonce de la passagère reflète peut-être uniquement une volonté d'augmenter la marge en vitesse.

Les équipages sont régulièrement entraînés à réagir à des phénomènes de cisaillement de vent au simulateur afin de maintenir un degré d'exposition suffisant et de mécaniser la pratique des items de mémoire associés. Ces entraînements sont réalisés uniquement en finale ou en montée initiale, sous 1300 ft suite au déclenchement de l'alarme « *Windshear* ». Ce type d'entraînement est nécessaire mais ne permet pas de développer la capacité de détection des équipages d'un phénomène en dehors de la plage de fonctionnement de l'alarme.

Ainsi l'absence d'alarme associée à une situation de stress élevé a contribué à la non-détection par l'équipage du phénomène de cisaillement de vent.

Peu après avoir repris l'approche, le commandant de bord a voulu reporter les conditions rencontrées au contrôleur. La compagnie favorise ce genre de PIREP. Ces reports sont importants pour les contrôleurs afin d'avoir une meilleure connaissance des phénomènes en cours dans la zone et diffuser l'information aux autres aéronefs présents. En l'absence de PIREP du F-HBNI, le contrôleur d'approche a proposé à l'aéronef qui suivait de commencer l'approche.

⁽²⁶⁾Lors de la certification des avions, en approche, le temps de réaction des pilotes pris en compte est d'une seconde.

2.7 Détection des faiblesses CRM par l'exploitant

La formation CRM de l'exploitant était en cours d'évolution au moment de l'incident. L'exploitant a réalisé un audit de son exploitation à travers notamment un LOSA en 2011. La formation CRM a été identifiée comme étant un axe à améliorer. L'exploitant a réformé son système d'évaluation pour prendre en compte plus efficacement les aspects CRM en s'appuyant sur des critères non techniques. Les deux membres d'équipage du F-HBNI n'ont eu aucune remarque négative sur ces aspects lors des différents contrôles et entraînements effectués depuis la mise en place de ce système. Lors du vol, le leadership du commandant de bord, l'attitude de soutien du copilote, leur capacité de communication et de résolution de conflits ont été mises en défaut et ont contribué à la survenue de l'événement. La présence d'une tierce personne et le passif entre les deux pilotes ont pu affaiblir leur performance dans ces domaines.

Actuellement, les systèmes de contrôles récurrents en place dans l'aviation civile commerciale ne permettent pas de détecter l'ensemble des défaillances individuelles latentes en CRM des pilotes. La mise en place de l'ATQP en 2013, des neuf compétences (techniques et non techniques) et d'indicateurs liés à ces compétences, fournissent à l'exploitant des indices pour connaître le niveau professionnel des pilotes et identifier les points nécessitant une formation complémentaire. Néanmoins, il existe un biais associé au contrôle qui peut empêcher de détecter l'ensemble des faiblesses CRM d'un pilote.

2.8 Information de vol : conditions météorologiques

Le contrôleur ne dispose pas des informations météorologiques sur son écran de contrôle. Ces informations sont disponibles sur un écran situé à proximité de sa position. Le délai de rafraîchissement des informations présentées ne permet pas au contrôleur de fournir un service de guidage aux équipages en approche mais uniquement d'établir une stratégie à long terme et de lui permettre ponctuellement d'enrichir le service d'information de vol.

Ainsi, le contrôleur d'approche n'était pas en mesure de guider l'avion sur la trajectoire finale en fonction des conditions météorologiques du jour et l'a fait savoir à l'équipage du F-HBNI. Il était donc tributaire de la décision et des informations à disposition de l'équipage pour autoriser l'approche. Le contrôleur a ainsi autorisé l'équipage à réaliser l'approche alors qu'une masse nuageuse active et dangereuse se situait sur l'axe d'approche pensant que la connaissance du contexte météorologique avec les équipements à bord était plus fiable.

L'information mise à disposition des contrôleurs ne permet pas de distinguer clairement les phénomènes à forte probabilité de grêle des phénomènes moins dangereux puisque seules des nuances de bleu sont disponibles. Néanmoins, cette information est disponible mais il n'y a pas de procédure pour identifier plus précisément ces phénomènes et transmettre l'information au pilote.

De plus, le contrôleur en indiquant à plusieurs reprises à l'équipage que les conditions météorologiques étaient bonnes sur l'aérodrome a pu influencer la décision de l'équipage à poursuivre l'approche.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

Aéronef

- l'avion était en état de navigabilité ;
- les protections Alpha Prot, Alpha Floor et l'alarme de décrochage se sont déclenchées lors de la traversée de l'orage de grêle ;
- Le radar météo fonctionnait correctement.

Conditions météorologiques

- au moment de l'incident, un orage de grêle était présent sur l'axe d'approche de la piste 29 de l'aérodrome de Bordeaux Mérignac.

Exploitation de l'aéronef

- les deux membres d'équipage étaient aptes et qualifiés pour effectuer le vol ;
- l'équipage effectuait le troisième et dernier vol de la journée ;
- le commandant de bord était PF, le copilote était PM et une troisième personne passagère, également copilote A320 de la compagnie, était présente dans le poste de pilotage ;
- l'équipage connaissait les conditions météorologiques prévues à l'aérodrome de Bordeaux Mérignac ;
- le briefing arrivée a été effectué pour la piste 05 ;
- la passagère a participé, de sa propre initiative, aux conversations des pilotes sur la conduite du vol ;
- le copilote a demandé un cap au sud au contrôleur sans avoir consulté le commandant de bord au préalable ;
- l'équipage et la passagère ont discuté de la trajectoire d'attente pendant quatre minutes ;
- la configuration de l'avion initialement choisie par l'équipage n'était pas compatible avec un atterrissage sur la piste 29 avec les marges requises par la compagnie ;
- l'équipage utilisait le radar météorologique sur lequel il avait identifié la cellule convective, et il voyait la masse nuageuse ;
- le commandant de bord a refusé la demande d'évitement de la masse orageuse du copilote ;
- l'avion a traversé un orage de grêle établi sur le localizer sous AP et sous ATHR en mode sélecté ;
- l'équipage de conduite n'a pas formellement identifié le phénomène de cisaillement de vent ;
- la vitesse minimale atteinte par l'avion est de 109 kt (VLS-27 kt) et l'assiette maximale atteinte par l'avion est de 25°. L'une des trois sondes d'incidence a dépassé la valeur de l'incidence de décrochage ;
- le commandant de bord a désactivé les automatismes 53 secondes après l'entrée dans l'orage de grêle ;
- la protection Alpha Floor a été désactivée par appui sur le bouton poussoir « *instinctive disconnect* » sur les manettes 8 secondes après avoir commencé à changer la position des manettes ;
- l'atterrissage a été réalisé sans les automatismes en configuration FULL et avec le mode autobrake MED.

Contrôleur

- ❑ Le contrôleur disposait d'une représentation graphique de la situation météorologique à proximité de la position de contrôle mise à jour toutes les cinq minutes.

Formation des pilotes

- ❑ en matière de formation au cisaillement de vent, les pilotes sont entraînés majoritairement à réagir à l'alarme « *reactive windshear* » lors de la formation continue ;
- ❑ une formation sur la nouvelle politique d'utilisation des automatismes de la compagnie a été dispensée aux deux pilotes ;
- ❑ lors de la dernière séance d'entraînement au simulateur (programme ECP de la compagnie), l'instructeur ayant réalisé la séance a identifié que le commandant de bord avait une utilisation inadaptée et insuffisante des automatismes ;
- ❑ lors de la dernière séance d'entraînement au simulateur (programme ECP de la compagnie), l'instructeur ayant réalisé la séance a identifié que le copilote avait une attitude soutien importante et une démarche TEM adaptée ;
- ❑ la résolution de conflit ne fait pas l'objet d'une attention particulière lors de la formation dispensée par l'exploitant ;
- ❑ aucun outil n'était disponible pour les pilotes pour mettre fin à un conflit de façon formalisée ;
- ❑ Air France a adopté l'ATQP en 2013.

Relation équipage

- ❑ le commandant de bord et le copilote avaient déjà effectué une rotation ensemble environ trois ans auparavant , au cours duquel un aléa d'exploitation s'était produit (dégagement cause météo) ;
- ❑ le commandant de bord est arrivé en retard lors du premier vol de la rotation ;
- ❑ le copilote avait un ressentiment envers le commandant de bord lors de l'incident en raison de l'aléa vécu trois années auparavant ;
- ❑ le copilote et la passagère étaient amis.

Surveillance de la compagnie

- ❑ Air France a réalisé un LOSA en 2011 ;
- ❑ le LOSA d'Air France a identifié des axes d'amélioration CRM systémiques ;
- ❑ Air France a mis en œuvre des actions pour améliorer et surveiller son exploitation.

3.2 Causes de l'incident

La décision inappropriée du commandant de bord de débiter l'approche, alors qu'une cellule orageuse se trouvait sur la trajectoire d'approche résulte de la rupture progressive du fonctionnement CRM de l'équipage, qui n'a pas su arriver à une décision partagée sur la trajectoire d'arrivée et d'approche. Les interventions spontanées de la troisième personne présente dans le cockpit, et le souvenir d'une rotation que le commandant de bord et le copilote avaient réalisée ensemble trois ans auparavant ont probablement contribué à cette déstructuration du CRM et à l'inefficacité de leur stratégie TEM.

L'absence d'information de vol précise sur la situation météorologique fournie par le contrôleur, la répétition de messages d'une situation météorologique dégagée sur l'aérodrome ont pu contribuer à la sous-estimation des risques liés à la situation météorologique.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

4.1 Interférence d'une tierce personne dans le poste de pilotage

Le règlement (UE) N°965/2012 de la Commission du 5 octobre 2012 établit que le commandant de bord veille à ce que l'accès au compartiment de l'équipage de conduite n'entraîne pas de distraction et ne nuise pas au déroulement du vol (CAT.GEN.MPA.135).

Lors du vol de l'incident, la passagère est intervenue dans la discussion entre les deux membres d'équipage. Le commandant de bord n'a pas encadré son intervention notamment lors d'un briefing. Sa qualité de copilote et la sollicitation du copilote en fonction rendaient difficile toute remise en cause par le commandant de bord. Indépendamment de la pertinence technique des interventions de la passagère, cette situation a contribué à la déstructuration de l'équipage et a nui à l'efficacité de la communication et des processus décisionnels dans le cockpit.

Cet événement montre que l'intervention d'une tierce personne peut générer des conditions difficiles pour mettre en œuvre un CRM efficace. Or, il est compliqué pour un pilote de gérer une telle intervention dans une situation dynamique.

En conséquence le BEA recommande que :

- **La DGAC s'assure que l'ensemble des exploitants français de transport aérien commercial mette en place des mesures pour prévenir la dégradation du CRM et la perturbation de la conduite du vol en raison de l'interférence d'une tierce personne dans le cockpit. [Recommandation 2015-058]**

Les procédures d'accès au poste de pilotage établies par Air France, qui ont permis la survenue de cet événement, pourraient concerner d'autres exploitants européens.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA précise, au travers d'AMC, l'interprétation qu'il convient d'avoir pour l'application du CAT.GEN.MPA.135 en matière d'accès au cockpit et d'encadrement d'une tierce personne. [Recommandation 2015-059]**

4.2 Gestion des menaces et des erreurs (TEM)

Le commandant de bord, le copilote, et la passagère ont identifié la présence d'orages sur l'aérodrome. Ils ont échangé de façon prolongée, mais peu structurée, sur la gestion de cette menace mais ne se sont jamais mis d'accord sur un projet d'action commun.

De même, la distance d'atterrissage a fait l'objet d'une évaluation par la passagère, mais les résultats de cette évaluation n'ont pas été partagés avec le commandant de bord. L'équipage de conduite a initialement choisi une configuration d'atterrissage incompatible avec les marges demandées par l'exploitant lors de l'atterrissage.

Malgré les consignes et la mise en place d'une formation dédiée par l'exploitant en fin d'année 2012 sur la démarche TEM, les membres d'équipage n'ont pas su se mettre d'accord pour adopter une stratégie adaptée aux menaces qu'ils avaient identifiées.

La réglementation actuelle de l'AESA n'est pas très précise dans ce domaine et ne permet pas de s'assurer que l'ensemble des compagnies aériennes mettent en œuvre un tel concept de façon efficace.

En 2013, le BEA a émis deux recommandations à ce sujet⁽²⁷⁾ :

- ❑ l'AESA intègre le TEM dans les ECP (entraînements et contrôles périodiques) et les procédures d'exploitation des détenteurs d'un CTA. (FRAN-2013-073 ou FR.SIA-2013-0075) ;
- ❑ dans l'attente, la DGAC conduise une action de sensibilisation sur le TEM auprès des exploitants détenteurs d'un CTA (FRAN-2013-074 ou FR.SIA-2013-0076).

Une évolution réglementaire est en cours à travers la NPA 2014-17 (RMT.0411) qui doit compléter les exigences sur la gestion des menaces.

En complément aux recommandations déjà émises sur le sujet, le BEA recommande que :

- **La DGAC, conjointement avec les exploitants français de transport aérien commercial établit des bonnes pratiques pour améliorer l'efficacité de la gestion des erreurs et des menaces dans leur exploitation. [Recommandation 2015-060]**

4.3 Evaluation par les exploitants de la performance individuelle des pilotes

Le niveau professionnel des pilotes observé lors de cet événement n'était pas celui attendu par l'exploitant.

Les contrôles effectués lors des entraînements et contrôles périodiques, définis avant la mise en place de l'ATQP au sein de l'exploitant en 2013, n'ont pas permis de détecter les défaillances observées.

Il est nécessaire pour un exploitant de mieux déterminer le niveau professionnel de ses pilotes à travers les compétences techniques et non techniques (DOC OACI 9995) afin d'adapter la formation aux besoins de chacun.

En conséquence le BEA recommande que :

- **La DGAC incite les exploitants français de transport aérien commercial à mettre en place des moyens d'évaluation de la performance individuelle des pilotes fondés sur les huit compétences fondamentales définies dans le document OACI 9995, dans l'objectif de détecter et d'accompagner ceux qui présenteraient des difficultés. [Recommandation 2015-061]**

⁽²⁷⁾<https://www.qwant.com/?q=FRAN-2013-073&t=all>

4.4 Formation des équipages

L'enquête sur l'incident a notamment montré que malgré la formation dispensée à l'équipage, cela n'a pas permis :

- ❑ d'éviter les zones orageuses conformément aux consignes de la compagnie ;
- ❑ d'identifier sur le radar météorologique de bord les zones de grêle ;
- ❑ de reconnaître la survenue d'un cisaillement de vent lorsque l'alarme dédiée est inhibée ;
- ❑ de maintenir un CRM efficace en toute circonstance.

Les événements cités dans le *paragraphe 1.18.7* illustrent également les problématiques identifiées ci-dessus.

Les entraînements et les contrôles périodiques d'un exploitant doivent prendre en compte les menaces rencontrées en exploitation et les faiblesses des équipages pour être adaptés à ses besoins.

L'ATQP, mis en place par Air France à partir de 2013, et les scénarii EBT (Doc OACI 9995) devraient permettre de répondre à ces problématiques.

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'AESA définit les modalités permettant à un exploitant de mettre en œuvre la formation basée sur les risques telle que précisée dans le doc OACI 9995 de l'OACI. [Recommandation 2015-062]**
- **L'AESA incite les exploitants de transport aérien commercial à prendre en compte des problématiques relatives au CRM et au cisaillement de vent dans la conception des scénarii EBT. [Recommandation 2015-063]**

4.5 Entraînement à la détection humaine d'un phénomène de type cisaillement de vent

L'avion a été exposé à un phénomène de cisaillement de vent important. L'équipage de conduite n'a pas identifié ce phénomène. Il est dangereux car il peut amener l'avion à décrocher comme l'illustre l'incident grave de l'A319 immatriculé B-6054 (*cf. paragraphe 1.18.7*) et à une collision avec le sol s'il survient à une faible hauteur.

Certains avions sont équipés d'alarmes de détection de ce phénomène. Toutefois cette alarme peut être inhibée à partir d'une certaine hauteur ou avoir un dysfonctionnement. La détection repose alors sur la capacité de l'équipage à surveiller les paramètres primaires de vol et traiter l'information.

L'enquête a montré que l'exploitant forme quasi-exclusivement les équipages à réagir à l'alarme « *reactive windshear* ». Cette formation est essentielle pour assurer une réaction immédiate de l'équipage de type « *memory items* ». Cependant, cet entraînement reposant quasi-systématiquement sur la réaction à une alarme sonore, ne permet pas de développer la capacité de l'équipage à détecter le phénomène sur les bases de l'observation sans déclenchement de l'alarme.

La formation doit couvrir ces deux aspects pour garantir un niveau de détection élevé.

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'AESA incite les exploitants de transport aérien commercial à former les équipages à la détection humaine de phénomènes pour lesquels il existe des alarmes qui ne couvrent pas toutes les situations dans lesquelles ces phénomènes peuvent se produire. [Recommandation 2015-064]**

4.6 Aide à la détection du phénomène de cisaillement de vent

Le BEA a recommandé en 2007 que la DGAC, en liaison avec les autres autorités européennes, établisse les conditions réglementaires d'emport d'un système prédictif de cisaillement de vent conformément aux recommandations du paragraphe 6.21 de l'annexe 6 (OACI). L'AESA a informé le BEA que les RMT 0369 et RMT 0370 ont été ouvertes pour modifier les textes réglementaires afin de répondre à la recommandation du BEA.

Les systèmes prédictifs permettent d'améliorer la conscience de la situation des équipages. Ils sont néanmoins inhibés à une hauteur de 2 300 ft sur Airbus et les pilotes de l'exploitant n'ont pas d'entraînement spécifique associé à cette alarme.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si l'absence d'identification du phénomène est liée à une formation inadaptée ou une incapacité de l'équipage à détecter le phénomène en raison du stress, d'une surcharge cognitive ou de la difficulté ressentie à lire les instruments.

La hauteur à partir de laquelle les alarmes sont inhibées est actuellement un compromis entre l'objectif opérationnel d'avertir les équipages à proximité du sol de la présence du phénomène et la nécessité d'avoir un taux de nuisance faible (un faible nombre de fausses alarmes).

Une alarme de type prédictif aurait permis à l'équipage de prendre conscience des dangers associés au CB. Cela aurait pu permettre à l'équipage de prendre une décision plus adaptée.

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'AESA, en coordination avec la FAA, évalue la faisabilité et l'opportunité d'élargir le domaine de disponibilité des alarmes de détection du phénomène de cisaillement de vent. [Recommandation 2015-065]**

4.7 Information de vol sur les situations météorologiques

Les contrôleurs aériens disposent d'une image radar de la situation météorologique afin d'enrichir ponctuellement la fourniture du service d'information de vol. Cette image radar de la situation météorologique n'est pas représentée sur l'écran de contrôle, mais sur un écran à proximité de la position, et ne permet pas de distinguer clairement les phénomènes à forte probabilité de grêle. Ce type d'information aurait pu permettre aux contrôleurs lors de l'incident d'indiquer à l'équipage que les phénomènes orageux détectés étaient probablement accompagnés de grêle. Les procédures des contrôleurs prévoient de transmettre les avertissements sur la présence d'activité convective sans fournir de précision sur la nature du phénomène météorologique.

Le BEA, dans son étude de sécurité sur les turbulences en transport aérien publiée en 2008⁽²⁸⁾, avait déjà recommandé :

- ❑ que la DGAC introduise des outils, et définisse des méthodes de travail associées, permettant aux contrôleurs en route et d'approche de visualiser sur les écrans de contrôle les zones orageuses et les zones de turbulence.

La DGAC prévoit d'intégrer l'information météorologique sur les écrans radar dans les évolutions des matériels prévues pour les années à venir. Dans l'attente de matériel adéquat, la DGAC travaille sur des outils complémentaires. Aucune exigence n'est définie par la réglementation française ou européenne à ce sujet.

En conséquence le BEA recommande que :

- **La DGAC s'assure que les informations météorologiques mises à disposition des contrôleurs permettent de donner une information de vol la plus complète et pertinente possible et permettent de compléter la conscience de la situation des équipages, notamment en présence d'orage de grêle. [Recommandation 2015-066]**

4.8 Réglage de l'alarme de décrochage pour les avions protégés en incidence

Les avions « *fly-by-wire* » d'Airbus sont munis de protections du domaine de vol en loi normale. Lors de la certification, l'autorité, conformément à la condition SC F-1, a accepté que l'alarme de décrochage en loi normale ne constitue pas un moyen de détection de l'approche du décrochage puisque les protections en incidence sont conçues pour protéger l'avion contre une situation de décrochage. Airbus avait décidé de conserver cette alarme en loi normale et de fixer un seuil unique pour cette alarme, qui selon la configuration de l'avion peut se déclencher après le décrochage de l'avion. Cette alarme n'a alors pas pour but de prévenir l'équipage de l'approche du décrochage comme défini par la condition spéciale : « *SC F-1 for A320: Stalling and scheduled operating speeds* ».

Dans le cas de l'évènement du F-HBNI, des conditions de cisaillement de vent important lors de la traversée d'une cellule orageuse pendant l'approche ont amené l'incidence de l'avion à approcher celle du décrochage, et l'alarme de décrochage a été transitoirement activée sans que l'avion n'atteigne pour autant l'incidence de décrochage.

Néanmoins, suite à l'évènement survenu sur un Airbus A319 de Sichuan Airlines mentionné dans ce rapport (*paragraphe 1.18.7*) où, lors de conditions exceptionnelles de cisaillement de vent en loi normale, l'incidence avion avait dépassé l'incidence de décrochage malgré un plein braquage des gouvernes de profondeur commandé par la protection d'incidence, Airbus a revu le réglage du seuil de cette alarme en loi normale. Ce seuil est maintenant calé afin d'être proche de l'incidence de décrochage, quelle que soit la configuration avion becs et volets.

L'accroissement du trafic aérien et les effets du changement climatique pourraient augmenter la probabilité de rencontrer à nouveau ce type de situation de cisaillement de vent exceptionnel.

⁽²⁸⁾<http://www.bea.aero/etudes/turbulences.en.transport.aerien/turbulences.en.transport.aerien.pdf>

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'AESA impose, pour les avions « fly-by-wire » Airbus déjà en service, de revoir le calage du seuil de l'alarme Stall Warning en loi normale pour que celle-ci se déclenche de façon pertinente. [Recommandation 2015-067]**

- **L'AESA, en coordination avec les autres autorités de certification, évalue le besoin de modifier pour tout avion protégé en incidence les conditions de certification pour que l'alarme de décrochage se déclenche de façon pertinente, y compris en cas d'activation pertinente du système de protection, et qu'elle s'assure que sont définies des procédures et une formation des équipages associés. [Recommandation 2015-068]**

Liste des annexes

annexe 1

Paramètres additionnels

annexe 2

Transcription du CVR

annexe 3

Reconstitution des vents subis

annexe 4

Extraits de l'animation du PFD réalisée par le constructeur

annexe 5

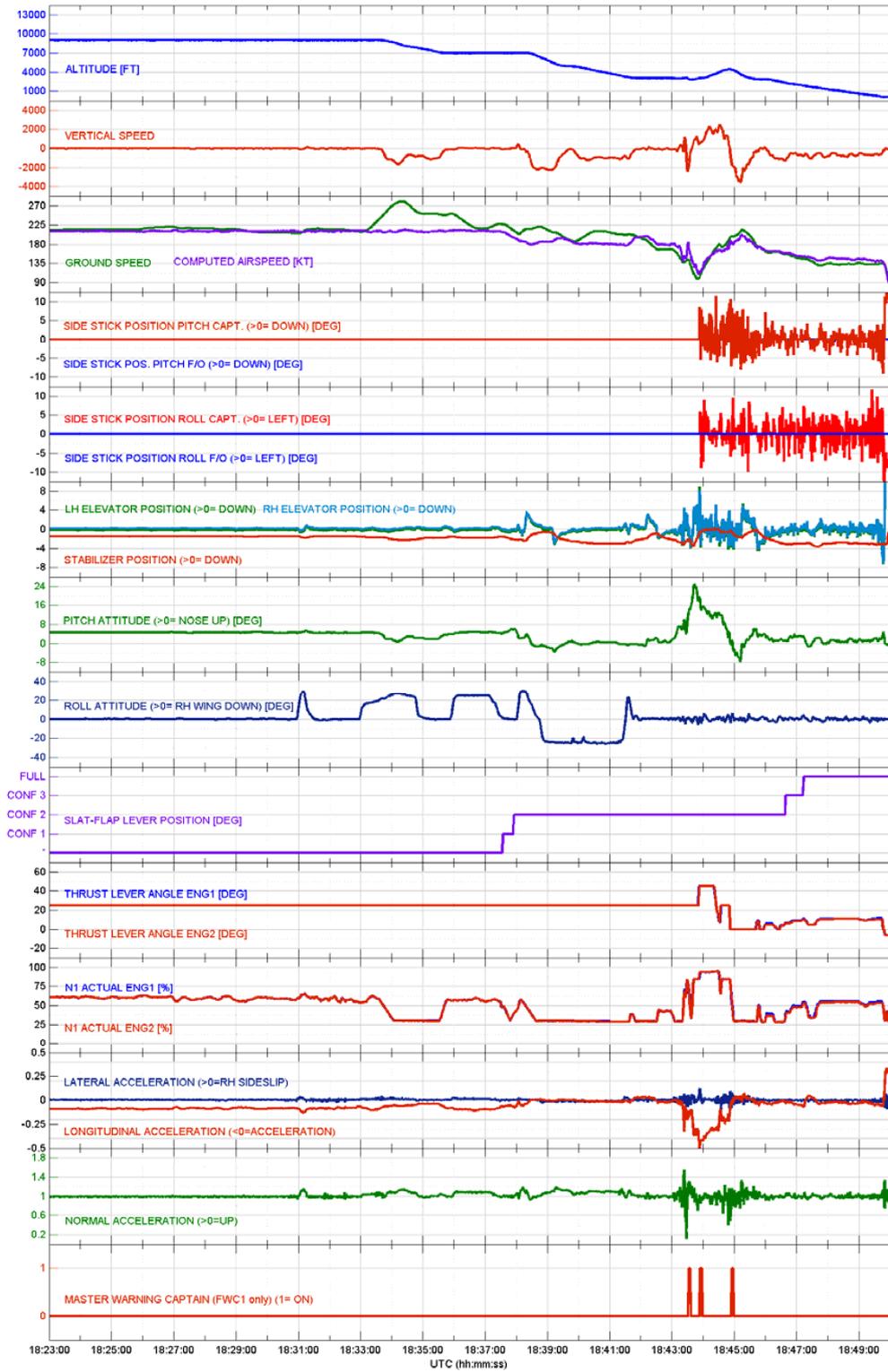
Fiches Air France sur les compétences CRM

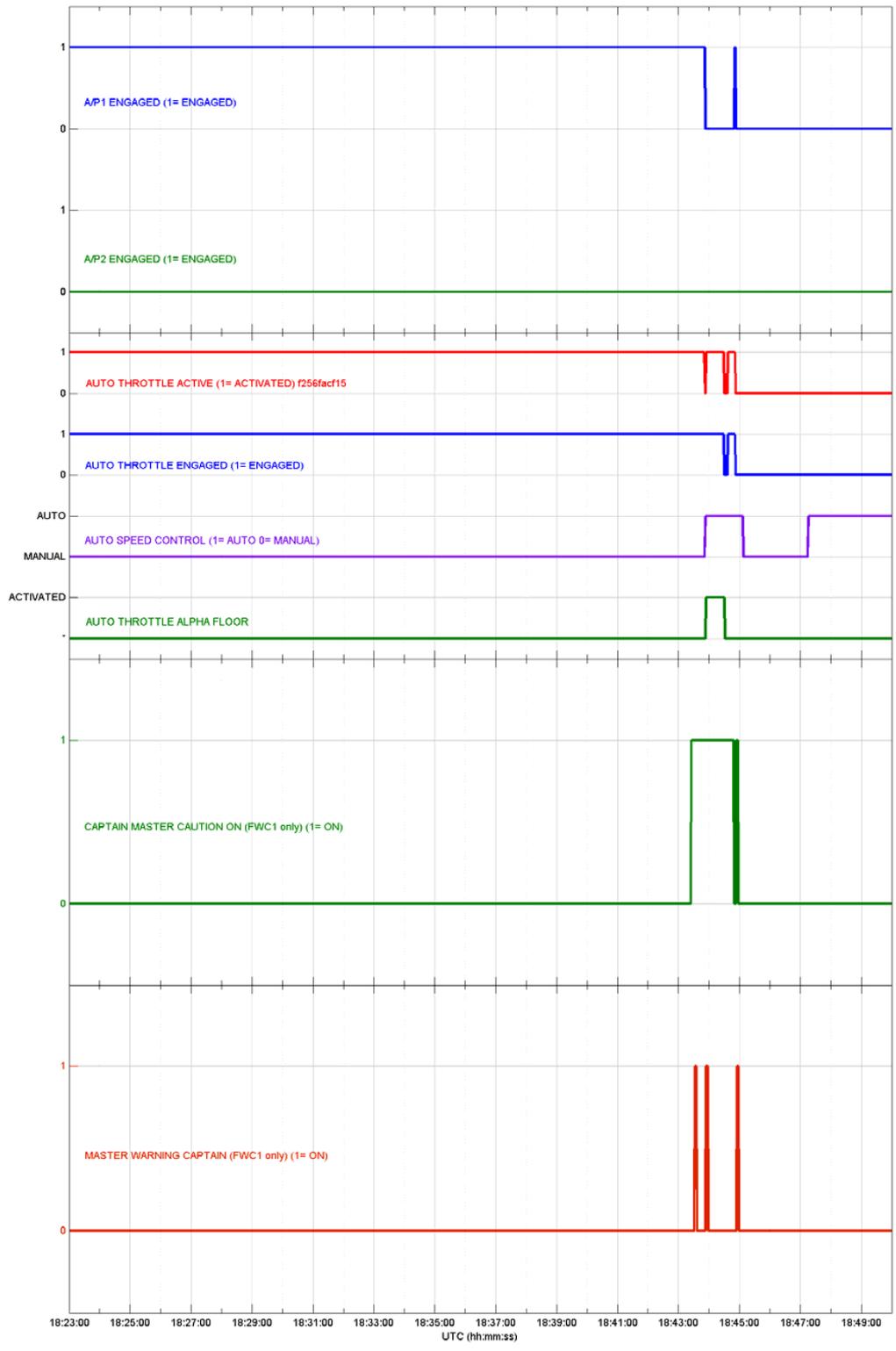
annexe 6

Evaluation de la performance de l'équipage

annexe 1

Paramètres additionnels





annexe 2

Transcription du CVR

AVERTISSEMENT

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris au cours de l'exploitation de l'enregistreur phonique (CVR). Cette transcription comprend les échanges entre les membres de l'équipage, les messages de radiotéléphonie et des bruits divers correspondant par exemple à des manœuvres de sélecteurs ou à des alarmes.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un CVR ne constituent qu'un reflet partiel des événements et de l'atmosphère d'un poste de pilotage. En conséquence, l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence.

Les voix des membres d'équipage sont entendues par l'intermédiaire des microphones à bouche et du microphone d'ambiance. Elles sont placées dans des colonnes séparées par souci de clarté. Deux autres colonnes sont dédiées aux autres voix, bruits et alarmes également entendus. Enfin, les communications radio non entendues par l'équipage en poste ne sont pas transcrites.

GLOSSAIRE

Temps UTC	Temps UTC obtenu à partir du temps signal codé enregistré sur le CVR
Contrôle	Contrôleur de la fréquence utilisée [TWR]
CDB	Commandant de bord
OPL	Officier pilote de ligne
JPS	Passager (GP) présent sur le Jump Seat
SV	Synthétique Voice / Annonces émises par les systèmes embarqués
→	Communication en direction du contrôle, du sol ou du PNC par l'interphone
(---)	Mot ou discussion n'ayant pas de lien avec la conduite du vol
(!)	Juron, interjection
()	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(*)	Mots ou groupes de mots non compris

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
17 h 03 mn 25			Début de l'enregistrement		
18 h 04 mn 00			Début de la transcription		
18 h 04 mn 00			Ouais il est sympa, hein heu ça va être chaud quand même cette approche		
18 h 04 min 02		Ouais ouais			
18 h 04 min 03			Vous arrivez pile au bon moment		
18 h 04 min 04		Ça va être sympa			
18 h 04 min 05	Hey ouais, ça met un peu de mouvement, un peu de piquant, ça sera beaucoup mieux				
18 h 04 min 09		Je sens bien le...le vent qui tourne au bon moment et tu te poses sur la vingt-trois			
18 h 04 min 11	Ouais, on (!) sinon				
18 h 04 min 14			Voilà		
18 h 04 min 15		(Obligé) de remettre les gaz en zéro cinq			
18 h 04 min 16			(!)		
18 h 04 min 17		(Ca va servir à rien)			
18 h 04 min 22			(- -)		
18 h 04 min 24		(- -)			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 06 min 01		(---)			L'OPL rappelle, sur le ton de la plaisanterie, le retard du CDB le matin
18 h 07 min 20	T'es prêt?				
18 h 07 min 21		Oui chef			
18 h 07 min 22			(---)		
18 h 07 min 23		(---)			
18 h 07 min 33	Celle-là?				Début briefing atterrissage
18 h 07 min 34		Ouais			
18 h 07 min 35	Cent quatre-vingts nœuds, trois mille pieds ici... et après ça déroule tout seul				
18 h 07 min 39		Ça me plaît			
18 h 07 min 40	Voilà				
18 h 07 min 42	On verra en fonction du nuage ce qu'on peut faire, on va essayer de passer bien en dessous, de descendre, d'anticiper la descente pour être en dessous plutôt.				
18 h 07 min 45		Ouais			
18 h 07 min 48	Ça permet de mieux voir ce qu'il se passe en dessous, mieux voir le burst (*) tout ça				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 07 min 51		(*)			
18 h 07 min 52	Et puis voilà, et la... l'attente je t'en parlerai tout-à-l'heure... ok? En fonction du vent on peut prendre la vingt-trois éventuellement, passer en ILS direct. Ok ?				
18 h 08 min 00		Tac, ça marche			
18 h 08 min 04	Soyons simple qu'ils disent				
18 h 08 min 06		(---			
18 h 08 min 49	Ouais vas-y allez demande				
18 h 08 min 58		➡ Air France Golf X-Ray pour descendre			
18 h 09 min 01				[RADAR] : Air France Golf X-Ray gardez le cap, descendez niveau deux cents	
18 h 09 min 04		➡ Au cap, on descend vers niveau deux cents Golf X-Ray, merci			
18 h 09 min 07	Je le prends en OPEN DES pour que ça descende bien				
18 h 09 min 09		Ouais			
18 h 09 min 10	Idle OPEN DES, heading, deux cents, bleu				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 09 min 12	(- - -)				Message du CDB aux passagers annonçant le début de descente et la proche arrivée à Bordeaux
18 h 09 min 40	That's it				
18 h 09 min 41					Bruit de sélecteur
18 h 09 min 45		(- - -)			
18 h 09 min 46	(- - -)				
18 h 09 min 54		(- - -)			Discussion relative à la composition de l'équipage
18 h 09 min 59	(- - -)				
18 h 10 min 13				[RADAR] : Air France Golf X-Ray sur VAGNA et Bordeaux, cent vingt-cinq unité au revoir	
18 h 10 min 18		➡Cent vingt-cinq unité, VAGNA direct, Air France Golf X-Ray, bonne soirée			
18 h 10 min 23	Eh bien (voilà) VAGNA... tu l'as vingt-cinq, (*)				
18 h 10 min 37					Signal sonore de demande d'accès cockpit
18 h 10 min 40	(*)				
18 h 10 min 49	Alors moi je le garde conf FULL, on verra ou il bougera au fur et à mesure qu'on va se rapprocher				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 10 min 52		➡ Bordeaux bonjour Air France deux cents soixante-dix Golf X-Ray, vers le niveau deux cent sur VAGNA			
18 h 10 min 57	Il est dessus hein le truc... sur le terrain...pourtant ils disent CAVOK à l'ATIS				
18 h 11 min 02				[BDX CTL (125.1)] : Air France Golf X-Ray bonsoir, descendez niveau cent cinquante, unité cinq zéro	
18 h 11 min 05		➡ Descendons niveau cent cinquante heu Golf X-Ray. Des infos là sur...sur le terrain, là avec le cunimb ?			
18 h 11 min 12				[BDX CTL (125.1)] : Alors Golf X-Ray heu..., c'est la zéro c...c'était... c'est la zéro cinq pardon qui est en service jusqu'à présent, les avions en finale se sont posés sur la vingt-neuf, récemment.	
18 h 11 min 22		➡ Ça marche heu...pour l'instant heu...pas de problème de visi et de plafond, heu...pluie pareil?			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 11 min 28				[BDX CTL (125.1)] : Ils nous ont rien transmis mais si vous voulez, vous pouvez les contacter dès maintenant cent vingt-neuf, huit sept cinq	
18 h 11 min 32		➡ Eh ben on va faire ça, cent vingt-neuf huit sept cinq, Golf X-Ray, au revoir			
18 h 11 min 35	C'est bien				
18 h 11 min 37		Heu là-dedans ça cahute (*)			
18 h 11 min 39	Ben oui				
18 h 11 min 40	(- - -)				
18 h 11 min 56		➡ Et Bordeaux bonsoir, Air France deux cent soixante-dix Golf X-Ray, vers le niveau cent cinquante sur VAGNA, on a Mike			
18 h 12 min 03				[BDX APP (129.875)] : Air France Golf X-Ray bonsoir, descendez vers le niveau neuf zéro VAGNA...VAGNA limite, un orage sur le terrain, il fait route au Nord	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 12 min 11		➡ Donc VAGNA limite, on réduit donc heu...et on descend vers le niveau neuf zéro, Golf X-Ray. C'est quoi les conditions hein, le cunimb est vraiment sur le terrain ?			
18 h 12 min 21				[BDX APP (129.875)] : Heu juste au sud là, ça..., ça va toucher le terrain dans les cinq minutes heu..., et il y a déjà des éclairs et de la pluie sur le terrain	
18 h 12 min 27		➡ Ouais bien pris Golf X-Ray			
18 h 12 min 29			(*)		
18 h 12 min 30	Deux cent dix nœuds, quatre-vingt-dix, bleu	Ben voilà!			
18 h 12 min 33			(- - -)		
18 h 12 min 34		(- - -)			
18 h 12 min 48		(- - -)			L'OPL fait remarquer qu'ils ont toujours de l'attente quand ils volent ensemble
18 h 13 min 03	A gauche, deux vingt-six..., l'attente est...est bonne à VAGNA, je l'insère pour pas l'oublier				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 13 min 08		A gauche, le deux vingt-six, ouais c'est ça.			
18 h 13 min 10	Je l'insère parce que sinon je vais oublier				
18 h 13 min 12		(*)			
18 h 13 min 13		Je prends la météo à Biarritz			
18 h 13 min 16	Ouais	On fera un découché Biarritz, c'est bien ça			
18 h 13 min 19	(- -)				
18 h 13 min 22		(- -)			
18 h 13 min 29	Ce qui est embêtant c'est qu'on ne peut pas trop le prévoir parce qu'avec un vent du zéro dix, onze nœuds au sol, et en altitude deux cent dix, soixante-cinq nœuds, tu ne sais pas trop comment il...				
18 h 13 min 33		Ouais			
18 h 13 min 36	Oui (*)	(*)			
18 h 13 min 37		On va voir			
18 h 13 min 38			Ouais je pense que sur un orage, tu peux pas trop		
18 h 13 min 41					Bruit de sélecteur
18 h 13 min 42	Oh un p'tit peu quand même t'arrives à...				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 13 min 43			Oh non!		
18 h 13 min 46			(--)		
18 h 13 min 5		(--)			
18 h 15 min 00	(--)				
18 h 15 min 55				[AFR JL vers BDX APP] : Donc Air France Juliett Lima, on approche de VAGNA, on est à dix nautiques	
18 h 15 min 59				[BDX APP]: Reçu Air France Juliett Lima, attendez à VAGNA niveau sept zéro. Euh... le gros des orages va toucher le terrain dans les... trois minutes et je pense qu'il y en a pour un quart d'heure.	
18 h 16 min 11				[AFR JL vers BDX APP] : Reçu, on attend sur VAGNA niveau sept zéro et éventuellement, selon la trajectoire de l'orage, on serait peut-être amené à partir vers le sud aussi, parce que je pense qu'il risque de nous toucher sur l'attente	
18 h 16 min 16		Anti-ice			Bruit de sélecteur
18 h 16 min 20					
18 h 16 min 24	C'est ce que j'allais...				
18 h 16 min 25		(*)			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 16 min 26	Je te proposais de lui dire que l'attente à VAGNA, c'est pas..., c'est forcément le plus...		(Il est difficile ouais)		
18 h 16 min 27					
18 h 16 min 28					
18 h 16 min 31		(*) nous on ira au Sud, (*), comme ça, ça nous rapproche de Biarritz			
18 h 16 min 40			C'est comment à Biarritz ?		
18 h 16 min 41		Ça va c'est cool, c'est heu...			
18 h 16 min 43	Oui il a l'air assez isolé celui-là, hein...		(*)		
18 h 16 min 48			Il est isolé mais heu...		
18 h 16 min 49		(- - -)			
18 h 16 min 51	(- - -)				
18 h 17 min 24	Tiens, je vais voir (*)				
18 h 17 min 34					Ouverture de la porte cockpit et discussion avec les PNC
18 h 17 min 36	(- - -)				
18 h 17 min 50	Il y a un gros orage sur le terrain, en plein sur le terrain, on attend.				Vers le PNC présent dans le cockpit
18 h 17 min 53		On fait de l'attente			
18 h 17 min 54				PNC : (- - -)	
18 h 18 min 01				PNC : Et on va se faire secouer là ou t'as... tu fais une attente, tu peux pas faire sous les nuages?	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 18 min 05	Ben non parce qu'il y en a un autre devant nous qui veut pas... qui est pas décidé à descendre à première vue				
18 h 18 min 08				PNC : Bon d'accord	
18 h 18 min 10	Moi je descendrai bien encore mais lui il n'est pas décidé à descendre				Vers le PNC présent dans le cockpit
18 h 18 min 12				[BDX APP]: Air France Juliett Lima, heu... il faudrait que vous changiez d'altitude pour vous séparer du précédent qui tourne dans l'Est du terrain.	
18 h 18 min 16	Ah oui!	(*)			
18 h 18 min 18				[BDX APP]: Eventuellement si ça vous va d'aller vers l'Est, vous préférez cinq mille ou le niveau quatre-vingt ?	
18 h 18 min 24	Cinq mille moi, j'te le dis tout de suite				
18 h 18 min 26				PNC : Combien heu... combien de temps (*)?	
18 h 18 min 29	Pour le moment, un quart d'heure, ça va dépendre le temps...				Vers le PNC présent dans le cockpit

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 18 min 31				PNC : Un quart d'heure ouais	
18 h 18 min 32	On a du pétrole nous on peut attendre, on peut tenir				
18 h 18 min 34				PNC : Tu leur a pas dit bien sûr	
18 h 18 min 35	Pas encore, pourquoi ?			PNC : Bien joué (*)	
18 h 18 min 38				PNC : Ben non! ... dans un quart d'heure	
18 h 18 min 40	Non mais je peux leur dire aux passagers				
18 h 18 min 41		Sinon on va à Biarritz, ça te va?			
18 h 18 min 42				PNC : Ah ben si tu veux dire aux passagers qu'on a un petit peu d'attente	
18 h 18 min 44	Oui oui oui				
18 h 18 min 45				PNC : (C'est par hasard...) (*)	
18 h 18 min 46		Si on va à Biarritz, ça te va ou pas?			Vers le PNC présent dans le cockpit
18 h 18 min 47				PNC : (- - -)	
18 h 18 min 50	(- - -)				Message du CDB aux passagers les informant de l'orage sur le terrain et de l'attente de quinze min
18 h 19 min 30	Allez hop ! Je le fais ?				
18 h 19 min 33		Yes			
18 h 19 min 35	Ben il fait beau				
18 h 19 min 36		Ouais			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 19 min 37	En dessous il fait beau ouais... nous aussi on veut bien descendre. Il fait toujours beau sous un orage, on voit mieux				
18 h 19 min 51					Bruit de sélecteur
18 h 19 min 52		En plus il va...il arrive vers... il arrive de la mer, t'as vu il y en a encore derrière.			
18 h 19 min 58	Ouais, ouais, il est assez costaud, mais bon...		(*)		
18 h 20 min 00			Il y a une p'tite ouverture là		
18 h 20 min 01		Ouais, l'ouverture entre les deux			
18 h 20 min 03	Entre les deux-là, ouais, il y a un passage mais le problème c'est le rouge qu'il y a encore derrière				
18 h 20 min 13	Alt STAR				
18 h 20 min 14		Check			
18 h 20 min 18	Tu lui demandes si on peut descendre un p'tit peu plus				
18 h 20 min 19		Ouais			
18 h 20 min 20					Bruits de sélecteurs
18 h 20 min 21		➡ Air France Golf X-Ray, on peut poursuivre la descente?			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 20 min 24				[BDX APP]: Non Golf X-Ray, maintenez niveau neuf zéro, ça tourne en dessous de vous.	
18 h 20 min 28	Alors on attend ailleurs			[BDX APP]: Heu vous pouvez attendre à VAGNA ou heu... éventuellement heu... naviguer dans l'Est du terrain pour passer heu... au large du grain	
18 h 20 min 37	(*)	➡ Alors ce qui serait pas mal pour nous, c'est plutôt au Sud du terrain, si c'est possible, sachant que là, le cunimb va arriver sur les terres a priori			
18 h 20 min 43					Bruit de sélecteur
18 h 20 min 45				[BDX APP]: Alors maintenez niveau quatre-vingt-dix et vous voulez prendre quel cap?	
18 h 20 min 49		Cent quatre-vingts ?			
18 h 20 min 50	Ben oui cent quatre-vingts dans ce cas là				Bruit de sélecteur
18 h 20 min 51		➡ Un cap sud, initialement Golf X-Ray			
18 h 20 min 54				[BDX APP]: D'accord Golf X-Ray, cap sud	
18 h 20 min 56	Eh ben voilà!				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 20 min 57		➡ Heu on tourne à gauche donc cap sud, Golf X-Ray			
18 h 20 min 59	Ouais il faut tourner				
18 h 21 min 00		On va revenir			
18 h 21 min 01	On va revenir comme ça et on va tous les (!)	On va être (pile devant)			
18 h 21 min 02	On peut toujours rêver... ils vont nous envoyer sur la pente de (DIRAX), ouais				
18 h 21 min 08	Heading				
18 h 21 min 08		Check			
18 h 21 min 19	(Parce que) c'est le même type d'attente pourrie que l'autre fois à Berlin quoi				
18 h 21 min 24		On a attendu, quoi, quarante-cinq minutes			
18 h 21 min 25	Quarante-cinq minutes pour nous dire «ben le terrain est toujours pas ré-ouvert «...ah mince !				
18 h 21 min 34		On s'est posé avec une tonne deux			
18 h 21 min 36	Au parking on avait une tonne deux				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 21 min 37		Ouais (on y était allé (*))	Ouais ouais		
18 h 21 min 38	Je crois que j'ai la photo encore				
18 h 21 min 39		Ouais je l'ai aussi ouais. J'ai failli me casser la (!) trois fois pour aller faire le tour avion...c'était verglacé			
18 h 21 min 44	Ouais tellement c'était verglacé				
18 h 21 min 46		C'est pluie verglaçante...ils étaient en train de...			
18 h 21 min 47			Ah oui d'accord... ouais ils dégivraient le...(*)		
18 h 21 min 51		En fait, on était parti pour (TEGEL) et à (TEGEL) ils nous appellent: "on est en train de traiter la piste chimiquement, donc il y en a pour vingt minutes»			
18 h 21 min 58		Ok ben nous on avait une heure et quelques, en plus on avait eu un problème de FQI. On a eu heu..., je sais plus combien on avait, quasiment une tonne de plus			
18 h 22 min 04			Ouais		

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 22 min 05		Donc c'est cool, on avait une heure et des bananes et on dit ok, bon ben vingt minutes. Après bon ben encore vingt minutes... ok			
18 h 22 min 13		Et là bon ben il faut encore une demi-heure, c'est bon on va à Schönefeld. Le problème c'est qu'on était numéro, je sais pas combien dans la séquence, on était.			
18 h 22 min 19	(Douze)	Douze, ils nous ont baladés.			
18 h 22 min 20		Et on s'est posé avec une tonne deux.	Douze !		
18 h 22 min 25	Bon, on navigue pendant une demi-heure et puis heu...				
18 h 22 min 28		Ouais à trois tonnes, on peut...			
18 h 22 min 29	A partir...à partir de cinquante on commence à se poser des questions.				
18 h 22 min 32		Ça marche.			
18 h 22 min 35	On calcule.				
18 h 22 min 36		J'avais plus de trois tonnes à... pour aller à Biarritz			
18 h 22 min 38	Ouais				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 22 min 39		Ouais ça nous laisse un peu de marge			
18 h 22 min 40	Ouais donne de la marge trois tonnes				
18 h 22 min 45	Il y en a qui décollent (---). Regarde parfois en dessous regarde, on voit (l'estuaire) et tout ça		(*)		
18 h 22 min 55			(Tu t'mets en) VFR et (*)		
18 h 22 min 56	Oui oui mais si ça se trouve ça passe...parfois ça passe vachement bien				
18 h 23 min 07		Et là en plus, je lui dis..., enfin ça va être chaud, entre les deux-là?! Je suis pas sûr qu'il y ait vraiment de...			
18 h 23 min 19	Ouais mais je suis sûr que si on partait à droite comme ça, on faisait le terrain				
18 h 23 min 22		(*)			
18 h 23 min 24	Avec un cap de...plein Ouest là				
18 h 23 min 25		Je vais prendre au Nord			
18 h 23 min 26			Ouais		
18 h 23 min 28	Oh on peut toujours faire hein		(*)		
18 h 23 min 31		Tu le déplaces comment ce...?			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 23 min 32			Ça dépend du vent quoi		
18 h 23 min 34	Et alors, il est vraiment plein vers le Nord	(*)			
18 h 23 min 34				[AFR JL vers BDX APP] : Les conditions sur le terrain maintenant?	
18 h 23 min 38				[BDX APP] : Alors sur le terrain actuellement, on a un vent du deux neuf pour quinze à vingt nœuds	
18 h 23 min 44	Ben alors il faut partir à l'Ouest... eh !		(C'est bon) quinze à vingt nœuds	[AFR JL vers BDX APP] : Reçu, vous...allez passer en vingt-trois donc?	
18 h 23 min 49				[BDX APP] : Pour l'instant c'est la vingt-neuf, il n'y a pas d'avion mais théoriquement c'est la vingt-neuf. Et heu, donc je pense qu'il y en a pour un quart d'heure pour que le grain soit passé	
18 h 23 min 53					
18 h 23 min 58	Donc demande lui de partir à l'ouest avec ce qu'on vient d'entendre, si on peut				
18 h 24 min 07		(Ben là non) parce que on...			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 24 min 08			Ben non parce qu'après (*) arrête		
18 h 24 min 09		Ben non on va aller sur... sur le cunimb			
18 h 24 min 11	Hein?	On est dans le cunimb là			
18 h 24 min 13	Mais non, en virage à gauche				
18 h 24 min 15		Tu veux prendre là ici là?			
18 h 24 min 18	On part comme ça vers l'Ouest. Le nuage il est en train de se barrer heu...vers l'Est. Donc il faut aller à l'Ouest du terrain				
18 h 24 min 24			C'est la vingt-neuf?		
18 h 24 min 25		Ouais mais, je...	Du coup tu vas être emmerdé		
18 h 24 min 26		Ouais			
18 h 24 min 27	Là, on va être encore plus banané en fait				
18 h 24 min 29		Ouais mais je serais d'avis à rester comme ça pour l'instant, tangenter.			
18 h 24 min 32	Non c'est pas intéressant	Et puis dès que ça sera bon on fera demi-tour			
18 h 24 min 34	Ben tu perds vachement de temps, alors que si on attend là-bas, là-bas, ce qui va se dégager,...c'est l'Ouest qui va se dégager d'abord				
18 h 24 min 37					

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 24 min 42			Ouais mais si tu as un vent du deux quatre-vingt-dix sur le terrain tu fais comment?		
18 h 24 min 43		Ouais, un vent du deux quatre-vingt-dix			
18 h 24 min 45	Et ben, où est le problème ?				
18 h 24 min 46		On peut...on tourne à droite et on y est			
18 h 24 min 50	Deux quatre-vingt-dix pour la piste?				
18 h 24 min 51		Ouais tu fais un demi-tour			
18 h 24 min 52	Prends la vingt-trois, c'est bon, hein				
18 h 24 min 55		Moi je serais d'avis de rester comme ça pour l'instant			
18 h 24 min 57	Ouais ben...				
18 h 24 min 58		Sachant que tu vois là regardes au nord (d'après) (*)			
18 h 24 min 00	Je pense pas que ça soit le...				
18 h 25 min 01		(*)			
18 h 25 min 02	On va avoir du mal à passer				
18 h 25 min 14		Ça a pas l'air d'être violent quand même			
18 h 25 min 15	Non ça n'a pas l'air d'être violent				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 25 min 21	Deux quatre-vingt-dix, c'est normal avec un orage qui passe que le vent tourne. Le temps que ça aille, qu'il passe, après il va repasser dans l'autre sens, il va repasser en zéro cinq de toute façon à cause de la goutte heu.. la goutte derrière				
18 h 25 min 32		Ah c'est même pas sûr parce que...regarde avec euh...			
18 h 25 min 36	Un nuage, c'est fait comment un orage? Ça tourne, il y a le vent tout autour.				
18 h 25 min 37		Non non mais le cunimb derrière t'as le cunimb			
18 h 25 min 39	Avec l'autre cunimb derrière, ouais ça va...				
18 h 25 min 41		Il y a le deuxième, t'as vu, il n'y a pas tellement d'écart quand même			
18 h 25 min 42	Oui oui mais ça c'est..., c'est les p'tits heu, les p'tits truc...				
18 h 25 min 45			Là l'avantage c'est que pendant que tu...		
18 h 25 min 47	Je sais mais il part aussi à gauche				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 25 min 48			Non mais il part comme ç...le cunimb il va partir comme ça, là tu vas enquiller direct la vingt- neuf donc...		
18 h 25 min 52	Mais non parce que le cunimb, il part, justement, il part, il part comme ça				
18 h 25 min 55		Euh...			
18 h 25 min 56			Ben tu (dis) le vent en l'air, il est au cent quatre-vingt-dix quand même, pour heu...		
18 h 25 min 57		C'est bizarre moi je le vois plutôt comme ça. Moi je pense qu'il va, il va vers les terres en fait, il a gonflé en mer			
18 h 26 min 01	Oui et là? Oui		Voilà		
18 h 26 min 02			Et je pense qu'il (*)		
18 h 26 min 06	Et les terres elles sont où... ? La mer elle est où? Elle est plein Ouest !				
18 h 26 min 10	Ouais bon ben alors?! Donc le cunimb il part à l'Est, donc il faut aller à l'Ouest pour être dégagé plus vite				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 26 min 15		Non mais là tu le contournes, il faut bien que tu le contournes sinon tu te le...tu te le ramasses			
18 h 26 min 17	Ouais mais là tu le contournes, tu le contournes en rentrant dans l'autre alors que là tu le (*) et tu te glissais entre les deux (!)				
18 h 26 min 23	Ben là, ben non on va être parallèle (*)	Ouais mais là ce qu'on va faire après, a priori, on va (*)			
18 h 26 min 25					
18 h 26 min 28	Bah, je sais pas s'il va nous laisser faire après, avec deux autres en dessous				
18 h 26 min 31		On est quoi, (on est pas)... on est quoi, on est numéro deux, numéro trois ?			
18 h 26 min 34	Numéro trois je crois, non?				
18 h 26 min 35		Déjà avant heu... on aura le temps de voir comment ça va se... ça va se goupiller tout...			
18 h 26 min 41	Et là...				
18 h 26 min 43					Bruit de mouvement de siège
18 h 26 min 57	On verra, j'étais à cent pour cent de succès sur les options que je prenais en orage, ben voilà!				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 27 min 03		(Sachant que l'op...l'option) de partir au Sud aussi, ça nous donne aussi Biarritz parce qu'on est déjà... si ça (!)			
18 h 27 min 08	Oui, ça nous (donne Biarritz), mais de l'autre côté aussi ça donne Biarritz, hein, tu longes la mer, tu longes la côte et puis voilà, t'es à Biarritz hein				
18 h 27 min 21	Allez tac... ils sont (!) surtout de fermer le terrain, il fait heu... attend heu...c'est parfaitement accessible là leur (!) vu la visi qu'on a heu...				
18 h 27 min 33		➡ Air France Golf X-Ray, vous avez quoi comme plafond et visi là?			
18 h 27 min 39				[BDX APP]: Vous pouvez répéter Golf X-Ray?	
18 h 27 min 40		➡ Oui la... la visi et le plafond sur le terrain, vous avez combien?			
18 h 27 min 46				[BDX APP]: On a mille cent mètres de visi, heu...l'orage est sur le terrain	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 27 min 52		➡ Ok ça marche, et en terme de vent, là toujours pareil heu... à l'Ouest?			
18 h 27 min 53	(!)				
18 h 27 min 57				[BDX APP]: On a du trois cents degrés pour heu... dix à vingt noeuds	
18 h 28 min 01		➡ Ça marche, merci			
18 h 28 min 38	Ben ouais parce que les passagers là ils voient comme ça ils voient bien la ville, (*) «ouais qu'est-ce qu'il nous raconte, il fait beau !»				
18 h 28 min 40					
18 h 29 min 46		Ah ils voient bien que c'est quand même chaud heu... il y a... il y a ce qu'il faut là		[BDX APP]: Air France Juliett Lima?	
18 h 29 min 47				[AFR JL vers BDX APP] : Oui Juliett Lima allez-y	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 29 min 49				[BDX APP]: Là le gros du... de l'orage est sur le terrain de Bordeaux heu... je vous suggère de prendre une route à l'Est éventuellement, pour heu... du côté de Sauveterre pour éviter le... éviter le gros de l'orage et vous poser directement derrière	
18 h 30 min 07				[AFR JL vers BDX APP] : Reçu, on allait vous demander au moins un cap heu cent soixante, cent cinquante.	
18 h 30 min 12		Ah comme nous, ça tombe bien			
18 h 30 min 15	(*) il est en dessous... le problème c'est ça				
18 h 30 min 18				[BDX APP]: Air France Golf X-Ray, vous êtes dans quelle condition	
18 h 30 min 20	Bonne		On est (bien)		
18 h 30 min 21		► Ah nous on est limite VFR là			
18 h 30 min 24				[BDX APP]: D'accord, ouais mais vous êtes en limite là heu... ça se passe à... en fait l'Ouest de votre position (*)	
18 h 30 min 29		► Ouais affirm ouais, euh nous euh...	Ouais ouais		

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 30 min 31	Nous on pourra même refermer sur un cap deux cents				
18 h 30 min 32		➡ y a pas de souci, hein, on peut même refermer légèrement, si vous voulez, être parallèle, et puis après heu...revenir, faire un demi-tour pour se poser en vingt-neuf			
18 h 30 min 38				[BDX APP]: D'accord. Heu vous pouvez tourner à Sauveterre, le VOR de Sauveterre	
18 h 30 min 42		➡ Heu je vous dis ça			
18 h 30 min 44				[BDX APP]: Et heu huit nautiques à vos... deux heures	
18 h 30 min 48	Ouais ouais, sans problème				
18 h 30 min 49		➡ Ouais affirm, on peut...on peut le faire			
18 h 30 min 51				[BDX APP]: Ok ben vous vous branchez sur Sauveterre vous vous mettez en attente niveau quatre-vingt-dix	
18 h 30 min 54		➡ On se met en attente niveau deux neuf zéro sur Sauveterre heu Golf X-Ray			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 30 min 58	(*)				
18 h 31 min 10		(---)			
18 h 31 min 16	(---)				
18 h 31 min 19			(*)		
18 h 31 min 22		(---)			
18 h 31 min 27	Donc là on voit le..., la chute d'eau là-bas, non?				
18 h 31 min 29			Ouais ouais (tu vois de là)		
18 h 31 min 37	Le seul truc, c'est qu'il nous envoie l'autre en dessous là sur Sauveterre aussi				
18 h 31 min 47			(*)		
18 h 31 min 49		Ouais ça va le faire parce que tu vois, on va pouvoir tourner à droite directement			
18 h 31 min 53	Tu crois que tu pourras tourner?				
18 h 31 min 54			(*) nautiques quoi		
18 h 31 min 55	Il faut vraiment qu'il nous laisse glisser avant l'autre				
18 h 31 min 56		(*)			
18 h 31 min 57	Il y a le...		Il y a quinze nautiques, ouais		
18 h 31 min 58		C'est ça ouais			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 31 min 59	Vous voulez dire qu'il y en a un autre derrière, et qu'il faut vraiment qu'on se glisse entre les deux				
18 h 32 min 00		Ouais			
18 h 32 min 01			Ouais c'est ça, entre les deux		
18 h 32 min 03	A la limite dis-lui (*)				
18 h 32 min 04			(*)		
18 h 32 min 05		➡ Bordeaux Golf X-Ray			
18 h 32 min 07				[BDX APP]:Oui	
18 h 32 min 08		➡ Alors pour information, il y a le premier cunimb et après on a une...une fenêtre de quinze-vingt nautiques, pour passer après le deu...avant le deuxième cunimb			
18 h 32 min 18				[BDX APP]: Oui oui c'est ça, c'est ce qu'on a vu, là il y a la deuxième couche qui arrive après	
18 h 32 min 21		Ouais exactement			
18 h 32 min 23				[BDX APP]: Donc heu...je pense qu'il y en a pour cinq minutes avant de pouvoir percer	
18 h 32 min 27		➡ Affirm ouais, ben on attend là pour l'instant			
18 h 32 min 29				[BDX APP]: D'accord	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 32 min 30			Là ils sont bien, ils ont un radar météo		
18 h 32 min 33	Ouais c'est bien. Ben ils ont dû avoir...prendre l'application là				
18 h 32 min 36			Ah oui!		
18 h 32 min 37	Une application sur iPad				
18 h 32 min 38		Ouais. Maintenant il y a plus besoin d'avoir de radar météo			
18 h 32 min 40			C'est ça en fait		
18 h 32 min 42	Il y a une application iPad et puis voilà				
18 h 32 min 55	(- - -)				
18 h 33 min 21				[BDX APP]: Air France Golf X-Ray, vous avez peut-être un radar plus précis que nous, vous dites quand vous le sentez	
18 h 33 min 27		➡ Bien pris Golf X-Ray, on vous rappelle dès que c'est bon pour nous			
18 h 33 min 30				[BDX APP]: Golf X-Ray, vous pouvez descendre à convenance, niveau sept zéro	
18 h 33 min 32	Ça, ça me plaît.	➡ On descend niveau sept zéro à convenance, Golf X-Ray			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 33 min 35	Idle, OPEN DES, soixante-dix bleu, oh ben écoute, hey (!) (maintenant qu'on a) une meilleure image radar. Là il faudrait se faufiler justement maintenant comme ça				
18 h 33 min 51		(*)			
18 h 33 min 52	Maintenant				
18 h 33 min 52			Hey!!		
18 h 33 min 53	Parce que après ça va être trop tard, l'autre il va arriver				
18 h 33 min 57		Et ben..., on fait un trois cent soixante			
18 h 33 min 59	Ouais on descend là au soixante-dix et après (*). A la limite un trois soixante				
18 h 34 min 02	(*) finir un trois soixante et ouais...	Je vais lui demander déjà (ce qu'on a) en terme de vent là			
18 h 34 min 06		➡ Heu Golf X-Ray, vous avez quoi comme vent?			
18 h 34 min 09				[BDX APP]: Un vent du trois cent dix, douze noeuds	
18 h 34 min 11		➡ Donc c'est la vingt-neuf, l'ILS vingt-neuf en service je présume			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 34 min 13				[BDX APP]: C'est ça, ILS vingt-neuf, trois cent dix degrés, douze noeuds	
18 h 34 min 16		➡ Ok on vous rappelle			
18 h 34 min 18	Ça donne quoi, ouais	Essaie de voir ce que ça donne avec (la) trajectoire			
18 h 34 min 34	J'enlève plein de trucs là, ouais mais c'est qu'avec l'attente j'ai pas fait le (*)				
18 h 34 min 52		On est quasiment droit (là-dessus)... c'est ça ?			
18 h 34 min 57	Ouais on est sur l'axe de l'ILS là.				
18 h 35 min 00		On fait un trois soixante là, on revient sur Sauveterre et heu...			
18 h 35 min 03	Moi je pense que c'est...c'est jouable ouais				
18 h 35 min 04		Hein?			
18 h 35 min 06	Il faut juste qu'on descende, il y a l'autre qui vient nous (!) en dessous. Le problème c'est ça, c'est... y a l'autre qui vient nous (!) en dessous				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 35 min 19		► Air France Golf X-Ray, on est prêt à faire un trois cent soixante, revenir sur Sauveterre, et tenter l'approche, on est dans l'axe			
18 h 35 min 27				[BDX APP]: D'accord, Air France Golf X-Ray, je vous suggère de virer par la droite pour intercepter le localiser vingt-neuf au niveau soixante-dix pour l'instant, un trafic en dessous.	
18 h 35 min 36		► Ok donc on... par la droite heu, on interceptera le localiser vingt-neuf au niveau sept zéro et bien pris pour le trafic, heu Golf X-Ray			
18 h 35 min 48	Alors...				
18 h 35 min 53					Bruit de molette
18 h 35 min 58	ILS vingt-neuf				
18 h 35 min 59		Il est là, là l'autre			
18 h 36 min 00	(*) huit, neuf				
18 h 36 min 02		Ouais			
18 h 36 min 10	Trois mille pieds, huit nautiques neuf et on en est à vingt-quatre nautiques, c'est bien, BEI a été identifié, c'est le bon				
18 h 36 min 18		Ouais c'est ça			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 36 min 19	Trois cent soixante pieds, la décision. Euh deux quatre-vingt-dix il a dit, on va le faire en cas de turbul, je passe en conf trois				
18 h 36 min 30		Ça marche, je coupe les anti-ice, sur OFF			
18 h 36 min 40	Vingt-cinq nautiques, sept mille pieds c'est... c'est jouable				
18 h 36 min 56	Tu le vois toujours l'autre se poser				
18 h 36 min 58		Ouais il est...il est là-bas			
18 h 36 min 59	Ouais, ça marche				
18 h 37 min 00		On va être numéro un			
18 h 37 min 07			(*)		
18 h 37 min 08		Ouais vas-y, vas-y			
18 h 37 min 11			(Je regarde juste les pistes)		
18 h 37 min 17	Deux quatre-vingt-huit, cent huit, c'est pas mal				
18 h 37 min 23		Alors attends parce que là...			
18 h 37 min 24	Par contre il faut...après il faut qu'il nous fasse descendre au plus vite				
18 h 37 min 27		Parce que là on...			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 37 min 28	Tiens, flaps one, ça va nous ralentir				
18 h 37 min 30		Speed checked			
18 h 37 min 31	Pour pas passer trop près de l'autre				
18 h 37 min 33		Flaps one			
18 h 37 min 40	Ça va nous faire descendre plus vite. Le glide est...trois fois sept vingt-et-un, c'est cohérent				
18 h 37 min 49		Parce que là il y a encore la tête là. Tu vois la tête là?			
18 h 37 min 52	Flaps two				
18 h 37 min 53		Speed checked			
18 h 37 min 54	Oui...je regarde aussi dehors				
18 h 37 min 57		Parce qu'on a encore le bout de tête qui est pas encore passé. Au pire il faudra contourner			
18 h 38 min 02	Oui, faut qu'il nous laisse descendre surtout				
18 h 38 min 04		➡On souhaiterait descendre Golf X-Ray			
18 h 38 min 06				[BDX APP]: Air France Golf X-Ray, maintenant descendez à trois mille pieds, mille quatorze, interceptez le LOC vingt-neuf	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 38 min 12		➡ On descend trois mille pieds, mille quatorze, on intercepte le LOC vingt-neuf, Golf X-Ray			
18 h 38 min 17	LOC STAR, Open DES... en idle				
18 h 38 min 22		Check...			
18 h 38 min 24	Aller, on va y plonger un peu plus (l'aider). Set QNH heu...mille treize				
18 h 38 min 32		Dix-huit trois max, on va prendre à gauche ça va pas le faire			
18 h 38 min 35	Mais si ça va le faire				
18 h 38 min 36		On...on prend à gauche, hein?			
18 h 38 min 37	(Mais non)				
18 h 38 min 38		Heu non mais attends, là il y a ça			
18 h 38 min 39	Là il est là, ouais, on prend à gauche				
18 h 38 min 41		Prends à gauche			
18 h 38 min 42	On fait un trois soixante gauche	➡ Heu Golf X-Ray, on va... faire un trois cents, trois, trois cent soixante gauche, on a encore heu...			
18 h 38 min 48	Il faut descendre on est trop haut	➡ et on descend trois mille pied, Golf X-Ray			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 38 min 53				[BDX APP]: D'accord Golf X-Ray, maintenez trois mille pieds en atteignant et heu... vous me tenez au courant si vous (faites) un trois cent soixante pour re-tenter l'approche directe	
18 h 39 min 01	Pour qu'on soit plus bas	► Ouais affirm, on va faire un trois cent soixante sur le LOC et heu qu'on soit un p'tit peu plus bas pour y voir un peu plus clair et laisser passer en fait la, la fin de tête de cunimb			
18 h 39 min 09				[BDX APP]: D'accord merci	
18 h 39 min 11		Donc heu... five thousand feet			
18 h 39 min 12				[BDX APP]: (- - -)	
18 h 39 min 15		► (---)			
18 h 39 min 17				[BDX APP]: (- - -)	
18 h 39 min 19	(---)				
18 h 39 min 21		► (- - -)			
18 h 39 min 24	Plus vingt-et-un, il n'y a pas besoin de l'anti-ice				
18 h 39 min 23		(*) c'est bon			
18 h 39 min 31	Je remets à cent quatre-vingts pour heu...				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 39 min 33		Ouais checked. Alors QNH, one zero one zero, cross check passing four thousand eight hundred			
18 h 39 min 38	One zero one three				
18 h 39 min 40		Alors non je l'avais pas tu vois			
18 h 39 min 41	QNH mille treize				
18 h 39 min 42		Mille treize ouais, QNH one zero one three, cross check heu...four thousand eight hundred feet...			
18 h 39 min 59		Now			
18 h 40 min 00	Check	Approche			
18 h 40 min 01	Checklist	Alors briefing			
18 h 40 min 03	Confirm				
18 h 40 min 04		ECAM status			
18 h 40 min 05	(Dans le bleu), checked				
18 h 40 min 06		Heu, seat belts			
18 h 40 min 07	ON				
18 h 40 min 08		Baro ref			
18 h 40 min 10	QNH mille treize set				
18 h 40 min 12		QNH one zero one three set, minimum			
18 h 40 min 15	Eh bien trois cent soixante pieds set				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 40 min 17		Three six zero set, engine mode sel			
18 h 40 min 20	NORM				
18 h 40 min 21		Checklist complete			
18 h 40 min 22	Alors...				
18 h 40 min 31	Ils en sont où sur le terrain? On va voir ça avec le radar				
18 h 40 min 34					Bruit de sélecteur
18 h 40 min 39	De toutes les façons au pire on fait une remise des gaz et on revient				
18 h 40 min 40			(*)		
18 h 40 min 41		Ouais j'ai vu, je vais demander l'état de... ouais			
18 h 40 min 44	Parce que regarde, il y en a plein de partout après qui arrivent, il y a une autre douche là				
18 h 40 min 46			Ouais t'as vu là le rideau		
18 h 40 min 47		Ouais je vois			
18 h 40 min 48	Assez sympathique				
18 h 40 min 49		➡ L'état de la piste pour Golf X-Ray?			
18 h 40 min 52				[BDX APP]: Heu c'est clair sur le terrain, la piste est mouillée	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 40 min 54		➡ D'accord, elle est mouillée d'accord, ça marche			
18 h 40 min 56		Heu on se met en autobrake MEDIUM heu (---)			
18 h 41 min 00	Je le garde en LOW				
18 h 41 min 02		Tu le gardes en LOW?			
18 h 41 min 03	Je le garde en LOW				
18 h 41 min 04		Ok...			
18 h 41 min 06	Ouais ouais				
18 h 41 min 10					Bruit de sélecteur
18 h 41 min 11	Ça fait longtemps qu'il a pas plu, avec le MEDIUM j'ai déjà glissé. C'est tellement violent à la mise en truc heu...				
18 h 41 min 17		Alors...			
18 h 41 min 19			T'as vu les...		
18 h 41 min 19		Ouais c'est heu...			
18 h 41 min 20	Ouais mais ça va être juste entre les deux-là ouais ouais ça...		C'est incroyable, c'est juste...c'est magnifique		
18 h 41 min 25		Ça donne quoi?			
18 h 41 min 26	(*) (Je reprends à gauche)				
18 h 41 min 30			Et si tu l'interceptais de l'autre côté là, à huit, neuf, en faisant une boucle		

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 41 min 32		Ouais ouais			
18 h 41 min 34	(Non)				
18 h 41 min 36		Pourquoi on passerait pas là, là?			
18 h 41 min 38	Le prendre plus bas?		Ouais voilà		
18 h 41 min 39		A gauche, comme ça là et on repasse de l'autre côté			
18 h 41 min 40			A faire un gauche-droite		
18 h 41 min 41	Ouais t'arriveras pas à revenir, t'es pas dans un...avion de...hyper manœuvrant, un avion de voltige				
18 h 41 min 47			Là par contre tu vas droit dedans		
18 h 41 min 48				[BDX APP]: Quelles sont les conditions Golf X-Ray?	
18 h 41 min 50	On va voir	➡ Ben écoutez pour l'instant c'est heu...c'est un, c'est un mur de pluie heu...donc pour l'instant on continue il y a cinq nautiques à faire.			
18 h 41 min 58		➡ On va voir ce que ça donne après derrière.			
18 h 42 min 00				[BDX APP]: Derrière c'est clair, le terrain c'est complètement clair	
18 h 42 min 03		➡ Ça marche Golf X-Ray			
18 h 42 min 05		Bon par contre s'il ralentissait			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 42 min 07				[BDX APP]: Golf X-Ray continuez votre approche ILS vingt-neuf, contactez la Tour	
18 h 42 min 08	Ouais, ben... Tu sais quand l'auto manette ne veut pas, elle veut pas				
18 h 42 min 16	Il est idle				
18 h 42 min 19				[BDX APP]: Air France Golf X-Ray je confirme, poursuivez vers... sur l'ILS vingt-neuf et contactez la Tour cent dix-huit trois	
18 h 42 min 23					
18 h 42 min 25		► On poursuit, cent dix-huit trois, Golf X-Ray			
18 h 42 min 28	Tac, on met à cent soixante-dix, il récupère sa vitesse entre... dans le bandeau entre les deux				
18 h 42 min 36		Ça marche			
18 h 42 min 39		► La Tour bonjour, Air France deux cent soixante-dix Golf X-Ray, sur le LOC vingt-neuf			
18 h 42 min 44	Pour moi, l'activité est à droite			[BDX TWR (118.3)]: Air France Golf X-Ray bonsoir, numéro un pour la vingt-neuf, rappelez à quatre nautiques finales, trois cents degrés douze nœuds.	

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 42 min 52		➡ On rappelle quatre nautiques, on vous rappelle... à quatre nautiques finale donc Golf X-Ray			Bruits de sélecteurs
18 h 43 min 00					Début de l'orage de grêle
18 h 43 min 01	Je réduis la vitesse		C'est de la grêle?		
18 h 43 min 02		Ouais réduit bien			
18 h 43 min 21		Vitesse?			
18 h 43 min 23,	Je l'ai, t'inquiètes pas				
18 h 43 min 25			Remise de gaz !		
18 h 43 min 26		Anti-ice !			
18 h 43 min 27			Passe TOGA!		
18 h 43 min 29	(*)		Passe TOGA!!		
18 h 43 min 32,509					CRC (Master Warning) (3,345 s)
18 h 43 min 34,974					Evènement acoustique non identifié (noyé dans le bruit)
18 h 43 min 36,000					C-Chord (Altitude alert) (4.400 s)
18 h 43 min 37	C'est bon, c'est bon		Oh (!)		
18 h 43 min 40		Vitesse?			
18 h 43 min 41		Vitesse?!			
18 h 43 min 42	C'est bon, il y va, il y va !				
18 h 43 min 49		Vitesse			
18 h 43 min 52			TOGA		
18 h 43 min 53		Mets TOGA			
18 h 43 min 53,672					VS: « STALL»

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 43 min 53,859					Cavalry Charge (AP disconnect)
18 h 43 min 56	Alpha floor				
18 h 43 min 58		Check			
18 h 44 min 06	Ça monte				
18 h 44 min 10					C-Chord (altitude alert)
18 h 44 min 20	Le pare-brise est cassé				
18 h 44 min 21		Ouais je sais, ouais			
18 h 44 min 24					Fin de l'orage de grêle
18 h 44 min 26			Oh (!)		Bruits de sélecteurs
18 h 44 min 28	Ouais ben c'était pas bon du tout ça				
18 h 44 min 30			Non c'était pas bon du tout, non		
18 h 44 min 32	Aller...je remets à...l'auto-manette				
18 h 44 min 35		Affirm			
18 h 44 min 36	Auto-thrust				
18 h 44 min 37		Check			
18 h 44 min 38	Approche. On a...on est sorti des conditions, tu leur dis.				
18 h 44 min 41		➡ On a reçu quelques dommages Golf X-Ray, on vous rappelle			
18 h 44 min 46		On a plus de radio !!			
18 h 44 min 47				[BDX TWR]: Reçu Golf X-Ray	
18 h 44 min 48	Si si				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 44 min 49		➡ Ok donc là on est en train de sortir et on va essayer de prendre le...l'ILS.			
18 h 44 min 52	Allez				
18 h 44 min 54					Cavalry Charge (AP disconnect)
18 h 44 min 56				[BDX TWR]: Reçu Golf X-Ray	
18 h 44 min 57					C-Chord (Altitude Alert)
18 h 45 min 00	Tu remets le...	Tu veux quoi?			
18 h 45 min 01	Tu le tires en OPEN s'il te plaît				
18 h 45 min 02		Ok			
18 h 45 min 03	Tu remets le mode approche				
18 h 45 min 04		Tu l'as			
18 h 45 min 05			Attention à ta vitesse		
18 h 45 min 06	Oui oui oui, je la vois, réduis-la, réduis-la	Vitesse			
18 h 45 min 10			Les spoilers...		
18 h 45 min 13		Speed			
18 h 45 min 14	Ouais ouais, t'inquiète pas		ALT STAR		
18 h 45 min 18			Ok		
18 h 45 min 24		Ok le LOC est là			
18 h 45 min 25	Ouais...c'est bon, le glide				
18 h 45 min 27		Ça marche			
18 h 45 min 28	Tu essayes de mettre l'approche s'il te plaît				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 45 min 29		Ouais			
18 h 45 min 31		On est en go around (*)			
18 h 45 min 32	Fais un DIR heu...				
18 h 45 min 33			On est en...		
18 h 45 min 34		Bon...			
18 h 45 min 35	(*) (faire) quelque chose ?	T'es à vue			
18 h 45 min 36	Je suis à vue, je continue, essaie de voir si tu peux faire quelque chose	T'es à vue donc tu regardes			
18 h 45 min 37			A la limite tu enlèves les FD		
18 h 45 min 38		On coupe les FD, j'te mets le BIRD, ok?			
18 h 45 min 39	Ouais si tu veux				
18 h 45 min 40			Voilà comme ça tu vois...		
18 h 45 min 41	Pas le BIRD, pas le BIRD	Tu veux pas le BIRD? Ok	Attention au (*)		
18 h 45 min 42	Je ne sais pas le piloter le BIRD				
18 h 45 min 44	Mets autobrake LOW, heu MEDIUM du coup maintenant				
18 h 45 min 46		Ok, MEDIUM			
18 h 45 min 47	L'orage est passé				
18 h 45 min 51	Voilà				
18 h 46 min 00	Voilà le glide est là				
18 h 46 min 02					Bruit des essuie-glaces
18 h 46 min 02	(!) de soleil				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 46 min 09		Ok on est sur le glide, sur le LOC			
18 h 46 min 09,650					C-Chord (Altitude Alert) (3.710s)
18 h 46 min 10	Ouais, sur le LOC c'est bon				
18 h 46 min 12		D'accord (*) c'est quatre mille, ok?			
18 h 46 min 13			Remise de gaz quatre mille		
18 h 46 min 15	Piste en vue				
18 h 46 min 17	(*) gear down (*)	►Piste en vue, Golf X-Ray			
18 h 46 min 20	C'est bon ?	Ouais			
18 h 46 min 21				[BDX TWR]: Reçu Golf X-Ray, autorisé atterrissage piste vingt- neuf, trois cent dix degrés, dix nœuds	
18 h 46 min 22					Bruit de sortie des trains
18 h 46 min 25		►Autorisé atterrissage piste vingt-neuf, heu...Air France Golf X-Ray. Et prévoyez la sécurité à l'arrivée.			
18 h 46 min 32	Ouais				
18 h 46 min 34				[BDX TWR]: C'est fait	
18 h 46 min 35		►Merci			
18 h 46 min 36	Flaps three				
18 h 46 min 37		Speed checked			
18 h 46 min 38	Tu pourras (éclairer) le... (right)				
18 h 46 min 39		Flaps three			
18 h 46 min 41	Ça c'est bon	Windshield			

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 46 min 43		Ça c'est bon...ça c'est bon			
18 h 46 min 45		On se la fait en FULL d'accord, volets full			
18 h 46 min 47	Tu préfères?				
18 h 46 min 48		Oui			
18 h 46 min 49	Fais, vas-y, si ça te rassure, vas-y, volets full				
18 h 46 min 51		J'active la phase approche			
18 h 46 min 52	Ouais et landing checklist dès que tu peux				
18 h 46 min 55		Donc en conf FULL			
18 h 46 min 56	➡ PNC, préparez-vous pour l'atterrissage				
18 h 46 min 58					Bruit de sélecteur
18 h 46 min 59	Et dis...fais dire aux collègues que... ils en ont pour un moment, heu...ou alors, ne dis pas s... qu'ils passent par heu...qu'ils retournent par le Nord				
18 h 47 min 07	(*)				VS: Two thousand
18 h 47 min 08		On leur dira après, on se pose et puis on verra ça après, d'accord?			
18 h 47 min 11	Vas-y landing checklist. Conf FULL déjà oui				
18 h 47 min 13		Alors...ok			
18 h 47 min 14	(Dix-sept heures)				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 47 min 15		Tu l'as en managé			
18 h 47 min 16,	Ouais				
18 h 47 min 17	Ok	D'acc?			
18 h 47 min 19		Alors...euh cabin crew			
18 h 47 min 22	Advised				
18 h 47 min 23		Auto thrust			
18 h 47 min 24	OFF				
18 h 47 min 25		Autobreak			
18 h 47 min 26	MEDIUM				
18 h 47 min 27		ECAM mémo			
18 h 47 min 28	Landing, no blue				
18 h 47 min 29		Landing checklist complete			
18 h 47 min 31	C'est étonnant que le pare-brise, ouais, ait pété comme ça, parce que				
18 h 47 min 34,259	Je...pas de choc sur le...il y avait quelques gros grêlons mais je vois pas de choc sur le...	Ouais			
18 h 47 min 37		On va voir mais je pense qu'on a pris des dommages			
18 h 47 min 39			Je pense qu'on a pris des bons grêlons qui ont explosé le pare- brise		

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 47 min 40	Oui on a des gros grêlons, ouais mais c'est ça ouais parce que je vois rien sur les bords d'attaque, je vois rien sur les...		Ben oui		
18 h 47 min 46		(*)			
18 h 47 min 48	Doit y en avoir un beau...ça suffit				
18 h 48 min 00	Par l'Ouest c'était pas mal	➡ Dernier vent pour Golf X-Ray?			
18 h 48 min 03				[BDX TWR]: Trois cent vingt, neuf nœuds	
18 h 48 min 06		➡ Bien pris Golf X-Ray, merci, et donc toujours autorisé à l'atterrissage			
18 h 48 min 09				[BDX TWR]: Affirm et on a des rafales à dix-sept nœuds	
18 h 48 min 11		➡ Ouais c'est bien pris merci			
18 h 48 min 13		Ok			
18 h 48 min 14	Trois cent vingt ?				
18 h 48 min 15		Yes			
18 h 48 min 17	Ça marche... Casses toi le piaf, on va se le prendre en plus, c'est pas le moment				
18 h 48 min 25	Ok t'avais coupé l'anti-ice, c'est bon				
18 h 48 min 26,00					VS: One thousand
18 h 48 min 28		Stabilised			
18 h 48 min 29	Ça marche				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 48 min 55	Ya une p'tite voiture rouge à gyrophare là-bas				
18 h 48 min 58		Ouais c'est bien pris			
18 h 49 min 03,510					VS: Five hundred
18 h 49 min 04	Surveille le vent, bien				
18 h 49 min 05		Stabilised			
18 h 49 min 06	Ok				
18 h 49 min 12,700					VS: Four hundred
18 h 49 min 16,280					VS:Hundred above
18 h 49 min 20,770					VS:Three hundred
18 h 49 min 25,280					VS:Minimum
18 h 49 min 26	Continue				
18 h 49 min 27,800					VS:Two Hundred
18 h 49 min 29	Je suis pas sur le plan, je le sais				
18 h 49 min 36,700					VS:One Hundred
18 h 49 min 41,120					VS:Fifty
18 h 49 min 42,400					VS:Fourty
18 h 49 min 43,700					VS:Thirty
18 h 49 min 44,700					VS:Twenty
18 h 49 min 45,200					VS:Retard
18 h 49 min 46,400					VS:Retard
18 h 49 min 47,300					VS:Retard
18 h 49 min 48					Bruit de toucher des roues

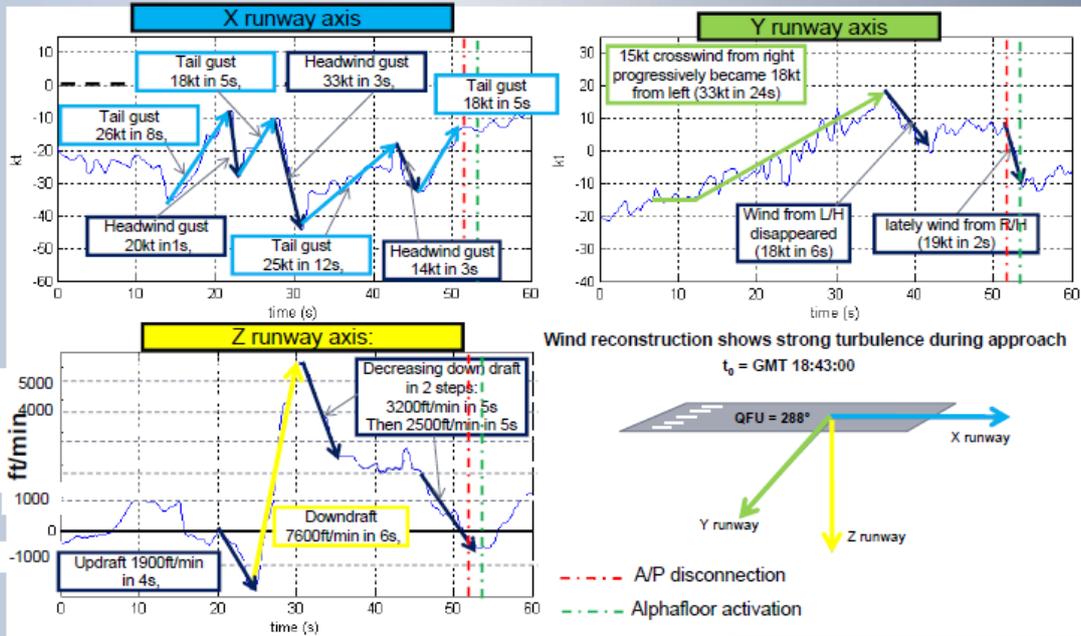
Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 49 min 49					Bruit de toucher des roues
18 h 49 min 50	Pas de reverse	Spoilers			
18 h 49 min 51		Ouais, reverse green			
18 h 49 min 52	(*)				
18 h 49 min 53	(*)	(Speed checked)			
18 h 50 min 01		(*)			
18 h 50 min 02	Ça marche... on sera bon pour prendre la secondaire (*). Ah non il y a l'autre piste là				
18 h 50 min 09		➡ Air France Golf X-Ray, on peut prendre la secondaire?			
18 h 50 min 12				[BDX TWR]: Affirm Golf X-Ray	
18 h 50 min 14		➡ On la prend			
18 h 50 min 15				[BDX TWR]: Sur la secondaire et avec le SOL sur cent vingt-et-un neuf cent	
18 h 50 min 18		➡ Cent vingt-et-un neuf cent et donc avec euh... merci pour tout en tout cas et pour info donc euh...			
18 h 50 min 23	Qu'ils retournent au Nord et qu'ils viennent par l'Ouest				

Temps UTC	CDB	OPL	JPS	Contrôle, PNC, autre aéronef	Remarques, bruits
18 h 50 min 24		➡ Le cunimb est assez important. On était encore sur la fin de la tête, et heu il faut...il faut laisser passer encore je pense, parce qu'il y a un deuxième qui arrive			
18 h 50 min 28					VS:On runway zero five
18 h 50 min 35				[BDX TWR]: D'accord merci beaucoup pour...pour l'info, et ça va autrement au niveau des dégâts, c'était, c'est quoi ?	
18 h 50 min 40	Un pare-brise cassé et puis heu on a pris de la grêle.	➡ Heu on a un pare-brise heu... pare-brise copi en fait heu... cassé et on a pris pas mal de grêle en fait			
18 h 50 min 46				[BDX TWR]: D'accord, ben bonne soirée!	
18 h 50 min 48		➡Merci au revoir			
18 h 50 min 52		➡Le Sol bonjour, Air-France Golf X-Ray, on dégage par Bravo			
18 h 50 min 57	Fin de la transcription				
18 h 58 min 48	Fin de l'enregistrement du vol de l'évènement				

annexe 3

Reconstitution des vents rencontrés lors de la traversée de l'orage

Wind reconstruction



annexe 4

Extraits de l'animation du PFD réalisée par le constructeur

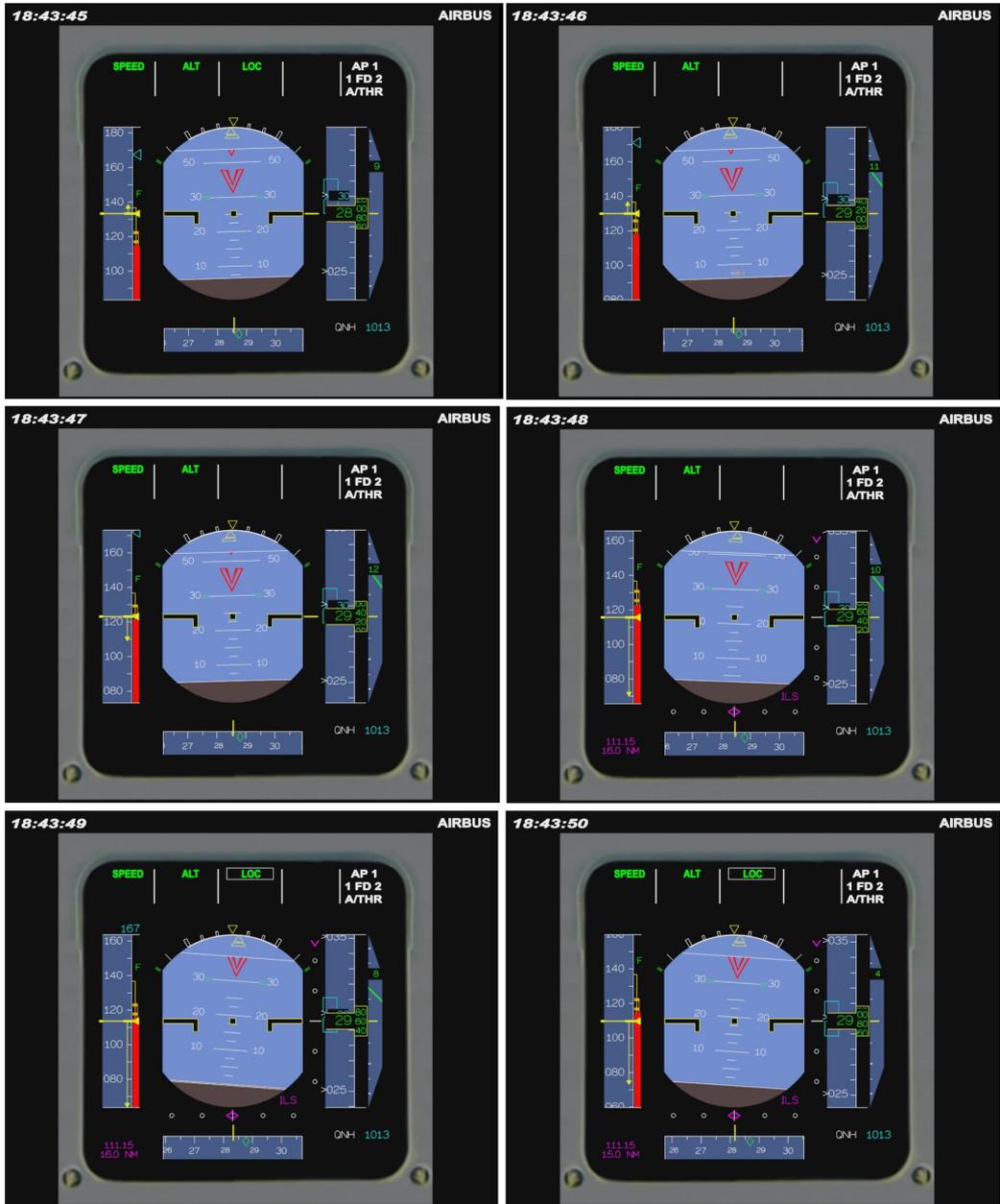
















annexe 5

Fiches Air France sur les compétences CRM

- ❑ Conscience de la situation (COS), connaître et comprendre l'état, la situation et l'environnement de l'avion, l'état de l'équipage et l'impact que ces éléments auront sur le vol (mars 2013).

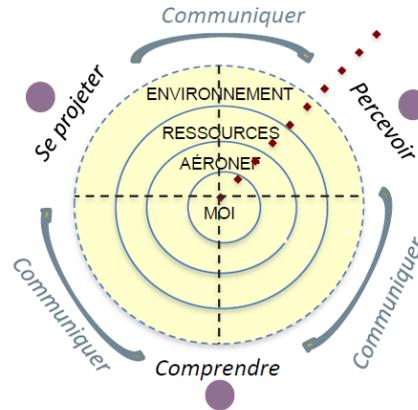
Qu'est-ce que c'est ?

Avoir conscience de la situation, c'est être actif et alerte :

- **Percevoir** : détecter (ex : la décélération est faible)
- **Comprendre** : analyser (ex : je comprends que la piste est contaminée)
- **Se projeter** : anticiper les impacts futurs sur le vol (ex : la distance d'atterrissage va être plus longue)

Une COS adaptée permet d'anticiper, de se donner des marges et de prévoir des plans alternatifs

Le RADAR de la Conscience de la Situation :



Comment la développer ?

- Réaliser des **balayages systématiques et ordonnés** avec une vitesse qui dépend de la pression temporelle
- **Communiquer pour valider chaque étape de la COS.**
- Faire des **briefings réguliers** pour partager le même schéma mental et le même projet d'action
- **Préparer les moments de forte charge de travail** en répartissant à l'avance les rôles
- **Développer la culture du doute et traquer les indices de COS dégradée** : ambiguïté, fixation, confusion
- **Pour retrouver la COS** : en parler, multiplier les cross checks, accomplir avec attention des tâches répétitives.

Le saviez-vous ?

Les accidents ont souvent pour cause une absence de perception ou une perception erronée

La fatigue, la complaisance, la charge de travail augmente le risque de COS dégradée

Quelles questions se poser pour s'améliorer ?

- Les **anomalies** (situations non nominales) ont-elles été **détectées** ?
- Les pilotes ont-ils régulièrement **communiqué et validé** ensemble les **trois étapes** de la conscience de la situation : **percevoir, comprendre, se projeter** ?
- Les **signes d'une conscience de la situation dégradée** ont-ils été **identifiés, les doutes ont-ils été exprimés et levés** ?

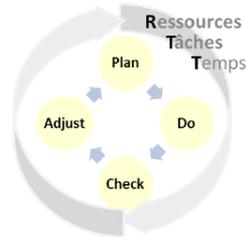
- Gestion de la charge de Travail (GES), organiser la priorité, la répartition et l'interruption des tâches en fonction des ressources et de la situation (avril 2013).

Qu'est-ce que c'est ?

Gérer la charge de travail, c'est organiser le travail pour maximiser l'efficacité.

Il ne suffit pas de planifier la répartition des tâches, il faut la suivre (check) et la réadapter si nécessaire (Adjust)

- **Plan** : Prioriser et répartir les tâches
- **Do** : Faire et faire faire selon le plan d'action défini
- **Check** : Contrôler l'exécution (la conformité au plan d'action et l'efficacité)
- **Adjust** : Réadapter le plan si nécessaire



La finalité de la GES est d'optimiser l'utilisation des ressources pour augmenter la Sécurité des Vols (SV)

Comment la développer?

- **Fly, Navigate, Communicate** : sécuriser la réalisation des tâches prioritaires avant toutes choses
- **Faire des briefings TEM réguliers** intégrant la dimension GES dans la stratégie : quelles ressources auront nous à disposition? qui fera quoi? En combien de temps?
- **Agir lorsque vous détectez une mauvaise GES** :
 - Comprendre pourquoi et modifier l'utilisation des ressources
 - Identifier les erreurs potentielles (perception, représentation...)
- **En situation dégradée, préférer une position PM du CDB** qui lui permettra de prendre du recul et de diriger les opérations

Le saviez-vous?

High Workload as well as low workload increase the potential for error as they may lead to overloaded or complacent crew members.

*"Extensive analyses during .LOEs confirm an increase in crew errors when Captain assumes the PF role. "
(Delta)*

Quelles questions se poser pour s'améliorer?

- *Les phases critiques (SV) ont-elles été préparées par un briefing TEM complet?*
- *Les tâches secondaires ont-elles été abandonnées pour réaliser des tâches prioritaires lorsque la situation l'exigeait ?*
- *Ai-je traqué les signaux de mauvais GES : déséquilibre de charges entre les ressources, manque d'anticipation pour réagir à une menace « anticipable»? Tunnélisation, surprise, sentiment d'être derrière l'avion?*

- Leadership - travail en équipe (LTE), aptitude à favoriser, faire contribuer et maintenir le travail en équipage et prendre ses responsabilités (juin 2013).

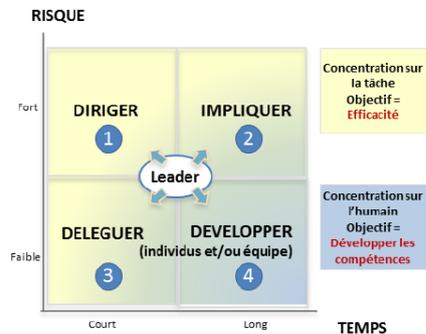
Qu'est-ce que c'est ?

Le leadership, c'est la capacité à mobiliser l'équipage pour atteindre ensemble un objectif commun, il doit **être SITUATIONNEL** et s'adapter en fonction du temps et du risque.

Chaque acteur de l'équipage doit montrer sa capacité à travailler en équipe, proposer des solutions, exprimer ses doutes ou ses désaccords et soutenir les décisions prises.

Le CDB reste celui qui porte la responsabilité.

*Être sympa ne nuit pas au leadership
mais ce n'est pas un objectif en soi*



Comment la développer ?

Pour développer son leadership, on doit identifier la situation (temps, risques, ressources disponibles) et trouver le style efficace centré sur la tâche ou/et l'humain :

- 1 **Diriger** : prendre des décisions unilatérales dans l'urgence et dicter à chacun les tâches à accomplir (rares car correspond à des situations d'extrême urgence (ex : feu ...))
- 2 **Impliquer** : encourager la participation des acteurs en fonction de leurs connaissances/expériences pour maximiser la pertinence des décisions prises et renforcer l'adhésion (ex : pompage, difficultés avec le train d'atterrissage, ...)
- 3 **Déléguer** : confier une partie de son activité à un autre acteur du vol compétent
- 4 **Développer** : saisir l'opportunité d'une situation pour renforcer les compétences de ses ressources par du coaching et de l'exemplarité (ex : en briefing, réviser une procédure ou expliquer le NITS)

Le saviez-vous ?

Les faiblesses en leadership relevées lors du LOSA concernent des leadership « laisser faire » mais tout autant des leadership « autocrates »

Pour que l'équipe fonctionne, il faut que chacun partage le même objectif (donner du sens à la mission), prenne en compte les opinions des autres, définisse les modalités de travail en commun et soutienne activement les décisions prises.

Quelles questions se poser pour s'améliorer ?

- Ai-je su faire évoluer mon style de leadership en fonction de la situation de manière efficace ?
- Ai-je été exemplaire ? Ai-je donné du sens et pris en considération chacun ?
- Ai-je exprimé mes opinions et soutenu activement les décisions prises ?

- Anticipation (ANT), aptitude à prévoir des stratégies adaptées à des situations planifiées ou potentielles (juillet 2013).

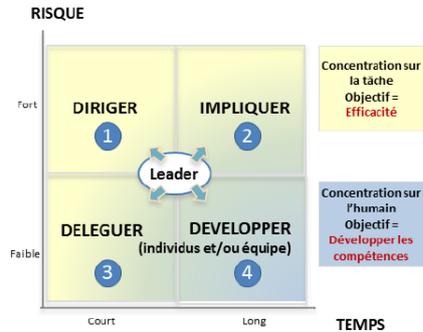
Qu'est-ce que c'est ?

Le leadership, c'est la capacité à mobiliser l'équipage pour atteindre ensemble un objectif commun, il doit **être SITUATIONNEL** et s'adapter en fonction du temps et du risque.

Chaque acteur de l'équipage doit montrer sa capacité à travailler en équipe, proposer des solutions, exprimer ses doutes ou ses désaccords et soutenir les décisions prises.

Le CDB reste celui qui porte la responsabilité.

*Être sympa ne nuit pas au leadership
mais ce n'est pas un objectif en soi*



Comment la développer ?

Pour développer son leadership, on doit identifier la situation (temps, risques, ressources disponibles) et trouver le style efficace centré sur la tâche ou/et l'humain :

- 1 **Diriger** : prendre des décisions unilatérales dans l'urgence et dicter à chacun les tâches à accomplir (rares car correspond à des situations d'extrême urgence (ex : feu ...))
- 2 **Impliquer** : encourager la participation des acteurs en fonction de leurs connaissances/expériences pour maximiser la pertinence des décisions prises et renforcer l'adhésion (ex : pompage, difficultés avec le train d'atterrissage, ...)
- 3 **Déléguer** : confier une partie de son activité à un autre acteur du vol compétent
- 4 **Développer** : saisir l'opportunité d'une situation pour renforcer les compétences de ses ressources par du coaching et de l'exemplarité (ex : en briefing, réviser une procédure ou expliquer le NITS)

Le saviez-vous ?

Les faiblesses en leadership relevées lors du LOSA concernent des leadership « laisser faire » mais tout autant des leadership « autocrates »

Pour que l'équipe fonctionne, il faut que chacun partage le même objectif (donner du sens à la mission), prenne en compte les opinions des autres, définisse les modalités de travail en commun et soutienne activement les décisions prises.

Quelles questions se poser pour s'améliorer ?

- Ai-je su faire évoluer mon style de leadership en fonction de la situation de manière efficace ?
- Ai-je été exemplaire ? Ai-je donné du sens et pris en considération chacun ?
- Ai-je exprimé mes opinions et soutenu activement les décisions prises ?

annexe 6

Performance de l'équipage

L'Annexe 1 « *Core competencies and behavioural indicators* » de la documentation Doc 9995 AN/497 de l'OACI « *Manual of Evidence-based Training* » fournit des critères permettant d'évaluer la performance d'un équipage.

La performance globale de l'équipage a été évaluée au travers d'éléments observables jugés représentatifs de compétences opérationnelles. Ces évaluations sont fondées à la fois sur les témoignages de l'équipage, l'écoute du CVR, les données du FDR ainsi que sur l'ensemble de la documentation de la compagnie et du constructeur.

Pour la partie technique, l'équipage a été évalué sur :

- sa capacité à mettre en application des procédures (briefings, procédures et checklists, annonces) ;
- gestion de la trajectoire (pilotage automatique et manuel) ;
- les connaissances théoriques et procédurales.

Pour la partie CRM ont été évalués :

- la conscience de la situation ;
- la capacité de communication ;
- le leadership et le travail en équipage ;
- la capacité de résolution de problème et les processus de décision ;
- la gestion de la charge de travail.

Application des procédures

Il est attendu que l'équipage identifie et applique les procédures de façon conforme aux procédures de l'exploitant, à la réglementation en vigueur, en faisant preuve des connaissances adéquates à chaque phase de vol.

Briefing arrivée

Le briefing arrivée est succinct et ne contient pas l'ensemble des éléments requis par le référentiel de la compagnie. Aucune gestion des menaces n'est formalisée au cours du vol. Le déroutement n'est pas évoqué et la distance d'atterrissage en piste 29 n'est pas réactualisée en vol. L'équipage n'avait pas conscience des marges disponibles.

Le commandant de bord a programmé le FMS lorsqu'ils ont commencé l'approche ILS 29. Cette approche n'a pas fait l'objet d'un briefing spécifique.

Check lists normales

Les check lists sont normalement effectuées. On note que les annonces « *standard* » de l'OPL sont effectuées en anglais, conformément au manuel d'exploitation. Celles du commandant de bord sont partiellement en français. En revanche, lors de la traversée de l'orage de grêle, les annonces « *vitesse* » « *assiette* » sont effectuées en français par le copilote

Perturbation par une tierce personne

La passagère est intervenue dans la définition de la stratégie. Le fonctionnement de l'équipage n'a pas été nominal. Le commandant de bord n'a pas veillé à ce que la présence de la troisième personne ne nuise pas au déroulement du vol comme il est prévu par le référentiel de l'exploitant.

Evitement d'une zone orageuse

L'équipage a envisagé une approche avec une distance d'évitement du CB non conforme aux consignes du manuel d'exploitation.

Gestion de la trajectoire

Il est attendu que l'équipage assure le contrôle de la trajectoire avec le niveau d'automatisme adéquat à la phase de vol.

L'approche est débutée avec les automatismes engagés. Le commandant de bord, PF, utilise le mode sélectionné pour gérer la vitesse. Lors de l'entrée dans l'orage de grêle, la réduction volontaire de la vitesse vers 138 kt par le PF diminue le niveau d'énergie de l'avion et réduit la marge en cas de phénomène de cisaillement de vent.

Dans la turbulence, le PF a choisi de maintenir les automatismes engagés. On observe 22 secondes entre le moment où l'assiette dépasse 10° et la reprise des commandes par le PF quand elle atteint 25°. Le PF ne semble pas avoir eu conscience de l'importance des déviations et du déclenchement des protections du domaine de vol en loi normale. Les corrections du PF ont été marginales (changement faible de la vitesse sélectionnée) et n'ont pas permis de corriger l'attitude de l'avion. Le copilote, PM, n'est pas intervenu pour reprendre les commandes.

La reprise des commandes par l'équipage est tardive. La politique d'automatisme de l'exploitant préconise de reprendre les commandes dès que la trajectoire de l'avion n'est pas celle attendue.

Lorsque l'avion est sorti de l'orage de grêle, le commandant de bord n'a pas réalisé qu'en raison du déclenchement de la protection, la poussée de l'ATHR était verrouillée en TOGA. Il a agi sur les manettes sans que cela ne produise l'effet escompté.

Connaissances

Le niveau de connaissance théorique de l'équipage est hétérogène. Cette hétérogénéité contribue à affaiblir les capacités de résolution de problème et entraîne des problèmes de communication.

Interprétation du radar météo

Le PF indique en entretien qu'il est parfois passé dans le rouge sans effet particulier sur le vol lors de vols précédents. En effet le radar météo détecte un taux de précipitation et non la nature du contaminant. Un écho rouge peut matérialiser à la fois de la pluie ou de la grêle. En revanche, la forme du CB et le dégradé de couleur sont caractéristiques. Aucune des personnes présentes dans le poste de pilotage ne mentionne ce risque de grêle.

Utilisation de l'autobrake en mode médium

Conformément aux consignes de l'exploitant, il était attendu que l'équipage utilise le mode MED de l'autobrake. Ce point a fait l'objet de divergences entre le commandant et le copilote. Le commandant a refusé d'utiliser ce mode pour des raisons non documentées et non comprises par le copilote.

Critères non techniques (CRM)

Conscience de la situation

Il est attendu que l'équipage perçoive et comprenne l'ensemble des informations pertinentes disponibles et anticipe raisonnablement les facteurs pouvant affecter la conduite du vol.

L'équipage a identifié que les masses nuageuses à proximité de l'aérodrome étaient des cumulonimbus à l'aide du radar météo de bord et des informations transmises par le contrôleur.

Aucune des personnes présentes dans le poste de pilotage n'a mentionné le risque de grêle ou de forts gradients de vent dans des masses nuageuses de ce type ni les distances minimum d'évitement en approche. L'équipage et la passagère souhaitaient passer entre deux masses nuageuses distantes de moins de 20 NM.

Le copilote et le commandant de bord n'avaient pas la même représentation de la situation. Le copilote estimait que rentrer dans la zone rouge identifiée sur le radar météo était dangereux alors que le commandant avait déjà connu des situations similaires et il estimait pouvoir atténuer le risque en étant en vue du sol et en passant sous les masses nuageuses.

Capacités de communication

Il est attendu que l'équipage fasse preuve d'une capacité de communication efficace, tant par oral, de façon non verbale et par écrit dans des situations normales et anormales. La seule écoute du CVR ne permet pas d'analyser les communications non verbales.

De manière générale, les nombreuses conversations techniques et extra professionnelles entre le copilote et la troisième personne en poste ont perturbé les communications entre les deux membres d'équipage. Ces communications bilatérales ont affecté la qualité de communication entre le commandant et le copilote et ont généré du stress pour le commandant de bord. Elles l'ont progressivement isolé.

Le projet d'action relatif à l'approche n'a pas été explicité en des termes suffisamment précis et argumentés dans un climat d'opposition. Ainsi aucun des deux membres d'équipage n'a réussi à convaincre l'autre.

Les échanges ont été nombreux mais ils manquaient d'efficacité.

L'isolement du commandant de bord dans la gestion du vol a tendu l'ambiance dans le poste de pilotage jusqu'à arriver à une opposition explicite entre le commandant de bord et les deux autres personnes présentes et la rupture de la communication.

Capacités de résolution de problèmes et prise de décision

Il est attendu que l'équipage identifie les risques, génère des options et résolve les problèmes, en utilisant un processus de décision adéquat.

L'équipage avait de réelles difficultés à résoudre les problèmes et à décider ensemble.

Les membres de l'équipage ne sont pas parvenus à comprendre leur processus décisionnel réciproque. En effet l'argumentation du copilote et de la passagère reposait sur un processus décisionnel normatif alors que celui du commandant de bord s'appuyait davantage sur l'expérience (naturaliste).

La recherche d'information supplémentaire qui aurait pu l'aider dans la prise de décision est inexistante (manipulation du radar, questionnement du contrôleur sur les conditions météorologiques).

Il n'y a pas d'évaluation des menaces et de définition de stratégie par rapport à celles-ci. La capacité de générer des options est faible.

Le processus de décision n'était pas efficace. L'équipage n'a pas décidé ensemble de la stratégie de contournement. Chacun est resté sur sa position. Le copilote, en charge des communications radio, a saisi l'ouverture que lui offrait le contrôleur pour imposer la trajectoire vers le sud. Le commandant de bord a été mis devant le fait accompli. Ainsi la décision n'était pas partagée.

Leadership et travail en équipage

Il est attendu que l'équipage fasse preuve d'un niveau de leadership équilibré, rendu possible par une communication efficace, une répartition des tâches claire, le partage d'objectifs et d'un projet d'action, et un retour (« feedback ») sur leurs actions réciproques.

La capacité de leadership du commandant de bord n'était pas suffisante lors du vol de l'événement. Le retard du commandant lors du premier vol de la journée, l'aléa en exploitation qu'il avait eu trois ans auparavant avec le copilote et l'intervention de la passagère ont probablement contribué à la dégradation de son leadership.

L'état d'esprit du copilote a dégradé ses capacités de soutien effectif envers le commandant lors du choix de la stratégie d'attente. Il n'a pas contribué à mettre le commandant de bord dans les conditions optimales pour qu'il prenne les meilleures décisions.

Il était attendu qu'en la circonstance, le commandant de bord, reste maître de la décision, et suffisamment assertif pour l'imposer.

Gestion de la charge de travail

Il est attendu que l'équipage gère les ressources de façon efficace en établissant des priorités et effectuant les actions au moment adéquat.

L'équipage a décidé d'effectuer l'approche rapidement après que le contrôleur lui a donné la liberté de décider du moment de l'approche. Celle-ci a été précipitée. La charge de travail de l'équipage a ainsi augmenté rapidement. Le PF a rentré tardivement l'approche ILS 29 dans le FMS. L'équipage n'était plus disponible pour vérifier les performances d'atterrissage, modifier la configuration et l'autobrake en conséquence.

Le commandant de bord aurait pu gérer cette augmentation de la charge de travail soit en demandant cette action directement à la passagère en précisant les hypothèses de calcul, soit en retardant l'approche afin de dégager du temps pour l'effectuer.

La passagère a réalisé cette vérification sans avoir été sollicitée par l'équipage. Le résultat n'a pas été pris en compte par le commandant de bord.

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

10 rue de Paris
Zone Sud - Bâtiment 153
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero