

RAPPORT D'ENQUETE



Accident survenu le 14 octobre 2017
à ABIDJAN, COTE D'IVOIRE
à l'Antonov An26 - 100
immatriculé ER-AVB,
exploité par VALAN ICC.

AVANT-PROPOS

Le Bureau des Enquêtes et Analyses des Accidents et incidents d'Aviation de Côte d'Ivoire (BEA) est l'organe permanent et indépendant, responsable des enquêtes techniques de sécurité sur les accidents et incidents graves de l'Aviation Civile survenus en Côte d'Ivoire.

En application des textes législatifs nationaux en vigueur, et conformément à l'Annexe 13 de la Convention relative à l'Aviation Civile Internationale, les enquêtes du BEA ont pour seul objectif de déterminer les circonstances et les causes des accidents, en vue de formuler des recommandations susceptibles de prévenir de futurs accidents et incidents, et ainsi renforcer la sécurité du transport aérien.

Le BEA n'est pas habilité à attribuer, ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Les recommandations de sécurité émises par le BEA ne constituent en aucun cas des présomptions de fautes ou de responsabilité.

Les heures indiquées dans le présent rapport sont en Temps Universel Cordonnée (UTC) qui correspond à l'heure locale en vigueur en Côte d'Ivoire.

Table des matières

AVANT-PROPOS.....	2
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	5
<i>Abréviations</i>	6
SYNOPSIS	9
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE	11
1.1 Déroulement du vol.....	11
1.2 Tués et blessés	16
1.3 Dommages à l'aéronef.....	16
1.4 Autres dommages.....	16
1.5 Renseignements sur le personnel	16
1.5.1 Equipage de conduite	16
1.5.1.1 Commandant de bord.....	16
1.5.1.2 Copilote.....	17
1.5.1.3 Mécanicien navigant	17
1.5.2 Personnel de contrôle aérien	18
1.6 Renseignements sur l'aéronef	18
1.6.1 Généralités.....	18
1.6.2 Cellule.....	19
1.6.3 Moteurs.....	19
1.6.4 Maintenance	20
1.6.5 Masse et centrage	21
1.7 Conditions météorologiques	21
1.7.1 Situation générale	21
1.7.2 Prévisions de zone (TAF)	21
1.7.3 Situation sur l'aérodrome (METAR).....	22
1.8 Aides à la navigation.....	24
1.8.1 Equipements de Radionavigation	24
1.8.2 Equipements Radar	24
1.9 Télécommunications	25
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	25
1.11 Enregistreurs de bord	26
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	29
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	30

1.14	Incendie.....	31
1.15	Questions relatives à la survie des occupants	31
1.16	Essais et recherches.....	32
1.16.1	Système d'avertissement de proximité du sol (EGPWS/TAWS)	32
1.16.2	Altimètres	38
1.16.3	VOR/ILS	39
1.17	Renseignements sur les organismes et la gestion	40
1.17.1	Informations générales	40
1.17.2	Formation équipage	41
1.17.3	Suivi des opérations	41
1.17.4	Spécifications opérationnelles du Manex.....	42
1.18	Renseignements supplémentaires.....	42
2.	ANALYSE.....	44
2.1	Généralités.....	44
2.2	Conduite du vol.....	45
2.3	Problème EGPWS/TAWS	47
2.4	Facteurs humains.....	48
3.	CONCLUSIONS.....	48
3.1	Faits établis par l'enquête	48
3.2	Causes de l'accident	50
4.	RECOMMANDATIONS DE SECURITE.....	50
	ANNEXE 1 : Approches VOR Z et RNAV de la piste 03 ABIDJAN	53
	ANNEXE 2 : Tracés Radar /CVR.....	55
	ANNEXE 3 : Tracés FDR.....	63

TABLE DES ILLUSTRATIONS

- Figure 1 : Trajectoire de l'approche finale du vol KONDOR 26(source FDR/CVR)*
- Figure 2 : L'Antonov An26-100 ER-AVB*
- Figure 3 : L'Antonov An26-100 ER-AVB, caractéristiques géométriques*
- Figure 4 : Tableau de bord de L'Antonov An26-100 ER-AVB*
- Figure 5 : EGPWS SANDEL ST-3400 de l'An-26 après l'accident*
- Figure 6 : Cartes mémoire de l'EGPWS*
- Figure 7 : Reconstitution des alertes visuelles FLTA enregistrées par l'EGPWS*
- Figure 8 : Profil de l'approche du vol KONDOR 26 sur l'aéroport d'Abidjan (EGPWS)*
- Figure 9 : Graphique de fonctionnement normal de l'EGPWS*
- Figure 10a : Profil de l'approche de l'ER-AVB sur l'aéroport de Ouagadougou*
- Figure 10b : Profil de l'approche de l'ER-AVB sur l'aéroport de GAO*
- Figure 11 : Unité de commande de l'EGPWS SANDEL ER-AVB*
- Figure 12 : Enregistreur des paramètres de vol de l'AN26 ER-AVB (FDR)*
- Figure 13 : Enregistreur des conversations de vol de l'An26 ER-AVB (CVR)*
- Figure 14 : Ouverture du FDR de l'AN-26 ER-AVB en laboratoire*
- Figure 15 : Ouverture du CVR de l'AN-26 ER-AVB en laboratoire*
- Figure 16 : Epave de l'Antonov An-26 ER-AVB*
- Figure 17 : Altimètre (ft) de l'An-26 ER-AVB*
- Figure 18 : Altimètre(m) de l'An-26 ER-AVB*
- Figure 19 : VOR/ILS droit de l'An-26 ER-AVB*
- Figure 20 : VOR/ILS gauche de l'An-26 ER-AVB*
- Figure 21 : Système satellitaire de suivi des vols de VALAN*
- Figure 22 : Extrait du Manex OM Part B*

Abréviations

AERIA	Société Aéroport d'Abidjan
AGL	Au-dessus du niveau du sol
AIP	Aéronautical Information Publication / Publication d'information aéronautique
APD	Altitude de prise de décision.
ASECNA	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar
ATC	Air Traffic Control / Contrôle de la circulation aérienne
ATPL	Airline Transport Pilot Licence / Licence de pilote de ligne
BEA	Bureau Enquêtes et Analyse des Accidents d'aviation de Côte d'Ivoire
BEA-E	Bureau Enquêtes Accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État- France
CAA	Civil Aviation Authority- Autorité de l'Aviation Civile
CAP	Circulation Aérienne Publique
CCR	Centre de Contrôle Régional
CFIT	Controlled Flight Into Terrain / Impact sans perte de contrôle
CI	Commandant de Bord-Instructeur
CRM	Cockpit Crew Ressource Management/Gestion des ressources en équipage
CVR	Cockpit Voice Recorder/Enregistreur de conversations de poste de pilotage
DA/H	Decision Altitude/Height – Altitude/hauteur de décision
DME	Distance Measuring Equipment / Equipement de mesure de distance
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System / Système d'avertisseur de proximité du sol amélioré
ELT	Emergency Locator Transmitter/Emetteur de localisation d'urgence
FDR	Flight Data Recorder / Enregistreur de données de vol
FFCI	Forces Françaises en Côte d'Ivoire
FHB	Félix Houphouët-Boigny
FIR	Flight Information Region/ Région d'information de vol
FL	Flight level / Niveau de vol
FLTA	Forward Looking Terrain avoidance/

ft	Feet / Pieds
GPS	Global Positioning System / Système mondial de localisation
HF	High Frequency / Haute Fréquence
HI	Haute Intensité
Hpa	Hectopascal
IFR	Instrument Flight Rules / Règles de vols aux instruments
ILS	Instrument Landing System / Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Instrument Meteorological Conditions/ Conditions météorologiques de vol aux instruments
IVOSEP	Ivoirienne de Sépulture
JAA	Joint Aviation Authority/ Autorités conjointes de l'Aviation
JAR	Joint Aviation Requirements/ règlements des Autorités conjointes de l'Aviation
KHz	Kilohertz
Kt	Knot / Nœud
MANEX	Manuel d'Exploitation de la Compagnie traduit en anglais par la compagnie /Operating Manuel (OM)
MB	Mécanicien de Bord Navigant
MDA/H	Minimum Descent Atitude /Height Altitude/hauteur Minimale de Descente
METAR	Aerodrome routine meteorological report/ Message d'observation météorologique régulière d'aérodrome
MSL	Mean Sea Level / niveau moyen de la mer
NBAAI	National bureau of Air Accident Investigation / Organisme d'enquête Ukrainien
NM	Nautical Miles / Mille marin
NOTAM	Notice to Airmen/ Avis aux navigateurs aériens
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
PAPI	Precision Approach Path Indicator / Indicateur de pente d'approche
PCE AERIA	Poste Coordination Assistance en Escale d'AERIA
PF	Pilot Flying / Pilote aux commandes (en fonction)
PNF	Pilot Non Flying / Pilote non en fonction
PPL	Private Pilot License / Licence de Pilote Privé
QFE	Pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome
QFU	Orientation magnétique de la piste
QNH	Calage altimétrique faisant indiquer au sol l'altitude de l'aérodrome
RNAV	Area Navigation /Navigation de surface
RVR	Runway Visual Range/ Portée visuelle de piste

SLI	Unité de Sauvetage et Lutte contre l'Incendie
SOP	Standard Operations Procedures / Procédures d'opérations standard
SPECI	Informations météorologiques spéciales
TAF	Terminal Aerodrome Forecast / Prévion d'aérodrome
TAWS	Terrain Awareness and Warning System/Système avertisseur de proximité de sol
TCAS	Traffic Alert And Collision Avoidance System/ Système d'alerte de trafic et anticollision embarqué
TRI	Type Rating Instructor / Qualification instructeur de type
UTC	Universal Time Coordinated/ Temps universel coordonné
VHF	Very High Frequency / Très haute fréquence
VMC	Visual Meteorological Conditions / Conditions météorologiques de vol à vue
VOR	Radiophare omnidirectionnel VHF
WSW	Windshear Warning / Alerte de cisaillement de vent

SYNOPSIS

A l'atterrissage, collision avec la mer sans perte de contrôle (CFIT)

Date et heure de l'accident :

14 octobre 2017 aux environs de 08h23
UTC

Lieu de l'accident :

Au point 05°14'29''N – 003°56'03''W
En bordure de mer sur l'axe d'approche
finale de la piste 03 de l'aéroport FHB
d'Abidjan

Nature du vol :

Vol spécial de l'Armée française
transport de fret avec accompagnateurs

Aéronef :

Antonov An-26-100
N° série : 3204
Immatriculation : ER-AVB

Exploitant :

VALAN International Cargo Charter.
Nationalité : Moldave

Affréteur :

Forces Armées Françaises

Personnes à bord : 10

Équipage technique : 03
Passagers : 07

Le samedi 14 octobre 2017, l'avion de type ANTONOV An26, exploité par la compagnie Charter Cargo VALAN ICC, immatriculé ER-AVB, effectuant le vol KONDOR 26 de transport de militaires et de fret des Forces Françaises, décolle de Ouagadougou (Burkina Faso) à 05h58, à destination d'Abidjan (Côte d'Ivoire), pour un atterrissage estimé à 08h04.

A 06H43, l'avion pénètre l'espace aérien d'Abidjan par le point BIGOM. Il évolue normalement sous couverture Radar, et après avoir reçu du Centre de Contrôle Régional (CCR) les dernières informations météorologiques, il effectue sa descente sans signaler de difficultés. Transféré à la Tour de contrôle à 08H04, il est autorisé pour une procédure d'approche VOR Z piste 03.

A 08h20, il reçoit l'autorisation d'atterrissage de la Tour de contrôle d'Abidjan et en accuse réception, sans signaler de problème. A 08h23, l'avion disparaît des écrans radar. Plus aucun contact radio n'a pu être obtenu. Vers 08h50, l'épave de l'avion est repérée en bordure de mer. Au moment de l'accident, les conditions météorologiques étaient très mauvaises à Abidjan, avec des pluies orageuses.

Organisation de l'enquête

Le samedi 14 octobre 2017, aux environs de 08H40, le BEA a été informé par le Poste Coordination Assistance en Escale de l'aéroport d'Abidjan (PCE AERIA) de la disparition d'un avion Antonov affrété par l'Armée française, en provenance de Ouagadougou, qui a disparu des écrans radar à 08H23.

Après avoir eu la confirmation de l'accident de l'Antonov en bordure de mer, dans la zone voisine de l'aéroport d'Abidjan, et en raison de la nature civile de l'avion, de l'exploitant et de l'équipage, le BEA de Côte d'Ivoire, en tant qu'autorité d'enquête de l'Etat d'occurrence, a ouvert une enquête technique de sécurité, conformément à l'Annexe 13 de l'OACI et au Code de l'Aviation Civile de Côte d'Ivoire.

Une équipe du BEA constituée d'un ingénieur et d'un médecin aéronautique, s'est rendue sur les lieux de l'accident, où les secours avaient déjà été portés aux survivants. Ils ont reçu des soins sur place, avant d'être évacués vers le service médical des Forces Françaises en Côte d'Ivoire (FFCI), situé dans la zone aéroportuaire. Le repêchage des corps des personnes décédées s'est achevé vers 11h00. L'enlèvement des corps a été fait par la société funéraire IVOSEP. Les identifications et les autopsies ont été réalisées par l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan.

L'opération de récupération des morceaux de l'épave de l'eau et leur transfert dans un hangar de la Base Aérienne d'Abidjan (BAA) situé sur l'aéroport, a démarré le jour même et s'est achevé le lendemain 15 octobre 2017, aux environs de 17h00. La surveillance de la zone de l'accident s'est poursuivie pendant une semaine.

En application des dispositions de l'annexe 13, le BEA a adressé une notification aux autorités des Etats d'immatriculation et de l'exploitant (la Moldavie), de construction (l'Ukraine) et de l'affrèteur (France). Ces Etats ont désigné des représentants accrédités qui ont été associés à l'équipe d'enquête constituée par le BEA de Côte d'Ivoire.

Les enregistreurs de données (FDR) et de conversations (CVR) ont été prélevés de l'avion le 16 octobre 2017. Les jours suivants, un certain nombre d'équipements avioniques utiles à l'enquête ont été prélevés de l'épave, pour expertise. Des recherches sous-marines ont été effectuées du 08 au 14 novembre 2017, sans que des pièces significatives aient été retrouvées, notamment l'hélice du moteur gauche, les GPS et le téléphone portable d'un passager qui a déclaré avoir filmé l'approche avant l'impact.

L'équipe d'enquête du BEA a travaillé en coopération avec le BEA-E Français, les autorités aéronautiques Moldaves, les autorités d'enquêtes Ukrainiennes et la compagnie aérienne Valan.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroutement du vol

Le vendredi 13 octobre 2017, l'Antonov An26-100 immatriculé ER-AVB exploité par la compagnie VALAN ICC, et affrété par l'armée française dans le cadre de l'Opération BARKHANE au Sahel est préparé pour effectuer le vol KONDOR 26, dont le départ est prévu pour 08h00, de l'aéroport International de Ouagadougou à destination de l'Aéroport International FHB d'Abidjan.

Il s'agit d'un vol aller et retour non régulier de transport de militaires et de fret non sensible hors service (climatiseurs) à déposer à la base militaire d'Abidjan, contre récupération de fret en état de marche, pour la Base de Ouagadougou.

Le plein de carburant est effectué et le fret arrimé à l'arrière de l'avion. Avant la mise en route, en raison de l'absence de l'autorisation de survol et d'atterrissage non encore reçue d'Abidjan le vol est reporté au lendemain samedi 14 octobre à 06h00, les procédures d'autorisation de survol pour les vols militaires étant plus longues. L'équipage est retourné se reposer jusqu'au lendemain. Les autorisations ont été reçues le vendredi 13 octobre 2017 aux environs de 14h00.

Le samedi 14 octobre 2017 à 05H57mn, l'Antonov 26-100 immatriculé ER-AVB, décolle de l'aéroport de Ouagadougou, en régime de vol aux instruments (IFR) à destination de l'Aéroport d'Abidjan, sous l'indicatif de vol KONDOR 26. L'avion transporte au total dix (10) personnes dont trois (3) membres d'équipage de conduite Moldaves et sept passagers composés de trois (3) accompagnateurs techniques Moldaves, trois militaires et un civil (le flight manager de la société d'affrètement) Français.

L'équipage de conduite est composé du Commandant de bord, pilote instructeur non en fonction (PNF) assis en place droite, du Copilote, pilote en fonction (PF) assis en place gauche et d'un Mécanicien-Navigant (MB). Le PNF assure les communications radiophoniques et le PF est en instruction commandant de bord. Le reste de l'équipe technique, présent sur la plupart des vols, est constitué d'un ingénieur systèmes chargé de la maintenance en ligne, d'un technicien motoriste, et d'un technicien fret (loadmaster).

Le décollage et le vol de croisière se déroulent sans incident selon le plan de vol.

A 06H43, l'équipage du vol KONDOR26 contacte le Centre de Contrôle Régional (CCR), en pénétrant l'espace d'Abidjan via le point BIGOM au FL160. Il indique que son code transpondeur est 4617, il estime le point GUPEX à 07H30 mn et prévoit l'atterrissage à Abidjan à 08H15mn. Le contrôleur lui communique le nouveau code transpondeur 5013 à afficher, l'instruit de maintenir le FL160 et lui demande de rappeler passant le point GUPEX.

A 07H30, l'équipage se signale au point GUPLEX, au FL160 et demande les dernières informations météorologiques. Le contrôleur lui dit qu'il le rappelle.

A 07H40, l'équipage demande à nouveau les dernières informations météorologiques. Le contrôleur lui annonce un vent de 270° pour 07kt et une visibilité de 4000m. Il lui indique que la piste en service est la 21, le QNH 1012 et l'invite à rappeler pour la descente.

A la position 117 NM sur la radiale 016, l'équipage effectue son briefing avant descente pour une approche ILS 21. Le MB annonce une réserve de carburant pour 02h30 et le PF annonce l'introduction des minima 60/600 de la piste 21, en cas d'approche interrompue. A la demande du PNF, le PF confirme que l'ILS n'a pas été testé en vol, mais qu'il fonctionnait bien au sol. Le PNF décide d'une approche RNAV. Le reste du briefing se déroule normalement avec de l'instruction par le PNF.

Vers 07h47mn : le PNF annonce 93 Miles (MN) sur la radiale 016 et signale que le VOR ne capte rien de son côté et se pose des questions sur le fonctionnement de l'équipement au sol et sur la bonne fréquence sélectionnée (114,3). Le MB signale à son tour que le télémètre ne fonctionne pas, puis, il annonce l'altitude de transition à 2700 ft.

A 07 h 55, l'équipage demande la descente. Le CCR l'autorise à l'approche pour une procédure ILS Z piste 21, l'instruit de descendre à 2700 ft, QNH 1013 dans les 25 NM et l'invite à rappeler passant FL50. Le PNF confirme les instructions du CCR. Le CCR répète à deux reprises à l'équipage que l'altitude autorisée est 2700 ft et celui-ci collationne l'information. Le CCR informe l'équipage que la piste est mouillée et l'équipage en accuse réception. Il s'en suit un certain nombre d'instructions données par le PNF suivies de confirmations par le PF.

A 07H59, le CCR rappelle l'équipage pour l'informer que la procédure en service est maintenant VOR Z piste 21 avant de corriger aussitôt qu'il s'agit plutôt de la procédure VOR Z piste 03. Le PNF collationne la correction VOR Z piste 03 communiquée par le CCR, qui lui demande de répéter. Ce que fait le PNF. A cet instant, l'avion se trouve à 43,2 NM, radial 017.

A08H02, le CCR communique à l'équipage les nouvelles informations météorologiques SPECI de 08H00 : piste 03 en service, procédure VOR piste 03, vent 40°, 12kt, visibilité 4000m, faible pluie, nuages épars à 150m et à 330m, quelques cumulonimbus à 600m, QNH 1013. Tendances visibilité 2500m avec pluie orageuse modérée. Le contrôleur insiste « piste 03, piste 03 ». Collationné par l'équipage.

A la position 30,6NM, Radial 015, un nouveau briefing est fait par l'équipage, incluant la procédure de remise de gaz VOR Z piste 03, sans annonce (non enregistré par le CVR) de l'actualisation des minima. Des instructions et des ordres sont donnés par le PNF, pendant la check-list.

A 08H04, le CCR informe l'équipage que la direction du vent est maintenant du 060° pour 13kt et lui demande s'il est capable d'utiliser à nouveau la piste 21. L'avion est à 24,9 NM sur la radiale 012. L'équipage répond qu'il maintient la procédure VOR Z piste 03. Le CCR

en accuse réception et lui demande de contacter la Tour de contrôle d'Abidjan sur la fréquence 118.1 MHz.

A 08H05, passant FL50, l'équipage du vol KONDOR26 contacte la Tour et l'informe qu'il est en descente vers la piste 03. Le contrôleur de Tour l'autorise à descendre à 2200 ft, QNH 1013, pour une procédure VOR Z piste 03 et est invité à rappeler passant le point TUTEL. Informations collationnées par l'équipage. Il s'en suit une discussion entre le PNF et le PF sur la procédure de l'approche à TUTEL via GALES puis un certain nombre d'instructions du PNF au PF sur le régime moteur et le cap, avec quelques interventions du MB sur l'altitude.

Le PNF constate qu'il ne reçoit toujours pas le VOR sur la fréquence 114.3 MHz, ce que confirme le MB.

Aux environs de 08H10, à 2200 ft l'équipage effectue la check-list avant atterrissage. A la question du MB « *Radioaltimètre sur DA ?* » Les pilotes répondent « *DA positionné à 60 partout* ». (Les minima de l'approche ILS piste21)

Pendant toute la procédure d'approche pour rejoindre TUTEL, le PNF intercale les instructions et les ordres par des commentaires sur la météo : « *mauvais temps ! Nuages... On nous donnait 900m On voit la terre..... Des nuages... Près de 400m et pas plus Et il pleut en plus... On est en pleine M.... Des bateaux... c'est dégagé ici, maintenant nous allons retourner dans ces mauvaises conditions...* ».

A 08H16, la Tour communique à l'équipage le QNH 1014 et lui demande de rappeler en finale piste 03, collationné par l'équipage. Le PNF constate « qu'il fait beau ici » et donne l'ordre au PF d'effectuer le virage pour s'aligner sur l'axe de piste. Une (01) minute plus tard, le PNF confirme que l'avion est bien aligné et donne l'ordre de se préparer à l'atterrissage. Les trains d'atterrissage sont sortis et les volets positionnés sur 15, régime moteur 40.

A la position 11,1NM radial 211, le PNF donne l'instruction de « *travailler maintenant avec le GPS* ».

A 08H18, l'équipage informe la Tour qu'il passe TUTEL à 2200 ft. Le contrôleur l'invite à rappeler passant 7NM en finale, et l'informe que la piste est mouillée.

A 08H20, l'équipage indique à la Tour qu'il passe 7 NM et est autorisé à l'atterrissage piste 03 par le contrôleur qui lui communique un vent du 040°/10kt. Collationné par l'équipage.

Au même moment, un avion B737-400 d'Air Ghana prêt à décoller, est autorisé à rouler pour le point d'attente.

Dans le cadre de l'instruction, le PNF donne de nombreux ordres fermes relatifs au régime moteur, à la vitesse et à la stabilisation de l'avion, avec peu de réactions verbales du PF (enregistrées par le CVR). Sur ordre du PNF, les volets sont positionnés sur 30, les phares sont allumés et les essuie-glaces mis en marche en mode rapide. Le PNF note que la vitesse verticale est élevée et le régime 20 faible.

A 08H21'38'' : la Tour demande à l'équipage s'il a besoin des feux de piste. L'équipage répond rapidement « Affirm », car très occupé par le contrôle du pilotage. La Tour allume les feux de bord de piste à la brillance 4/5 et augmente les feux du PAPI piste 03 de la brillance 2/3, à la brillance maximale 3/3.

Le PNF continue de donner des instructions de descente : Régime 34 vitesse 220, Régime 24 vitesse 230, Régime 20 vitesse 245, vitesse 200. (Les vitesses annoncées sont en km/h).

A 08H22'50'', l'alarme sonore du Radio altimètre (RA) est déclenchée. Le MB annonce : « DA » (Altitude de décision). Le PNF décide : « Atterrissons ». L'alarme du radio altimètre continue à sonner. Le MB annonce les vitesses : « 230, 230, 220 ». Le PNF ordonne : régime 30, MB : 30.

Environ 10 secondes après le déclenchement du signal RA, le commandant s'écrie : « P... »
02 secondes plus tard, on entend « frein » puis des cris dans la cabine. L'avion était entré en collision avec la mer.

A 08h23mn : la piste radar de KONDOR26 disparaît de l'écran à 2,7 NM du VOR en finale piste 03 à 100 pieds.

De 08h24mn à 08h29mn : la Tour appelle KONDOR 26 sans réponse.

A 08h24mn : la Tour informe le SLI au téléphone qu'elle est sans nouvelle d'un aéronef autorisé à l'atterrissage en piste 03 et lui demande d'envoyer des secours inspecter le seuil de piste 03 et ses abords.

La Tour demande à Air Ghana GHN110, qui était au point d'arrêt ALPHA, s'il aperçoit l'AN26 de KONDOR26 en finale piste 03. GHN110 lui répond par la négative.

A 08h25, l'équipage de GHN110 informe la Tour qu'il reçoit l'émission d'une balise de détresse sur la fréquence d'urgence 121,5 MHz.

A 08H26, la Tour informe l'Assistance Locale de la disparition des écrans radar de KONDOR26 et lui demande d'activer le diagramme d'alerte.

La Tour informe le PCE AERIA de la disparition de KONDOR26 en finale piste 03 et lui demande de déployer tous les moyens disponibles.

Le SLI effectue la sortie successive des véhicules incendie (S21, S19, S17 et S18) de la caserne pour des opérations de recherche aux abords du seuil de piste 03 et sur toute la longueur de la piste.

A 08H27, la Tour de contrôle actionne la sirène d'alerte et l'Assistance Locale active le diagramme d'alerte.

A 08H50, le PCE AERIA informe la Tour que le Bureau d'Information d'AERIA a reçu un appel de la Police, lui indiquant qu'un avion avait « amerri ».

A 09H 03, l'équipage du véhicule S20 appelle la Tour de contrôle pour l'informer du repérage de l'épave de l'avion en bordure de mer dans l'axe de la piste 03.

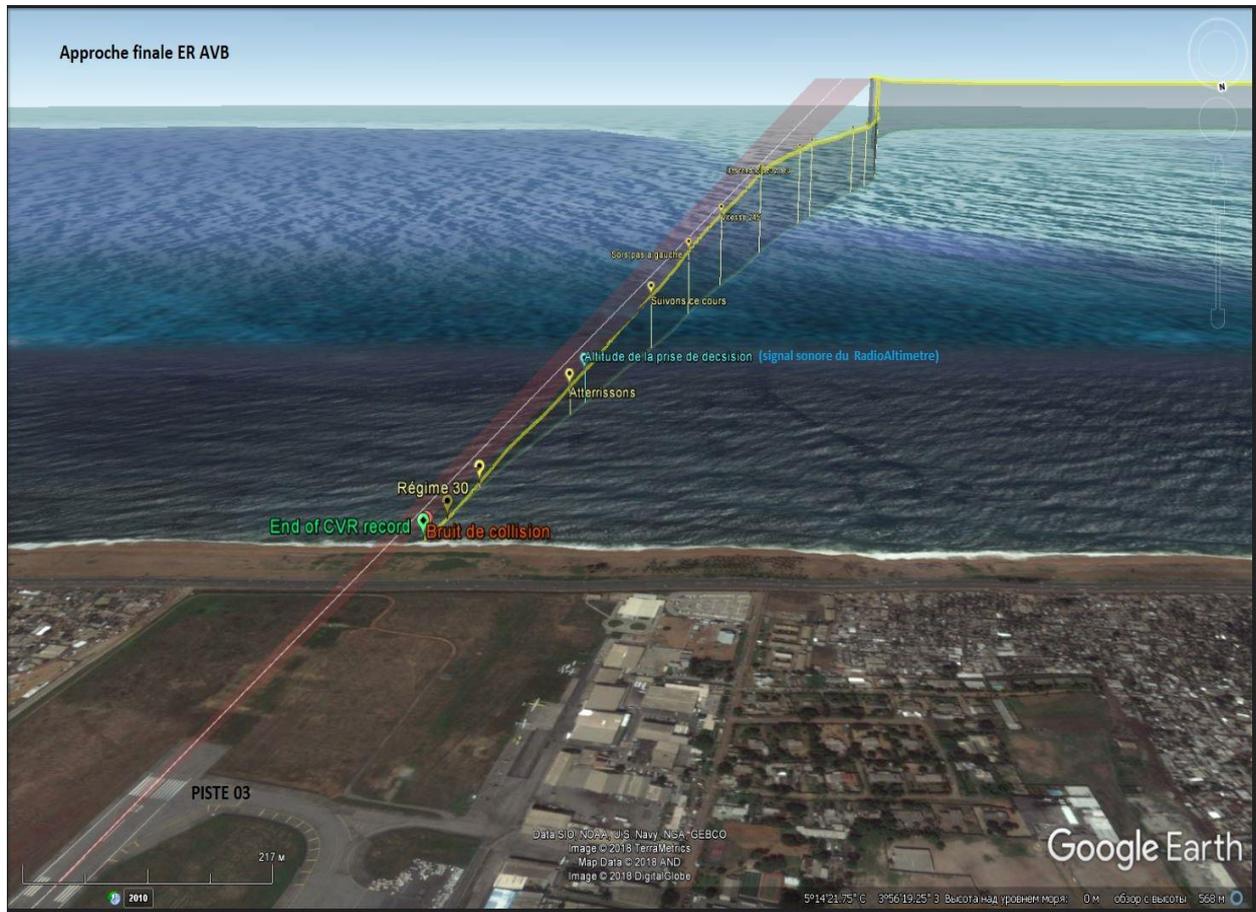


Figure 1 : Trajectoire de l'approche finale du vol KONDOR 26 (source FDR/CVR)

1.2 Tués et blessés

BLESSURES	Membres d'équipage	Passagers	Autres Personnes	Total
Mortelles	03	01	-	04
Graves	-	03	-	03
Légères/Aucune	-	03	-	03
TOTAL	03	07	-	10

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion est détruit.

1.4 Autres dommages

Sans objet

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage de conduite

Tout le personnel de la compagnie moldave (équipage de conduite et ingénieurs non navigants) était basé à Ouagadougou dans une villa à proximité de l'aéroport, depuis trois mois et demie. Il effectuait, par rotation de 3 à 6 mois environ, des vols au bénéfice des Forces Françaises dans le cadre de l'opération BARKHANE dans la région du Sahel (Burkina-Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Tchad). L'équipage, tel que constitué, effectuait des missions régulièrement depuis plus de 2ans, à l'exception du copilote qui avait été changé quelques semaines avant l'accident.

Cependant, pour l'ensemble de l'équipage et les accompagnateurs techniques, c'était leur premier vol sur l'aéroport d'Abidjan. Le transport de matériel était habituellement routier entre Abidjan et Ouagadougou, mais il était semble-t-il urgent de disposer du matériel non sensible pour du personnel qui arrivait en grand nombre à la base de Ouagadougou.

1.5.1.1 Commandant de bord

Homme 63 ans

- Ecole d'aviation en 1973 – pilotage Antonov 2 (URSS) ;
- Ecole de pilotage de Kirovograd en 1978 An24/26 (URSS) ;

- Dernière visite médicale effectuée le 23/06/2017 ;
- Qualification sur AN-26 jusqu'au 14/09/2018 minimum catégorie I ;
- Qualification instructeur TRI(A) sur An26
- Dernier test de qualification sur An-26 effectué le 15/06/2017
- Licence pilote de ligne ATPL (A) valide jusqu'au 14/09/2020 ;
- Heures de vol :
- Totales : 23 766 heures ;
- Sur AN-26 : 10 133 heures ;
- Sur AN-26 en tant que CDB : 9 550 heures ;
- Heures de vol du dernier mois : 47 h 15 mn ;
- Heures de vol des 3 derniers jours : 2 h 47 mn.

Le CDB travaillait pour VALANICC depuis 2004. Selon les informations recueillies, il avait une grande expérience (d'au moins 30 ans) des aéroports africains et c'était sa dernière mission, car il avait prévu prendre sa retraite fin décembre 2017.

1.5.1.2 Copilote

Homme 30 ans

- Ecole de pilotage de Kirovograd en 2009 ; AN 24/26 (URSS) ;
 - Dernière visite médicale effectuée le 14/09/2017 ;
 - Qualification sur AN-26 jusqu'au 16/08/2018 minimum catégorie I ;
 - Dernier test de qualification sur An-26 effectué le 16/08/2017 ;
 - Licence ATPL (A) valide jusqu'au 16/08/2022 ;
 - Heures de vol :
 - Totales : 2 250 heures ;
 - Sur AN-26 : 2 080 heures ;
 - Heures de vol du dernier mois : 37 h 50 mn ;
 - Heures de vol des 3 derniers jours : 2 h 47 mn ;
- Le pilote travaillait pour VALAN depuis 2010.

1.5.1.3 Mécanicien navigant

Homme 61 ans

- Etudes : Institut national de l'Aviation civile de Kiev en 1980 sur Tupolev 154 ;
- Formation sur AN-26 au Centre d'instruction Aéronautique en 2015 ;
- Dernière visite médicale effectuée le 05/01/2017 ;
- Qualification sur An-26 jusqu'au 16/12/2017 minimum catégorie I ;
- Dernier test de qualification sur AN-26 effectué le 14/06/2017 TRE (E).
- Certification FE jusqu'au 23/10/2019 ;

Heures de vol :

- Totales : 9 200 heures ;
- Sur AN-26 : 310 heures ;
- Heures de vol du dernier mois : 47 h 15 mn ;
- Heures de vol des 3 derniers jours : 2 h 47mn.

Le Mécanicien navigant travaillait pour VALAN depuis 2015

Après la Pause précédent cette nouvelle mission, tous les membres de l'équipage de conduite avaient suivi un entraînement conformément au RAC OPS 1.970 (Récente expérience, Route et Aérodrome compétence). L'entraînement et la préparation à la reprise des vols se sont déroulés du 06/06/2017 au 09/06/2017, ainsi qu'à la veille du départ pour Ouagadougou. Vérification et supervision de l'entraînement le 09/06/2017, TRE (A) (M PINZAR.).

1.5.2 Personnel de contrôle aérien

Le Centre de Contrôle Régional (CCR) a géré le vol, de 06H43 à 08H04, durant toute la phase en route et une partie de la phase d'approche. A la suite du CCR, la Tour de contrôle a géré le vol de 08H05 à 08H22, heure du dernier contact radio.

Les contrôleurs d'approche et de la Tour en service au moment de l'accident, détenaient les licences valides, les qualifications nécessaires et étaient aptes médicalement à fournir le service.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités



Figure 2 : L'Antonov 26-100 ER AVB sur l'aéroport de Chisinau en Moldavie

L'Antonov 26-100 est un bi turbopropulseur moyen-courrier soviétique, construit dans les usines de Kiev (Ukraine) entre 1968 et 1985. L'Antonov An26-100 de numéro de série 3204 a été mis en service en 1975, et immatriculé ER-AVB en Moldavie. Il est exploité par la

compagnie moldave Valan ICC depuis Octobre 2005. Il a été affrété par la société Pégase Airdrop Logistics International pour le compte des forces françaises dans le sahel.

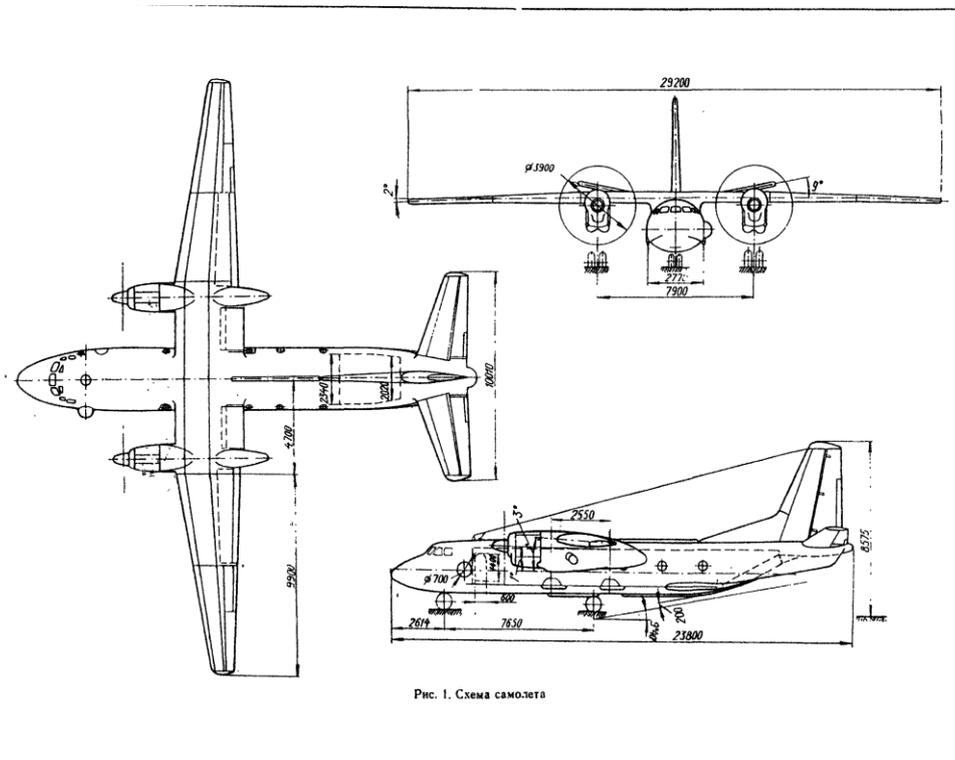


Figure 3 : L'Antonov 26-100 ER AVB, caractéristiques géométriques

1.6.2 Cellule

Constructeur	Antonov
Type et modèle	AN-26- 100 CARGO-PASSAGER
Numéro de série	3204
Immatriculation	ER-AVB
Mise en service	30 Septembre 1975
Certificat de navigabilité	N° MN-1010 du 20 avril 2017 délivré par la CAA de Moldavie, valide jusqu'au 20 avril 2018

1.6.3 Moteurs

Turbopropulseur IVCHENKO AI-24T/V	Moteur n° 1	Moteur n° 2
Numéro de série	H4811BT041	H432BT031
Date d'installation	19.06.2017	17.01.2017
Temps total de fonctionnement Total running time TSN	4 768-30 H 4 756cycles	5 090-01H 1 581cycles
Type de carburant utilisé	JET A-1	

1.6.4 Maintenance

L'avion est entretenu par VALAN ICC conformément à un programme d'entretien approuvé par la CAA Moldave, basé sur les normes et pratiques recommandées de l'OACI et de la JAA Européenne. Les opérations de maintenance avion sont certifiées JAR 145, certificat délivré le 17 novembre 2016, valide jusqu'au 20 novembre 2018.

Basé à l'aéroport de Ouagadougou, les grandes visites se faisaient en Moldavie (la dernière a eu lieu le 20 juin 2017). L'avion effectuait des rotations de 1 à 5 vols maximum par semaine. La maintenance en ligne était assurée par l'équipe des accompagnateurs techniques (systèmes, motoriste et loadmaster), basée à Ouagadougou. Les moteurs faisaient l'objet d'un suivi journalier et le relevé des heures/données utiles étaient scannés et envoyés vers la compagnie. Aucune anomalie significative n'avait été signalée.

Le cockpit de l'avion était équipé notamment de :

- 2 altimètres + 1 radioaltimètre (en ft) à droite et 1 radioaltimètre (en m) à gauche, avec un système d'alerte sonore et visuel.
- 1 TCAS-II processor TPU-67B soft 7.1;
- 1EGPWS/TAWS Sandel ST-3400 ;
- 1 radar météo ;
- 2 VOR/ILS ;
- 2 GPS Garmin 496 PIC (gauche) /295 (droite) ;
- 1 GPS KLN-90B BENDIX.

Ces équipements étaient signalés en bon état de fonctionnement lors de la visite pré-vol et pendant le vol. Les GPS n'ont pas été retrouvés.



Figure 4 : Tableau de bord de l'Antonov An26 ER-AVB.

1.6.5 Masse et centrage

Le fret était constitué de 3 climatiseurs hors service d'un poids total de 730 kgs. L'avion transportait 10 passagers pour une capacité d'emport de 22 passagers et peu de bagages personnels (environ 40 kgs). Quelques sièges avaient été retirés à l'arrière pour y installer les climatiseurs. Le plein de carburant avait été effectué pour 02h30 de vol et les réserves nécessaires pour une attente en vol.

La masse estimée au décollage était de 22 640 Kg pour une masse maximale au décollage de 24 500 kg.

La masse et le centrage étaient à l'intérieur des limites opérationnelles prescrites par le constructeur.

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Situation générale

Les conditions météorologiques dans la zone d'Abidjan étaient caractérisées par un vent faible à modéré devenant fort à partir de 08h00UTC et une visibilité variant entre 9000 mètres et 2700 mètres. Des pluies orageuses modérées sous un ciel couvert. Les nuages occupaient 8/8 de la voute céleste avec présence de cumulonimbus.

1.7.2 Prévisions de zone (TAF)

Les messages d'observations météorologiques dans la zone d'Abidjan, dès le 13 octobre 2017 fournis par le centre météorologique de l'ASECNA et disponibles lors de la préparation du vol au départ de l'aéroport de Ouagadougou étaient les suivants :

TAF DIAP 132300Z 1400/1506 22008KT 9999 SCT012 PROB30 TEMPO 1402/1408 4000 TSRA BKN010 FEW020CB OVC030 BECMG 1410/1412 BKN012 PROB30 TEMPO 1417/1423 4000 TSRA BKN010 FEW020CB OVC030=

TAF COR DIAP 140500Z 1406/1512 22008KT 8000 SCT012 BKN040 PROB30 TEMPO 1406/1412 4000 TSRA BKN008 FEW020CB OVC030 BECMG 1412/1414 BKN012 PROB30 TEMPO 1417/1423 4000 TSRA BKN010 FEW020CB OVC030=

Aucun message d'avertissement (**AD WRNG** et **WS WRNG**) n'a été rédigé durant la période.

1.7.3 Situation sur l'aérodrome (METAR)

La Prévision (PREVI) et la Veille Météorologique d'Aérodrome (VMA) de l'ASECNA ont produit et diffusé à temps, vers les organismes de la circulation aérienne, les messages météorologiques en fonction de l'évolution du temps, incluant l'ensemble des phénomènes météorologiques observés et toutes les tendances à prendre en compte.

Les messages d'observations météorologiques régulières en surface publiés par le Centre Météorologique d'Aérodrome (CMA) de l'ASECNA indiquent que les conditions météorologiques sur l'Aéroport d'Abidjan et dans les zones environnantes le 14 octobre 2017 de 06H00 UTC à 09H00 UTC étaient les suivantes :

MET REPORT DE 06H 00mn

Vent : 200° /08kt

Visibilité : 9000m

Temps présent : Néant

Nuages : 4/8 à 1100 pieds ; 8/8 à 4000 pieds

Températures : 26°C. Point de rosée : 24°C

Pression QNH : 1011Hpa, pression QFE : 1011Hpa

Tendance : temporairement entre 06H00 et 08H00, la visibilité sera de 4000m avec de la pluie modérée.

MET REPORT DE 06H30mn

Vent : 210° / 07 kt

Visibilité : 9000m

Temps présent : Néant

Nuages : 4/8 à 1100 pieds ; 8/8 à 4000 pieds

Températures : 26°C. Point de rosée : 24°C

Pression QNH : 1012 Hpa, pression QFE : 1011Hpa

Tendance : temporairement entre 06H30 et 08H30 la visibilité sera de 4000m avec de la pluie modérée.

MET REPORT DE 07H 00 mn

Vent : VRB / 05 kt

Visibilité : 7000m

Temps présent : Néant

Nuages : 4/8 à 1100 pieds ; 8/8 à 4000 pieds

Températures : 26°C. Point de rosée : 25°C

Pression QNH : 1012 Hpa, pression QFE : 1011 Hpa

Tendance : temporairement entre 07H00 et 09H00 la visibilité sera de 4000m avec de la pluie modérée

MET REPORT DE 07H 30 mn

Vent : Variable entre 050° et 140° / 02 kt

Visibilité : 6000m

Temps présent : Néant

Nuages : 4/8 à 1100 pieds ; 8/8 à 3000 pieds

Températures : 26°C. Point de rosée : 25°C
Pression QNH : 1013 Hpa, pression QFE : 1012Hpa
Tendance : temporairement entre 07H30 et 09H30 la visibilité sera de 4000m avec de la pluie modérée.

SPECIAL DE 07H36mn

Vent : VRB/06kt
Visibilité : 4000m
Temps présent : Pluie faible
Nuages : 4/8 à 1100 pieds ; 8/8 à 3000 pieds
Températures : 25°C. Point de rosée : 24°C
Pression QNH : 1013 Hpa, pression QFE : 1012Hpa
Tendance : temporairement entre 07H36 et 09H36 la visibilité sera de 2500m avec de la pluie modérée

MET REPORT DE 08H00 mn

Vent : 060° /16kt
Visibilité : 4000m
Temps présent : Pluie faible
Nuages : 4/8 à 500 pieds ; 4/8 à 1100 pieds ; 2/8 de Cumulonimbus à 2000 pieds ; 8/8 à 3000 pieds
Températures : 24°C. Point de rosée : 22°C
Pression QNH : 1013 Hpa, pression QFE : 1013Hpa
Tendance : temporairement entre 08H00 et 10H00 la visibilité sera de 2500m avec de la pluie orageuse modérée.

SPECIAL DE 08H03mn

Vent : 060° / 14kt
Visibilité : 4000m
Temps présent : Faible pluie orageuse
Nuages 4/8 à 500 pieds ; 4/8 à 1100 pieds ; 2/8 de Cumulonimbus à 2000 pieds ; 8/8 à 3000 pieds
Températures : 24°C. Point de rosée : 22°C
Pression QNH : 1013 Hpa, pression QFE : 1013Hpa
Remarque : Cumulonimbus secteur Nord
Tendance : temporairement entre 08H03 et 10H03 la visibilité sera de 2500m avec de la pluie orageuse modérée.

MET REPORT DE 08H30 mn

Vent : 070° / 11kt
Visibilité : 4000m
Temps présent : Faible pluie orageuse
Nuages 4/8 à 500 pieds ; 4/8 à 1100 pieds ; 2/8 de Cumulonimbus à 2000 pieds ; 8/8 à 3000 pieds
Températures : 23°C. Point de rosée : 22°C
Pression QNH : 1014 Hpa, pression QFE : 1013Hpa
Remarque : Cumulonimbus secteur Nord
Tendance : temporairement entre 08H30 et 10H30 la visibilité sera de 2500m avec de la pluie orageuse modérée.

SPECIAL DE 08H38mn

Vent : 020° / 11kt

Visibilité : 2700m

Temps présent : pluie orageuse modérée

Nuages : 4/8 à 500 pieds ; 4/8 à 1100 pieds ; 1/8 de Cumulonimbus à 2000 pieds ; 8/8 à 3000 pieds

Températures : 23°C. Point de rosée : 22°C

Pression QNH : 1013 Hpa, pression QFE : 1013Hpa

Remarque : Cumulonimbus secteur Nord

Tendance : temporairement entre 08H38 et 10H38 la visibilité sera de 1300m avec de la pluie orageuse modérée.

1.8 Aides à la navigation

1.8.1 Equipements de Radionavigation

Au moment de l'accident, toutes les aides à la navigation et à l'atterrissage disponibles pour effectuer une approche aux instruments sur l'aéroport FHB d'Abidjan suivants, étaient en bon état de fonctionnement.

	Moyens	Etat de fonctionnement
Aides à la navigation aérienne	NDB «AN»	Bon (Non utilisé)
	VOR/DME «AD» 114.3 MHz / CH 90X	Bon
	Localizer « AN » 110, 3 MHz	Bon (Non utilisé)
	Glide Path « AN » "AN" 335 MHz	Bon (Non utilisé)
	DME ATT « AN » CH40X	Bon (Non utilisé)
	PAPI 21	Bon (Non utilisé)
	PAPI 03	Bon
	Balisage lumineux de piste et rampes d'approche	Bon

1.8.2 Equipements Radar

L'Aéroport d'Abidjan dispose d'un équipement Radar secondaire (SSR) de type THALES RSM 970S avec un système de traitement de données EUROCAT-X, d'une portée de 250 NM soit 463 Km. L'antenne est implantée sur l'aérodrome. Les informations Radar sont visualisées sur des moniteurs aux positions CCR/CIV (En route) et TMA (Approche) situés dans le bloc CIV/Radar.

La Tour de contrôle dispose d'un déport des images Radar sur sa position aux fins de visualisation du trafic. Elle ne fait pas de surveillance Radar. Au moment de l'Accident, le Radar était en état de fonctionnement normal.

1.9 Télécommunications

L'Aéroport International Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan dispose des équipements exploitant les fréquences de radiocommunications suivantes :

Télécommunications	VHF (129.1 MHz)	Bon
	VHF (121.1 MHz)	Bon (Non utilisé)
	VHF (118.1 MHz)	Bon
	HF	Bon (Non utilisé)
	CPDLC	Bon (Non utilisé)
	INMARSAT	Bon (Non utilisé)
	AFISNET	Bon
	RSFTA	Bon
	AIDC	Bon (Non utilisé)

L'ensemble des moyens de communication était en état de fonctionnement normal lors de l'événement. Les communications radiotéléphoniques échangées sur les fréquences 129,1 MHz du CCR et 118,1 MHz de la Tour ont été enregistrées. Les communications du 14 octobre 2017 ont été transcrites pour les besoins de l'enquête.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'Aéroport International Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, situé à 13 kilomètres au Sud-Est de la ville d'Abidjan, a pour coordonnées géographiques : 05°18'03"N et 003°55'44"W.

L'Aéroport est doté d'une piste de 3000 m de longueur sur 45 m de largeur. La largeur des accotements est de 7,5 m. L'altitude du point de référence de la piste est de 6 m.

La piste est orientée selon l'axe magnétique (QFU) 028°/208°. Elle comporte deux prolongements d'arrêt (PA) de 50 m pour la piste 03 et de 60 m pour la Piste 21. Elle possède également plusieurs voies de circulation. La piste, les prolongements d'arrêt ainsi que les voies de circulation sont tous revêtus.

Tous les obstacles sont dotés d'un balisage lumineux. L'écartement entre les rangées de feux de bord de piste est de 50 m. La piste n'est pas équipée de feux d'axe de piste.

La piste 03 est équipée :

- d'un balisage latéral blanc haute intensité installé sur 3000m avec un espacement de 60m entre les feux de chaque rangée,
- de 08 feux de seuil de piste verts omnidirectionnels et 08 feux d'extrémité de piste rouge BI/HI unidirectionnels
- d'un indicateur visuel de pente d'approche (PAPI) : gauche/pente 3°

L'altitude de transition de l'aérodrome est de 2700 pieds. Le niveau de transition est généralement le niveau FL 030 en raison de la faible variation de pression autour de la pression standard 1013 Hpa.

Les différentes procédures d'approche à l'aéroport d'Abidjan sont :

- Pour la piste 21 : ILS Z ou LOC Z 21, ILS Y ou LOC Y 21, RNAV ILS ou LOC 21, VOR Z 21, VOR Y 21
- Pour la piste 03 : VOR Z 03, VOR Y 03, RNAV GNSS 03

Le jour de l'accident les équipements gérés par les Unités de maintenance Réseaux des Systèmes Informatiques et Météorologiques (RSI-MET), d'Energie et Balisage (ELB) et de Communication Navigation Surveillance (CNS), étaient tous en bon état de fonctionnement.

Renseignements sur l'aérodrome	TWR	Disponible H24
	APP	Disponible H24
	CCR	Disponible H24
	AIM	Disponible H24
	SLI	Disponible H24
	VMA	Disponible H24
	CNS	Disponible H24
	ELB	Disponible H24
	RSI	Disponible H24

1.11 Enregistreurs de bord

L'avion était équipé de deux enregistreurs de bord conformément à la réglementation internationale en vigueur : un FDR et un CVR.

Enregistreur de paramètres de vol (FDR)

- Constructeur : Electronpribor
- Modèle : BR-4T
- Numéro de série : 645101346

Il s'agit d'un enregistreur statique des données de vol d'une capacité d'enregistrement d'environ vingt-quatre heures. Le document de décodage, fourni pour cet avion, renseigne environ 26 paramètres.



Figure 12 : Enregistreur des paramètres de vol de l'AN26 (FDR)

Enregistreur phonique (CVR)

- Constructeur : S.A.P. "UkrNIIRA » ;
- Modèle : ORT-1
- Numéro de série : 140397

Il s'agit d'un enregistreur statique (SSCVR) des conversations du poste de pilotage, d'une capacité d'enregistrement d'environ deux heures en qualité standard.



Figure 13 : Enregistreur des conversations de vol de l'An26 (CVR)

1.11.1 Opérations d'ouverture et de lecture des enregistreurs de bord

Les deux enregistreurs de bord ont été convoyés à Kiev en Ukraine le 22 janvier 2018, pour être traités et analysés par les entreprises de développement et de fabrication S.P.A. Electronpribor (pour le FDR) et S.A.P. UkrNIIRA (pour le CVR).

Les éléments disponibles pour l'opération :

- Enregistreur de bord protégé BR-4T №645101346 ;
- Enregistreur vocal ORT-1 №140397 ;
- Album des caractéristiques d'étalonnage de BR-4T de l'avion fourni par VALAN.

Traitement du FDR

Le 23 janvier 2018, dans les laboratoires de la société S.P.A. Electronpribor, l'enregistreur des paramètres BR-4T est ouvert pour extraire le module de mémoire du FDR, après s'être assuré de la présence du sceau de l'usine sur les raccords de fixation, et l'absence de traces d'endommagement. Après élimination des traces de sel, nettoyage et séchage, le module de mémoire a été soudé, avec succès, à un modèle BR-4T en état de fonctionnement, préalablement testé et vérifié en présence des représentants du BEA.

Les informations paramétriques (analogiques et binaires) ont été lues dans leur intégralité et la retranscription s'est réalisée avec succès. Les résultats des informations ont été jugés satisfaisants.

Les tracés des paramètres du vol figurent à l'annexe 3.

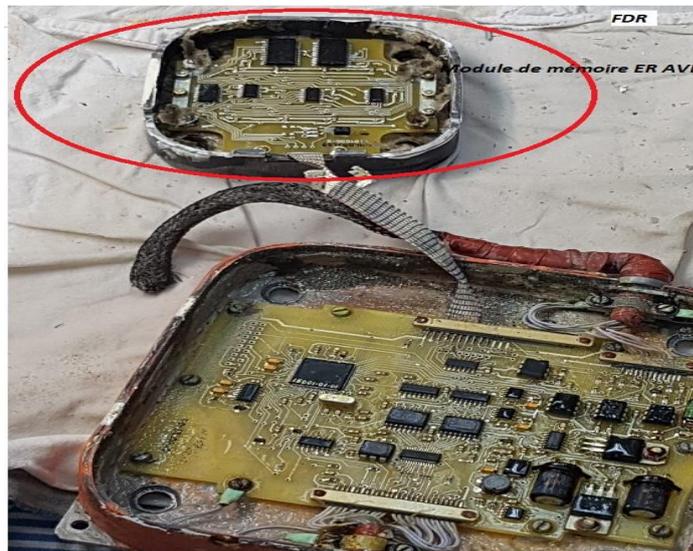


Figure 14 : Ouverture du FDR de l'AN-26ER-AVB en laboratoire

Traitement du CVR

Le 24 janvier 2018, dans les laboratoires de la société S.A.P. UkrNIIRA, le module de mémoire du CVR ORT-1 a été retiré du boîtier de stockage, nettoyé dans une solution alcool-essence et séché dans une étuve de laboratoire à une température de 60°C. Afin d'extraire les informations de l'ORT-1, il a été décidé d'utiliser un lecteur amovible qui duplique les informations de l'enregistreur principal.



Figure 15 : Ouverture du CVR de l'AN-26ER-AVB en laboratoire

Sur les quatre canaux d'enregistrement disponibles, seul le 2^{ème} canal (la chaîne du CDB) contenait un enregistrement lisible des conversations et des sons émis ou reçus dans le cockpit. Les trois autres canaux contenaient un bruit important et une duplication de l'information sous forme de fragments. Cependant, les informations ont été lues avec succès, et la qualité des enregistrements vocaux a été jugée satisfaisante.

1.11.2 Exploitation des données des enregistreurs de bord

L'analyse des informations recueillies (données paramétriques et vocales), en cohérence avec les données météorologiques et les tracés radar fournis par les services ATS de l'ASECNA a permis d'établir la trajectoire précise de l'avion (figure 1) et l'état de mise en fonctionnement des divers systèmes. Quelques points particuliers notés :

- Décollage de l'avion à 05h55UTC ;
- Arrêt des enregistrements à 08h24'05"UTC, 12 secondes après le déclenchement de l'alarme sonore du radioaltimètre ;
- Vitesse verticale élevée dans les dernières 12 secondes ;
- Quelques secondes avant la collision avec la surface de l'eau, position des leviers modifiée dans le sens de la réduction de la poussée, puis augmentée à la position "30" selon l'indication de leur position ;
- Aucune alarme EGPWS enregistrée dans le CVR.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'épave a été localisée en bordure de mer dans l'axe de la piste 03, correspondant à peu près à la dernière position enregistrée par les tracés Radar à environ 20 mètres de la plage. Les débris de l'avion étaient dispersés sur une zone d'environ 600 m de long et 200 m de large. L'ensemble de l'épave est fortement fragmenté avec la présence de

quelques gros débris. Quelques éléments épars se sont retrouvés sur la plage, transportés par les vagues. L'hélice du moteur gauche, probablement arrachée à l'impact, n'a pas été retrouvée.

Les éléments retrouvés de l'épave ont été transférés dans un hangar de la Base aérienne militaire sur la plateforme aéroportuaire. L'écoulement d'une grande quantité de carburant avant et pendant le remorquage de l'épave, a nécessité la présence des pompiers de l'aéroport. Des recherches sous-marines ont été effectuées pendant trois jours pour extraire d'autres débris de l'eau.

Les observations effectuées sur l'épave le 17 octobre 2017, montrent que l'avion était entier à l'impact et qu'il a heurté la surface de l'eau, dans une assiette à piquer, avec une vitesse verticale importante, confirmée par l'enregistreur de paramètre de vol. Il n'a pas été constaté de corrosion anormale à l'endroit du cisaillement avec la rupture structurelle entre la partie avant et la section cabine arrière de l'avion. Le train avant et la roulette de nez ont été trouvés complètement enfouis dans l'amas de ferraille de la cabine, en recul d'au moins 6 à 7 mètres vers l'intérieur de l'avion. En décomposant l'écrasement de la cabine, la pointe avant semble être rentrée en premier en contact avec la surface de l'eau, puis aussitôt avec le fond sablonneux. L'écrasement a continué avec la roulette de nez et son train avant, puis la cabine de pilotage.



Figure 16 : Epave de l'Antonov ER-AVB tractée en bordure de mer

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Les rapports des examens externes et des autopsies médico-légales ont mis en évidence des lésions traumatiques localisées au niveau de la tête et de la partie supérieure du corps, consécutives à l'accident. Les rapports indiquent des signes en faveur d'une noyade vitale pour tous les membres de l'équipage décédés à l'exception du PNF.

Les analyses toxicologiques n'ont pas donné d'indication ayant pu dégrader les performances de l'équipage. Rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient affecté les facultés des membres de l'équipage de conduite.

1.14 Incendie

Rien n'indique la présence d'un incendie en vol, ni après l'impact.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Emetteur de localisation d'urgence (ELT)

L'ELT a bien émis sur la fréquence d'urgence 121.5 MHz.

Evacuation de l'avion

La cabine de pilotage a été très endommagée lors de l'impact, de sorte que l'espace vital de l'équipage de conduite a été pratiquement réduit à néant comme le confirment les rapports d'autopsie.

Les passagers survivants, bien que gravement blessés pour certains, ont pu évacuer l'épave par leurs propres moyens, par les ouvertures où apparaissaient la lumière du jour et en s'entraînant les uns les autres. Ils ont ensuite été entraînés par des vagues en rouleaux vers la plage à environ 20 mètres, où ils ont été récupérés par des sauveteurs de plage présents à leur poste de surveillance. Ceux-ci ont alerté le poste de police proche.

Selon les témoignages des survivants, aucun passager de la cabine arrière n'était attaché au moment de l'impact. Aucune consigne n'avait été donnée dans ce sens. Deux passagers étaient debout, le flight manager dans l'allée centrale et l'ingénieur système derrière le PF (en place gauche), en mouvement vers leur siège, quand ils ont été surpris par l'impact puis par des vagues d'eau sablonneuse, qui les ont projetés sur le plancher de l'avion. Ils ont été blessés.

Organisations des secours

Dès 08h24, après avoir constaté la disparition de la piste Radar de l'Antonov 26 et après avoir essayé en vain, d'établir le contact avec l'équipage, le contrôleur de Tour a informé l'Unité de Sauvetage et Lutte contre l'Incendie (SLI) au téléphone de la disparition d'un aéronef et a demandé l'inspection du seuil de piste 03 et ses abords.

A 08H25, le contrôleur interroge aussi l'équipage du vol Air Ghana, positionné au point d'arrêt Alpha, qui informe ne pas avoir l'Antonov 26 en vue, mais affirme recevoir l'émission d'une balise de détresse sur la fréquence 121.5MHz.

A 08h26, l'Assistance locale a activé le diagramme d'alerte de l'aéroport et informé toutes les structures concernées par le plan d'urgence. La Tour de contrôle a actionné la sirène d'alerte.

A 08h50, le PCE AERIA informe la Tour du repérage, par la police, d'une épave d'avion en bordure de mer, dans l'axe de la piste 03.

A 09H07, l'équipe médicale d'urgence de l'aéroport arrive sur le site de l'accident et constate la présence de 2 corps au large, 2 corps dans l'eau plus proches et 3 blessés sur la plage, conscients et coopératifs. Les blessés sont aussitôt pris en charge et reçoivent les premiers soins. Les 2 corps sont repêchés et leur décès constaté.

Trois (03) autres blessés sont découverts. Ils ont été pris en charge par l'équipe médicale.

Arrivée des pompiers d'aérodrome assistés des pompiers de la ville qui se joignent à l'équipe médicale pour l'assistance des blessés et la circonscription des lieux.

A 09h18, transfert des premiers blessés stabilisés par l'équipe médicale, vers le centre médical interarmées des FFCI.

A 09h40, transfert des autres blessés par les pompiers de la ville vers le même centre médical.

Le repêchage des corps par les plongeurs de la Marine Nationale, s'est achevé aux environs de 11H00. Ils ont été pris en charge par la société des pompes funèbres.

Sans que cela ait eu un impact sur les opérations de sauvetage lors de cet accident, l'enquête a montré que les portes d'accès de l'aéroport côté sud vers la zone extérieure immédiate n'ont pas pu être ouvertes par les préposés, obligeant les véhicules de secours à effectuer un plus long trajet pour accéder à la zone de l'accident.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Système d'avertissement de proximité du sol (EGPWS/TAWS)

Depuis le 1^{er} janvier 2003, l'OACI a introduit une norme qui fait obligation d'installer un équipement avertisseur de proximité du sol, avec une fonction prédictive d'évitement du relief explorant vers l'avant (GPWS/TAWS), pour tous les avions à turbomachines de plus de 15 tonnes (MTOW) ou de plus de 30 passagers. Depuis 2007, cette obligation a été étendue aux avions commerciaux de plus de 5.7 tonnes (MTOW) ou de 09 passagers. Ce dispositif permet de prévenir les collisions avec le sol sans perte de contrôle (CFIT) et de réduire ainsi le nombre important d'accidents à l'approche et à l'atterrissage.

L'Antonov ER-AVB était équipé d'un système d'avertissement et d'alarme d'impact de type SANDEL Model ST-3400, installé le 11 novembre 2009. Cette version améliorée du GPWS (EGPWS/TAWS) possède en plus une cartographie du terrain qui s'affiche en cas de danger.

L'EGPWS installé fournit les deux types d'alertes : visuelle et sonore, audible dans le cockpit et dans les casques équipage. Il est conçu pour fournir aux pilotes des alertes de terrains basées sur une combinaison d'informations avion radio-altimétriques, anémométriques et altimétriques (position géographique, altitude, vitesse) et d'une base de données sur le terrain et les obstacles de la zone d'opérations, introduite par l'exploitant dans l'équipement. La base de données (JEPPESEN) de l'EGPWS de l'ER-AVB avait été mise à jour le 26 septembre 2017.

L'équipement de l'avion accidenté a été réceptionné au BEA-E (France) où les cartes mémoires ont été extraites et convoyées chez le concepteur SANDEL à San Diego (USA) qui a procédé à un test de fonctionnement, en présence d'un enquêteur mandaté par le BEA. Les données ont pu être extraites et analysées par SANDEL. Les résultats de la lecture et du test de fonctionnement ont été transmis au BEA.



Figure 5 : L'EGPWS SANDEL ST-3400 de l'An-26 ER-AVB après l'accident

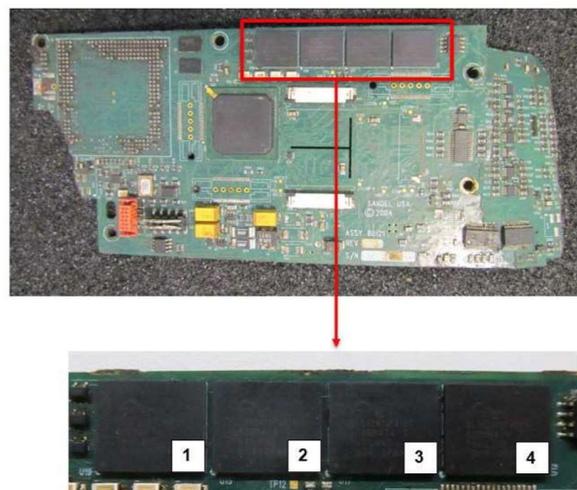


Figure 6 : Cartes mémoire de l'EGPWS

Résultats de l'expertise

L'examen de l'EGPWS réalisé chez le concepteur SANDEL (USA) a confirmé que l'équipement était en bon état de fonctionnement, au moment de l'accident, avec une portée valide de 2500ft. L'EGPWS avait bien émis les alertes FLTA (Forward Looking Terrain

Avoidance) sonores et visuelles suivantes : « CAUTION TERRAIN", pour une mise en garde, puis « WARNING » suivi de « TERRAIN PULL UP », pour une situation nécessitant une manœuvre immédiate de l'équipage. Cependant, ces alarmes sonores n'ont pas été enregistrées par le CVR et aucune manœuvre d'action corrective de la trajectoire n'a été enregistrée par les enregistreurs (FDR, EGPWS).

L'analyse des données enregistrées par l'EGPWS a mis en évidence le déclenchement prématuré des alertes FLTA, par rapport à l'altitude réelle du terrain. Le dysfonctionnement semble être lié à une information erronée d'altitude transmise par l'ADC. L'enquête a relevé que ce dysfonctionnement s'observe également sur les enregistrements des vols précédents.

Les valeurs d'altitude fournies par l'ADC pour l'étiquette ARINC 204, utilisées par l'EGPWS pour générer les alertes FLTA, se révèlent être incorrectes par rapport aux valeurs indiquées par le radioaltimètre avec une différence d'environ 700ft, comme l'indiquent les données reconstituées de l'écran EGPWS de l'ER-AVB lors du vol KONDOR 26, (figures 7).



RALT : 02306

Altitude : 01536



RALT 00872

Altitude : 00206



RALT 00723

Altitude : 00057

Figures 7 : Reconstitution des alertes visuelles FLTA enregistrées par l'EGPWS ER-AVB

Reconstitution du profil du vol KONDOR26 du 14/10/2017 enregistré par l'EGPWS

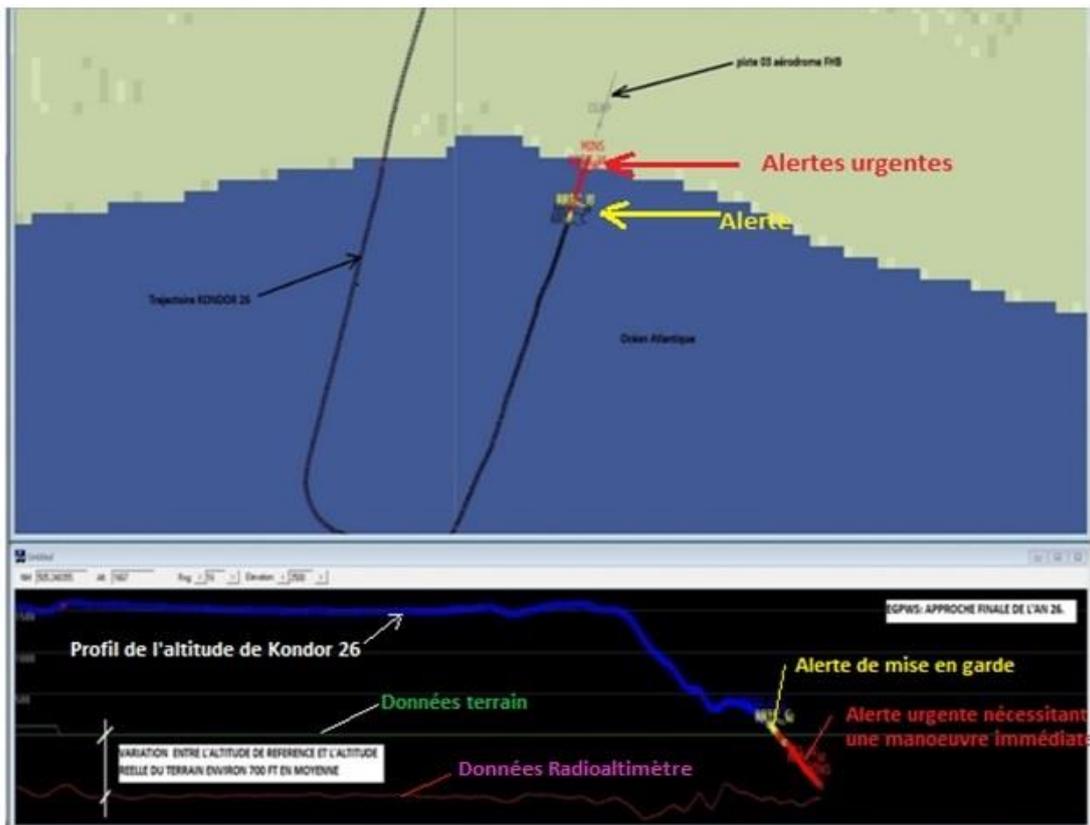


Figure 8 : Profil de l'approche du vol KONDOR 26 sur l'aéroport Abidjan

Ligne horizontale rouge : altitude donnée par le radioaltimètre

Ligne horizontale verte : altitude de référence des données terrain de l'ADC (étiquette ARINC 204).

On note bien un écart d'environ 700ft entre l'altitude réelle du terrain indiquée par le radioaltimètre, matérialisée par la ligne rouge et l'altitude de référence du terrain fourni par l'ADC.

Dans le cas du fonctionnement normal de l'EGPWS, dont le profil test est reconstitué ci-dessous (figure 9), les valeurs d'altitudes AGL et MSL sont correctement corrélées, avec le respect de la consigne d'évitement « Pull up » du relief vers l'avant.

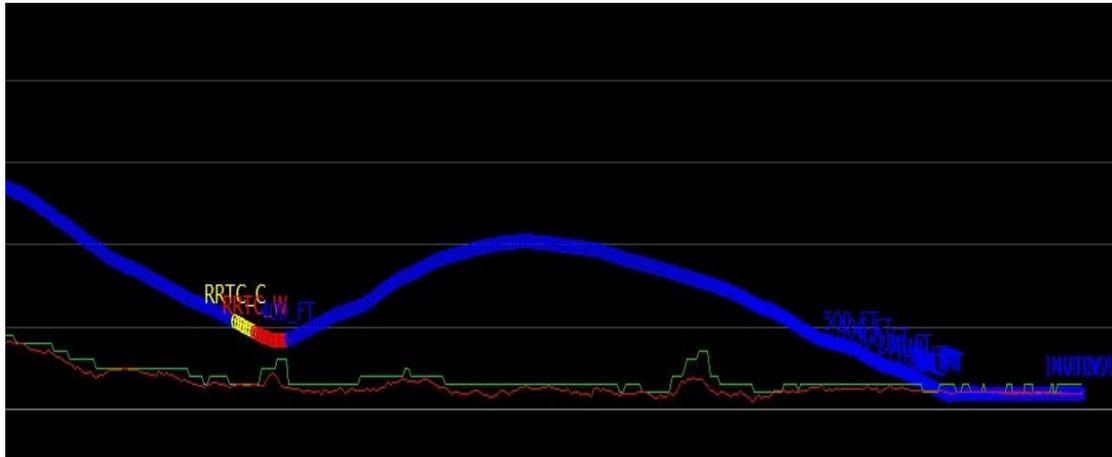


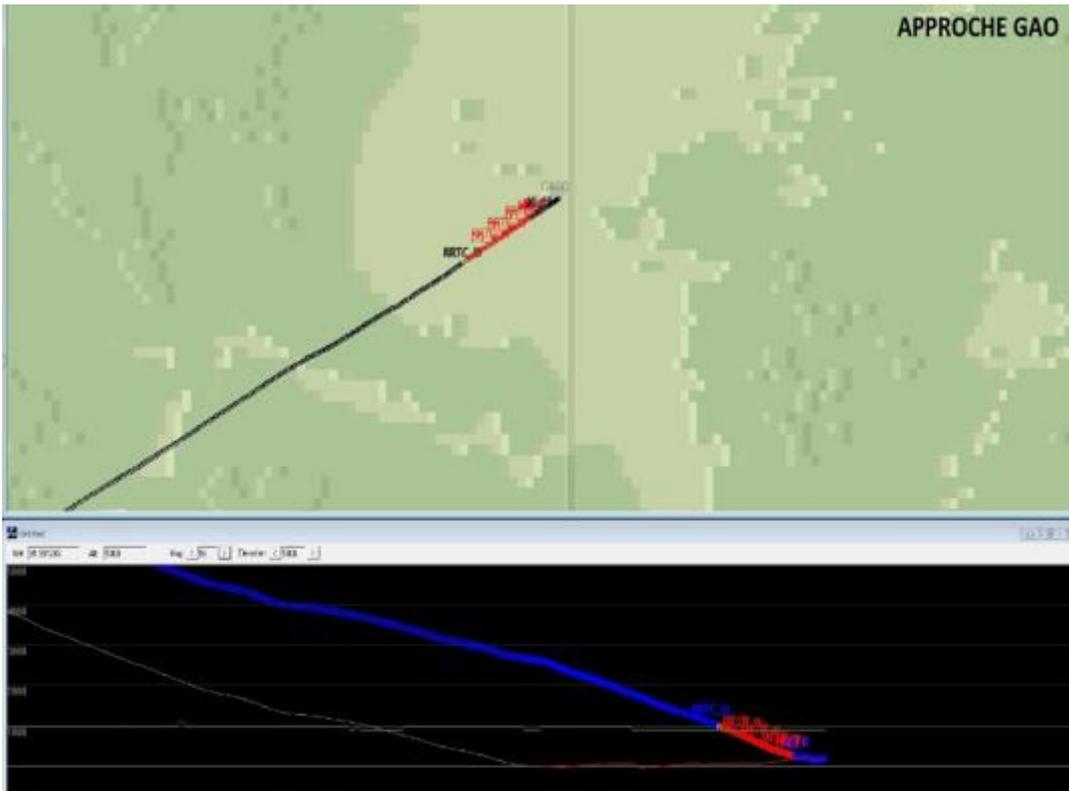
Figure 9 : Graphique de fonctionnement normal de l'EGPWS (test)

Reconstitution du profil des vols précédents opérés par l'Antonov ER-AVB avant le 14/10/2017

Le profil des vols précédant l'accident du vol KONDOR 26 du 14 octobre 2017, enregistré par l'EGPWS de l'ER-AVB, à l'approche des aéroports de Ouagadougou (figure 10a) et de GAO (figure 10b), a révélé le même dysfonctionnement de l'EGPWS, à savoir le déclenchement prématuré des alertes FLTA, par rapport à l'altitude réelle du terrain. Les approches se sont poursuivies jusqu'à l'atterrissage, sans prise en compte des alertes.



Figure 10a : Profil de l'approche de l'avion ER-AVB sur l'aéroport de Ouagadougou



Figures 10b : Profil de l'approche de l'avion ER-AVB sur l'aéroport de Gao

Conclusions :

- L'altimètre radar semble fonctionner correctement avec une portée valide de 2500ft ;
- Les données de position GPS semblent être précises au vu des graphiques ;
- Les données d'altitude fournies par l'Air Data Computer (ADC) pour l'étiquette ARINC 204, semblent incorrectes par rapport aux données transmises par l'altimètre radar.

La présence régulière d'alertes intempestives (prématurées) de l'EGPWS a pu encourager l'équipage à ne plus tenir compte de ces alertes, allant probablement jusqu'à les désactiver.

Selon le Manex de la compagnie (Manuel opérationnel traduit en anglais par la compagnie), l'unité de commande, d'affichage et d'avertissement (figure 11) installée sur l'avion pour contrôler le système EGPWS SANDEL ST-3000 permet, en effet, de désactiver manuellement toutes les alertes sonores de l'EGPWS/TAWS.



Figure 11 : Unité de commande de l'EGPWS SANDEL ST-3000

G/S CANCEL	- activation of the lockout of warning about the excessive downward glideslope deviation "Glide slope".
FLAP OVRD	- activation of the "TOO LOW FLAPS" warning lockout.
TAWS INHIB	- activates in the case of total of partial malfunction of the mode Premature Decent Alert and Forward Looking Terrain Avoidance.
Selector switches	
День-Ночь (Den- Noch = Day-Night)	- switches the brightness of the display.
AUDIO INHIB	- activation of all audible warnings lockout.

1.16.2 Altimètres

Altimètre (en ft)

Le calage barométrique affiché est inhabituel : il est proche de la limite haute affichable sur la plupart des altimètres, et sans rapport avec les conditions du jour (+65 Hpa par rapport au QNH). Il n'a pas pu être établi à partir de l'examen de l'instrument si ce calage était celui affiché à l'impact.

Le QNH à Abidjan au moment de l'accident était de 1014 Hpa (CVR). En supposant que l'altimètre était calé ainsi et que le mécanisme se soit bloqué instantanément à l'impact (sans que la position de la cinématique interne varie), l'indication aurait été d'environ 1950 ft, soit + 170 ft par rapport à l'indication relevée. Il est plausible que le calage affiché ait été celui présent avant l'impact.



Figure17 : Altimètre de l'Antonov ER-AVB

Altimètre (en mètre)

Le calage barométrique affiché est proche mais différent des conditions du jour (+4 Hpa par rapport au QNH). Il n'a pas pu être établi à partir de l'examen de l'instrument si ce calage était celui affiché à l'impact. En supposant que l'altimètre était calé ainsi et que le mécanisme se soit bloqué instantanément à l'impact (sans que la position de la cinématique interne varie), l'indication aurait été d'environ 163m, soit - 37m (120 ft) par rapport à l'indication relevée. Il est plausible que le calage affiché ait été celui présent avant l'impact.



Figure18 : Altimètre de l'Antonov ER-AVB

1.16.3 VOR/ILS

VOR/ILS place droite

La vitre est absente. La couronne OBS est réglée sur 007°. La couronne est enfoncée et la molette est bloquée.



Figure 19 : VOR/ILS droit de l'Antonov ER-AVB

VOR/ILS place gauche

La couronne OBS est réglée sur 350°. La molette est bloquée.



Figure 20 : VOR/ILS gauche de l'Antonov ER-AVB

Les Altimètres, les VOR/ILS et les indicateurs de vitesse ont été expertisés dans les laboratoires du BEA-E de France.

L'analyse des indicateurs de vitesse n'a rien donné : pas de traces laissées par les aiguilles.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Informations générales

La société VALAN International Cargo Charter (ICC) LTD est une compagnie privée moldave de transport aérien basée à l'aéroport international de Chisinau. Créée en 1990, elle dispose au moment de l'accident de 3 avions Antonov AN26-100 et de 8 hélicoptères Mi-8 MTV-1.

La compagnie est spécialisée dans le transport aérien de fret et de service sous forme de contrats d'affrètement de courte et longue durée auprès d'entreprises privées et d'organismes étatiques ou internationaux (ONU, PAM, CICR, USAID, Forces Armées...).

Les vols sont souvent réalisés dans des zones isolées, difficiles d'accès et dans des conditions difficiles (zones de guerre ou d'instabilité sécuritaire).

Depuis octobre 2014, la compagnie VALAN ICC fournit des services de transport aérien de fret civil avec un avion Antonov26-100, pour le Ministère de la Défense français sur le territoire Malien et basé à GAO.

Depuis janvier 2017, VALAN ICC a signé un 2^e contrat avec le Ministère de la Défense français, pour la fourniture de services de transport aérien de fret civil et de passagers, avec l'Antonov An-26 immatriculé ER-AVB, basé au Burkina Faso, dans le cadre de l'opération Barkhane dans le Sahel.

Les normes d'exploitation de la compagnie sont basées sur les exigences édictées par l'Autorité de l'Aviation Civile (CAA) de la République de Moldavie, en conformité avec les règlements de l'OACI et les standards de l'Union Européenne (JAA).

La structure du Manex de la compagnie (OM part A, B and C), incluant le programme de formation (OM part D) a été certifiée conforme aux standards JAR OPS1.

Les opérations de maintenance avion sont certifiées JAR 145, agrément valide jusqu'en novembre 2018.

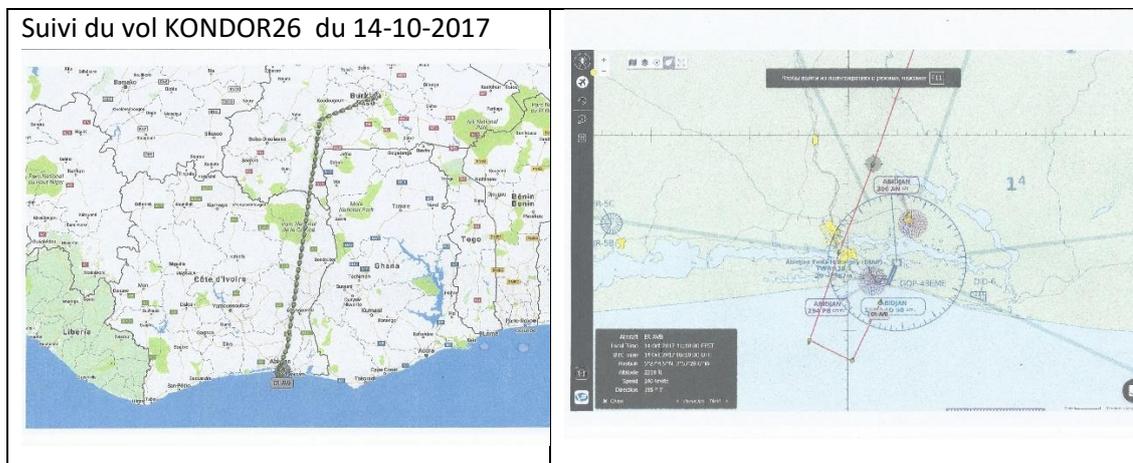
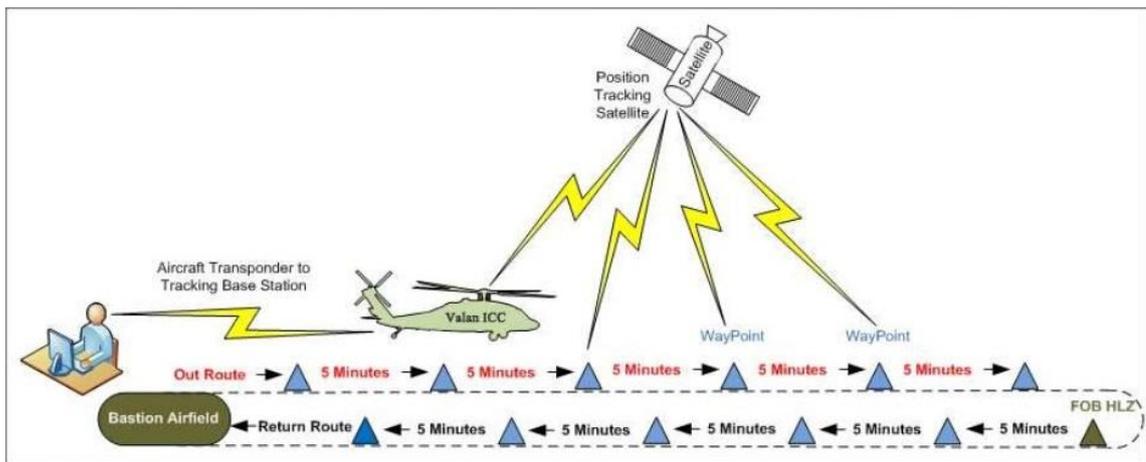
1.17.2 Formation équipage

Outre la formation basique, les équipages de la compagnie Valan sont formés aux conditions de vol en situation d'urgence avec une grande expérience des opérations militaires. Deux fois par an, les pilotes reçoivent un entraînement de huit heures au simulateur dans des conditions de vol réel en situation dégradée et des formations intensives aux opérations d'urgence, sanctionnées par des examens théoriques et pratiques. Ils sont aussi formés au travail d'équipe dans les situations d'urgence.

1.17.3 Suivi des opérations

Le centre de Contrôle des opérations de la compagnie, basée au siège de la compagnie assure la supervision en temps réel des opérations des avions basés hors de la Moldavie, à l'aide d'un système satellitaire. Les informations transmises en temps réel donnent l'heure UTC, la position, l'altitude, la vitesse et le cap. Il assure la liaison et la coordination entre les différents départements du siège et les membres de l'équipage basés à l'étranger.

D'après la compagnie, aucun incident, ni dysfonctionnement relatif aux systèmes embarqués sur ce vol, et les vols précédents, n'avait été signalé.



1.17.4 Spécifications opérationnelles du Manex

Limitations opérationnelles approuvées par la CAA Moldave :

Approche/Atterrissage : CAT I RVR : 700M DH : 200ft

Décollage : RVR 400m

RNAV-5

Ceintures : Le Manex précise qu'avant la descente, les passagers doivent rejoindre leur place et s'attacher.

1.18 Renseignements supplémentaires

Témoignages

Au cours de l'enquête, les enquêteurs ont interrogé la plupart des passagers survivants : 2 membres de l'équipe technique moldave et les 3 passagers français dont 2 militaires et le manager de la société d'affrètement. Les auditions ont eu lieu à des périodes et en des lieux différents : juste après l'accident, en Côte d'Ivoire, pour les blessés légers, puis en France et en Moldavie pour les blessés plus graves ou rapatriés.

L'équipe Moldave, composée de deux pilotes, un mécanicien navigant et trois ingénieurs non navigants, loge dans une villa à proximité de l'aéroport de Ouagadougou, depuis trois mois et demi. Ils sont, selon les témoignages, très expérimentés. L'ambiance est décrite comme étant particulièrement bonne. Ils se sont réveillés vers 4h, et ont rejoint l'aéroport vers 5h. Les passagers militaires français sont arrivés vers 5h30. Les NOTAMs et le dossier météo ont été remis à l'équipage vers 05h30. L'avion ayant été préparé la veille et le plan de vol déposé la veille vers 16h, la préparation a été rapide et le décollage a eu lieu vers 5h50.

L'ensemble de l'équipage et les accompagnateurs techniques se rendaient pour la première fois en Côte d'Ivoire.

Les témoignages sont concordants : *« vol normal et globalement calme, aucune sensation de variation moteur ni de mouvement anormal de dernière minute. Pas de grande préoccupation de l'équipage par rapport à la météo. Aucune sensation de dépressurisation jusqu'à l'impact. »*

En phase de descente, l'avion a traversé une zone de fortes turbulences dans les nuages, mais de courte durée. Puis le vol est redevenu calme en approche. Temps couvert et nuageux en arrivant en Côte d'Ivoire, avec des zones plus claires et dégagées (bateaux visibles) jusqu'au virage à gauche pour s'aligner sur l'axe de la piste 03. *« Mauvaise couleur sur la terre, mais la mer était claire ».*

L'avion est descendu normalement, sur l'axe de la piste 03, le train d'atterrissage sorti. L'avion est ensuite rentré dans une zone pluvieuse intense, mais sans grande turbulence. Le commandant de bord, en place droite, a demandé à mettre les essuies glaces en fonctionnement en mode rapide, et tous les systèmes de lutte contre la pluie.

Cependant, plus l'avion se rapprochait des côtes, plus le temps était couvert avec des nuages *« plus présents sur la terre (visibilité horizontale), qu'en mer (visibilité verticale) »*, *« ça redevenait épais, de la purée, à plus rien y voir au large ».*

La plupart des passagers, qui avaient une relative bonne visibilité verticale, jugeaient intérieurement que l'avion était trop bas au-dessus de la mer. Mais, installés à l'arrière de l'avion, ils n'avaient pas de visibilité sur l'avant de l'avion, et *« s'attendaient à voir la piste d'un instant à l'autre »* ... *« La visibilité était marginale, de notre position, à gauche nous ne pouvions pas voir la tour de contrôle »* ... *« Aucun passager n'était attaché. Aucune annonce n'avait été faite. »*

Ils avaient une grande confiance dans l'équipage, reconnu comme compétent et prudent, pour avoir fait plusieurs remises de gaz et opté pour des retours à la base lors

de certaines opérations dans le Sahel. *« J'ai volé plusieurs fois avec eux, il n'y a jamais eu de soucis. Ils ont montré leur compétence et ils faisaient très attention, ce n'était pas des cascadeurs... Et là c'était un vol serein, pas compliqué sur un aéroport international, contrairement aux terrains sommaires comme Tessalit. »*

L'impact de l'avion sur la surface de la mer a été unanimement une surprise pour tous, avant d'être bousculés et submergés par de l'eau sablonneuse : *« j'ai senti comme un shoot, mais ce n'était pas trop violent. J'ai pensé à un atterrissage dur. Après l'avion est parti d'un coup côté droit puis côté gauche. Pas eu le temps d'avoir peur et j'ai vu l'eau rentrer ... » « ...C'était une surprise totale... » « ...Il n'y a rien qui me choquait, j'allais remettre mes chaussures et là je regarde dans le hublot, je me dis là on est beaucoup trop bas, on devait être à 2 mètres de haut, j'ai eu le temps de me tenir au siège et là ça a touché. L'eau a percé les verrières... » « ...Le pilote, le copilote, le navigateur plus le mécano motoriste étaient devant, je pense qu'ils ne se sont même pas rendu compte parce qu'il n'y a pas eu de relance moteur, pas de discussion, non, c'était une descente normale, tranquillement, je pense qu'ils regardaient au loin, ils devaient chercher les lumières de la piste... ».*

2. ANALYSE

2.1 Généralités

L'équipage de conduite était qualifié pour effectuer le vol et entraîné aux conditions de vol en situation dégradée ou en situation d'urgence. Selon l'enquête, l'équipage n'était pas dans un état de fatigue et avait même bénéficié d'une journée de repos suite au report du vol de 24 heures. Rien n'indique que les performances de l'équipage de conduite aient été affectées par des facteurs médicaux ou physiologiques. Et il n'y avait, pour ce vol, aucune pression particulière pour atterrir rapidement, ni en temps ni en carburant pour effectuer un circuit d'attente.

Les interventions d'urgence ont été bien coordonnées, et les services d'urgence ainsi que les Autorités aéroportuaires sont intervenus dans les meilleurs délais, compte tenu des circonstances.

L'avion avait été chargé dans les limites certifiées de poids et de centrage. Aucun problème technique ou structurel susceptible d'avoir compromis la sécurité du vol ayant contribué à l'accident, n'avait été signalé par l'équipage. L'examen des données FDR a révélé que les moteurs fonctionnaient normalement au moment de l'impact.

L'analyse s'est orientée principalement sur les dernières séquences de l'accident, les aspects opérationnels et la gestion du vol à l'approche, dans des conditions météorologiques dégradées.

2.2 Conduite du vol

Minima opérationnels

Les conditions météorologiques amènent le contrôle aérien à changer de piste et donc la procédure d'approche finale. Alors que l'équipage s'est préparé pour un atterrissage ILS piste 21 avec une préparation de la procédure d'approche interrompue, minima à 60m (200ft), l'équipage modifie sa procédure d'approche pour se présenter en piste 03 pour une approche classique VOR. L'équipage effectue un nouveau briefing qui comprend notamment la procédure d'approche interrompue mais sans réactualiser, de manière audible dans le CVR, les minima VOR nettement supérieurs (environ 120 mètres soit 400 ft). Ainsi l'alerte de la radiosonde est restée réglée à 60 mètres, confirmé par les pilotes à la demande du MB.

Les procédures du Manex compagnie (figure 22) semblent indiquer que même si les minima de la procédure sont supérieurs à 60 mètres, le radio altimètre reste réglée à 60 mètres.

2. Radio altimeter adjuster - adjuster to ... metres set - PIC, FO.
The pilot in command and first officer must make sure that the radio altimeter adjuster is set to the decision altitude ... metres.
It is required to set the altitude adjuster:
- to the decision altitude, if its value is not exceeding 60 m;
- to the altitude of 60 m, if the value of the decision altitude is exceeding 60 m. If radio altimeter's adjuster does not allow setting the value of 60 metres, it is required to set it at the nearest smallest value.

Figure 22 : Extrait du Manex OM Part B annexe 2.2

Approche de non-précision au GPS

En descente vers le point TUTEL pour une procédure VOR Z piste 03, Le PNF constate que son équipement VOR ne reçoit aucun signal. Après vérifications de la fréquence 114.3MHz, le MB lui confirme l'absence d'informations du VOR. A la position 11.1NM radial 211, le PNF donne l'instruction de « *travailler maintenant avec le GPS* ».

Selon le Manex compagnie, le GPS KLN-90B de Bendix, installé à bord de l'avion permet une navigation aérienne conforme aux exigences de la norme BRNAV. Afin d'assurer une navigation verticale continue, le GPS est interfacé avec le convertisseur d'altitude ADC2000. La base de données intégrée Jeppesen comprend les informations détaillées sur les aérodomes. L'équipement n'a pas été retrouvé pour expertise.

Cependant, bien qu'ayant annoncé une approche VOR Z 03, l'équipage n'a pas informé la tour de contrôle de sa décision d'effectuer une approche de non-précision avec guidage par GPS (RNAV).

Les procédures opérationnelles (SOP) du Manex compagnie indiquent :

- 30 mètres (100ft) avant l'altitude de décision (DA), le MB doit annoncer « Assessment ». Cette annonce n'a pas été enregistrée dans le CVR du vol. A cet instant, le Pilote commandant de bord doit établir un contact visuel avec des points de référence au sol, tout en surveillant périodiquement les instruments de bord (notamment vitesse et régime moteur) et la trajectoire de l'avion.
- A l'Altitude minimum de descente (MDA/DA), le MB doit annoncer « MDA » : l'annonce a bien été enregistrée dans le CVR, de même que l'alerte sonore du radio altimètre réglée sur la MDA de 60 mètres.
- A la MDA, le Pilote commandant de bord doit informer l'équipage de la décision « Atterrissage » ou « Remise des gaz » : le PNF du vol Kondor26 a décidé « Atterrissons ».
- A partir de 60 mètres, le MB doit annoncer les indications d'altitudes affichées au radio altimètre et les vitesses, tous les 10 mètres. Il doit être attentif aux instructions du pilote, régler le régime moteur et annoncer la vitesse d'atterrissage : l'annonce des vitesses a bien été enregistrée dans le CVR, mais pas les altitudes.
- Dans tous les cas de vol, en cas d'absence de contact visuel fiable avec des points de référence de la piste, il est interdit de descendre au déclenchement de d'alerte du radioaltimètre à la MDA de 60 mètres. Une manœuvre de remise de gaz doit être immédiatement initiée.

L'enquête a montré que les SOP de la compagnie n'ont pas été appliquées de manière rigoureuse. Le respect des SOP approuvées demeure un moyen sûr d'atténuation des risques en vol.

Informations météorologiques

Les informations météorologiques ont été régulièrement communiquées à l'équipage. Les dernières informations d'aérodrome (SPECI de 08h03) donnaient un vent du 060° / 14kt, des nuages à 500ft et à 1100ft, une visibilité de 4000m- tendance vers 2500m avec de la pluie orageuse modérée. A 2200ft passant le point TUTEL, le vent communiqué était du 040°/10kt. Selon les enregistrements du CVR et les témoignages des personnes présentes dans la cabine, les conditions météo ne semblaient pas être une préoccupation, malgré de nombreuses observations du PNF entre beau et mauvais temps et sur un plafond plus bas qu'annoncé. L'avion était équipé d'un Radar météo, qui était en état de marche selon l'ingénieur système, mais aucune mention n'est faite sur les données du Radar météo dans les conversations cockpit.

Sur la base des témoignages et des enregistrements FDR, aucun indice ne permet de retenir que l'avion ait rencontré pendant l'approche une forte turbulence ou un cisaillement de vent qui l'ait rendu incontrôlable.

L'enquête n'a pas pu établir avec précision si l'équipage disposait de repères visuels avec la piste, qui auraient pu influencer la décision du PNF d'atterrir. Selon les témoignages des personnes présentes dans la cabine les dernières secondes avant l'impact, la visibilité était considérablement réduite voire nulle. L'exclamation de surprise du PNF, une seconde avant l'impact, sans aucune possibilité de réaction semble le confirmer.

Surveillance de la trajectoire

La responsabilité du Commandant de bord durant l'approche consistait à surveiller la trajectoire de l'avion et à rechercher les repères visuels qui auraient permis de poser l'avion en toute sécurité. Pendant toute l'approche, le PNF a concentré son attention à surveiller les paramètres d'approche de l'avion et à continuer à faire de l'instruction. Une fois la décision prise de poursuivre l'approche en dessous des minima, il est probable que l'attention de l'équipage ait été portée sur la recherche des repères visuels de la piste, sans plus surveiller adéquatement la vitesse verticale et l'altitude de l'avion. Le MB n'a pas non plus annoncé les hauteurs tous les 10 mètres, comme prévu par les procédures compagnie.

De ce fait, l'équipage n'a pas remarqué que l'avion était passé sous l'angle de descente normale vers le seuil de piste, avec une vitesse verticale élevée dans les dernières 12 secondes après le début de l'alerte du radioaltimètre. Trois secondes avant la collision avec la surface de l'eau, la position des leviers de poussée a été modifiée dans le sens de la réduction de la poussée, puis augmentée à la position "30" selon l'indication de leur position. (FDR)

2.3 Problème EGPWS/TAWS

L'examen post accident de l'EGPWS/TAWS a montré que l'équipement fonctionnait correctement et avait bien délivré et enregistré les alertes sonores et visuelles.

L'enquête a aussi confirmé la présence régulière d'alertes intempestives sur l'EGPWS dû à un seuil d'activation plus élevé par rapport à la réalité du terrain. Ce constat a probablement amené l'équipage à désactiver l'alerte audio de l'EGPWS et à ne plus tenir compte des alertes visuelles.

L'origine du problème n'a pas été identifiée avec précision par les enquêteurs.

Selon la compagnie, ce dysfonctionnement n'aurait pas été signalé et de ce fait aucune mesure n'avait été prise pour en identifier les causes et y remédier.

L'utilisation de l'EGPWS avec des alertes FTL fiables, dans les conditions météorologiques dégradées de ce vol, aurait très certainement permis à l'équipage, de prendre conscience de la situation de l'avion dans le plan vertical et ainsi corriger la trajectoire vers le haut.

C'est dans l'optique de réduire les accidents CFIT, que l'OACI a rendu obligatoire l'installation et l'utilisation accrue des EGPWS/TAWS pour ce type d'aéronef. Les risques d'accident CFIT ont en effet été considérablement réduits ces dernières années. Cependant, la formation et l'entraînement des équipages sur l'évitement des CFIT demeurent essentiels.

Le BEA a adressé à la Compagnie VALAN et à la CAA Moldave des recommandations à titre préventif le 14 juin 2018, notamment pour une vérification dans les meilleurs délais, du fonctionnement de l'EGPWS sur les deux autres Antonov An26 de la compagnie afin de s'assurer de l'absence d'un problème similaire et donc d'exclure un éventuel problème d'intégration de l'équipement dans l'An26.

2.4 Facteurs humains

D'un point de vue CRM, la synergie au sein de l'équipage est assurée en particulier par la communication, l'écoute et la prise en compte des contributions de l'ensemble des membres de l'équipage.

Les procédures d'entraînement du pilote aux fonctions de Pilote CDB sont bien prévues dans le Manex compagnie. Cependant, au cours de l'instruction, le CI (PNF) semble reprendre partiellement les commandes de vol, en déclenchant certaines actions qui auraient dû être faites par le pilote en instruction.

Le PNF semble affirmer clairement sa séniorité et son autorité sur le reste de l'équipage. On note peu de réactions (audibles dans le CVR) du PF, en phase finale. L'équipage semblait s'attendre à voir la piste, d'un moment à l'autre.

La présence du manager dans la cabine peu avant l'impact, appelé par le PNF pour des préoccupations non liées au vol (situation du parking à l'arrivée), démontre de l'insuffisance de conscience de la situation par l'équipage.

3. CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

1. Les membres de l'équipage de conduite détenaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol conformément aux règlements en vigueur ;
2. L'autopsie et les analyses toxicologiques n'ont rien révélé qui puisse avoir affecté les performances de l'équipage ;
3. Il s'agissait du premier vol pour l'ensemble de l'équipage, sur l'aérodrome d'Abidjan ;

4. L'avion détenait un certificat de navigabilité en état de validité. Il était entretenu conformément aux règlements en vigueur et au programme d'entretien JAR 145 approuvé par la CAA Moldave ;
5. Les valeurs de masse et de centrage de l'avion étaient à l'intérieur des limites prescrites ;
6. Il s'agissait d'un vol militaire non régulier de transport de marchandises en régime de vol aux instruments (IFR) conformément au contrat d'affrètement ;
7. L'équipage de conduite était composé d'un pilote commandant de bord, d'un copilote et d'un mécanicien navigant. Le Commandant de bord était le pilote non en fonction (PNF), en place droite et le Copilote était le Pilote en fonction (PF), en place gauche. Il s'agissait d'un vol d'instruction CDB ;
8. Aucune défaillance des moteurs, ni un mauvais fonctionnement des systèmes n'ont été détectés au départ de Ouagadougou, ni signalé pendant tout le vol, jusqu'à l'impact avec la mer ;
9. Les informations météorologiques ont été régulièrement communiquées à l'équipage. Les conditions météorologiques étaient globalement mauvaises. Des averses de pluie, de modérées à fortes, ont considérablement réduit la visibilité, en approche avec des nuages épars. Cependant l'appareil a subi peu de turbulences en approche ;
10. Aucun indice ne permet de retenir que l'avion ait rencontré pendant l'approche une forte turbulence ou un cisaillement de vent qui l'ait rendu incontrôlable ;
11. Suite au changement de piste et de procédure pour une approche VOR Z piste 03, les minima n'ont pas été actualisés. L'affichage de la DA sur le RA annoncé par les pilotes en finale, correspondait à celui de l'ILS piste 21 ;
12. La Tour de contrôle n'a pas été informée de l'absence de réception du signal VOR ;
13. Sans autorisation de la Tour, l'équipage a entrepris une approche RNAV, dans des conditions météo de vol aux instruments (IMC) ;
14. Les procédures opérationnelles standards (SOP) de la compagnie n'ont pas été appliquées de manière rigoureuse. Les annonces d'altitude n'ont pas été faites conformément au SOP compagnie ;
15. L'EGPWS était en bon état de fonctionnement et avait bien enregistré toutes les alarmes visuelles et sonores croissantes, émises à proximité du sol (mer). Cependant, les alertes sonores avaient été probablement désactivées avant le vol, car émises trop tôt par rapport à l'altitude réelle du terrain. Ce décalage a été observé sur les enregistrements des vols précédents ;

16. Le commandant instructeur PNF a poursuivi l'instruction jusqu'au moment de l'impact, induisant une charge de travail élevée de l'équipage durant cette phase délicate du vol, en conditions météorologiques dégradées ;
17. La recherche de repères visuels externes a entraîné une surveillance inadéquate des paramètres du vol (altitude et vitesse). L'équipage n'a pas remarqué que l'avion était passé sous l'angle de descente normal de 3° vers le seuil de piste 03.

3.2 Causes de l'accident

La cause probable de cet accident est la poursuite de l'approche en dessous des minima sans avoir établi de contact visuel formel avec les références de la piste et sans une surveillance adéquate de la trajectoire de descente de l'avion. L'application rigoureuse des SOP compagnie aurait dû conduire nécessairement à une remise des gaz.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- La sous-estimation des conditions météorologiques défavorables en dessous des minima ;
- Une méconnaissance de l'environnement de l'aéroport d'Abidjan et une conscience insuffisante de la situation de l'avion dans le plan vertical ;
- Une surveillance insuffisante des instruments de bord et de la trajectoire de vol (altitude et vitesse), dans des conditions météorologiques dégradées ;
- Une charge de travail élevée due à la poursuite de l'instruction en approche finale et la distraction de tâches non liées à la conduite du vol ;
- La désactivation des alertes sonores de l'EGPWS dues aux alarmes intempestives ;
- Une gestion des ressources de l'équipage (CRM) probablement déséquilibrée par l'autorité du PNF sur le reste de l'équipage.
- Le non-respect rigoureux des SOP compagnie.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Conformément aux dispositions de l'annexe 13 de l'OACI, les recommandations de sécurité émises par le BEA ne constituent en aucun cas des présomptions de fautes ou de responsabilité. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte au BEA, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre.

Sur la base des premières constatations de l'enquête, le BEA avait adressé à la CAA Moldave et à la compagnie VALAN, des recommandations de sécurité à titre préventif, relatives à l'utilisation effective de l'EGPWS, qui sont reprises ci-après :

- Procéder, dans les meilleurs délais, à la vérification du bon fonctionnement des EGPWS installés sur l'ensemble de la flotte des Antonov An26-100, actuellement en service, selon les normes d'installation de l'équipementier ;
- En relation avec l'équipementier, de procéder à l'analyse des données extraites des EGPWS de ces avions, afin d'identifier et de corriger d'éventuels écarts de données d'altitudes ;
- De s'assurer de la conformité des procédures d'utilisation de l'EGPWS par les équipages de conduite, avec les dispositions de l'OACI relatives à la prévention des CFIT (notamment l'annexe 6).

Suite à ces recommandations, la CAA de Moldavie a pris les mesures suivantes :

1. Une notification a été adressée à tous les détenteurs de CTA pour l'organisation, dans les meilleurs délais, de formations théoriques sur le fonctionnement et l'utilisation du système EGPWS ainsi que le renforcement des entraînements aux procédures de réponses aux alertes d'EGPWS, lors des formations sur simulateur.
2. Une revue des manuels de formation (OM part D) des détenteurs de CTA a été effectuée afin de vérifier la réalisation d'exercices liés à l'activation de l'EGPWS, dans les programmes d'entraînement sur simulateur.
3. Des inspections ad hoc ont été effectuées chez les détenteurs de CTA qui exploitent des aéronefs équipés d'EGPWS.
4. Sous la supervision d'un inspecteur de la CAA de Moldavie, la compagnie VALAN ICC, a organisé des séances non programmées de formation théorique, sur le fonctionnement du système EGPWS.

Le BEA formule les nouvelles recommandations de sécurité suivantes :

A la compagnie VALAN sous la supervision de la CAA de Moldavie

- Le renforcement de la formation en CRM des équipages ;
- La sensibilisation des équipages au respect rigoureux des procédures opérationnelles standards (SOP) de la compagnie, approuvées par la CAA ;
- L'amélioration du système des comptes-rendus équipage et rapports de maintenance en ligne pour encourager à signaler systématiquement les conditions d'alertes EGPWS inexpliquées survenues en vol ;
- L'exigence de l'activation des systèmes de détection et d'avertissement de relief/vitesses et la mise en place d'un mécanisme fiable d'actualisation des logiciels et bases de données de l'EGPWS et des GPS ;
- La modification du Manex (OM Part B annexe 2.2) afin que le radio altimètre soit réglé sur les minima réels de l'approche autorisée, s'ils sont supérieurs à 60 mètres.

- En relation avec l'équipementier, l'analyse des données extraites des EGPWS des autres Antonov en opération, afin d'identifier et de corriger les éventuels écarts de données d'altitudes ;

A l'ANAC /AERIA

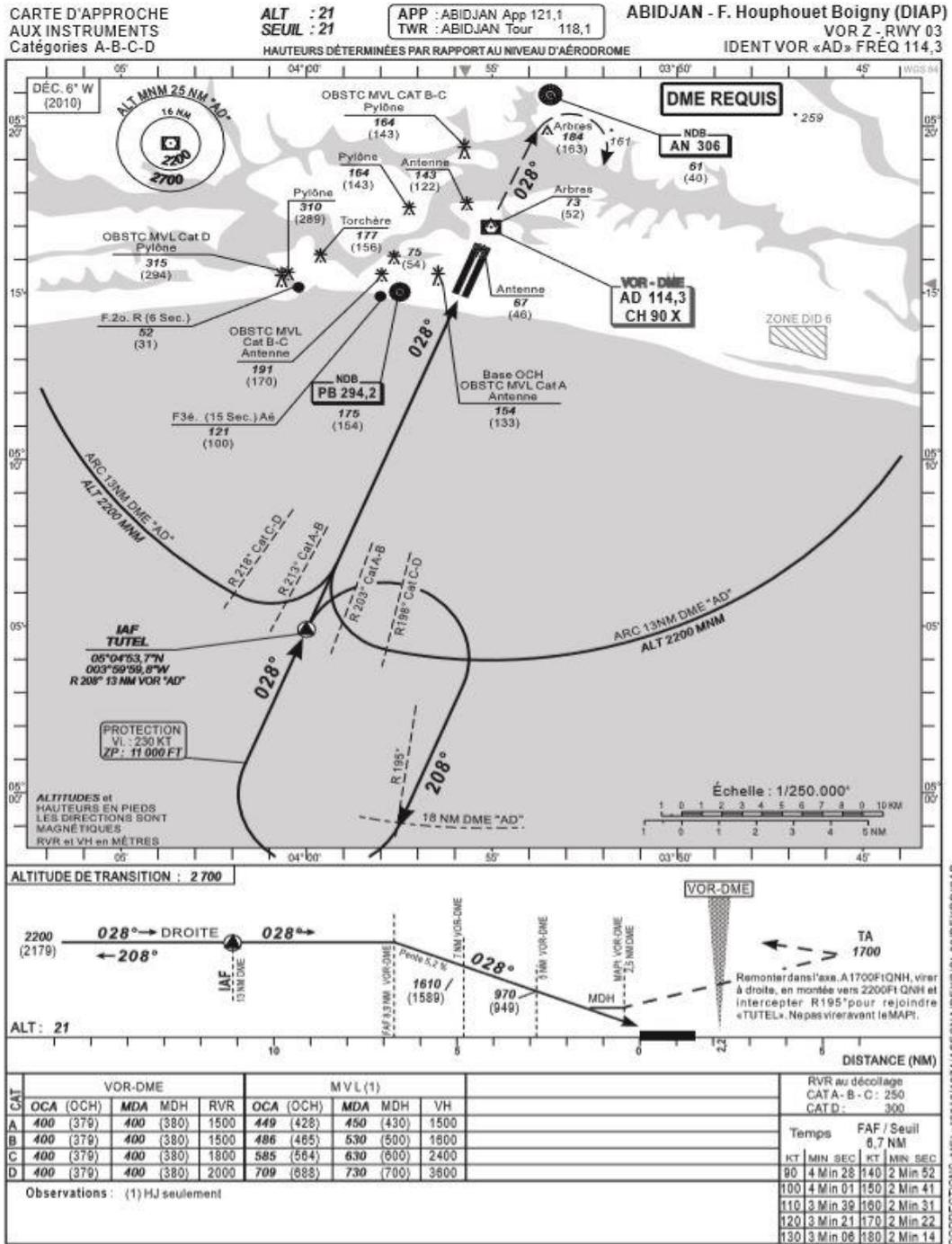
- S'assurer régulièrement que les accès de l'aéroport d'Abidjan hors de la zone protégée, côté sud, puissent être ouverts en cas d'urgence, tel que prévu dans le plan d'urgence de l'aéroport.

A l'ASECNA

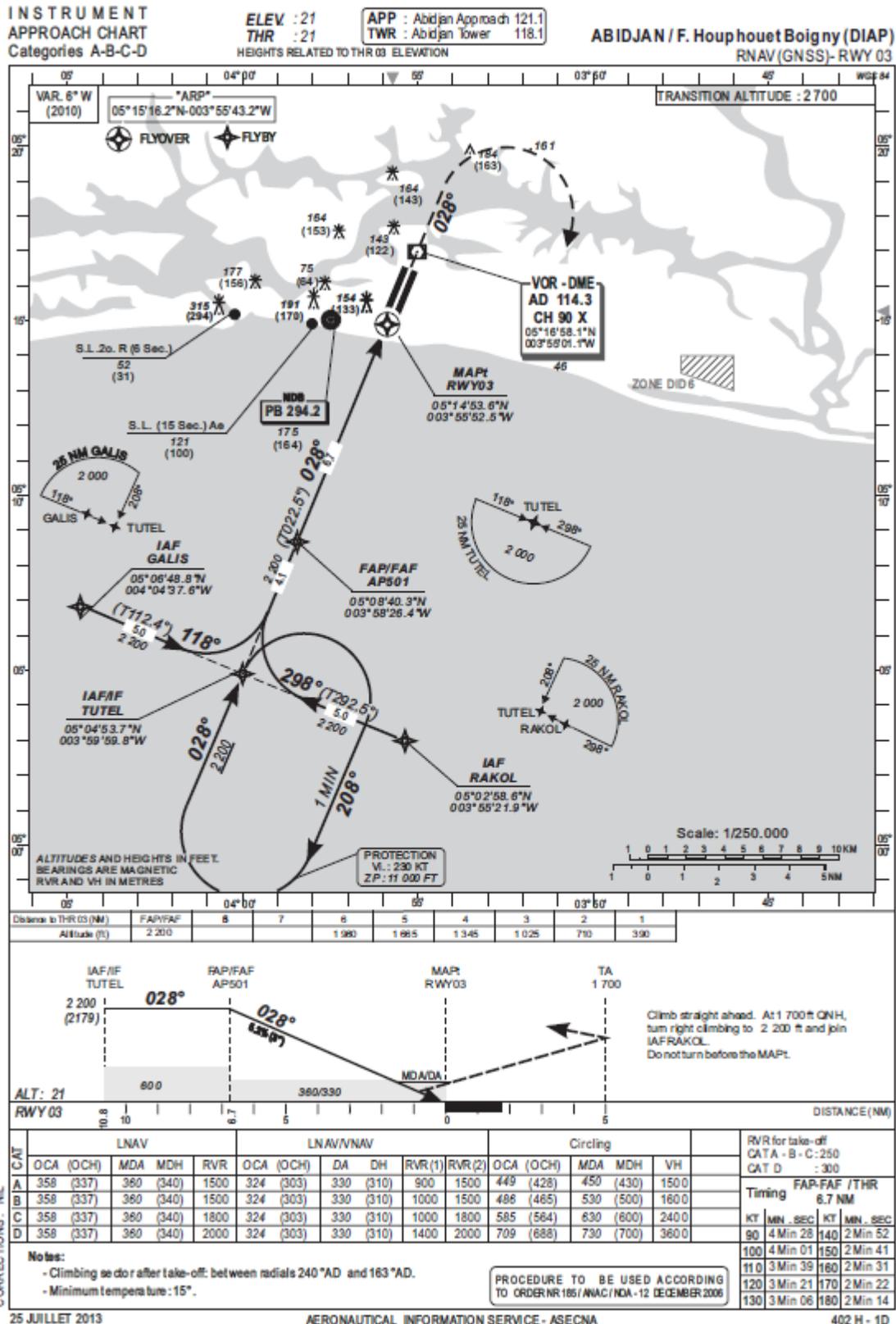
- Le Radar Secondaire de Surveillance (SSR), actuellement en service à l'Aéroport d'Abidjan, assure les fonctions de surveillance et d'assistance Radar dans la fourniture des services d'information de vol et d'alerte.
Compte tenu des conditions météorologiques défavorables fréquentes à Abidjan en bordure de mer, le BEA encourage vivement l'ASECNA à doter également l'Aéroport d'Abidjan d'un Radar de guidage et à mettre en œuvre des procédures de guidage Radar en vue de renforcer la sécurité des vols.

ANNEXE 1

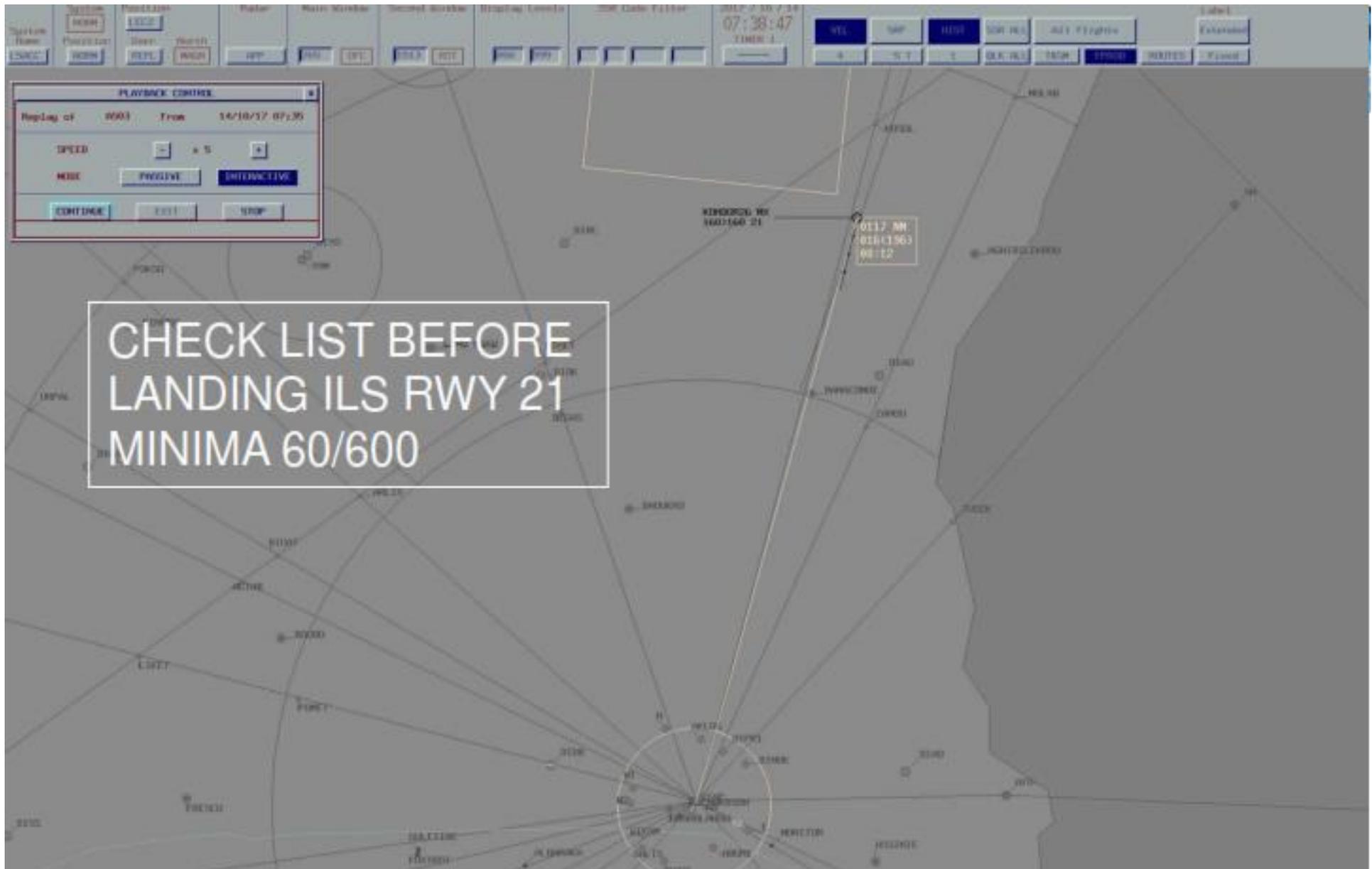
Approche VOR Z de la piste 03 ABIDJAN FHB (DIAP)

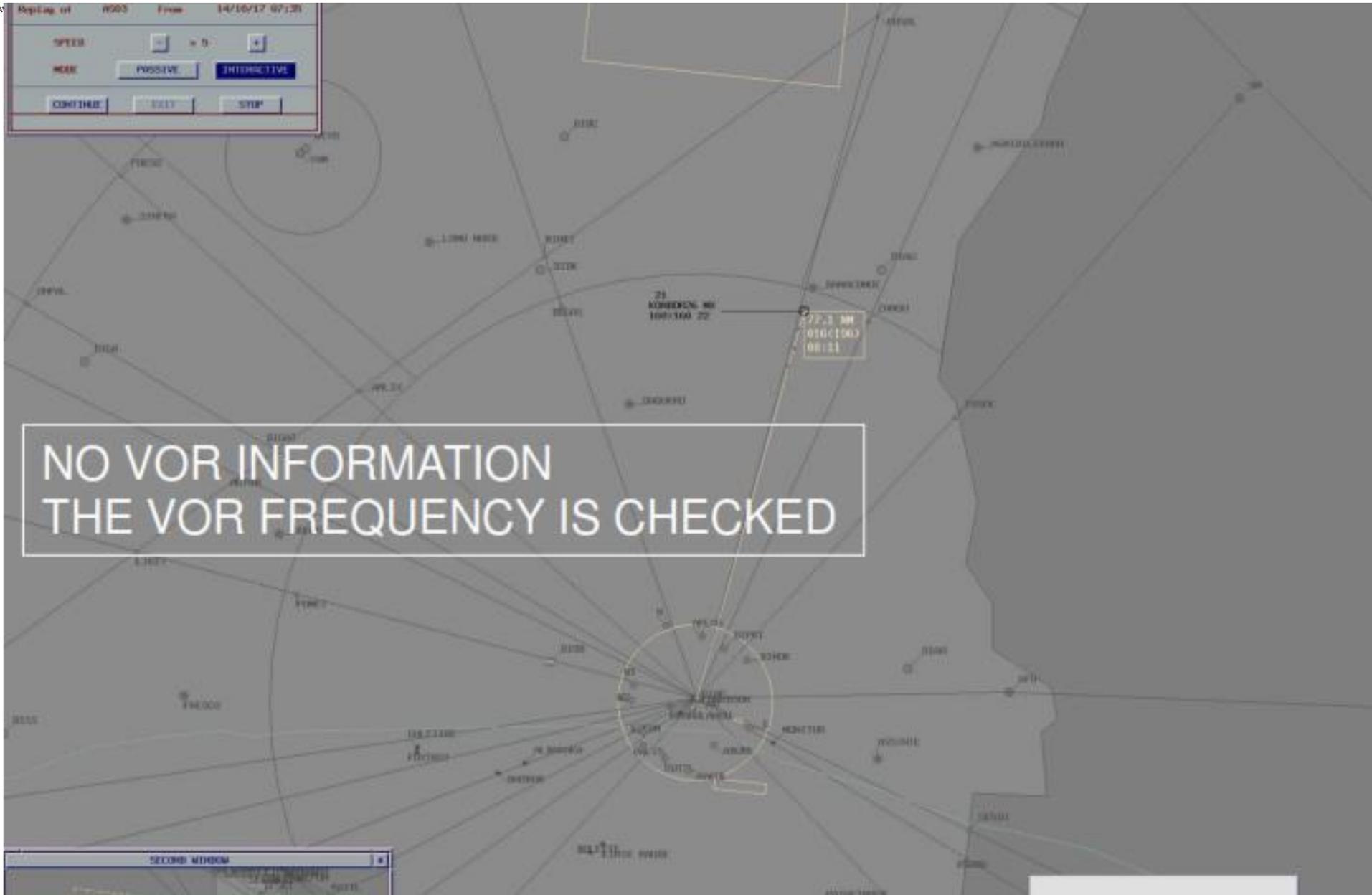


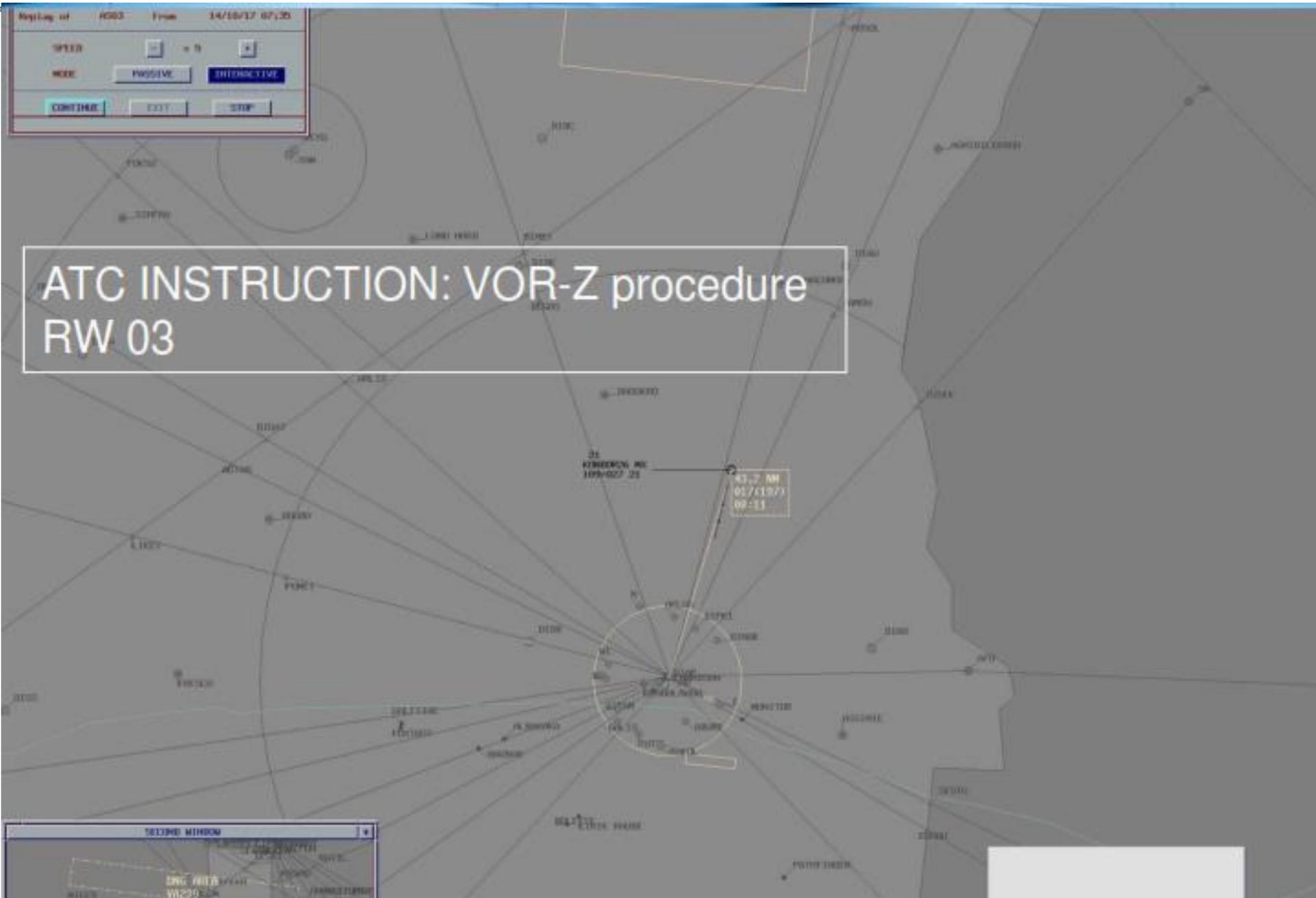
Approche RNAV GNSS de la piste 03 ABIDJAN FHB (DIAP)

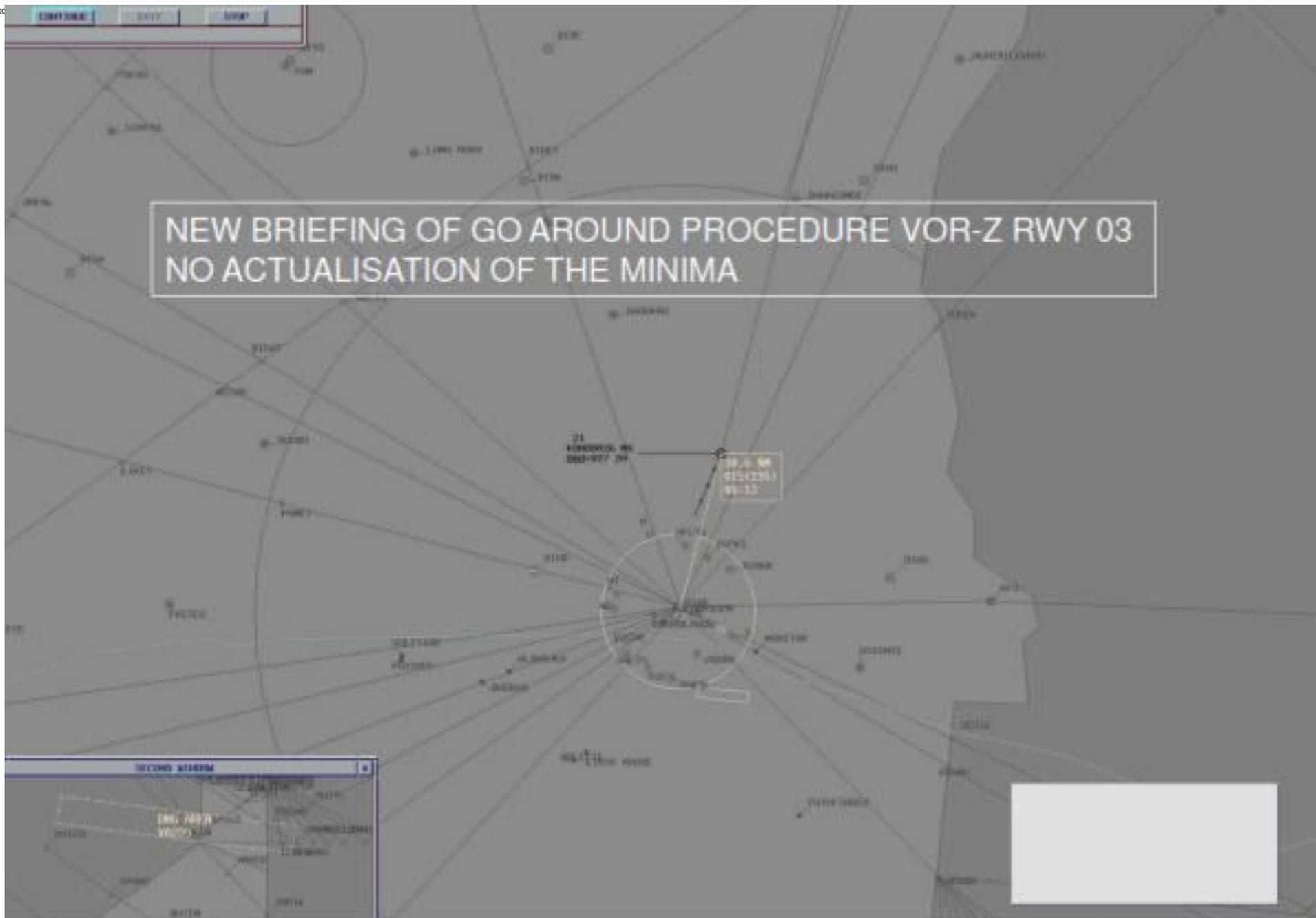


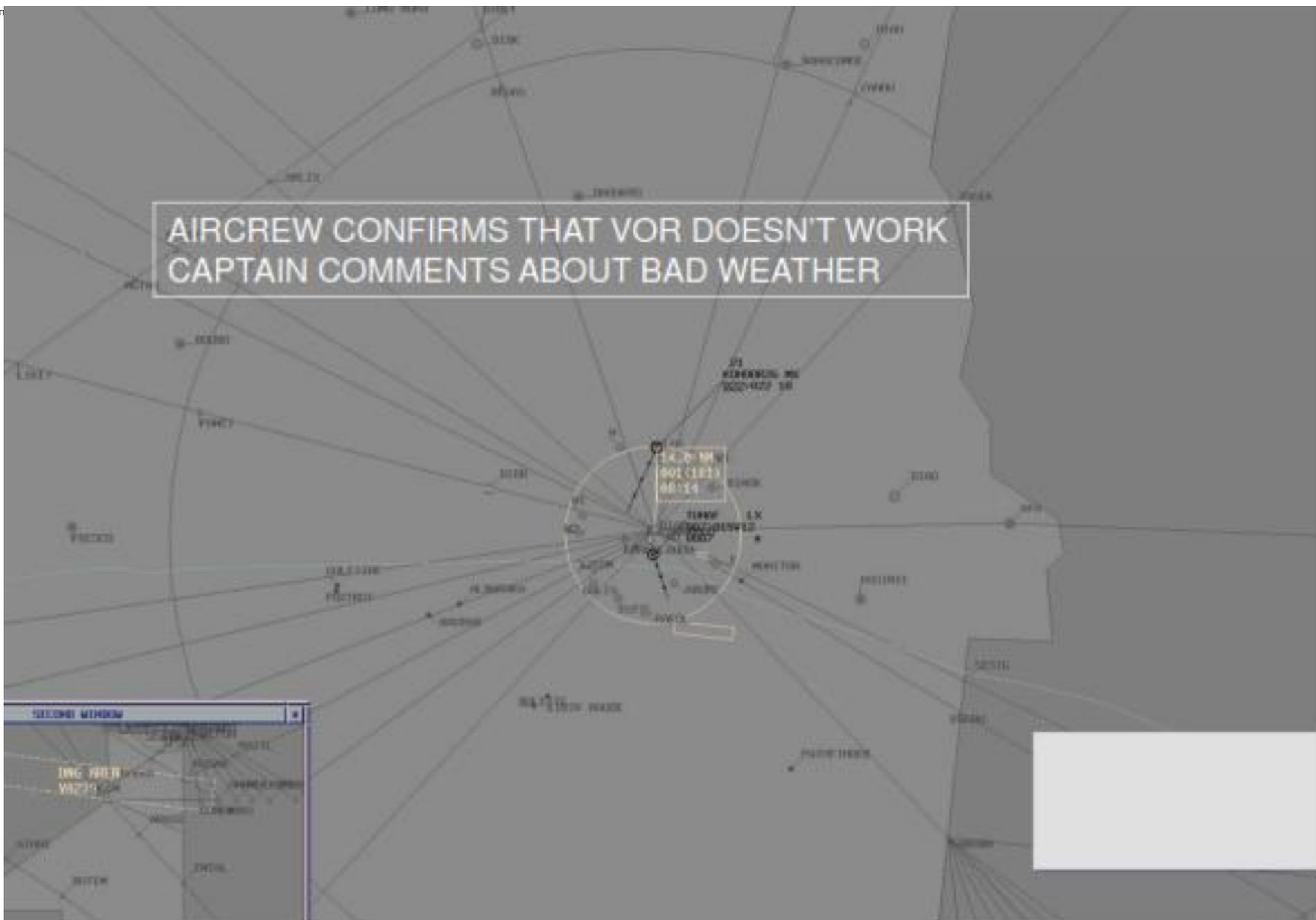
ANNEXE 2 : Tracés Radar /CVR



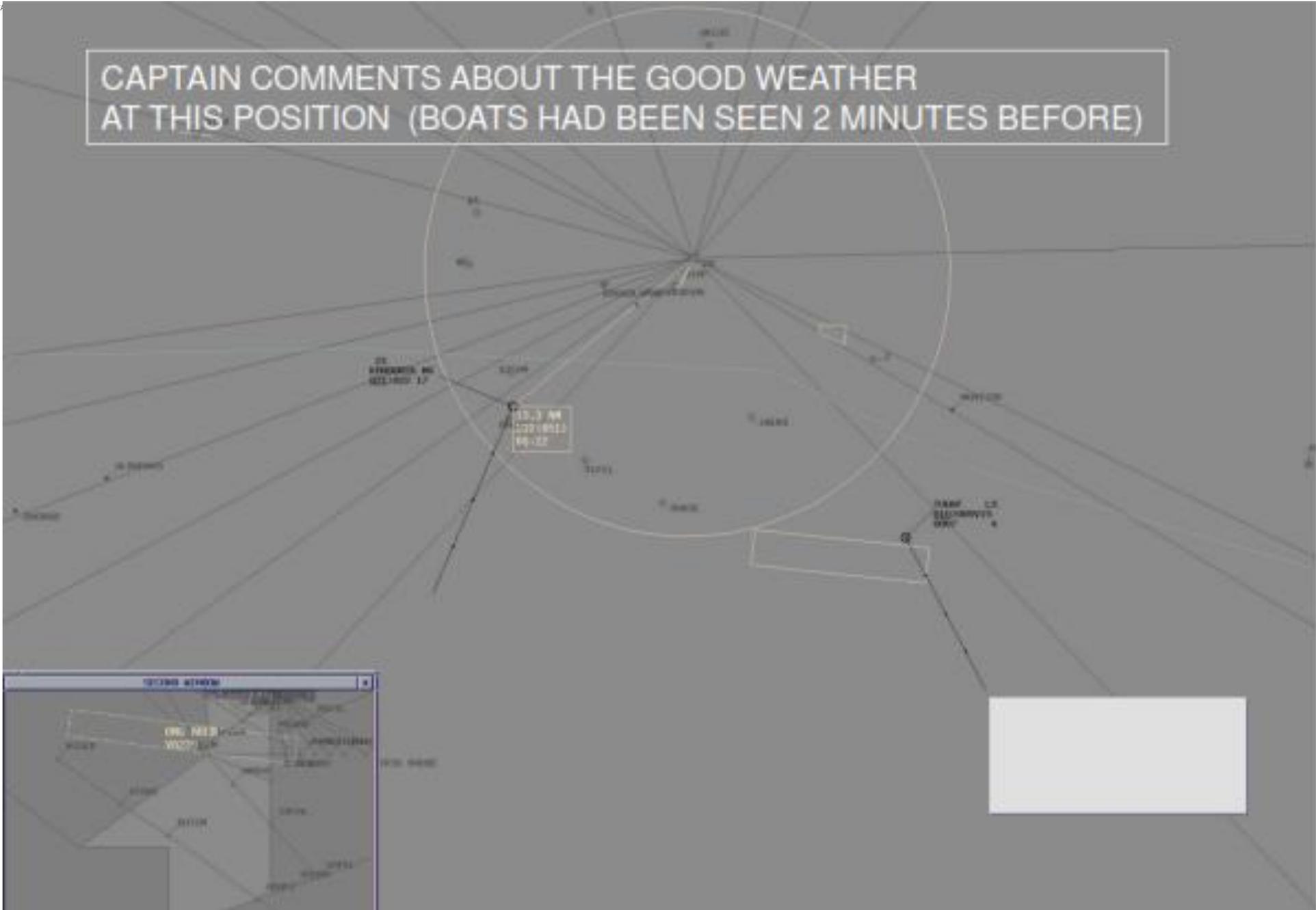


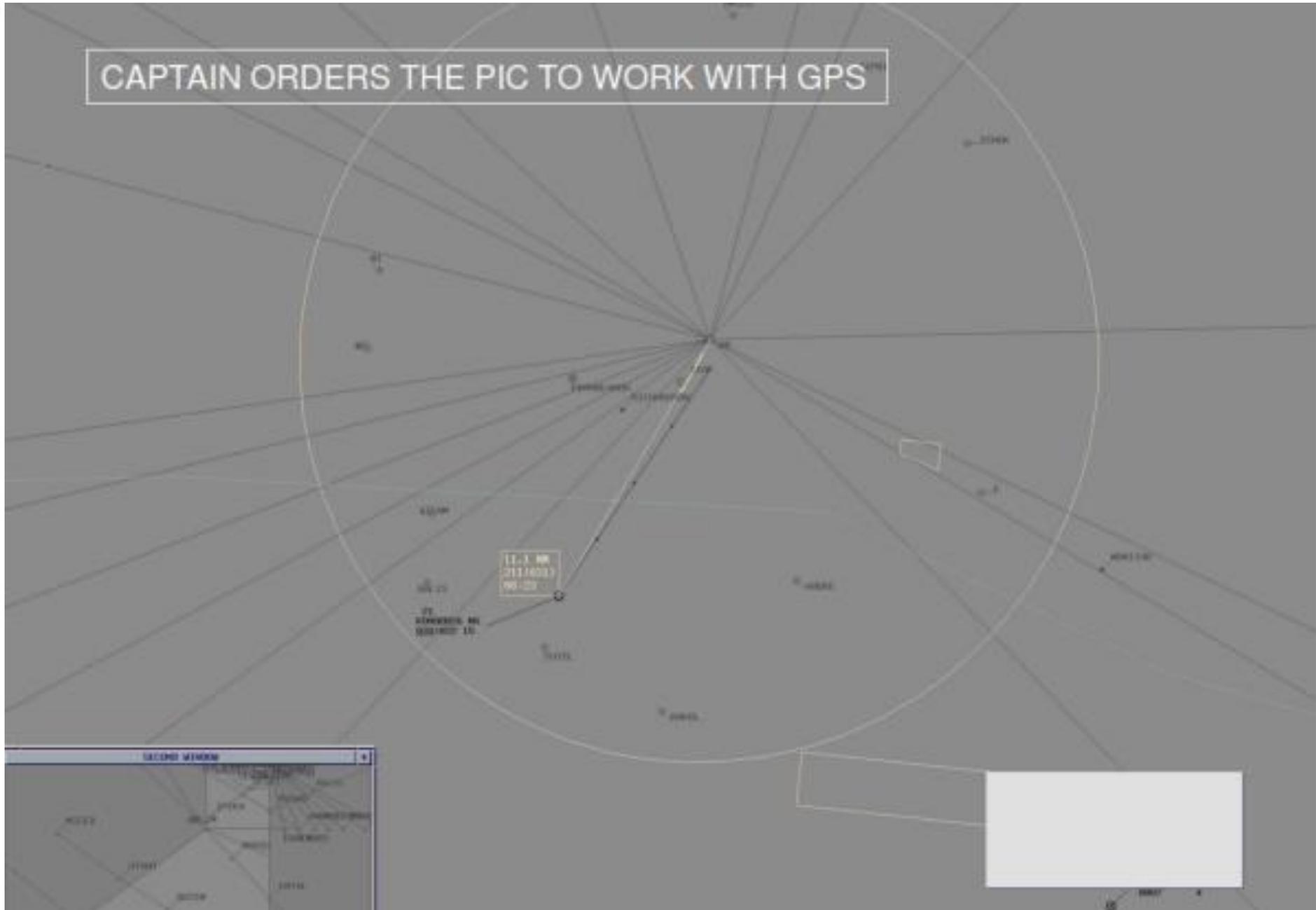




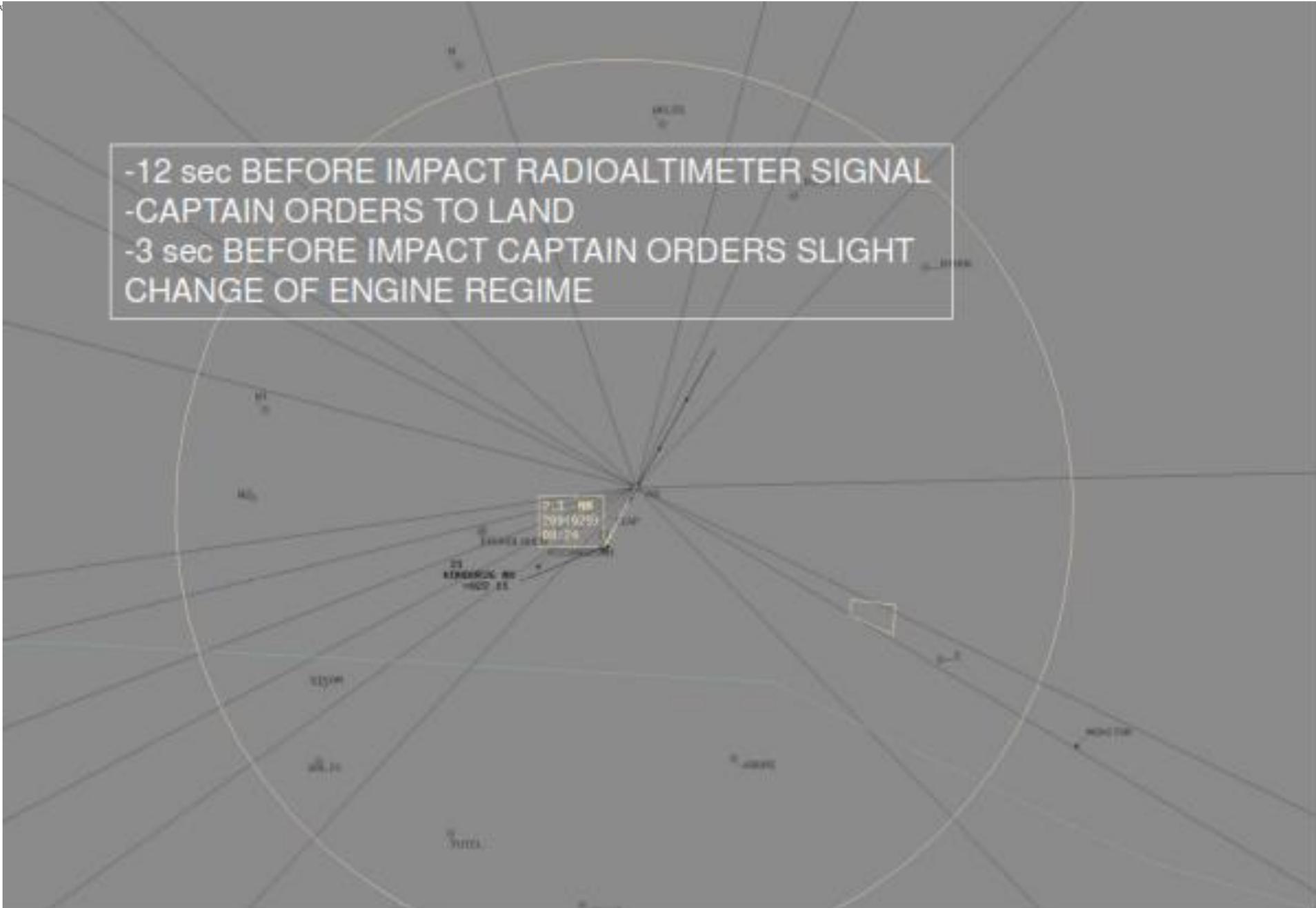


CAPTAIN COMMENTS ABOUT THE GOOD WEATHER
AT THIS POSITION (BOATS HAD BEEN SEEN 2 MINUTES BEFORE)





-12 sec BEFORE IMPACT RADIOALTIMETER SIGNAL
-CAPTAIN ORDERS TO LAND
-3 sec BEFORE IMPACT CAPTAIN ORDERS SLIGHT
CHANGE OF ENGINE REGIME



ANNEXE 3 : Tracés FDR

