



RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE

(Réf. BEA09072018-01)

Accident

SURVENU LE 09/07/2018

A L'AVION ATR72-600, IMMATRICULE : CN-COH
A L'AÉROPORT D'AL HOCEIMA (GMTA) / MAROC

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
CLASSIFICATION DE L'ÉVÉNEMENT	4
SOURCES DE RENSEIGNEMENTS.....	5
Résumé :.....	7
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE	8
1.1.- Déroulement du vol.....	8
1.2.- Tués et blessés.	13
1.3.- Dommages à l'aéronef.	13
1.4.- Autres dommages : NIL	17
1.5-Renseignements sur l'aéronef (CN-COH).....	17
1.6.- Renseignement sur le personnel :	18
1.7.- Conditions météorologiques:.....	19
1.8- Aides à la navigation.....	20
1.9- Télécommunication.....	21
1.10- Renseignements sur l'aérodrome.....	21
1.11.- Enregistreurs de bord.	22
1.12.- Renseignements sur l'épave et l'impact.....	23
1.13.- Renseignements médicaux pathologiques : NIL.....	23
1.14.- Incendie : NIL.....	23
1.15.- Questions relatives à la survie des occupants : NIL.....	23
1.16.- Essais et recherches.....	24
1.17.- Renseignements sur les organismes et la gestion.....	27
1.18.- Renseignements supplémentaires	28
1.19.- Techniques d'enquête.....	41
2. ANALYSE	43
2.1. Conditions Latentes et Menaces.....	43
2.2. Synthèse des Erreurs Non/insuffisamment Gérées.....	48
3.CONCLUSION.....	49
3.1. Faits établis :.....	49
3.2. Causes probables :.....	50
4. RECOMMANDATIONS	51
4.1.- Recommandations de sécurités.....	51
ANNEXES	52
Annexe 1 : Actions entreprises par l'exploitant	53
Annexe 2 : Transcription CVR.....	54
Annexe 3 : Commentaires non pris en compte dans ce rapport.....	62

AVERTISSEMENT

Ce rapport exprime les conclusions de l'équipe d'enquête technique du Bureau d'enquêtes et d'analyses d'accidents d'aviation civile (BEA) marocain sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément aux dispositions et exigences de :

- L'annexe 13 à la convention relative à l'aviation civile internationale ;
- La loi 40.13 du 16/06/2016, portant code de l'aviation civile ; et
- L'instruction technique N°2092 DGAC/BEA du 03 juillet 2013, relative aux enquêtes techniques sur les accidents et incidents d'aviation civile.

L'enquête technique n'est pas conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. **Son seul objectif est de tirer des enseignements susceptibles de prévenir de futurs incidents ou accidents (Article 244 de la loi 40.13).**

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

CLASSIFICATION DE L'ÉVÈNEMENT

Conformément aux dispositions de l'annexe 13 de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), de la loi 40.13 du 16/06/2016, portant code de l'aviation civile marocain et de l'instruction technique N°2092 DGAC/BEA du 03 juillet 2013 relative aux enquêtes techniques sur les accidents et incidents d'aviation civile, l'évènement objet de ce rapport, est classé en tant qu'**accident** nécessitant par conséquent, l'ouverture d'une enquête technique par le BEA marocain.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Pour l'établissement de ce rapport, l'équipe d'enquête technique désignée par le Directeur Général de l'Aviation Civile, s'est basée, entre autres, sur les éléments suivants :

- ❖ Renseignements factuels recueillis par le BEA marocain ;
- ❖ Compte(s) rendu de l'équipage ;
- ❖ Le rapport d'expertise établi par le Fabricant du GPWS « Aviation Communication and Surveillance System (ACSS) » ;
- ❖ Exploitation des données des enregistreurs de vol CVR&DFDR ;
- ❖ Entretiens avec les personnes concernées par l'accident ;
- ❖ Assistance technique fournie par le BEA français et le constructeur d'avion ATR72.

LISTE D'ABREVIATIONS :

ACAS	:	Airborne Collision Avoidance System
ACSS	:	Aviation Communication and Surveillance Systems
AFM	:	Aircraft Flight Manual
ATC	:	Air Traffic Control
ATPL	:	Airline Transport Pilot Licence
BEA	:	Bureau des Enquêtes et d'Analyse des Accidents de l'Aviation Civile
CCR	:	Centre de contrôle régional
CDB	:	Commandant De Bord
CFIT	:	Controlled Flight Into Terrain
CPL	:	Commercial Pilot Licence
CTE	:	Certificat Technique d'Exploitation
DGAC	:	Direction Générale de l'Aviation Civile
FD	:	Flight Director
FDM	:	Flight Data Monitoring
FGCP	:	Flight Guidance and Control Panel
FMS	:	Flight Management System
GPWS	:	Ground Proximity warning system
MDA	:	Minimum Descent Altitude
NIL	:	Sans objet
OPL	:	Officier Pilote de Ligne (Copilote)
PF	:	Pilot Flying
PM	:	Pilot Monitoring
PNC	:	Personnel Navigant de Cabine
QFU	:	Magnetic Heading of a Runway
QNH	:	Query : Nautical Height
RNAV	:	Area navigation
T2CAS	:	Terrain and Traffic Collision Avoidance System
TAWS	:	Terrain Awareness and Warning System (système d'avertissement de proximité du sol).
TCAS	:	Traffic Collision Avoidance System

SYNOPSIS

Date et lieu de l'accident : Le 09 juillet 2018 à l'aéroport d'Al-Hoceima.
-Cherif Alidrissi (GMTA)-.

Type/immatriculation d'aéronef : ATR72-600/CN-COH.

Exploitant : RAMEXPRESS.

Nature du vol : Transport public commercial.

Personnes à bord : 2PNT +2PNC + 54 PAX.

Résumé :

Le 9 juillet 2018, à 18 h 30 UTC, l'ATR72-212A (version 600) immatriculé CN-COH et exploité par la compagnie RAM Express, décolle de l'aéroport de Tanger Ibn Batouta (GMTT) à destination de l'aéroport d'Al Hoceima Cherif Elidrissi (GMTA) avec cinquante-quatre passagers et quatre membres d'équipage à bord.

Au cours de l'approche finale sur GMTA, en l'absence de repères visuels, l'équipage de conduite entreprend une approche interrompue si bas que lors de la ressource, l'avion a touché l'eau de la méditerranée. L'impact a eu lieu à 2630 mètres environ du seuil de piste 17 dudit aéroport puis l'avion remonte et l'équipage décide alors de se dérouter sur l'aéroport de Nador (GMMW) où il a atterri.

Au parking, l'équipage constate des dégâts apparents au niveau de la partie basse du fuselage et les trains d'atterrissage. Les dégâts subis par l'aéronef suite à cet événement ont occasionné une immobilisation de 10 semaines avant sa remise en service.

	Personnes			Matériel	Tiers
	Tuée(s)	Blessée(s)	Indemnes		
Equipage	NIL	NIL	4	Partie basse du fuselage & trains d'atterrissage de l'avion	NIL
Passagers	NIL	NIL	54		

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1.- Déroulement du vol.

Le 09 juillet 2018, l'avion de type ATR 72-600, immatriculé CN-COH, exploité par la compagnie RAM Express, opérant un vol commercial avec 54 passagers et 4 membres d'équipage à bord, a décollé de l'aéroport de Tanger Ibn Battouta (GMITT) à destination de l'aéroport d'AL Hoceima Cherif-Al-Idrissi (GMTA).

Vers 18h55, l'équipage a entamé son approche VOR DME pour le QFU 17 de l'aéroport GMTA après avoir été informé des conditions météorologiques.

Vers 19h05, alors qu'il était en phase finale d'approche QFU 17, au-dessus de la méditerranée, l'équipage a effectué une remise des gaz, puis a touché l'eau de la méditerranée, et a demandé à la tour de contrôle d'AL Hoceima de se dérouter sur l'aéroport de Nador.

A 19h06, le vol a été transféré au centre de contrôle régional (CCR) de Casablanca pour la poursuite du vol à destination de l'aéroport de Nador (GMMW).

L'équipage a poursuivi son vol, et a atterri à l'Aéroport (GMMW) en toute sécurité à 19h30.

❖ La première Etape :

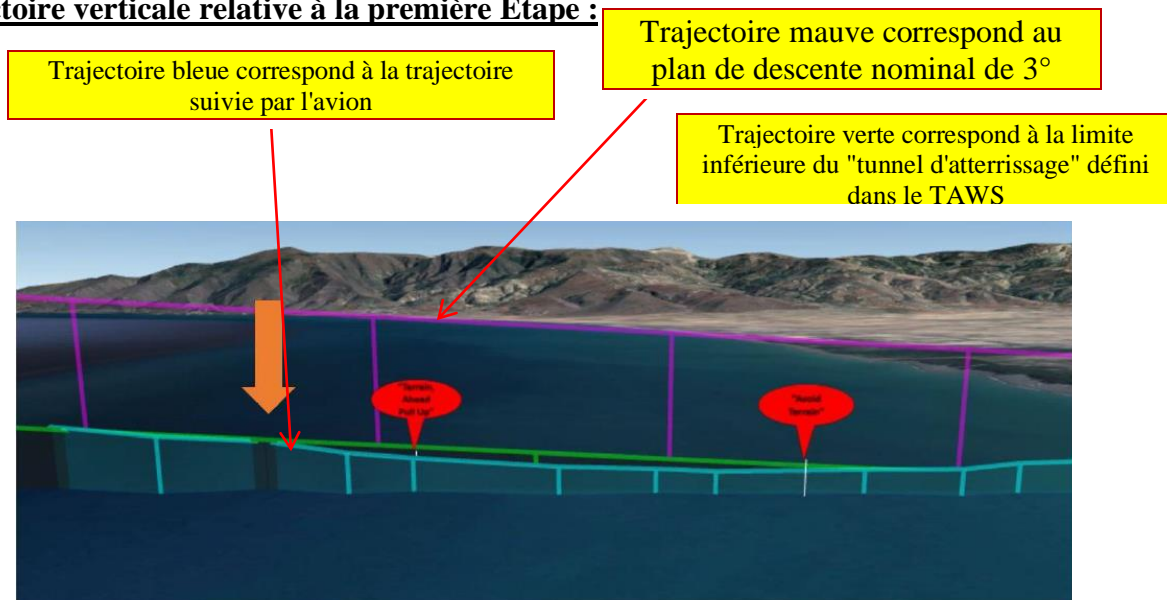
L'équipage était programmé pour effectuer un parcours de quatre étapes : Casablanca – Al Hoceima – Tanger – Al Hoceima – Casablanca. Le commandant de bord réalise la première étape en tant que Pilot Flying (PF) et les trois autres étapes en tant que Pilot Monitoring (PM), sachant que l'atterrissage de la troisième étape s'est effectué à l'aéroport de GMMW.

Au cours de la première étape, le message d'avertissement « TERRAIN » s'affiche sur l'EWD¹ et le voyant ambre « TERRAIN FAULT » s'allume (probablement liée à une dégradation du signal GPS dans la zone traversée par le CN-COH) alors que l'avion est en croisière au niveau de vol FL160. Ce message qui indique la perte des modes « Enhanced » du TAWS. Il, disparaît après 6 minutes et 38 secondes environ.

L'équipage effectue l'approche RNAV pour le QFU 17 d'Al Hoceima. Les conditions Météo prévoient un plafond à 800 pieds. Une fois arrivé à la MDA (1 030 ft), le Commandant de bord ne voit pas la piste et décide de continuer la descente avec un taux de descente d'environ 1000 ft/min. Une minute après, les alarmes TAWS « TERRAIN AHEAD PULL UP » et « AVOID TERRAIN » se déclenchent quand l'aéronef se trouve à 1760m du seuil de piste et 60ft d'altitude radio. Le PF effectue alors une variation d'assiette à cabrer, et remet de la puissance. Le point plus bas atteint est de 45ft d'altitude radio. Ensuite, l'avion remonte à une hauteur de **108 pieds** qu'il maintient jusqu'à la vue de la piste puis reprend une descente pour atterrir.

¹ Engine and Warning Display

Trajectoire verticale relative à la première Etape :



(Source : ACSS)

❖ Briefing au sol à l'aéroport de Tanger (GMTT) pour la troisième étape GMTT-GMTA

La troisième étape de la journée relie l'aéroport de Tanger à celui d'Al Hoceima. En raison de la faible durée du vol, le briefing de l'approche à Al Hoceima est effectué au sol à Tanger, en même temps que le briefing départ.

L'équipage prépare cette fois une approche VOR/DME, dont les minima sont de 760 ft. Le commandant de bord (Pilote Monitoring) explique à l'officier pilote (Pilote Flying) que si la piste n'est pas en vue aux minima, il descendra jusqu'à 400 ft et maintiendra cette altitude (Hauteur) jusqu'à la vue de la piste, et que si la piste n'est toujours pas en vue à 2NM du VOR, il faudra interrompre l'approche et remettre les gaz. En outre, le CDB accepte, après avoir consulté le DDM (Dispatch Deviation Manual), la suggestion du copilote d'arrêter le GPWS pour éviter les alarmes pendant la descente et l'approche, car ils pensent que celles émises par ce système, au cours de la première étape, étaient intempestives.

❖ Du décollage à la descente

L'avion décolle de l'aéroport de Tanger à 18h30. Il atteint son niveau de croisière, le FL130, à 18h46 pour commencer la descente 6 minutes plus tard. Avant le commencement de la descente, le CDB discute avec l'OPL de la réalisation de l'approche et lui donne des conseils/instructions relatifs à celle-ci.

À 18h55, l'équipage contacte le contrôleur aérien de la tour d'Al Hoceima. Ce dernier lui demande de confirmer qu'il souhaite faire une approche VOR DME pour la piste 17, ce à quoi l'équipage répond par l'affirmatif. Le contrôleur les autorise alors à descendre au niveau FL60 et leur demande de rappeler à la verticale du VOR ALM.

Le mode LNAV est actif. L'équipage engage le mode V/S de l'AP (pilote automatique) avec une vitesse verticale de -1500 ft/min et sélectionne l'altitude de 6 000 ft. Le CDB indique à l'OPL la procédure avec un point « ALM01 », qui ne figure pas sur les procédures publiées, situé à « 12,5 NM radiale 336° » et lui rappelle de rattraper le plan.

A 18h56, l'équipage effectue une check-list descente, à l'initiative du PM (CDB) et au cours de cette descente ils augmentent la vitesse verticale à -1 600 ft/min puis à -1 800 ft/min avec une vitesse indiquée de 230Kt.

Le CDB rappelle les manœuvres à exécuter en cas de remise des gaz et annonce à l'OPL que pendant l'approche, il (CDB) s'occupera de la surveillance de « la vitesse et l'eau » et lui (OPL) le pilotage.

❖ L'approche :

Peu avant d'atteindre 6 000ft, à 18h58min, la Vitesse indiquée 210kt et l'altitude de 3 000 ft sont sélectionnées, de même pour les vitesses verticales de -1 500 ft/min puis -1 300 ft/min. L'équipage sélectionne l'altitude de 3000 ft et effectue une vérification croisée des altimètres au QNH 1016 au passage de 6100 pieds. Ensuite la checklist approche a été effectuée.

A18h59min54, l'avion est à 11,5 NM du seuil du QFU 17, vitesse 220Kt et altitude 4500 pieds environ, le CDB désactive le GPWS et rappelle à l'OPL à deux reprises « *Train et Volets pour avoir un plus grand taux de descente* » lui explique-t-il (Voir transcription en annexe 2).

A 19h00mn16s, à 4000 pieds d'altitude, le Cap augmente de 90° jusqu'à 148°, le CDB dit à l'OPL « *A deux nautiques on doit être à sept cents ... on prend la décision à trois nautiques, là tu vas maintenir à 400 pieds radioaltimètre* ».

A 19h01min01, l'altitude sélectionnée est 2100 pieds alors que la vitesse indiquée est de 220kt et l'altitude indiquée est 3040 ft,

A 19h01min25, le Cap augmente de 133° à 172° pour l'interception de la finale, le CDB dit à l'OPL de réduire la vitesse pour préparer la machine. L'OPL sélectionne la vitesse 170Kts.

A 19h01min51, l'ATC rappelle et indique les dernières informations météorologiques : « *Vent calme, visibilité quatre kilos présence de brume, Overcast à 006, température 23, point de rosée 23, QNH 1016* ». Le CDB répond « *Bien reçu, on continue l'approche on rappelle* ».

En atteignant 2260ft le mode vertical ALT* s'engage. Le CDB sélectionne alors une altitude de 400 ft, alors que l'avion est à 6,4NM du seuil de piste et la vitesse est de 188kt en régression. Le mode vertical PITCH HOLD s'engage.

Ensuite l'équipage réengage le mode V/S avec une vitesse verticale de -1 200 ft/min quand l'avion est situé à 6.2 NM du seuil de piste, ce qui correspond au point de début de descente. A ce moment le contrôleur rappelle pour confirmer l'accusé de réception et le CDB confirme qu'il a **bien reçu la Météo et qu'il rappelle quand la piste est en vue.**

A 19h02min14, le CDB rappelle « *Flaps* », sélectionne la sortie des volets en position 15° la vitesse sélectionnée est 140kts alors que l'altitude est 1800 pieds. Le CDB annonce au même instant à la fréquence : « *Did you copy We are fully established* », suite à quoi l'ATC accuse réception et donne l'autorisation d'atterrir. Le CDB accuse alors réception « *Roger* » sans *Read Back*,

A la demande de l'OPL, le CDB sélectionne la sortie des trains d'atterrissage en disant à l'OPL « *Va Va à la limite* ». La VS sélectionnée augmente progressivement jusqu'à -1 800 ft/min. La vitesse indiquée alors est de 155 kt et l'altitude est de 1260 ft.

À 19 h 03, la vitesse sélectionnée est de 119kt, et le mode latéral LNAV LO s'engage. Les volets sont ensuite sélectionnés en position 30° alors que la distance seuil de piste est 3,3 NM et, simultanément, le mode vertical ALT* s'engage 400ft avant l'altitude sélectionnée, du fait du taux de descente de -1800ft/min. La vitesse indiquée est alors de 146 kt.

Dix secondes plus tard, la vitesse sélectionnée diminue à 106 kt et le CDB dit « *Là à 1 000 pieds on voit le sol. 500 pieds on voit, on continue. On continue 300* ». La vitesse indiquée est alors de 125kt.

À 19 h 03 min 27 s, le mode vertical, passe Pitch Hold (engagé deux secondes plus tôt) à V/S avec une vitesse verticale sélectionnée de -1 000 ft/min alors que la radiosonde indique une hauteur de 445 ft. L'OPL sélectionne au même instant l'altitude de 9 400 FT puis, le CDB annonce « *On continue* ».

À 19 h 03 min 33 s, le mode latéral HDG HOLD LO s'engage alors que l'avion se trouve à 2 NM du seuil de piste à une hauteur d'environ 400 ft.

À 19 h 03 min 39 s, la vitesse verticale est sélectionnée à - 1 800 ft/min. La radiosonde indique 310 ft et la vitesse indiquée est de 121 kt. Huit secondes après, la vitesse verticale sélectionnée est ramenée à - 1 400 ft/min. La radiosonde indique 135 ft, la vitesse indiquée est de 128 kt.

❖ Le toucher de l'eau et la remontée :

À 19 h 03 min 47 s, le PF dit « *c'est pas normal* » puis s'annonce en langue maternelle ce qui signifie « *maintenant prends-le en manuel* ».

19h03min49s, hauteur de 80 pieds et vitesse 130 kt, l'OPL désengage le pilote automatique (AP). Pendant 9 secondes, le PF applique des efforts à cabrer sur le manche tandis que le PM applique des efforts à piquer. La force opposée maximale sur les deux colonnes de contrôle a atteint 3 fois 68 daN.

À 19 h 03 min 51 s le PF avance les manettes des gaz vers la position 74° atteinte en 4 secondes.

À 19 h 03 min 53s les trains d'atterrissage sont compressés ; l'avion heurte la surface de l'eau à deux reprises en raison des efforts à piquer appliqués sur le manche par le PM qui sont supérieurs aux efforts à cabrer du PF. Lors du deuxième impact, l'avion a une assiette à piquer de -3° et subit une accélération verticale de 3,92G et une décélération de 0,42G. Le PM applique à ce moment une force de 40 daN à piquer tandis que le PF applique une force de 28daN à cabrer. Par la suite l'effort à piquer du PM diminue tandis que l'effort à cabrer du PF augmente et l'avion reprend de l'altitude. Le Master Warning, associé à un TO config PWR MGT (PWR MGT en position CRZ pendant l'approche), se déclenche pendant une seconde. Les manettes des gaz sont reculées vers 67° (position NOTCH) et l'assiette augmente progressivement pour atteindre 17° à cabrer 10 secondes plus tard.

❖ Le dégagement sur GMTW :

À 19 h 03 min 59s alors que l'avion est 1,08 NM du seuil de piste 17, le CDB dit au copilote de tourner et positionne le sélecteur des volets de 30 à 0°, Les volets sont rentrés en position 0° 14 secondes plus tard environ,

À 19:04:05 l'avion est à 1,03 NM du seuil et à 250 pieds QNH, la vitesse est de 120Kt en régression vers la valeur minimale de 103 k avec une vitesse sélectionnée de 145kts, le taux de montée était à 1900 pieds/min.

À 19:05:16 les trains d'atterrissage sont rentrés, le CDB annonce à la fréquence de la tour de GMTA qu'il a remis les gaz, et demande de procéder à l'aéroport de Nador.

À 19 :04 :19 l'avion était à 0,61 NM du seuil à 500 pieds avec une vitesse 118kt en accélération (VmLB0° de 136kt). L'assiette quant à elle était inférieure au seuil de l'alarme de décrochage.

À 19 h 07 min 58 l'équipage réengage l'AP avec les modes LNAV et IAS (Indicated Air Speed).

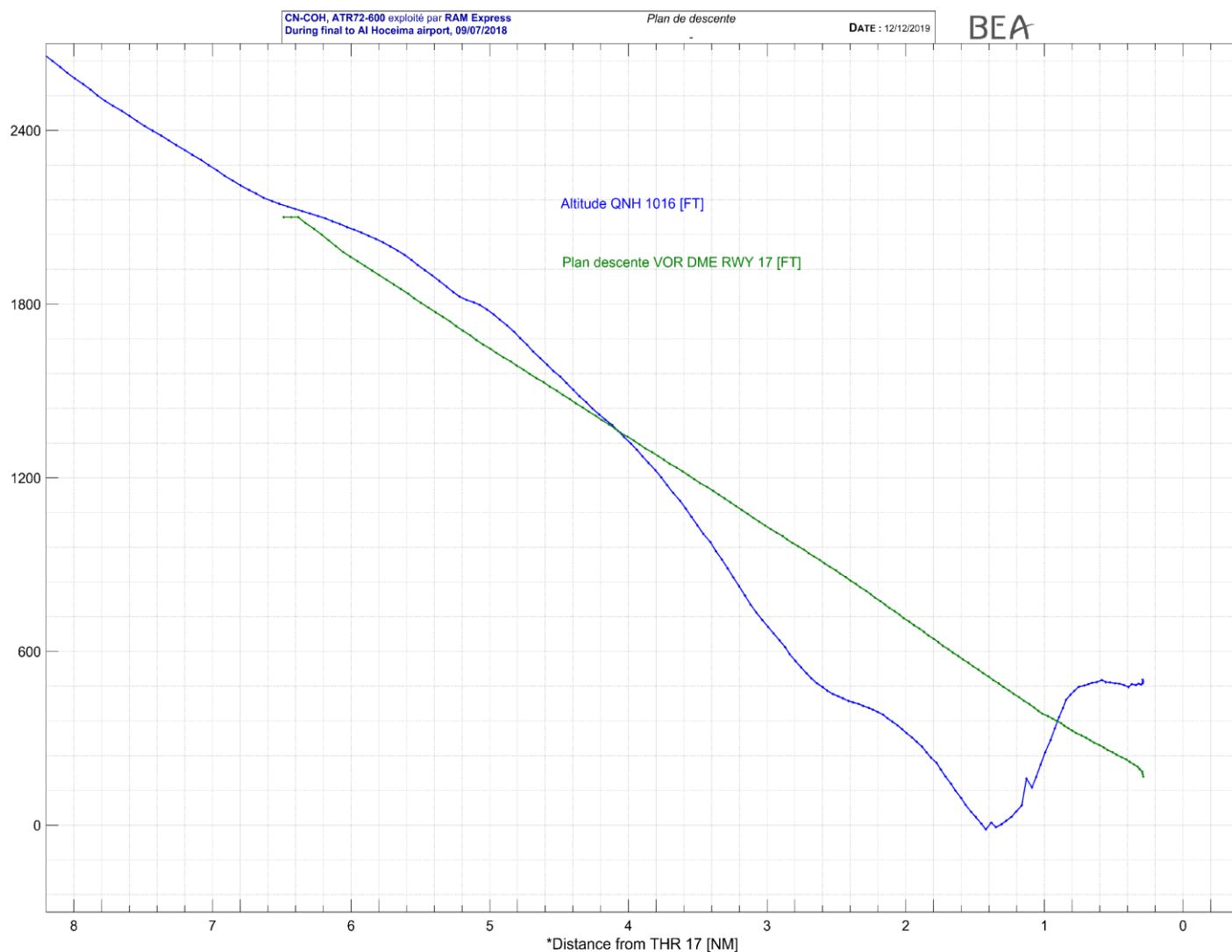
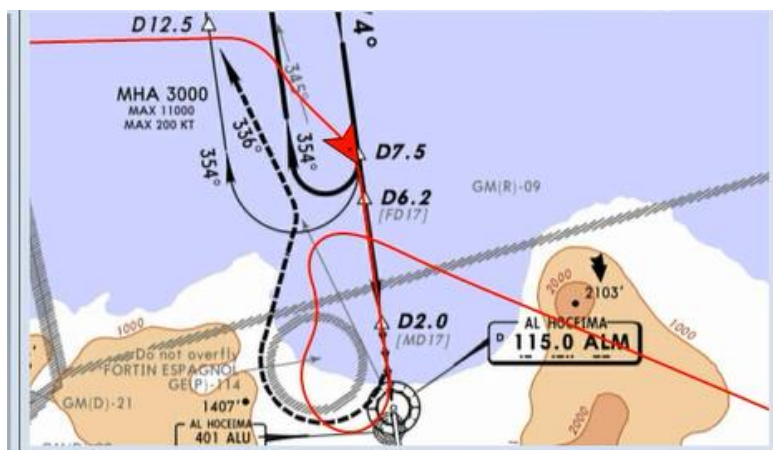


Figure : TV

❖ **Trajectoire verticale :**

La trajectoire verticale de l'avion est représentée sur **figure : TV**, en comparaison avec la trajectoire décrite sur la carte d'approche VOR DME QFU 17 de l'aéroport d'Al Hoceima. Pour cela, l'altitude standard de l'avion enregistrée dans le FDR a été corrigée du QNH 1016.

❖ Trajectoire horizontale approche- remontée :



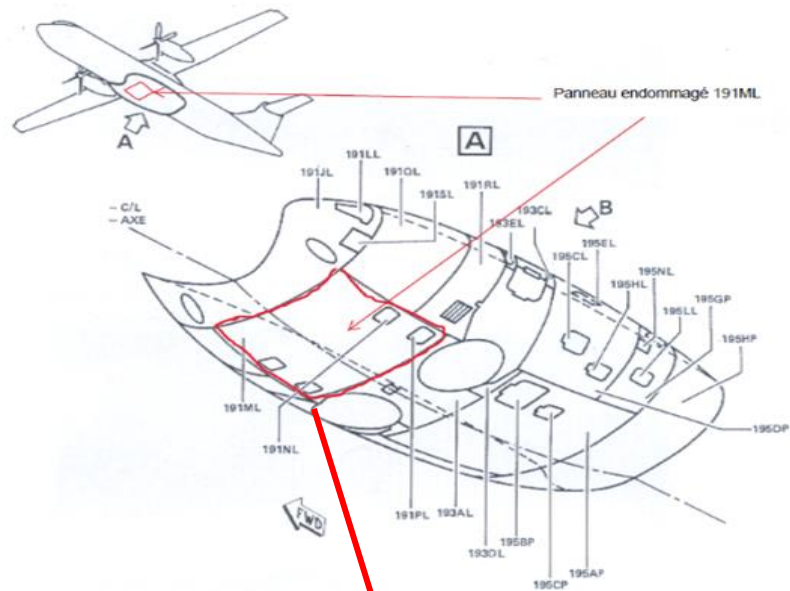
1.2.- Tués et blessés.

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

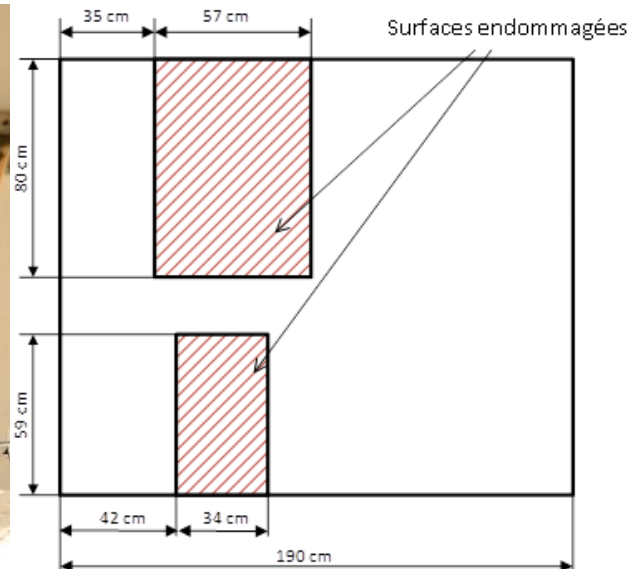
1.3.- Dommages à l'aéronef.

1.3.1. Structure

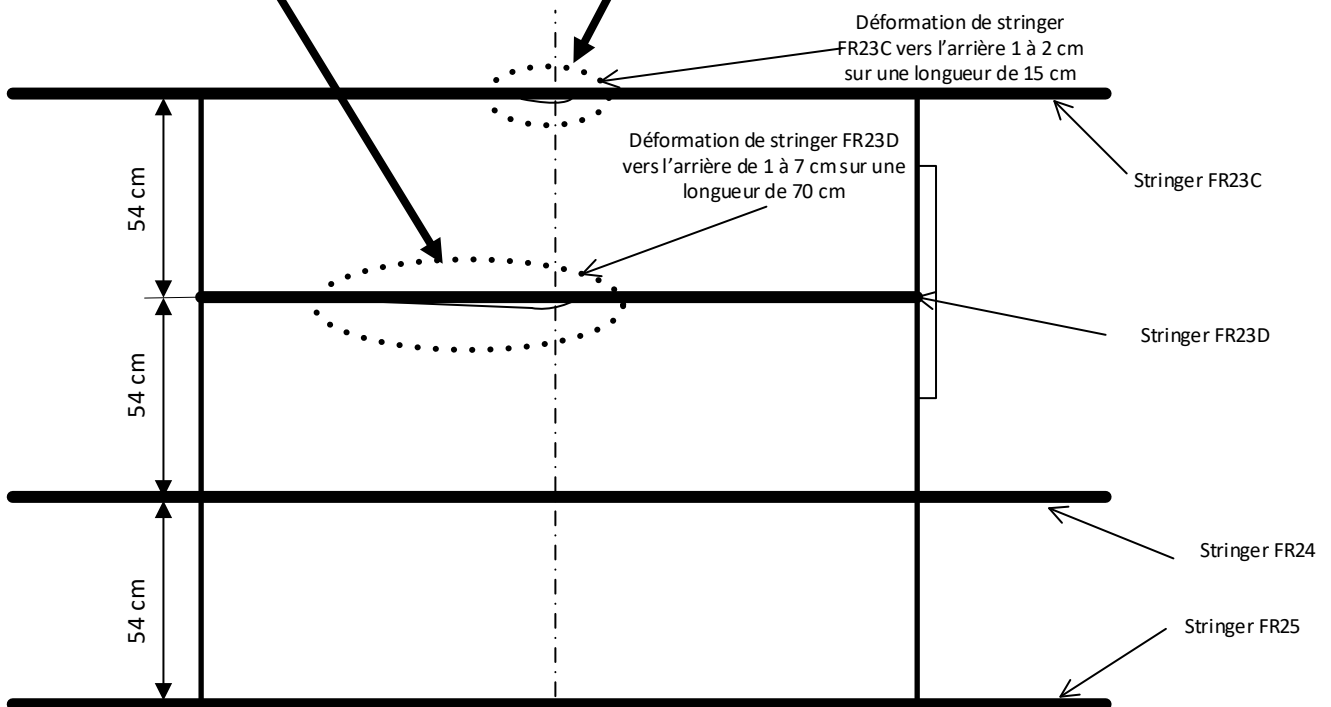
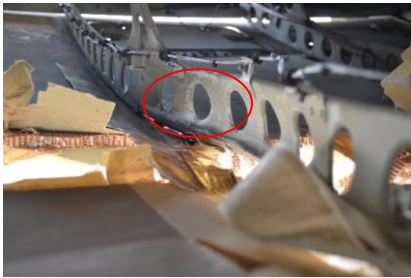
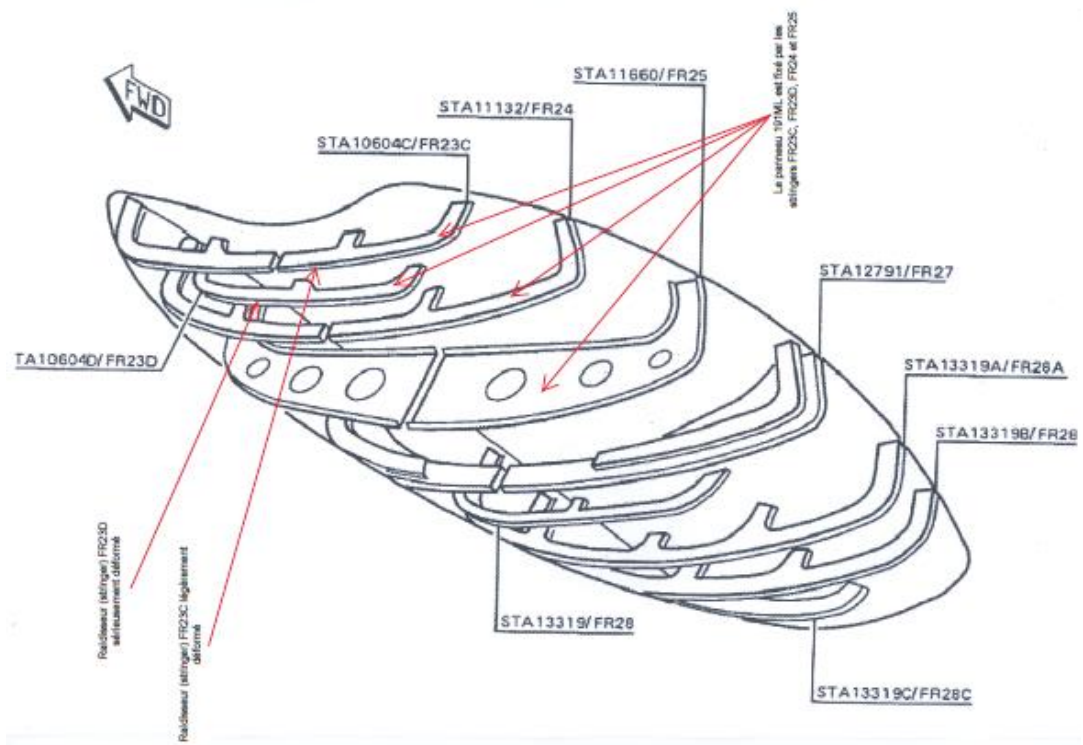
L'inspection visuelle de l'avion a permis de constater que les dommages subis, lors de l'impact avec l'eau de mer, étaient situés au niveau du panneau 191ML en dessous du fuselage (Voir photo ci-dessous).



L'image ci-dessous montre l'étendue et les dimensions des dommages subis au niveau du panneau 191ML.



En outre, l'examen détaillé du panneau endommagé (191ML) a révélé que deux (FR23C, FR23D) des quatre raidisseurs (stringer) sur lesquels ce panneau est fixé ont été déformés suite à cet impact (Voir détails sur les images ci-après).



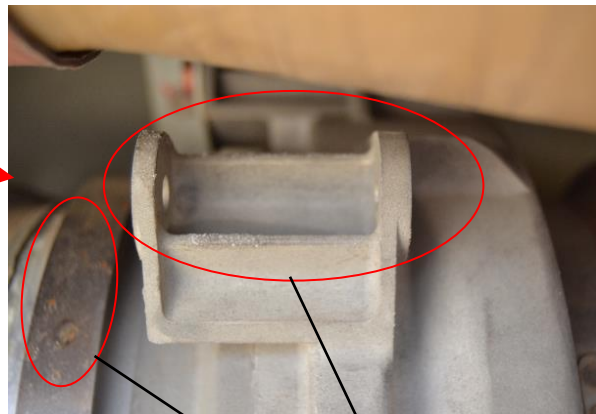
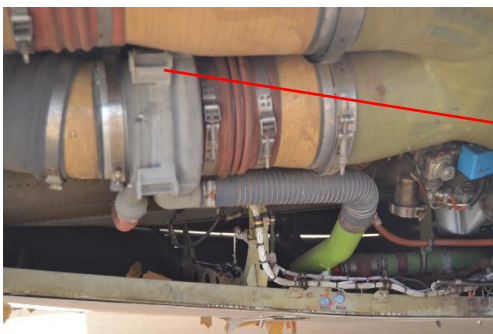
Il s'avère ainsi que d'après ces constatations que l'impact de l'avion avec l'eau de mer était au milieu du stringer FR23D.

Par ailleurs, l'équipe d'enquête a également constaté la présence du sel apparente sur quelques équipements entre le panneau et le plancher avion dû à la pénétration d'eau de mer à travers les entrées d'air gauche et droite des RAM AIR, montrant ainsi le niveau atteint par l'eau au moment de l'impact (Voir photo ci-dessous).



Panneau 191ML endommagé

Entrée d'air (RAM AIR)

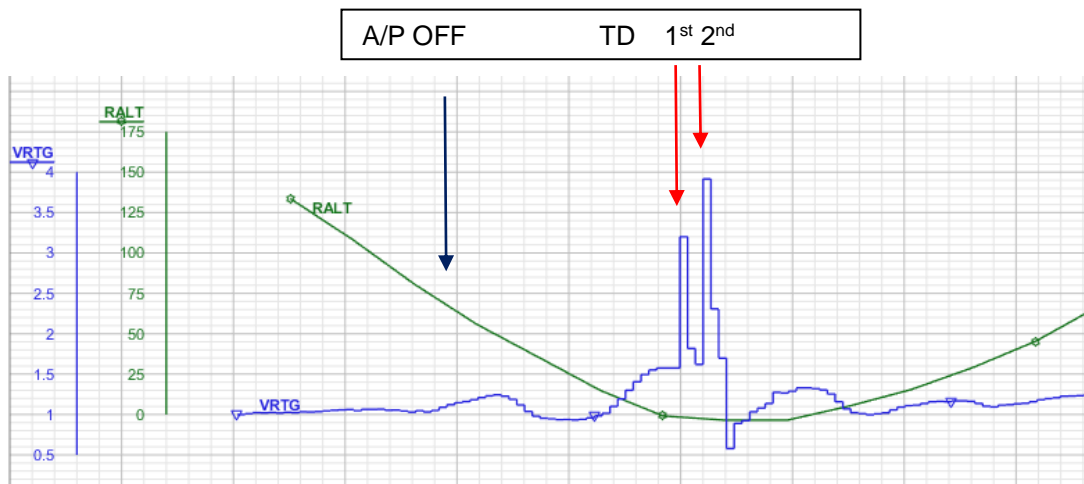


Traces de sel

1.3.2. Trains d'atterrissage

L'expertise effectuée par le constructeur sur les trains d'atterrissage a montré que, lors des deux impacts des trains avec l'eau de mer, l'accélération verticale a atteint respectivement un maximum de 3.20 G et 3.91 G, dépassant ainsi les charges maximales certifiées pour ces trains, ce qui a nécessité leur remplacements (Voir détails sur les croquis suivants).

	1st impact	2nd impact
Pitch at impact (°) (>0 nose up)	- 0.18 g	-1.84 g
Roll at impact (°) (>0 right wing down)	-1.49 g	- 0.26g
VRTG at impact (g)	1.57	1.62
Max VRTG recorded during impact (g)	3.20	3.91
Max LONG recorded during impact (g)	0.42	0.2
Max LATG recorded during impact (g)	- 0.18	-0.1



1.4.- Autres dommages : **NIL**

1.5-Renseignements sur l'aéronef (CN-COH)

1.5.1. Renseignements sur la navigabilité de l'aéronef (CN-COH)

L'avion de type ATR72-212A, immatriculé CN-COH, destiné au transport public de passagers est inscrit dans le registre d'immatriculation des aéronefs civils en date du 16 juillet 2012. Son port d'attache est l'aéroport Casablanca/Mohammed V.

Les documents et données relatifs à l'aéronef au jour de l'événement sont :

Certificat	N° d'enregistrement	Validité
Certificat de navigabilité (CDN)	307
Certificat d'examen de navigabilité	76	01/04/2019
Certificat de nuisance (CLN)	307/CLN	-----
Certificat d'assurance	0502150000040	1 ^{er} décembre 2016
Licence de station d'aéronef	1663/112012	31 décembre 2016

	Type	Modèle	S/N	TSN*	Cycles
Moteur Gauche	PRATT WITNEY	127M	ED0521	10914	
Moteur Droit	PRATT WITNEY	127M	ED0813	7584	
Cellule		72-212A	1034	11563	10665
Trains d'atterrissage	-----	--	---	--	--

*Time Since New

Au jour de l'accident objet de ce rapport, l'aéronef comptabilise 10665 cycles.

Suite à cet événement, l'avion a été immobilisé du 09/07/2018 au 20/09/2018 ce qui correspond à la durée d'évaluations et d'interventions de maintenance pour sa remise en service.

1.6.- Renseignement sur le personnel :

1.6.1.- Equipage de conduite

Le programme de formation continue périodique hors ligne, contient des exercices d'approches de non précision pour chaque session (APPENDIX 3 annexé à l'OM part D)

1.6.1.1 Commandant de Bord (CDB)

- Homme, 61ans ; Détenteur d'une licence ATPL(A) valide, obtenue le 15/02/1990 ;
- Qualification d'instructeur : TRI ;
- Qualifications de type : ATR72/600, obtenue le 08/03/2018.
- **Expérience :**

Heures de vol	Sur tous types d'avions	Dont sur ATR72
Totales	13487.80	193,5
Au cours du six derniers mois	222.85	193,7
Au cours de dernier mois	45,5	45,5

Note : Le CDB a intégré la compagnie le 12/02/2018.

1.6.1.2.- Copilote (OPL)

- Homme, 25 ans ; Détenteur d'une licence CPL, valide, obtenue le 01/08/2016 ;
- Qualification IR valide, obtenue le 07/12/2016 ;
- Qualification d'instructeur : NIL ;

- Qualifications de type : ATR72-600, obtenue le 25/06/2017.
- **Expérience** :

Heures de vol	Sur tous types d'avions	Dont sur ATR72
Totales	1063,15	815,8
Au cours des six derniers mois	373,5	373,5
Au cours du dernier mois	78,4	78,4

Note : L'OPL a intégré la compagnie le 24/04/2017.

1.7.- Conditions météorologiques:

- ❖ Situation générale
- ❖ Les prévisions météorologiques de l'aéroport d'Al Hoceima le 09 juillet 2018 sont :

GMTA 091800Z 36004KT 4000 BR OVC006 23/23 Q1016 NOSIG=

- Airport : Charif Al Idrissi-Côte du Rif, Morocco (GMTA/AHU)
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 18:00 UTC
- Winds : from 360°(north) at 4 knots
- Visibility : 4.000 m
- Precipitation : Mist
- Clouds : Overcast at 600 feet
- Temperatures : Temperature 23°C, dew point 23°C
- Pressure : QNH 1016 hPa
- Expectations : No significant changes expected

GMTA 091900Z 02002KT 4000 BR OVC006 23/23 Q1016 NOSIG=

- Airport : Charif Al Idrissi-Côte du Rif, Morocco (GMTA/AHU)
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 19:00 UTC
- Winds : Wind from 20°(north) at 2 knots
- Visibility : Visibility is 4,000 m
- Precipitation : Mist
- Clouds : Overcast at 600 feet
- Temperatures : Temperature 23°C , dew point 23°C
- Pressure : QNH 1016 hPa
- Expectations : No significant changes expected

GMTA 092000Z 08002KT 4000 BR OVC006 23/23 Q1017 NOSIG=

- Airport : Charif Al Idrissi-Côte du Rif, Morocco (GMTA)
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 20:00 UTC
- Winds : Wind from 80°(east) at 2 knots
- Visibility : Visibility is 4,000 m
- Precipitation : Mist
- Clouds : Overcast at 600 feet
- Temperatures : Temperature 23°C, dew point 23°C
- Pressure : QNH 1017 hPa
- Expectations : No significant changes expected

❖ Les prévisions météorologiques de l'aéroport de Nador Al Aroui le 09 juillet 2018 sont :

GMMW 091800Z 06009KT 020V100 CAVOK 27/16 Q1016 NOSIG=

- Airport : Nador International Airport, Morocco (GMMW) ;
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 18:00 UTC;
- Winds : Wind from 60°(northeast) at 9 knots;
- Variable winds : Variable wind direction between 20° (north) and 100°;
- Weather : Visibility > 10 km, clear skies, no significant weather
- Temperatures : Temperature 27°C, dew point 16°C;
- Pressure : QNH 1016 hPa ;
- Expectations : No significant changes expected.

GMMW 091900Z 08006KT CAVOK 25/17 Q1017 NOSIG=

- Airport : Nador International Airport, Morocco (GMMW/NDR) ;
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 19:00 UTC;
- Winds : Wind from 80°(east) at 6 knots;
- Weather : Visibility >10 km, clear skies, no significant weather
- Temperatures : Temperature 25°C, dew point 17°C
- Pressure : QNH 1017 hPa ;
- Expectations : No significant changes expected.

GMMW 092000Z 08004KT CAVOK 23/18 Q1017 NOSIG=

- Airport : Nador International Airport, Morocco (GMMW/NDR) ;
- Report time : Issued on the 9th of the month, at 20:00 UTC;
- Winds : Wind from 80°(east) at 4 knots;
- Weather : Visibility > 10 km, clear skies no significant weather
- Temperatures : 23°C, dew point 18°C;
- Pressure : QNH 1017 hPa ;
- Expectations : No significant changes expected.

1.8- Aides à la navigation

Renseignements sur les aides à la radionavigation et d'atterrissage de l'aéroport International d'AL HOCEIMA / CHÉRIF EL IDRISSI (GMTA) :

Type d'aide	IDENT	FREQ	Horaires	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission	Altitude de l'antenne d'émission DME	Observations
VOR/ DME	ALM	15,000 MHz (CH 97X)	H24	35 11 27,90 N 003 50 30,20 W	14 m	DIST THR 17 : 281m Portée : 200 NM DME PWR : 1 KW
L	ALU	401,000 KHz	H24	35 10 52,20 N 003 50 40,41 W	--	

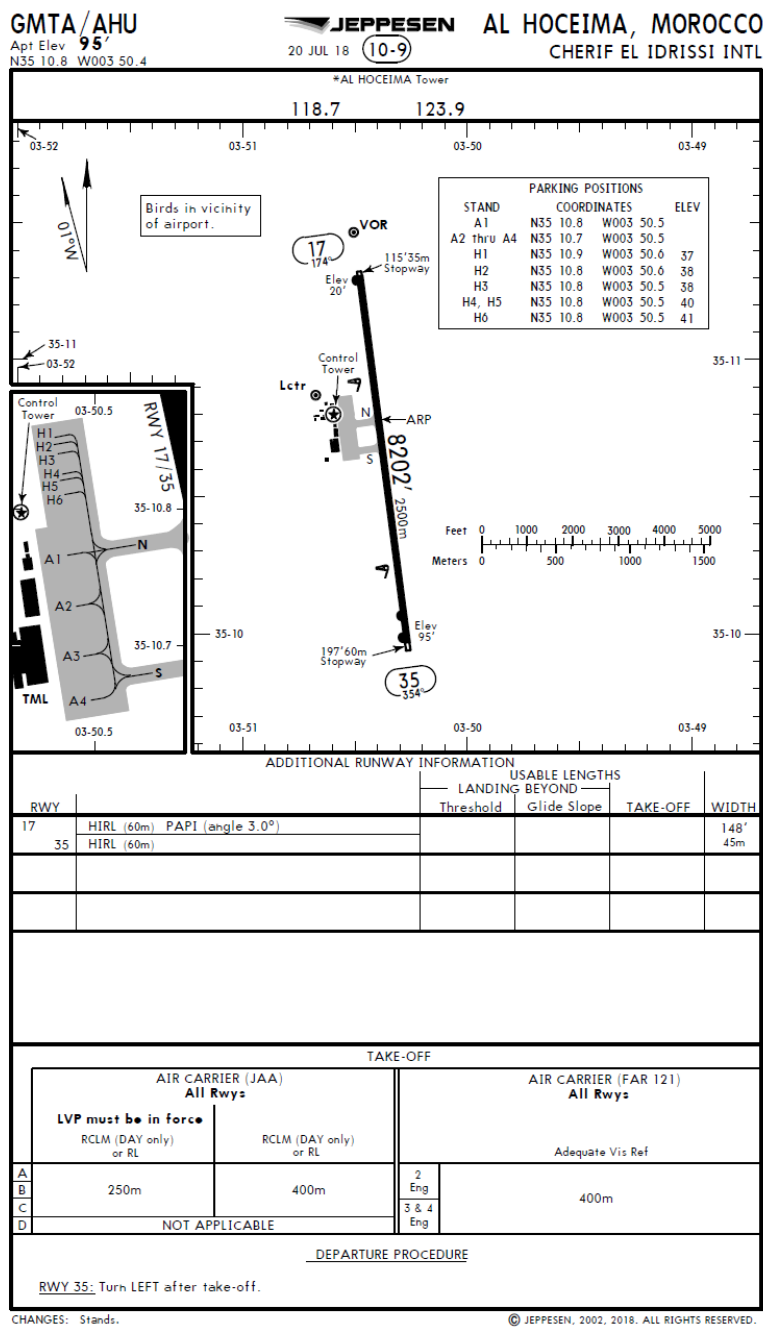
1.9- Télécommunication

Renseignements sur les installations de télécommunications de l'aéroport International d'AL HOCEIMA / CHÉRIF EL IDRISSEI (GMTA) :

Désignation du service	Indicatif d'appel	Fréquences	Heures de fonctionnement	Observations
TWR	AL HOCEIMA Tour / Tower	118,700MHz 123,900MHz	0700-1900 from 20/09 to 19/06 H24 from 20/06 to 19/09	Détresse / Emergency 121,500 MHz

1.10- Renseignements sur l'aérodrome

Renseignements généraux sur l'aéroport International d'AL HOCEIMA / CHÉRIF EL IDRISSEI (GMTA).



1.10.1. Données sur les distances déclarées

RWY	TORA (M)	TODA (M)	ASDA (M)	LDA (M)	Observations
17	2500	2600	2560	2500	NIL
35	2500	2500	2535	2500	NIL

1.10.2. Restrictions locales de la circulation aérienne.

- Interdiction survol Fort un Espagnol à toute altitude Coordonnées : 35°12'47"N 003°53'17"W ;
- Après décollage de la piste 35 virage à gauche ;
- Tour de piste obligatoire pour les avions non munis de Radio.

1.11.- Enregistreurs de bord.

Les Enregistreurs de vol sont montés dans la structure arrière de l'avion. Ils ont été trouvés intacts et récupérés par BEA Maroc pour être analysés et exploités au sein du Laboratoire d'analyse des enquêtes d'aviation de la DGAC Marocaine.

Le BEA marocain a procédé à l'extraction des données CVR et FDR. Les données audios du CVR ont été exploitées au sein du laboratoire du BEA Maroc.

1.11.1. Cockpit Voice Recorder (CVR)



Manufacture: L3Com
 Model: FA2100
 P/N: 2100-1225-22
 S/N: 001202949
 Medium: Solid State
 State of the recorder: No damage (visual inspection)
 Read-out equipment: L3Com Recorders Portable Ground Support Equipment (RPGSE)
 Analysis system: ROSE
 Recording configuration: 2heures, 4 channels
 Recording quality: Good and clear
 Contents: 2 hours
Channel1: CM1/Channel2: CM2 /Channel 3:CM3/Channel4: AREA

1.11.2. Flight Data Recorder (FDR)



Manufacture: L3COM
 Model: FA2100
 P/N: 2100-4245-00
 S/N: 000820548
 Medium: Solid State
 State of the recorder: No damage (visual inspection)
 Read-out equipment: L3Com Recorders Portable Ground Support Equipment (RPGSE)
 Analysis Equipment: ROSE
 Recording Length: Approximately 50 hours flight data
 Recording quality: Good

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

Les données du DFDR ont permis de positionner le point d'impact de l'aéronef avec l'eau de la méditerranée à une distance de 2630 mètres (**Fig Impact 1**) par rapport au seuil de piste 17 de l'aéroport d'Al-Hoceima.

L'équipe d'enquête a pu visualiser l'avion tel que laissé au parking sous la garde de la Gendarmerie Royale, après son atterrissage à l'aéroport de NADOR LAROUÏ avec les dégâts apparents représentés au (**chapitre-1.3**) notamment au niveau de la partie basse du fuselage, capotage, trains d'atterrissage et structure. Des traces de sang ont été repérées au niveau de l'hélice gauche et du fuselage suite probablement à un impact d'oiseau.



1.12.1 Examen des traces.

S'agissant d'un contact avec l'eau, ce paragraphe est donc sans objet.

1.12.2 Examen de l'avion.

Les données relatives à ce paragraphe sont contenues dans le paragraphe « Dommages à l'aéronef ».

1.12.3 Examen du poste de pilotage.

Après la remise des gaz, l'équipage de conduite s'est dérouteré sur l'aéroport de NADOR LAROUÏ, où il a atterri. L'examen du poste de pilotage n'a donné lieu à aucune remarque de la part de l'équipe d'enquête qui s'est rendue sur place.

1.13.- Renseignements médicaux pathologiques : **NIL**

1.14.- Incendie : **NIL**

1.15.- Questions relatives à la survie des occupants : **NIL**

1.16.- Essais et recherches

1.16.1. GPWS

Lors des séances de témoignage réalisées dans le cadre de cette enquête, les membres d'équipage de conduite ont évoqué des problèmes de GPWS rencontrés pendant la première étape à destination d'AHU, les conduisant à l'arrêter pour éviter, selon leurs déclarations, le fonctionnement intempestif pendant l'étape suivante sur cet aéroport. L'équipe d'enquête a donc mis à contribution le fabricant de l'équipement (ACSS) qui a produit un rapport, dont la traduction des parties pertinentes est reprise dans ce paragraphe.

L'équipement a été transféré à ACSS aux Etats-Unis, où il a fait l'objet de tests et inspections en présence de deux enquêteurs de BEAM, dont l'Enquêteur en Charge.

Une fois ouvert, il s'est avéré que le conteneur ne respectait pas les exigences d'emballage ATA-2000 requises. Le conteneur lui-même présentait des dommages extérieurs pouvant avoir été subis en transit. La poignée et le panneau avant présentaient des dommages physiques compatibles avec un déplacement incontrôlé à l'intérieur du conteneur.

L'unité ne présentait pas de défaut dans les journaux du TAWS et du TCAS et tous les tests de fonctionnement ont été concluants.

❖ Analyse des défauts et des événements.

ACSS a analysé les données de défaut et d'événement de l'unité ; le journal des pannes ne montrait **aucune défaillance de l'unité centrale, susceptible de provoquer la défaillance de l'unité** ou de générer un effet au cockpit le jour de l'incident.

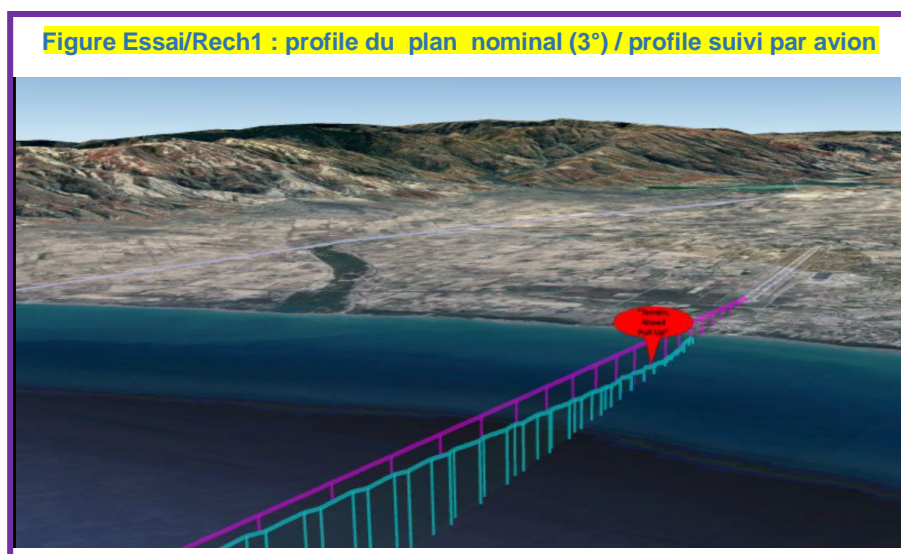
L'inspection **des dommages cachés** a permis de déterminer que **la plaque avant nécessiterait un remplacement en raison des dommages physiques**. Deux résistances sur un circuit de l'émetteur doivent être remplacées pour des raisons de fiabilité (recommandé à titre préventif).

Conditions d'Alerte lors de l'approche de la première étape sur AHU	
Time	7/9/18 4:10 PM
Flight Phase	Cruise Approach
Latitude	35.203136 degrees
Longitude	-3.843681 degrees
Altitude	83.5 feet
CPA Altitude	75.5 feet
Terrain Altitude	6.6 feet
Radio Altitude	70.0 feet
Total Minimum Terrain Clearance Distance (MTCDD)	38.9 feet
Vertical Speed	-928.4 ft/min
Terrain Closure Rate	860.2 ft/min
Airspeed	115.8 knots
Ground Speed	122.4 knots
True Track	172.5 degrees
Nearest RWY Dist	1932.7 meters (6340.9 ft)
Landing Gear	Down and Valid
Landing Flaps	Down and Valid
Pilot Terrain Inhibit	No Inhibit

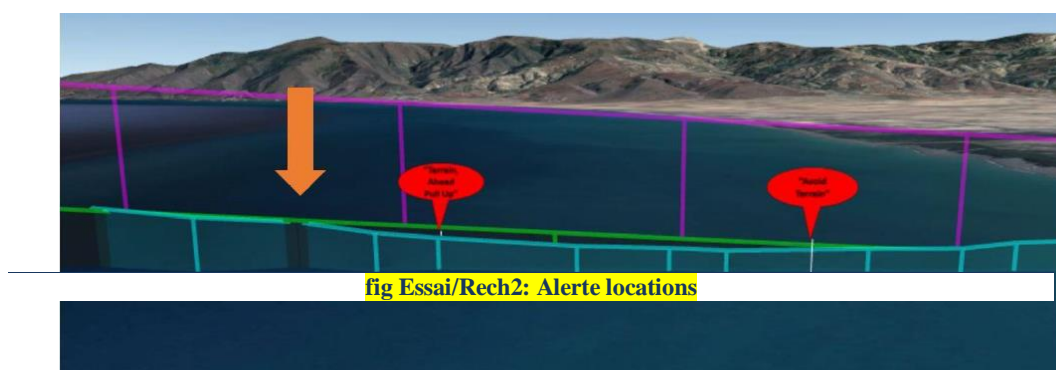
❖ Première approche de GMTA à 16 h 10

Les données d'événement téléchargées à partir de l'unité T2CAS ont confirmé que deux alertes TAWS avaient été générées lors de la première approche de GMTA à 16 h 10. Une analyse des données a été effectuée pour confirmer le bon fonctionnement de la fonction TAWS.

Le profil d'approche (**figure Essai/Rech1**) orienté vers le sud-est. La ligne magenta indique une approche nominale de $3,0^\circ$ de la piste, avec une hauteur de franchissement de 50 pieds. La ligne cyan indique la trajectoire de l'aéronef enregistrée, en fonction de la position horizontale du FMS et de l'altitude radio lorsque l'avion a survolé l'eau. Les données montrent que l'appareil avait commencé l'approche de la piste 17 essentiellement sur la trajectoire d'approche à $3,0^\circ$, puis avait commencé à descendre en dessous du profil d'approche normal. La bulle rouge indique l'emplacement où s'est produite **la première alerte**, un avertissement « TERRAIN AHEAD PULL UP ».



(**Fig : Essai/Rech2**) montre une vue de côté de la partie de l'approche où les alertes se sont produites. L'approche normale à $3,0^\circ$ est indiquée en magenta et la trajectoire réelle de l'avion est en cyan. Le ballon rouge à gauche indique l'emplacement de la première alerte, « TERRAIN AHEAD PULL UP ». Le ballon rouge à droite indique l'emplacement de la deuxième alerte, "AVOID TERRAIN".



La ligne verte indique le bas du "tunnel d'atterrissage". Afin de supprimer les alertes TAWS prospectives lorsqu'un aéronef se dirige vers le sol lors d'une approche normale, les systèmes TAWS disposent de conditions d'inhibition qui suppriment les alertes lorsque certaines conditions sont remplies, même si l'aéronef est proche du terrain. Dans le TCAS, le "tunnel d'atterrissage" fournit la logique d'inhibition. Lorsque l'avion se trouve dans le tunnel d'atterrissage, les alertes

prospectives du TAWS sont supprimées. Pour être pris en compte dans le tunnel d'atterrissage, plusieurs conditions doivent être remplies, notamment la position horizontale et verticale par rapport à la piste, ainsi que la convergence horizontale vers l'axe de la piste et les vitesses verticales dans certaines limites.

Au cours de cette approche, toutes les conditions pour être dans le tunnel d'atterrissage ont été initialement remplies. Cependant, lorsque l'avion est descendu au-dessous du bas du tunnel d'atterrissage, les conditions d'inhibition n'étaient plus réunies. Le point où l'aéronef est descendu au-dessous du bas du tunnel d'atterrissage est marqué par la flèche orange.

D'autre part, une comparaison entre l'altitude FMS enregistrée et l'altitude radio a été effectuée ; étant donné que l'avion survolait la mer Méditerranée au moment de l'alerte, **on note un accord entre l'altitude radio et l'altitude du FMS**, avec de légères différences en raison des limites de précision du capteur.

La valeur moyenne de la différence entre l'altitude radio et l'altitude FMS sur la période entourant les alertes était de 11,4 pieds, avec une différence maximale de 37,4 pieds. Le Facteur de Mérite¹ vertical signalé par le FMS était de 21 pieds au moment des alertes. Les différences observées entre l'altitude FMS et l'altitude radio semblent normales dans les conditions. **Ainsi, les données ne suggèrent aucun problème avec l'altimétrie.**

Sur la base d'un examen des données, la génération des alertes au cours de la première approche semble être cohérente avec la logique du TAWS et les entrées du T2CAS.

Alert	Registered UTC	Latitude (degrees)	Longitude (degrees)	Altitude (feet)	Radio altitude (feet)	Vertical speed (feet/min)	Flight path angle sharp (degrees)	Ground speed (knots)	Computed Air speed (knots)	True track angle (degrees)
Terrain Ahead Pull Up	09-Jul-18 16:10:11.993	35.203136	-3.843681	83.5	70.03	-928.41	-4.3	122.4	115.8	172.5
Avoid Terrain	09-Jul-18 16:10:15.393	35.200924	-3.843498	76.2	48.12	-650.05	-3.0	125.1	118.3	172.1

Table 1 Key Parameters

❖ 2ndApprochesur GMTA à 1904Z

Les données d'événement téléchargées à partir de l'unité T2CAS ont confirmé qu'aucune alerte TAWS n'avait été générée lors de la deuxième approche de GMTA à 1904Z. **Cela concorde avec le rapport selon lequel les pilotes avaient désactivé le TAWS.**

❖ En conclusion.

Sur la base des informations fournies par le BEA français et le BEA Marocain, ainsi que sur la base de l'examen et l'analyse des fichiers de données T2CAS, ACSS a déterminé que les alertes de terrain générées lors de la première approche de l'ATR72-600 Le CN- COH à GMTA à 16 h 10 étaient appropriées et conformes à la conception du T2CAS.

Par ailleurs, les fichiers de données T2CAS enregistrés confirment que le système T2CAS n'était pas opérationnel au moment de l'accident « contact avec la surface de la mer ».

1.16.2. Extrait du FDM exploitant sur les vols non stabilisés

Le pourcentage d'approches non stabilisées est de 0.62% en juillet 2018 (98.89% des vols ont été analysés) (Voir FIG. 1).

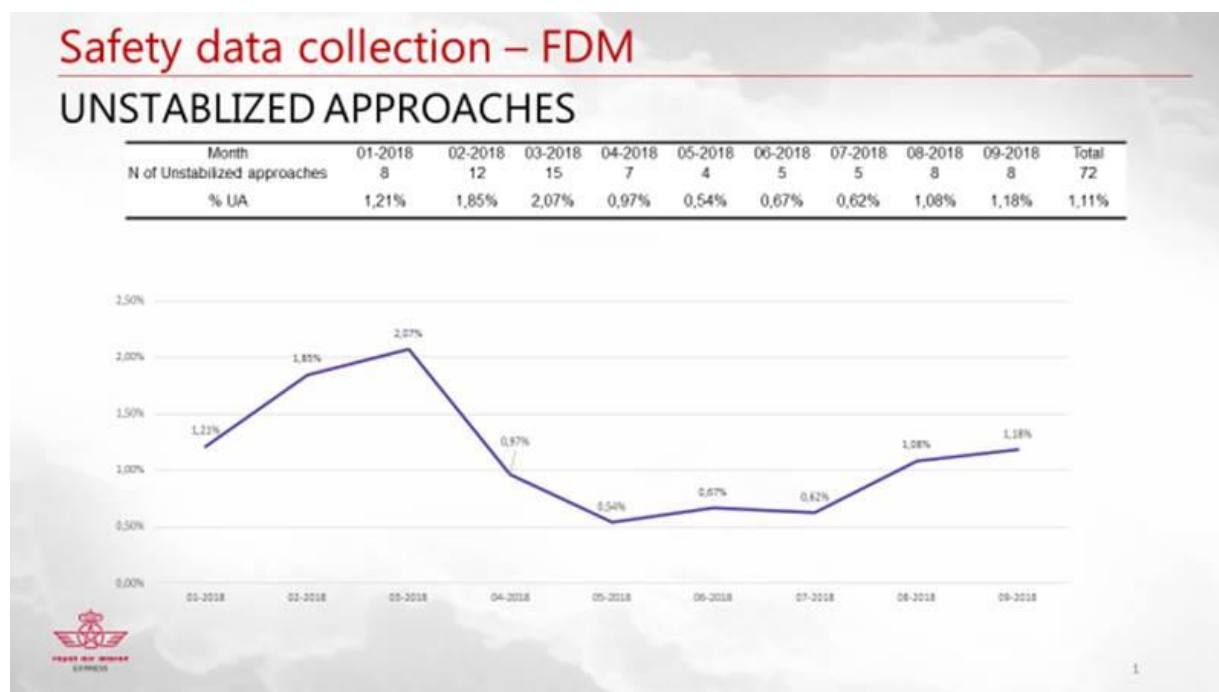


FIG. 1

1.17.- Renseignements sur les organismes et la gestion

L'exploitant de l'aéronef RAM EXPRESS est une Société anonyme de droit et d'immatriculation Marocains spécialisée dans le transport régional et domestique opérant en ACMI essentiellement pour le compte de sa Compagnie mère Royal Air Maroc dont le siège social est sis à Casablanca C/RAM aéroport Casa Anfa.

Le réseau de la compagnie est constitué de vols domestiques (Maroc) et régionaux (Espagne Portugal et îles Canaries) desservant 26 aéroports dont 17 dotés d'approches de précision et d'approches classiques et 09 ne sont équipés que d'approches de non précision telle que l'aéroport Chérif Alidrissi d'Al-Hoceima où s'est produit l'accident objet du présent rapport.

La flotte de la compagnie est constituée exclusivement d'avions de type ATR72-600.

La maintenance en ligne est assurée par la compagnie mère RAM, et la maintenance en base est assurée par un organisme de maintenance, agréé par la DAC Marocaine.

La formation CRM initiale et continue des membres d'équipage de l'exploitant est assurée selon les dispositions de l'OM part D (Chap. 2.2.2. Initial Qualification, et chap.2.4.2.6. Recurrent Training), approuvé par la DAC Marocaine. Elles sont animées par un groupe d'instructeurs (TEAM SAFRAM de la société INUK).

Dans le cadre de son système de gestion de la sécurité (SGS), l'exploitant dispose d'une entité chargée de mener les analyses des données de vol (FDM), permettant de détecter les déviations des procédures opérationnelles standards, y compris celles relatives aux approches instables. Une performance de 98.89% des vols analysés a été réalisée en juillet 2018 (Voir FIG. 2).

Safety data collection – FDM

FLIGHTS MONITORED

MONTH	janv-18	FEB-18	mars-18	ABR-18	MAY-18	jun-18	juil-18	AGO-18	sept-18
FLIGHTS OPERATED	760	673	763	729	788	828	810	760	730
FLIGHTS ANALYZED	659	650	724	723	738	748	801	738	677
% ANALYZED	86,71%	96,58%	94,89%	99,18%	93,65%	90,34%	98,89%	97,11%	92,74%
TARGET	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%



FIG. 2

Ces analyses sont sanctionnées par des rapports périodiques, diffusés à tout PNT comme retour d'expérience, afin d'éviter la récurrence. Dans le cas d'un événement significatif, touchant la sécurité des vols, il est introduit comme étude de cas dans le programme de rafraîchissement CRM, et des séances de simulateurs.

A titre d'exemple, l'évènement objet de ce rapport a été introduit comme cas d'étude, dans le programme CRM de l'exploitant, et lors des séances de simulateurs.

Le recrutement des personnels navigants de conduite se fait par des appels à candidature avec une présélection basée sur des prérequis, y compris et notamment, le niveau d'étude, la licence et expérience aéronautique, avec une épreuve théorique suivie des contrôles sur simulateur et en ligne. Quand le candidat passe le processus de sélection d'une manière concluante, il accède à la phase d'intégration pendant laquelle, il suit des cours au sol, séances simulateurs et vol en ligne sous supervision avec instructeur avant de passer le contrôle de lâché en ligne.

Les Commandants de Bord instructeurs sont sélectionnés sur la base de leurs enregistrements professionnels et dossiers lors de leurs activités précédentes au sein de la compagnie mère RAM. Quant aux autres, le processus de sélection est le même, sachant que le recrutement par la Compagnie se fait après acceptation des dossiers des candidats par l'autorité compétente (Direction de l'Aéronautique Civile Marocaine).

1.18.- Renseignements supplémentaires

1.18.1.- Synthèse des témoignages de l'équipage de conduite.

Une première séance d'entretien avec l'équipage a eu lieu le 19 juillet 2018 au sein du BEA Maroc.

Ci-dessous, une synthèse desdits entretiens qui ont eu lieu avec le CDB, l'OPL et le pilote observateur, sur le vol objet de cette enquête :

Dans le cadre de l'enquête concernant l'événement survenu à l'aéronef de type ATR72 immatriculé CN-COH exploité par la compagnie RAM Express, la commission d'enquête a réalisé quatre séances d'entretien avec les membres d'équipage du vol ; une avec le CDB et une avec le Chef de cabine et deux avec l'OPL.

La présente synthèse reprend les différentes déclarations et propos recueillis lors de ces séances, sachant que quelques détails concernant la première étape nous ont été confirmés par l'OPL, seul à avoir été rappelé par la commission pour un deuxième entretien consacré essentiellement à discuter quelques détails de la première étape CMN-AHU le premier août 2018 au siège du BEA Maroc.

Il est à noter que lors de l'entretien avec la pilote Observateur, réalisé le premier Août 2018, elle a déclaré qu'elle a été programmée sur le vol en tant qu'observateur, en attendant de débiter son stage d'intégration dans la compagnie. Elle confirme qu'elle n'avait aucune tâche liée à la mission et qu'elle n'est intervenue à aucun moment dans le fonctionnement de l'équipage en fonction.

❖ **La mission :**

Le CDB et l'OPL confirment que :

- La mission à laquelle l'équipage était programmé comprenait quatre étapes : CMN-AHU/AHU-TNG/TNG-AHU/AHU-CMN,
- La programmation et la préparation de la mission se sont passées dans de bonnes conditions et aucune remarque particulière n'est à noter.
- La mission n'était pas programmée en tant que vol d'instruction,
- Les deux pilotes étaient bien reposés et ne souffraient d'aucune contrainte particulière avant d'entreprendre la mission.
- Les deux pilotes étaient programmés pour la deuxième fois ensemble depuis qu'ils ont intégré la Compagnie.

❖ **La première étape (CMN-AHU) :**

- Durant le briefing avant la première étape, le CDB propose à l'OPL de choisir les étapes qu'il souhaiterait effectuer en tant que Pilote Flying « PF », et ce dernier a opté d'effectuer les trois dernières (AHU-TNG/TNG-AHU/AHU-CMN).
- Le briefing descente pour la première arrivée sur AHU, s'est effectué en fin de croisière, et prévoyait une interception de la finale RNAV par « ABGIS » à l'Est afin d'éviter la zone interdite.
- Les deux membres d'équipage font état de messages « TERRAIN FAULT » durant cette étape.
- N'ayant pas pu voir la piste aux minimas « 1030 pieds », le CDB « PF » descend avec un variomètre d'environ 1500 pieds par minute jusqu'à ce que l'alarme « GPWS » retentit.
- Le PF remet ensuite la puissance et remonte à une hauteur qu'il garde jusqu'à la vue de la piste puis atterrit.
- L'OPL confirme que cette étape n'a pas fait l'objet de débriefing équipage au sol à AHU.

❖ La deuxième étape (AHU-TNG) :

Les membres de l'équipage de conduite confirment que la deuxième étape de la mission a été préparée et réalisée d'une manière normale et aucune remarque particulière n'est à soulever.

❖ La Troisième Etape (TNG-AHU) :

- Durant la préparation et le briefing de l'étape suivante ; (TNG-AHU), les membres d'équipage de conduite se mettent d'accord :
 - A la suggestion de l'OPL PF, d'arrêter le GPWS pour éviter « les alarmes » durant la descente et l'approche à AHU ».
 - De préparer pour une approche VOR, dont les minimas sont de 760 pieds ; plus bas que ceux de l'approche RNAV et
 - Si la piste n'est pas en vue aux minimas, l'OPL « PF » descendra jusqu'à 400 pieds qu'il maintiendra jusqu'à la vue de la piste ou 2 NM avant le VOR « ALM » et
 - Si la piste n'est pas en vue à 2 NM, interruption de l'approche et remise des gaz.
- Les membres d'équipage de conduite confirment que, de la mise en route jusqu'à la descente, le vol s'est déroulé d'une manière normale et que le GPWS a été arrêté durant la descente comme discuté lors du Briefing.
- Tout comme la première approche sur AHU, le Pilote automatique a été utilisé durant toute la durée du vol jusqu'à avant la remise des gaz.
- Avant d'arriver à l'altitude minimum de descente, l'OPL a affiché une altitude plus haute pour « éviter l'arrêt à l'altitude affichée MDA » ;
- Le CDB lui, affirme qu'il regardait dehors et qu'il n'était « informé » de l'affichage par l'OPL d'une altitude supérieure, et qu'il attendait l'annonce de ce dernier pour exécuter le projet d'action arrêté lors du briefing.
- Les deux pilotes confirment avoir été surpris par l'arrivée de l'eau, alors qu'ils regardaient tous dehors avec une descente au pilote automatique jusqu'au toucher.
- Le FO encore PF, dit avoir, dès la sensation du toucher, remis les gaz
- Le chef de cabine quant à elle, dit avoir eu une sensation de rebond,
- Interrogé par le Contrôleur de la tour de l'aéroport d'Al-Hoceima, l'équipage dit avoir répondu qu'il s'agissait d'une remise des gaz suite à un impact d'oiseau et qu'ils ont décidé de dégager à l'aéroport de NADOR.
- Les deux membres d'équipage confirment que, le vol sur NDR s'est effectué d'une manière normale et l'atterrissage a eu lieu sans encombre.
- A l'arrivée au parking à NDR, le CDB a fait un tour de l'avion, et a constaté les dégâts subis par la machine.
- Le CDB confirme avoir fait part de cet événement, par « Air Safety Report » et par téléphone, au management de RAM EXPRESS en tant qu'impact d'oiseau, mais qu'il a rappelé ensuite pour préciser que « l'eau aurait été touchée avant la remise des gaz ».

1.18.2.- Renseignement sur les systèmes embarqués

1.18.2.1 Renseignements sur le GPWS.

(Ground proximity warning system) = (Système d'avertissement de proximité par rapport au sol)

Le système d'avertissement de proximité sol appelé communément GPWS (Ground Proximity Warning System) est un système de surveillance qui fonctionne avec le radioaltimètre qui donne à l'équipage de conduite des alarmes sonores et visuelles pour les situations dangereuses de proximité du sol. Il fonctionne entre 50 et 2450 pieds du sol. Ce dispositif ne détecte que la proximité du sol à la verticale de l'avion.

L'aéronef, objet de ce rapport, est équipé d'un dispositif plus évolué TAWS. Ce dispositif inclue en plus des fonctions basiques du TAWS une base de données géographique qui permet de déterminer l'état du terrain autour de l'appareil connaissant sa position. Ainsi, TAWS permet une meilleure prévention des collisions avec le sol grâce à la connaissance du terrain au-devant de l'avion.

Le EGPWS, ou Enhanced Ground Proximity Warning System (système avertisseur de proximité du sol amélioré), est actif tout au long du vol et alerte le pilote en cas de danger, en produisant des alarmes visuelles et sonores lorsque ses calculs montrent que l'avion passe au-dessous de seuils d'alerte. Il possède six (6) modes d'opération de base et 2 modes augmentés :

❖ Modes d'opérations de base :

- Mode 1 - EXCESSIVE DESCENT RATE
- Mode 2 - EXCESSIVE TERRAIN CLOSURE RATE
- Mode 3 - Altitude Loss After Takeoff
- Mode 4 - DANGEROUS TERRAIN CLEARANCE
- Mode 5 - BELOW GLIDE SLOPE
- Mode 6 - ALTITUDE CALLOUTS.

❖ Modes augmentés Amélioré :

- TERRAIN CLEARANCE FLOOR (TCF)
- TERRAIN AWARENESS DISPLAY (TAD).

La fonction améliorée utilise la position géographique de l'aéronef fournie par le GPS, l'altitude de l'aéronef et une base de données mondiale de terrain pour prédire d'éventuels conflits entre la trajectoire de vol de l'aéronef et le terrain, ainsi que pour fournir une alerte sonore et des affichages graphiques du terrain en conflit.

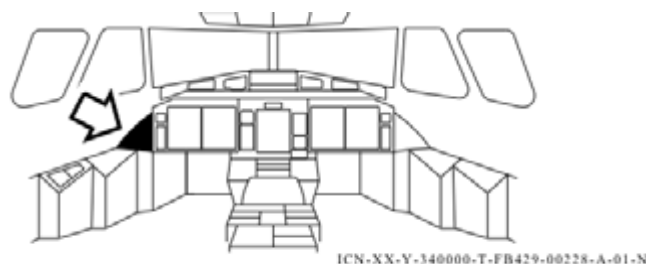
En comparant en permanence les informations fournies par sa propre base de données du terrain ainsi que par l'altimètre, radio altimètre et la navigation par satellite, le EGPWS surveille constamment la position de l'avion par rapport au sol et attire l'attention de l'équipage en cas de risque de CFIT.

1.18.2.1.1- Operations

Alert level	Aural Warning	Navigation display	Visual warning
Warning	<i>OBSTACLE AHEAD, PULL UP</i>	- Automatic - 10Nm display	<i>On each flight crew's glareshield,</i> OBSTACLE pb light comes on
	<i>TERRAIN AHEAD PULL UP</i>	- solid red area	RED PULL UP,
Caution	<i>TERRAIN AHEAD</i>	- Automatic - 10 Nm display	<i>On each flight crew's glareshield,</i> OBSTACLE pb light comes on
	<i>OBSTACLE AHEAD</i>	- Solid yellow area	AMBER "GPWS"

Le terrain situé devant l'avion est représenté par des motifs de points à densité variable en vert, jaune ou rouge. La densité et la couleur étant fonction de la proximité du terrain par rapport à l'altitude de l'aéronef. Les alertes de terrain ou relief menaçants sont représentées en jaune ou en rouge.

L'affichage « Elevview » ajoute des motifs de densité et un seuil de niveau supplémentaires à l'affichage en mode standard. Aux altitudes de sécurité au-dessus de tout terrain pour la plage d'affichage choisie, le terrain est affiché indépendamment de l'altitude de l'avion.



All modes are inhibited by stall warning:

- Mode 5 is active if the PF side ILS is tuned on the correct frequency and if the gear is Down;
- GPWS or TERR FAULT lighting indicates that some or all reactive or predictive warnings are lost.

In that case, the remaining alerts must be considered as valid and taken into account.

1.18.2.1.2 - (AFM) Airplane Flight Manual:

During normal operations GPWS switch should always be set on NORM position and TERR Push Button must be pressed in:

- *In case of emergency conditions GPWS Switch and TERR Push Button may be turned on OFF position. Refer to chapter PRO-NNO-EMR-05 Ditching and Forced Landing*

- *In case of landing in abnormal flaps conditions GPWS sw may be turned on OVRD position. Refer to chapter PRO-NNO-ABN-06, Flight Controls*
- *Terrain Awareness Caution. When a terrain awareness CAUTION occurs, verify the aircraft flight path and correct it if required. If in doubt, perform a climb until the CAUTION alert stops*
- *Terrain Awareness Warning*
 - ***Terrain escape maneuver following TERRAIN AHEAD, PULL UP:***
Immediately Initiate and continue a climb that will provide maximum terrain clearance until alerts stop. Only vertical maneuvers are recommended, unless operating in visual meteorological conditions (VMC), and/or the pilot determine, based on available information, that turning in addition to the vertical escape maneuver is a safer course of action.
 - ***Terrain escape maneuver following AVOID TERRAIN:***
Immediately initiate a CLIMB AND A TURN, based on any available information but preferably external visual reference. Continue to maneuver until warning stops.

1.18.2.1.3- Politique et procédure Compagnie relatives à l'utilisation du GPWS

Le paragraphe 8.3.5 de la partie « A » du manuel d'exploitation intitulé - SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE PROXIMITÉ AU SOL- décrit la politique et les grandes lignes de l'utilisation du système d'avertisseur de proximité du sol (GPWS), et dirige sur le manuel d'utilisation spécifique au type d'aéronef. Le contenu de ce paragraphe est cohérent et compatible avec les manuels et procédures pourvus par le constructeur.

Il indique que le système d'avertisseur de proximité du sol (GPWS) doit être alimenté et utilisé tout au long du vol, à moins qu'il ne devienne inutilisable et que la Liste Minimal d'Equipements « MEL » correspondant au type d'avion selon les conditions arrêtées le prévoit.

Note : *Les manuels constructeur, spécifient des cas précis et uniques où par Check lists, le GPWS peut/doit être arrêté en vol par l'équipage de conduite. Voir paragraphe 1.18.3.1.2*

Les paragraphes suivants sont destinés à guider les objectifs et l'utilisation de GPWS. Généralement ; les détails techniques spécifiques de certains équipements sont inclus dans le manuel de vol AFM / OM. Partie B du Manuel d'exploitation pour le type d'avion.

Les avertissements et alertes nécessitent une action immédiate de la part de l'équipage de conduite :

- La réponse immédiate doit être réservée à tous les avertissements et/ou alertes GPWS,
- La réponse du GPWS peut entraîner des angles d'assiette élevés.
- **La recherche du motif d'une alerte / avertissement doit se placer après l'action.**

Les alertes et les avertissements sont définis comme suit :

- **Alerte** - un avertissement généré par l'équipement GPWS.
- **Avertissement** - une commande générée par l'équipement GPWS qui peut être :
 - Authentique, conforme à ses spécifications techniques ;
 - Nuisances, bien que l'équipement fonctionne comme prévu, le pilote suit une procédure autorisée et sûre ;

- Faux, l'équipement ne fonctionne pas comme prévu et l'avertissement est parasite.

Quelle qu'en soit la nature, toutes les alertes et tous les avertissements doivent être notifiés « rapportés » à la compagnie.

Les équipages doivent se méfier de la lenteur à réagir aux alertes GPWS sur la base uniquement de « Performances suspectes rapportées antérieurement ».

- **Système d'alerte et d'avertissement du terrain (TAWS)**

En plus de l'équipement de base ou avancé de GPWS, les fonctions du TAWS donnent une information sur les obstacles se trouvant devant l'aéronef et avancent des avertissements à l'équipage de conduite. Cette information est basée sur l'Altitude Radio et une base de données avec des informations de terrain. Les systèmes d'avertissement et d'alerte de terrain fournissent automatiquement des signaux visuels et sonores. Ces informations sont affichées sur un écran de reconnaissance de terrain. Il donne à l'équipage de vol suffisamment de temps d'alerte pour prévenir les « CFIT ».

- **Avertissements indésirables**

Des avertissements non désirés (faux) peuvent être reçus sans danger réel. Pendant le guidage par l'ATC en cas de terrain accidenté, notamment à vitesse ou taux de descente ou de rapprochement élevé et / ou intense tempête de sable montant. Une alerte en mode 5 (Glide Slope) peut être déclenchée lorsque l'avion est en dehors de la zone de validité du signal de la pente de descente.

Une alerte / avertissement peut également être déclenchée si l'approche est effectuée avec les volets réglés sur une position différente de celle utilisée normalement pour l'atterrissage.

Pourvu que les équipages de conduite restent pleinement conscients de ces limitations de l'équipement et suivent les recommandations procédures dès la réception des alertes et des avertissements du GPWS, son utilisation pourrait bien éviter un rapprochement ou un contact par inadvertance avec le sol.

Il est souligné que même si un avertissement est prévu ou soupçonné d'être faux ou nuisant, une action agressive est requise par l'équipage à moins que :

- L'avion est exploité de jour dans des conditions qui lui permettent de rester à une distance de 1 nm horizontalement et à 1000 pieds verticalement des nuages, et dans une visibilité de vol d'au moins 5 NM ; et
- Il est immédiatement évident pour le commandant de bord que l'avion ne présente aucun danger respect de la configuration, de la proximité du terrain ou de la manœuvre de vol en cours.

1.18.2.2 Le système GNSS

- ❖ **Le concept PBN :**

La navigation fondée sur les performances (PBN – Performance Based Navigation) est définie comme étant un type de navigation de surface (RNAV) faisant l'objet d'exigences de performances de navigation, prescrites dans des spécifications de navigation.

Une spécification de navigation est définie comme étant un ensemble de conditions qu'un aéronef et son équipage doivent remplir pour effectuer un vol en PBN dans un espace aérien défini.

Il y a deux types de spécifications de navigation :

- Spécification RNAV : Spécification de navigation qui ne comporte pas d'obligation de surveillance et d'alerte à bord.
- Spécification RNP : Spécification de navigation qui comporte une obligation de surveillance et d'alerte à bord.

Les détails techniques spécifiques des équipements et les procédures associées sont décrits d'une manière exhaustive dans le §8.3.2.11, intitulé « PBN Operational Procedures » de l'OMA, révision 4 du 24/04/2017, en vigueur au moment de l'évènement objet de ce rapport.

L'autorisation des approches RNAV est approuvée par la Direction de l'Aéronautique Civile (DAC), et fait partie des autorisations spécifiques annexées au Certificat Technique d'Exploitation de l'exploitant (CTE).

❖ L'Approche RNAV(GNSS) :

Une approche RNAV(GNSS) est une procédure publiée d'approche aux instruments qui permet de s'affranchir des moyens de radionavigation au sol (LOC, Glide, VOR, NDB et DME).

Intérêt : Suppression à moyen ou à plus long terme des balises au sol avec réduction des coûts de maintenance associés.

Pour les approches RNAV(GNSS), le GNSS (Global Navigation Satellite System) repose sur :

- Une constellation de base (actuellement GPS).
- Un système de renforcement (ABAS, SBAS ou GBAS).

❖ L'Approche NPA RNAV

Le type d'approche pertinent pour l'investigation de l'évènement objet de ce rapport est la **NPA RNAV**

Il s'agit d'une approche de non-précision (**NPA=Non-Precision Approach**) avec système de renforcement ABAS (Airborne Based Augmentation System).

L'ABAS étant un système d'intégrité interne au système de navigation de bord qui permet notamment de vérifier l'état des signaux reçus de la constellation satellitaire.

- Pas de guidage vertical.
- La case "**LNAV**" sur les cartes est **associée à cette approche**. Puisqu'il s'agit d'une approche de non précision,
- Il est défini un FAF (Final Approach Fix, début de l'approche finale), une MDA (Minimum Descent Altitude) et un MAP (Missed Approach Point).
- La MDH (Minimum Descent Height) ne peut pas être inférieure à 300 pieds.

1.18.3. MEL

1.18.3.1-Le Concept

Une liste principale d'équipement minimal (MMEL) est un document approuvé par l'autorité compétente de l'Etat du constructeur de l'aéronef, élaborée spécifiquement pour réglementer l'utilisation d'un type d'aéronef avec un ou plusieurs équipements inopérants.

Elle précise les conditions d'exploitation d'un type d'aéronef en cas de défaillance d'un ou plusieurs équipements tout en assurant un niveau acceptable de sécurité

La MMEL contient les conditions, les limitations et les procédures requises pour faire fonctionner l'aéronef avec ces articles inopérants. Elle constitue la base du développement et examen de la liste d'équipement minimal (MEL) développée par l'exploitant et approuvée par l'autorité compétente (Direction de l'Aéronautique Civile Marocaine). Cette MEL ne pouvant pas être moins restrictive que la MMEL.

1.18.3.2-Procédures d'exploitation et de maintenance, liées à un item MEL

Les éléments d'équipement inopérant de la MMEL ou de la MEL qui nécessitent un contrôle opérationnel et/ou une procédure de maintenance permettant de garantir le niveau de sécurité requis, sont identifiés, dans la colonne "Remarques ou exceptions", par les symboles "O" assorti d'une procédure opérationnelle, et/ou "M" assorti d'une procédure de maintenance.

Lorsqu'il élabore la MEL à partir de la MMEL, l'exploitant doit s'assurer que là où les symboles (O) et/ou (M) apparaissent, une procédure d'utilisation opérationnelle et/ou de maintenance a été mise au point, qui fournit des instructions claires, aux membres de l'équipage de conduite et/ou au personnel de maintenance, sur les actions à considérer. Cette ou ces procédures doivent être incluses dans la MEL.

En exploitation, la MEL est utilisée avant le vol pour étudier la possibilité et les conditions de réalisation d'un vol donné avec des fonctionnalités ou items inopérants ou dégradés. Quand des procédures (O) ou (M) existent pour l'item considéré, elles doivent être prises en compte et appliquées telles que spécifiées.

Bien que la MEL soit destinée à être utilisée avant le vol pour dispatcher un avion en exploitation, ses procédures associées peuvent servir comme guide ou indications sur la conduite à tenir par le Personnel Navigant de Conduite, si des défaillances d'un système ou d'une fonctionnalité venaient à être identifiées en vol, notamment en l'absence de procédure spécifique destinée à être appliquée en vol, tel que c'est le cas pour le GPWS.

1.18.3.3-Le cas du DDM GPWS du CN-COH (34-48-02-01)

La revue de l'Item 34-48-02-01 de la MEL de l'aéronef, objet de ce rapport, dans sa 6^{ème} version, relatif à la totalité des fonctionnalités du GPWS, a permis de relever les éléments suivants (Figure : DDM1) :

- Le GPWS peut être inopérant pendant 6 vols ou 24 heures de vol ; et,
- Absence de procédures (O) et (M).

Alors que l’item 34-48-02-06 concernant la panne de la fonctionnalité ANNONCES « Advisory Callouts » uniquement du GPWS, prévoit :

- Une procédure (O) (*) qui rappelle l’importance de la coordination entre les membres d’équipage de conduite pour assurer la conscience de la situation et indique que le PM doit surveiller l’exécution par le PF et l’aviser par rapport aux déviations citées ; et,
- Une procédure (M) (**) qui stipule que le breaker de l’ACAS doit être tiré.

Figure : DDM1

34-48-02-01 Ground Proximity Warning System - GPWS

Interval	Installed	Required	Placard	Procedure
A	1	0	Yes	

May be inoperative provided that repairs or replacements are carried out within six further flights or twenty-five flying hours or two **calendar days**, whichever occurs first.

(*) : Le constructeur affirme que l’examen de cet item est en cours, et que les conditions de dispatch avec les fonctions du système GPWS inopérantes vont être harmonisées, et la MMEL sera mise à jour en conséquence.

Figure DDM2

34-48-02-06 Ground Proximity Warning System - Advisory Callouts

Interval	Installed	Required	Placard	Procedure
C	1	0		(M) (O)

May be inoperative.

Note

- Check Flight Manual limitations for approach minimums.

MAINTENANCE (M)

The associated C/B ACAS is pulled for ACAS deactivation.

OPERATIONS (O)

Crew coordination and awareness are very important. the pilot not flying will monitor the flight path and alert the pilot flying to any of the following deviations:

- Excessive descent rate.
- Excessive terrain closure.
- Altitude loss after takeoff or go around.
- Unsafe terrain clearance while not in the landing configuration.
- Deviation below glide slope in excess of one dot.
- As necessary, the pilot not flying will call out altitudes required by the approach procedure.
- If windshear detection is inoperative, the flight crew should search for any cues to the presence of windshear along the intended flight path. Stay clear of thunderstorm cells and heavy recipitation and areas of known windshear.

(**): La procédure de maintenance indiquée dans la figure DDM2 est introduite par erreur lors du processus de la révision 6 du DDM. Cette erreur a été corrigée dans la nouvelle révision, et une note d’information a été envoyée aux usagers de la DDM, en attendant la finalisation du processus d’approbation de ladite révision.

1.18.4. Procédure D'approche classique (Non Précision Approche).

Une approche « classique » ou de non précision est une approche aux instruments qui n'intègre pas de guidage vertical.

Comme toutes approches aux instruments elle comprend normalement trois segments d'approche :

Approche initiale. Commencant par un repère d'approche initiale (IAF) et se terminant par le repère intermédiaire (IF), s'il est défini ; avec une marge de franchissement d'obstacles de 1000 pieds ;

- **Approche intermédiaire** ; de l'IF à la FAF ; avec une marge de franchissement d'obstacles de 500 pieds ; et
- **Approche finale** ; du FAF au MDA(H), au point de descente visuel (VDP) ou au point d'approche interrompue (MAP) ; avec une marge de franchissement d'obstacles de 250 pieds.

Les approches de non-précision réussies incluent de :

- Déterminer le type de guidage à utiliser ;
- Préparer le FMS, le cas échéant ;
- Compléter un briefing d'approche ;
- Planifier la configuration de l'aéronef ;
- Surveiller de la descente ;
- La gestion énergétique de l'aéronef lors de l'approche intermédiaire et de l'approche finale

Au cours de l'approche intermédiaire, l'aéronef doit être configuré pour l'approche finale notamment :

- Configuration établie (volets et train d'atterrissage sortis) ;
- Vitesse stabilisée à la vitesse d'approche finale ;
- Aéronef aligné sur la trajectoire d'approche finale, et,
- Check List d'atterrissage et briefings terminés.

L'approche finale de « CANPA » comporte une descente à angle constant utilisant le mode de vitesse verticale ou le vecteur de trajectoire de vol (selon l'équipement), avec des vérifications altitude-distance.

L'approche « CANPA « approche classique à angle de descente constant » présente les avantages de fournir un profil de vol plus stabilisé, réduit la charge de travail et le risque d'erreurs.

- **Descente finale après FAF** :- Descente à angle constant avec la décision prise avant la MDA (H).

Une approche de non précision peut être conduite en utilisant soit :

- Le guidage par navigation latérale avec suivi avec données brutes uniquement « Raw Data » avec ou sans Directeur de vol « FD », ou avec la fonction LNAV (FMS), avec ou sans pilote automatique (AP),
- Le système d'auto-manette « s'il existe » doit rester en mode "vitesse".

Lors de la dernière descente vers la MDA (H), les deux pilotes doivent surveiller la trajectoire de vol pour s'assurer que la descente ne se poursuit pas à une altitude indiquée sur la carte avant d'atteindre le repère cartographié associé (distance DME ou autre).

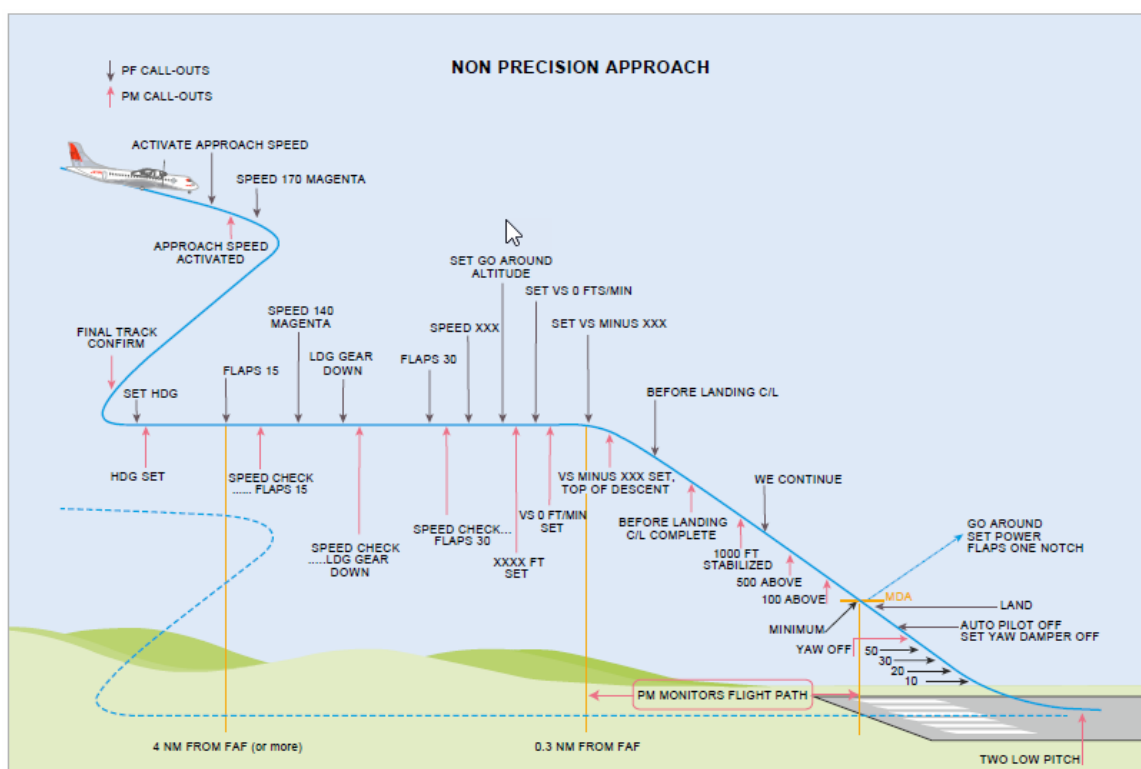
Il est à noter que l'absence de guidage vertical dans les NPA, implique que l'équipage de conduite suive d'une manière précise et contrôle continuellement le plan de descente de l'avion. Cela induit une charge de travail accrue et requiert une disponibilité suffisante et une coordination rodée au sein de l'équipage de conduite.

L'anticipation de la stabilisation de l'approche et la configuration de l'aéronef (avant le FAF) sont donc des impératifs qui doivent être considérés, pour la préparation et l'exécution d'une telle approche. Cela est d'autant plus nécessaire que, les aéroports sont de plus en plus équipés d'approches avec guidage vertical, et qu'en règle générale, sauf pour des besoins d'entraînement, les équipages n'ont recours aux NPA qu'en cas d'indisponibilité de guidage vertical.

Un avertissement GPWS / TAWS dans les conditions météorologiques favorables de l'instrument (IMC) ou de nuit exige une manœuvre de remontée immédiate.

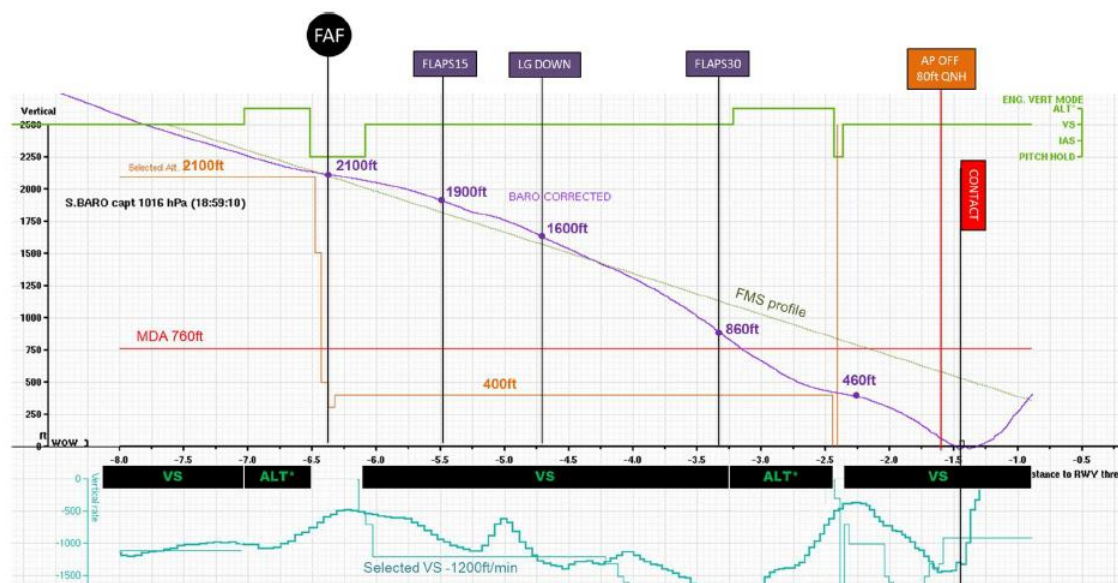
1.18.4.1. Profile de l'approche préconisée par le constructeur

Le profil de l'approche classique «de non précision» est repris d'une manière synthétisée dans la figure ci-dessous extraite du manuel d'utilisation. Ce profil détaille le long de la procédure toutes les actions, commandes, annonces, vérifications et vérifications croisées que le PF et PM doivent exécuter selon la position de l'aéronef par rapport au seuil de piste ainsi que vitesses, altitudes et configurations à tous points de ce profil.



1.18.4.2 Profile de l'approche suivie par l'équipage du vol :

Les données des enregistreurs de vol ont permis de reconstituer le profil de l'approche finale conduite lors du vol objet de la présente enquête. Le passage du FAF s'est opéré à une vitesse de 192 Kts environ en configuration lisse.



Données de l'approche entre le FF et 35 pieds			
TIME UTC	ALT (ft) HAUT	IAS	Actions / Distance
19h01min56	2 065 2 245	192	Engagement du mode vertical PITCH HOLD*.
19h02min00	2 030 2 205	188	Altitude selectee = 400 ft. Distance seuil 6,4NM
19h02min04	1 995 2 165	185	Engagement du mode vertical V/S. Vitesse verticale selectee = - 1 200 ft/min.
19h02min18	1 795 1 965	176	Sélection volets 15°. Vitesse indiquee selectee = 140 kt.
19h02min33	1 530 1 680	168	Sélection trains d'atterrissage sortis.
19h02min34			Distance seuil 4,7NM
19h02min46	1 255 1 390	156	Vitesse verticale selectee = - 1 700 ft/min.
19h02min49	1 190 1 325	155	Vitesse verticale selectee = - 1 800 ft/min.
19h03min01	865 985	150	Engagement du mode lateral LNAV LO. Vitesse indiquee selectee = 119 kt.
19h03min05	740 865	146	Engagement mode vertical ALT*. Sélection volets 30°. Le taux de descente est de 1 790 ft/min Distance seuil 3,3NM.
19h03min49	80	130	Désengagement de l'AP. Efforts sur le manche (PF à cabrer /PM à piquer) assiette oscille entre 2° à cabrer et 7° à piquer. Vitesse verticale selectee = - 900 ft/min.
19h03min51	35	131	PF avancées les manettes de gaz à la position 74° Distance seuil 1,56NM

1.18.5.-Procédures de l'Approche stabilisée

Le paragraphe 8.3.18.2.5 de la partie « A » du manuel d'exploitation de la compagnie dans sa deuxième version, détaille la définition et les critères d'une approche stabilisée ainsi que la conduite à tenir en cas d'une approche non stabilisée. Cette procédure est cohérente avec celle préconisée par le constructeur.

Ce paragraphe stipule que la stabilisation d'une approche a priorité sur toutes les autres questions telles que la réduction du bruit, circulation ou économies de carburant. Les aides radio à la navigation et à l'atterrissage doivent être pleinement utilisées par tous les temps. Pour toutes les approches, le minimum approprié doit être défini.

Critères de l'approche stabilisée.

Toutes les approches doivent être stabilisées au plus tard à 1 000 pieds AGL, que ce soit en (IMC) ou en (VMC).

Une approche est considérée comme stabilisée lorsque **tous** les critères suivants sont remplis :

1. L'avion est sur la bonne trajectoire de vol ;
2. Seuls de petits changements d'inclinaison ou d'assiette sont nécessaires ;
3. La vitesse de l'avion n'est pas supérieure à $V_{ref} + 20$ ni inférieure à V_{ref} ;
4. L'avion est dans la bonne configuration d'atterrissage ;
5. Le taux de descente n'est pas supérieur à 1 000 pieds/ min ;
6. Le réglage de la puissance convient à la configuration de l'avion et n'est pas inférieur à la puissance minimale d'approche telle que définie dans le manuel d'utilisation correspondant,
7. Tous les briefings et Check Lists effectués.
8. Les déviations LOC/Glide sont inférieures à un point.

Lorsque l'approche devient instable au-dessous de 1000 ft AGL, une Remise des gaz immédiate est impérative.

1.19.- Techniques d'enquête

Considérant la connotation fortement opérationnelle mise en évidence par les données de base concernant cet événement, l'équipe d'enquête adopte l'approche TEM (**Threat & Error Management**/ gestion de la menace et de l'erreur) pour l'analyse des circonstances liées à cet accident.

Il s'agit d'un cadre conceptuel pour interpréter les données obtenues des opérations **normales et anormales en menaces et conditions latentes**, que l'équipage devrait prendre en considération et gérer de manière à ne pas être en situation d'erreur et le cas échéant les **erreurs** et les **situations indésirables** qui devraient être gérées de manière à éviter respectivement les situations indésirables ou l'**état final** qui est dans notre cas le contact avec l'eau de mer en approche finale sans perte de contrôle « CFIT ».

Définitions des termes dans le contexte TEM :

- **Conditions latentes** : Conditions présentes dans le système avant l'accident, mis en évidence par des facteurs déclenchant. Celles-ci concernent souvent déficiences dans les processus et procédures organisationnels.
- **Menace** : une situation, événement ou une erreur qui se produit **en dehors de l'influence de l'équipage de conduite**, mais qui nécessite l'attention et la gestion afin de maintenir correctement les marges de sécurité.
- **Erreur de l'équipage de conduite** : Un écart observé **de la part de l'équipage de conduite** par rapport aux attentes organisationnelles ou les intentions de l'équipage.

- **Erreurs de non-conformité intentionnelles :** Violations, exemple : omettre les briefings requis ou la liste de contrôle...
 - **Erreurs de procédure :** Dans laquelle l'intention est correcte mais l'exécution est erronée, exemple : (slips habituels, défaillances et erreurs dans les entrées de données ou dans les mauvaises directions) ...
 - **Erreurs de communication :** se produit lorsque des informations sont incorrectement transmises ou interprétées, exemple ; collationnement incorrect à l'ATC ou communication d'un itinéraire erroné à l'autre pilote.
 - **Erreurs de compétence :** Manque de compétences, de connaissances ou d'expérience, exemples : formation insuffisante...
 - **Erreurs de décision opérationnelle :** Prendre une décision discrétionnaire qui augmente inutilement les risques, par exemple : manœuvres extrêmes en approche, choix de survoler par mauvais temps, et trop grande confiance en l'automatisme...
- **ETAT NON DESIRE DE L'AVION : situation indésirable ou état non désiré de l'aéronef (UAS) :** Induite par l'équipage de conduite, l'état de l'aéronef qui réduit clairement les marges de sécurité ; une situation compromettante résultant d'une TEM inefficace. « **un UAS est récupérable** » exemple dans notre cas approche non stabilisée, guidage de l'aéronef **vers** le sol « Controlled Flight **Toward** Terrain »
 - **ETAT FINAL :** Un état final est un événement à Reporter (rapportable/reportable). « Un état final **est irrécupérable** » exemple CFIT Controlled Flight Into_Train

2. ANALYSE

2.1. Conditions Latentes et Menaces

Compte tenu des renseignements de base et supplémentaires étudiés dans les chapitres précédents au présent rapport, l'équipage de conduite devait, en application, du concept TEM, prendre en compte et gérer pour le mieux les menaces/conditions latentes énumérées, voir (Figure MCL1)

Figure : MCL1	
Elément Humain :	
Configuration équipage :	
-	CDB expérimenté et copilote novice situation favorable au cockpit autocratique.
-	Equipage sous l'emprise du Biais de confirmation induit par la première approche prise indûment en modèle pour la deuxième approche.
Le matériel :	
-	GPWS arrêté (volontairement), absence de protection contre le CFIT
L'Environnement :	
-	Aéroport entouré de reliefs hauts et à proximité de zone interdite
-	Météo marginale par rapports aux minimas NPA (plafond plus bas que la MDA)
Les Procédures & Information	
-	L'Approche Classique (NPA) qui présente une complexité (absence de guidage vertical)
-	Le GPWS qui nécessite réactions adéquates en cas d'alarmes et précautions appropriées en cas de dysfonctionnement

❖ Configuration Equipage et CRM :

L'équipage de conduite du vol objet du présent rapport est constitué de :

- Un CDB sénior récemment requalifié sur ATR72-600 après une longue carrière en tant que Commandant de bord puis Instructeur sur l'avion de type Boeing 737NG. Sa première qualification de type en tant pilote professionnel était ATR 42 tout au début de sa carrière, et
- Un OPL au début de sa carrière avec un cumule total de plus de milles heures de vol, dont 815,8 sur le type.
- Une personne de sexe féminin (pilote observateur) en phase de recrutement par la compagnie, était présente aussi au poste de pilotage pendant toutes les étapes de la mission. Cette personne n'avait aucune attribution dans la conduite du vol et la réalisation de la mission.

Avant le départ de la première étape de la mission, les deux pilotes sont convenus que le CDB effectue la première étape « sur AHU » en PF et l'OPL effectue les trois autres étapes de la mission en tant que PF.

Cette répartition, fait que le CDB, vu son expérience, effectuerait la première étape en démonstration pour l'OPL sur la manière de gérer le vol durant cette étape, notamment lors de l'approche et l'atterrissage sur AHU. Cette situation est confirmée par la communication et les interactions entre le CDB et l'OPL durant le vol notamment la troisième étape où l'OPL suit les « directives du CDB », jusqu'à deux secondes environ avant toucher de l'eau de la méditerranée.

L'analyse des données des enregistreurs de vol permet de mettre en évidence trois phases quant aux interactions entre le CDB et l'OPL :

- Une première phase avant de commencer l'approche sur AHU, caractérisée par un OPL qui écoute en acquiesçant les conseils et directives du CDB sur la manière de conduire l'approche et les actions de préparation ;
- Une phase où l'OPL et le CDB, semblaient être pris de cours par l'avion trop rapide non configuré atterrissage contrairement à ce qui est préconisé par les patterns. Les deux pilotes étaient en coaction sur la gestion du profil vertical ; l'avion était sous LNAV dans le prolongement précis de l'axe de la piste mais les deux pilotes semblaient manquer de conscience de la distance par rapport au seuil de piste. Dans cette phase l'OPL suivait, sans réaction, les directives verbales ou à travers les instruments « VS et réglage d'Altitude cible » au FGCP du CDB qui est censé, en tant que PM, suivre l'exécution de l'approche et annoncer les écarts des paramètres de pilotage et les corrélations altitudes-distances au seuil de piste tout en essayant d'identifier les indices extérieurs. C'est pendant cette phase que le CDB disait à l'OPL de continuer à descendre même plus bas que 400 ; limite de descente convenue sans repères visuelles.
- Une troisième phase où l'OPL sort de la boucle directive du CDB et réagit en débranchant le Pilote Automatique, augmente la puissance et tire sur le manche. Il en résulte une situation de Dual Input, et ce n'est qu'après l'impact avec l'eau que le CDB réduit son effort à piquer et que l'assiette redevient positive.

❖ **Procédures d'approche classique à TNG-AHU :**

Les conditions météo prévues et rencontrées lors de la première étape à l'aéroport Al Hoceima sont : vent 6 kts, plafond à 800 pieds, visibilité 4000 m et présence de brume.

Ces conditions météo et la configuration des équipements à l'aéroport d'AHU nécessitent de planifier et mener une approche classique (de non précision), ce qui implique de connaître et de respecter les procédures opérationnelles standards applicables à ce type d'approche.

Pendant la troisième étape sur l'aéroport d'AHU, au premier contact avec le Tour de Contrôle, le CDB a confirmé qu'il allait procéder par une approche VOR/DME pour le QFU 17.

La revue des données de bases et supplémentaires a permis de relever des écarts critiques dans la conduite des phases de l'approche, entre le profil de l'approche tel que réalisé par l'équipage de conduite du vol concerné et le profile préconisé par le constructeur.

Une analyse comparative entre l'approche réalisée par l'équipage et celle préconisée, permet de mettre en évidence les éléments reprises dans le tableau ci-dessous :

		Approche ATR	Approche réalisée	Remarque
Au FF ²	Configuration	- Trains sortis - Volets atterrissage 30°	- Trains rentés - Volets Zéro (lisse)	Retard excessif
	Vitesse	- Vref +5 Kts (112)	- 195kts	Bilan Energies excessif
	Altitude	- 2100 pieds	- Passant par 2100 pieds	
	Attitude	- Transition palier/ descente finale	- Descente	Décélération compromise
FF-MAP	Trajectoire verticale	- Stable (CDFPA)	- Plan variable VS de 1100 à 1800 p /mn	
	Trajectoire Horizontale	- Etabli finale	- Etabli finale LNAV	Stable
Après MAP ³	A/P	OFF après 260 pieds	- ON jusqu'à 80 pieds	Limitation non respectée
	Actions	- Atterrissage si En vue sinon R/G	- Continuation jusqu'au sol (sans voir la piste)	Procédure non respectée

❖ Réaction à l'alarme GPWS

Au cours de la croisière de la première étape au niveau de vol (FL 160), le message d'avertissement « TERRAIN » s'affiche sur l'EWD⁴ et le voyant ambre « TERR FAULT » s'allume pendant 6 minutes environ. Ce message indique une perte de la fonction « Enhanced ». Selon l'AFM, **des fonctionnalités restent disponibles.**

L'équipage effectue l'approche RNAV pour la piste 17 d'Al Hoceima. Une fois arrivé à la MDA (1 030 ft), le Commandant de bord (PF) continue la descente avec un taux de l'ordre de 1 000 ft/min. Environ une minute après, les alarmes TAWS « TERRAIN AHEAD PULL UP » et « AVOID TERRAIN » se déclenchent. Le PF ne réagit pas par **la manœuvre de rattrapage préconisée par la procédure**, mais se contente d'une variation d'assiette à cabrer puis remet de la puissance moteur et remonte à une hauteur 108 **pieds** environ, qu'il maintient jusqu'à la vue de la piste, puis reprend la descente pour atterrir.

Les deux membres d'équipage de conduite confirment, dans leurs témoignages, que la première approche, qui s'est déroulée d'une manière improvisée et instable, n'a pas fait l'objet de debriefing au sol de manière à évaluer le déroulement et identifier les aspects à corriger lors de la deuxième étape de la mission sur AHU.

❖ Approche non stabilisée

Durant la descente sur AHU, à partir de l'altitude de croisière, l'avion avait un profil de vol rapide et élevé au regard de sa distance par rapport au seuil de piste, le CDB a annoncé à l'OPL qu'il devait préparer la machine mais à aucun moment il n'a remis en cause la poursuite de l'approche qui n'a jamais été stabilisée selon les critères dans la partie A du MANEX le manuel d'utilisation constructeur.

L'avion a passé le « FAF » à 2100pieds mais à une vitesse excessive de 75 nœuds avec une configuration lisse alors qu'à ce stade de l'approche, il devait être établi à la configuration et

²FF : Final Fixe

³MAP : Missed Approach Point

⁴ Engine and Warning Display

vitesse et taux descente. Le passage de 1000 pieds, que la Compagnie fixe comme dernière limite acceptable pour avoir les critères de stabilisation réunis, était encore à une vitesse indiquée et taux de descente excessifs. En revanche l'altitude était plus basse que celle qui résulte d'un profile « CANPA - Constant Angle Non Precision Approach » que l'industrie et le constructeur préconisent pour toutes les approches de non précision.

❖ GPWS.

Lors de la préparation de l'étape à Tanger, l'équipage de conduite a décidé de réaliser l'approche sur l'aéroport d'AHU avec le GPWS arrêté de manière à éviter les alarmes qu'il considère intempestives malgré l'absence de toute indication de panne ou de dysfonctionnement de cet équipement.

L'item 34.48.02.01 indique que l'avion peut être dispatché sans GPWS pendant six vols ou deux jours de vol, avant d'être nécessairement réparé ou remplacé. Aucune procédure de maintenance (M) ou opérationnelle (O) n'est à appliquer. Or dans le même chapitre du même document, l'item 34.48.02.06 relatif à la fonctionnalité « ADVISORY CALLS », prévoit la même disposition en terme « Rectification Interval Category », mais il stipule qu'une procédure Opérationnelle (O) soit appliquée.

Cette procédure (O) exige de procéder à des annonces selon la situation, la configuration et le mode. Ces annonces sont nécessaires pour pallier à la défaillance du système, notamment en matière de conscience de la situation commune entre le PM et le PF au poste de pilotage.

S'agissant d'une Procédure Opérationnelle de coordination en phases critiques du vol, cette incohérence serait de nature à biaiser la décision de l'équipage qui comprendrait que ; **couper cet instrument ne nécessite aucune action palliative**, notamment que la décision d'arrêter cet instrument a été prise lors du briefing avant le départ. Lors de ce briefing l'équipage est tenu, en application du concept « TEM », d'identifier les Menaces et de les gérer de manière à ne pas être mis en situation d'Erreur le cas échéant. En effet, la consigne (O), si elle existait pour l'item 34.48.02.01, aurait permis d'avoir une conscience de la situation commune entre le PF et le PM par l'utilisation des annonces prévues par cette consigne.

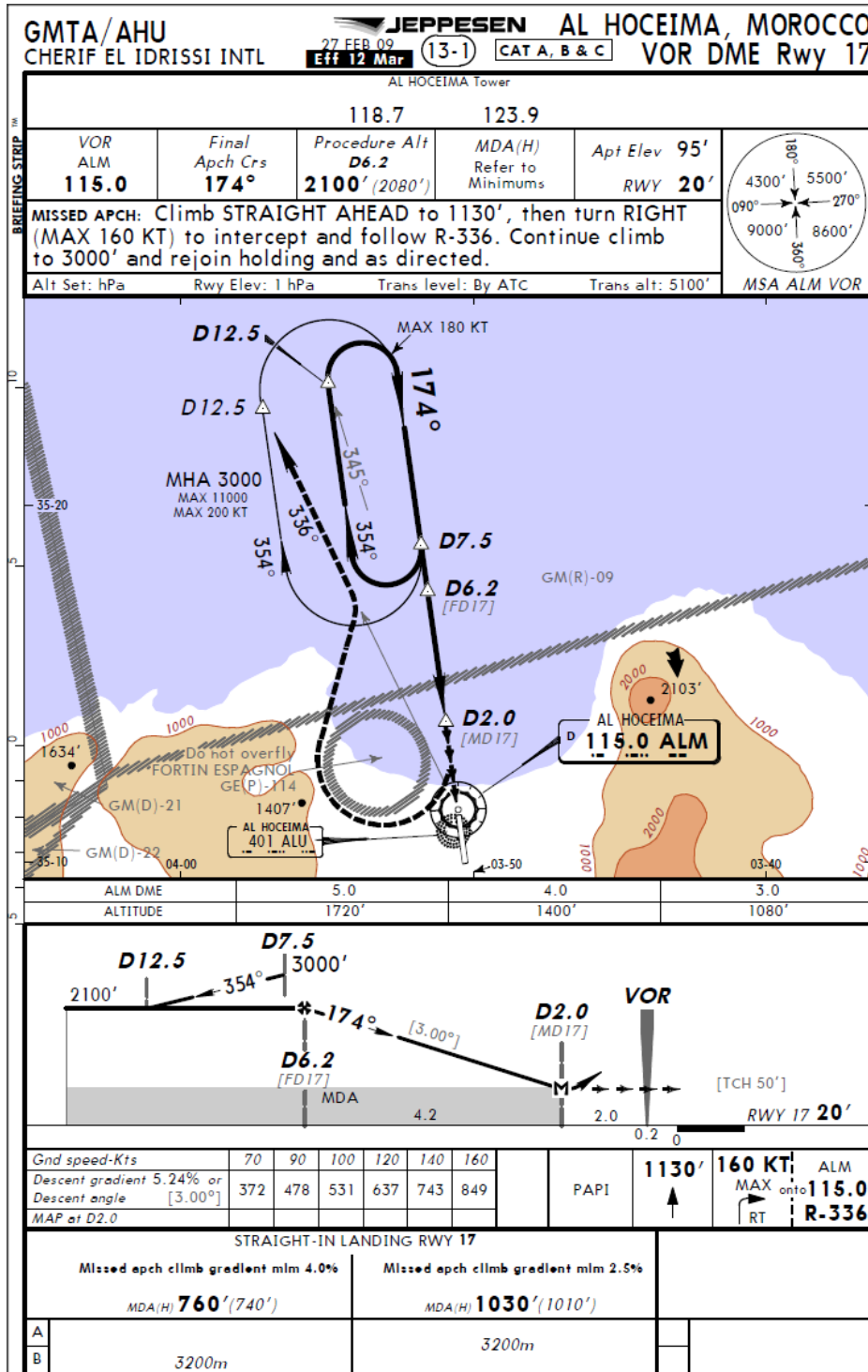
Bien que le GPWS n'ait pas été arrêté avant le vol, ce qui est confirmé par l'absence de mention dans ce sens dans le TLB (Technical Log Book), et par le témoignage des membres d'équipage de conduite et par les données factuelles des enregistrements, l'absence de procédure opérationnelle (O) pour l'item 34.48.02.01 serait considérée en tant que Condition Latente à prendre en compte dans l'analyse de cet événement.

❖ Aéroport et météo.

Le jour de l'accident avec une visibilité de 4000 mètres et un plafond de 600 pieds l'équipage de conduite devait prendre en considération la particularité de ce terrain qui se trouve en cul-de-sac, avec la présence des reliefs relativement élevés du côté Sud, Est et Ouest.

Il est à noter que les minimas requis par la procédure VOR/DME suivie par l'équipage sont ; Visibilité de 3200 m et MDA de 760 pieds.

La présence d'une zone interdite, GE(P)-114, au Nord-Ouest qui, avec le relief à l'ouest du terrain restreint la trajectoire après remise des gaz et la rend encore plus compliquée à exécuter.



Le QFU 17 est doté des procédures GNSS RNAV, une VOR DME une VOR, les trois sans guidage vertical et aucune procédure n'est prescrite pour le QFU 35.

Compte tenu de ces aspects, l'aérodrome d'AHU présente des conditions latentes susceptibles de constituer des menaces pour lesquelles le personnel navigant de conduite devrait être préparé de manière à assurer une exploitation sûre. Parmi les précautions viendrait à titre d'exemple l'utilisation de moyens pédagogiques « Simulateur » a scène réelle et l'adaptation du contenu de formation continue de manière à banaliser les approches finales à angles constants « CANPA ».

2.2. Synthèse des Erreurs Non/insuffisamment Gérées

Fig. ENG1		
Type d'erreurs	CDB	OPL
Intentionnelles (Violations)	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt INTENTIONNEL du GPWS en vol (Décision prise au sol avant le départ) - Descente préméditée en dessous des minimas - Non-respect du plancher de stabilisation 	
Communication dans le cockpit	<ul style="list-style-type: none"> - Carence en échange clair et direct de communication - Carence de leadership. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Gradient hiérarchique accentué, 	<ul style="list-style-type: none"> - Niveau d'affirmation faible
Compétences	<ul style="list-style-type: none"> - Performance pauvre pour une situation où le comportement de l'équipage est lui-même une menace. 	
Procédures/SOPs	<ul style="list-style-type: none"> - Ecart à l'exécution de : <ul style="list-style-type: none"> o la procédure d'approche classique NPA o la Remise Des Gaz - Absence de Vérifications croisées des entrées (automatisme) (automation inputs Cross-Verification) - PF affiche lui-même les données automatismes MCP 	
Professionnelles	<ul style="list-style-type: none"> - Décision de descendre en dessous des minimas. - Préparation tardive de la configuration pour l'approche. - Acharnement pour continuer l'approche. 	

3. CONCLUSION

3.1. Faits établis :

❖ Fondamentaux de l'exploitation

- La compagnie détient un Certificat Technique d'Exploitation valide ;
- Le Certificat De Navigabilité de l'avion est en cours de validité ;
- Les membres d'équipages détiennent des licences et qualifications en cours de validité ;
- La programmation des équipages se fait dans le respect de la réglementation en vigueur et les équipages ont bénéficié du repos suffisant avant d'entreprendre la mission,

❖ Météorologie et aéroport :

- L'aéroport d'AHU est doté d'approches classiques « sans guidage vertical » et d'un PAPI pour le QFU 17
- Aucune procédure n'est publiée pour le QFU 35,
- Présence de brume sur l'aéroport GMTA connue par l'équipage lors de la préparation du vol.

❖ GPWS :

- Allumage du voyant « FAULT » du GPWS, pendant six minutes environ, en fin de croisière de la première étape sur AHU (dû à une dégradation du signal GPS dans la zone où se trouvait l'avion) ;
- Les alertes de terrain générées lors de la première approche sur AHU étaient justifiées et conformes à la conception du système ;
- Le CDB a arrêté le GPWS en vol, avant d'entamer l'approche de la deuxième étape sur l'aéroport d'AHU ; action décidée en concertation entre le CDB et l'OPL
- Les items 38-42-02-01 et 38-42-02-06 du DDM relatifs respectivement à la panne du GPWS et à la panne de la fonctionnalité « Advisory Calls » ne sont pas cohérents.
- L'emballage du GPWS pour son acheminement à ACSS, pour expertise, était défectueux sans incidence sur son état et son fonctionnement.

❖ CRM & Travail/comportement de l'équipage

- Crew Resource Management :
 - L'approche sur AHU est caractérisée par un manque de préparation et d'anticipation que le niveau de CRM de l'équipage de conduite n'a pas permis de gérer efficacement. La communication verbale est limitée aux instructions du CDB suivies sans challenge par l'OPL, les annonces sont inexistantes et les vérifications croisées sont et rares et ambiguës.
- Travail et comportement de l'équipage de conduite

Le travail de l'équipage de conduite du vol est caractérisé par des écarts délibérés aux procédures « violations » et des décisions opérationnelles hasardeuses avec un acharnement pour la poursuite de l'approche en l'absence des conditions requises et au-delà des limites :

- L'équipage a décidé et briefé, avant le vol, de descendre à 400 pieds, ce qui est en dessous des minimas applicables à l'aéroport.
- L'équipage a désactivé le système (GPWS) pendant le vol pour ne pas avoir d'alerte pendant l'approche.
- L'équipage de conduite a opté pour l'approche VOR/DME sur GMTA avec un plafond de 600 pieds, alors que les minimas sont de 760 pieds.
- L'exécution de l'approche est caractérisée par un retard manifeste de la configuration de la machine, une vitesse indiquée non maîtrisée, plan variable et taux de descente excessifs.
- L'approche effectuée n'était donc pas stabilisée comme l'exigent les SOP de la compagnie.
- L'équipage n'a pas entrepris une remise des gaz quand il est devenu évident que l'approche est non stabilisée en dessous de la limite préconisée.
- L'équipage est descendu en dessous de l'altitude minimale de descente (MDA) sans avoir de références visuelles.

3.2. Causes probables :

- L'événement survenu le 9 juillet 2018 à l'aéronef, immatriculé CN-COH, durant son approche sur l'aéroport d'Al-Hoceima Charif Alidrissi, serait dû au non-respect des procédures opérationnelles, notamment ; l'arrêt délibéré du GPWS, la poursuite de l'approche **instable** en dessous du plancher de stabilisation et la poursuite de l'approche au-delà de l'altitude minimale de descente (MDA) en l'absence de références visuelles.
- Par l'arrêt indu du GPWS et l'absence d'annonces « Advisory Calls » pendant l'approche, l'équipage s'est privé de toute possibilité de prendre conscience et de gérer la situation indésirable de Vol dirigé vers le sol « Controlled Flight **Toward** Terrain » dans laquelle se trouvait l'aéronef jusqu'au toucher.
- L'item (038-42-02-01) du DDM ne prévoyant pas de consigne opérationnelle (O) pour la panne totale du GPWS, serait de nature à avoir conforté la décision de l'équipage de conduite de l'arrêter sans précaution.
- La carence en CRM au sein de l'équipage de conduite, notamment en termes de communication, de coordination et de dosage adapté entre le gradient d'autorité du CDB et le niveau d'affirmation de soi de l'OPL, font que ce dernier a tardé à réagir contre les directives du CDB, incompatibles avec les limites du plancher de stabilisation et des minimas de l'approche.

Il n'en demeure pas moins que la réaction de l'OPL, quand bien même tardive, a permis de limiter **la situation finale aux seuls dégâts matériels subis par l'aéronef.**

4. RECOMMANDATIONS

4.1.- Recommandations de sécurité

Recommandation N°01/19 : Processus d'intégration des pilotes dans la compagnie

Les analyses ont permis de mettre en évidence des dysfonctionnements au sein d'un équipage de conduite constitué de deux pilotes récemment recrutés, avec de grands écarts de profils ; tant par leurs origines professionnelles que par leurs âges et leurs expériences. Il serait donc recommandé de renforcer le processus de l'intégration des pilotes par des modules de CRM, adaptés de manière à assurer la fluidité des interactions et la cohérence des communications entre-pilotes et la prise des décisions.

Recommandation N°02/19 : Les approches

Le réseau domestique de l'exploitant est en développement avec des destinations dont les procédures d'approche ne permettent pas de guidage vertical. Compte tenu des spécificités des approches de non précision (Approches Classiques), il serait recommandé :

- De mettre l'emphasis, lors des séances de sensibilisation et de formation, sur les approches à Angle constant (CANPA) quand le guidage vertical n'est pas disponible ;
- D'adopter les équipements à bord des aéronefs et les procédures associées qui permettent de programmer et de suivre les profils verticaux des approches.

Recommandation N°03/19 : Réaction aux alarmes/alertes GPWS :

Le fait que l'équipage de conduite, obnubilé par des approches précipitées, n'a pas réservé les réponses adéquates aux alarmes GPWS, aux instabilités et absences de repères visuels aux minima, montre que ces actions ne sont pas systématiques. Il serait donc recommandé d'insister, lors des formations et des contrôles de compétence des équipages de conduite sur :

- La prise en compte des critères pour entreprendre et continuer une approche, en termes de stabilisation et de minima ;
- Le système GPWS, les significations de ses messages et la conduite à tenir qu'ils impliquent.

Recommandation N°04/19 : MEL /GPWS

La revue de la MEL (Minimum Equipment List), en vigueur à la date de l'événement objet de ce rapport, a permis d'identifier des incohérences dans les procédures Opérationnelles (O) et Maintenance (M) liées aux items du GPWS dudit MEL.

Il est recommandé de remédier, dans l'immédiat, à ces incohérences et de procéder à une revue de ce document de manière à identifier et corriger les incohérences éventuelles qui y seraient contenues.

ANNEXES

Annexe 1 : Actions entreprises par l'exploitant

Suite à cet accident, et en attendant les conclusions du rapport final, l'exploitant a entrepris des actions conservatoires, dont notamment :

1. Diffusion à tout PNT d'un Safety Bulletin traitant de :
 - a. Rappel de procédure de stabilisation ;
 - b. Rappel de l'interdiction de désactiver le GPWS sans se référer aux procédures en vigueur ;
 - c. Rappels sur le respect des minimas publiés ;
 - d. Rappel sur la nécessité de prise en considération du CRM et du TEM ;
2. L'emphase, lors des séances de rafraichissement/contrôle de compétence, sur :
 - a. La procédure plancher de stabilisation ;
 - b. Le respect des minimas publiés ;
 - c. Le CRM et TEM ;
 - d. La procédure GPWS.
3. Rafraichissement de la formation SGS (Système de Gestion de la Sécurité) pour le personnel navigant, et le management ;
4. Prise en compte de cet évènement dans le cours de Facteurs Humains (FH) et Gestion de la Menace et de l'Erreur (TEM) initial et périodique ;
5. Mise en place du scellé du switch « GPWS » et intégration des vérifications de ce dernier lors de la visite journalière ;
6. Revue et révision de la DDM.

N.B : le traitement du présent évènement était concomitant avec le processus de mise en conformité IOSA (IATA OPS SAFETY AUDIT) qui a été actée en décembre 2019.

Annexe 2 : Transcription CVR

GLOSSAIRE

Temps UTC	Origine : Paramètre FDR
Contrôle	Contrôleur de la fréquence utilisée [TWR].
CDB	Commandant de bord
OPL	Officier pilote de ligne
SV	Synthétique Voice / Annonces émises par les systèmes embarqués.
(*)	Mots ou groupes de mots prononcés en langue natale
→	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
()	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(*)	Mots ou groupes de mots non compris

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
18h29min39				Mise en puissance- augmentation régimes moteurs
18h30min10				Fin de rentrée du train
18h44min40				Altitude alert
18h53min31				Altitude alert
18h54min42	>Hoceima rebonjour Air Maroc quatre trente neuf			
18h55min18	>Hoceima Maroc quatre trente neuf rebonjour			
18h55min22			ATC:Quatre trente neuf reboujour allez-y	
18h55min24	>Libérés par Casa on descend vers quatre vingt dix nous sommes à vingt cinq nautiques			
18h55min32			ATC: Quatre trente neuf confirm ça sera pour une (percée) VOR D M E pour la piste dix sept?	
18h55min35	>Affirmatif			
18h55min37			ATC:Quatre trente neuf bien reçu descendez niveau six zéro rappelez approchant Alpha Lima Mike	
18h55min41	>Six zéro rappelle Alpha approche Alpha Lima Mike Air Maroc quatre trois neuf			
18h55min47	Maintenant tu vas faire cette procédure et là tu dois (attraper le niveau)			
18h55min51		Okay		
18h55min51	Quand tu lis ton altitude			

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

2-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
	verticale (*) Alpha Lima Mike zéro un			
18h55min56		D'accord		
18h56min03	Alors... landing elevation			
18h56min05		Euh set check		
18h56min06	M D A			
18h56min07		Set Check		
18h56min08	(*) briefing			
18h56min09		Set check		
18h56min11	Check list completed			
18h56min13	(Ca bouge pas facilement)			
18h57min07	En cas de remise de Go Around flaps fifteen positive gear up (tu tire)			
18h57min13		D'accord		
18h57min17	Continue sept cents pieds sept cent vingt			
18h57min22	Deux nautiques (*) (point) deux nautiques (allez) tu commences à deux d'accord?			
18h57min27	Toi c'est le pilotage moi je surveille la vitesse et (l'eau)			
18h57min29		D'accord		
18h58min43	Two thousand feets one zero one six zero zero			
18h58min48	(*)			
18h58min50	Top six thousand one hundred			
18h58min52	Top			
18h58min53		Check		
18h58min53	Ca suffit			

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

3-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
18h58min55		Altimeters		
18h58min56	(*)			
18h58min57	Seats belts			
18h58min58		On		
18h58min58	(Landing lights)			
18h58min59		On		
18h59min00	Altimeters			
18h59min00		(*) cabin altitude Chef		
18h59min41	(*) il suit le le plan pour le ramener à quatre cents pieds de			
18h59min45		(*) deux mille cents		
18h59min48	(*) elle est là et après (*) va plonger pour avoir (*)			
18h59min54	Index sur Off G P W S			
19h00min09	(*) les volets et les trains			
19h00min11		Hein?		
19h00min11	(*) les volets et les trains			
19h00min13		(*)		
19h00min20				Altitude alert
19h00min25	A deux nautiques on doit être à sept cents (*) on prends la décision à trois nautiques			
19h00min29	Une fois (*) radio altimètre			
19h00min32		Vario supérieur à radio altimètre		
19h00min35	(*)			
19h00min48	(*) bout de la piste (*)			
19h00min55		Deux mille cent		
19h00min56	Oui			
19h01min02				Altitude alert

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

4-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
19h01min25	Réduits pour préparer ta machine			
19h01min29	Il vaut mieux être (*) avec une vitesse faible (*)			
19h01min39			ATC:Maroc quatre trente neuf (copiez) la dernière vent... vent calme visibilité quatre kilos présence de brume overcast à zéro zéro six température vingt trois point de rosé vingt trois Q N H mille seize	
19h01min51	>Bien reçu on continue l'approche on rappelle			
19h01min57				Triple clic
19h01min57	(*) cents			
19h02min04			ATC:Maroc four three nine (*)	
19h02min07	>Weather copied we report if we get the runway in sight Air Maroc four three nine			
19h02min14	Flaps			
19h02min19	>Did you copy Air Maroc four three nine we are full established			
19h02min22			ATC:Air Maroc four three nine roger	
19h02min22			ATC: Air Maroc Four three nine roger	
19h02min25			ATC: (Four three nine) you're clear to land	
19h02min27				Whooler
19h02min27	>Roger			
19h02min29		Gear		

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

5-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
19h02min32	Va va va à la limite			
19h02min35				Sortie du train
19h02min39				Whooler
19h02min43				Altitude alert
19h02min54	(* la vitesse (*)			
19h03min04		Flaps		
19h03min05				Bruit de sélecteur
19h03min08		(*)		
19h03min10	(Klaxon triple clic) c'est bon			
19h03min11		(*)		
19h03min16	Là à mille pieds on voit le sol			
19h03min18	Cinq cent pieds on voit on continue			
19h03min22	On continue trois cents			
19h03min23				Whooler 3s
19h03min23	Continue (maintenant) continue			
19h03min26	Vas vas'y			
19h03min26				Triple clic
19h03min33	(* on continue			
19h03min34				Triple clic
19h03min47		C'est pas normal (*)		
19h03min48	Ah ouais c'est bon (*)			
19h03min49				Cavalry charge (Déconnection P A)
19h03min53				Choc
19h03min54	Oh merde			
19h03min54				Continuous repetitive chime-master warning
19h03min55	Merde			

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

6-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
19h03min58	Oh là là			
19h03min59	(*) mille six tourne tourne flaps zéro			
19h04min07	(*) lvas-y vas-y vas-y			
19h04min13	(parameters) set			
19h04min20				Bruit de sélecteur
19h04min25				Fin de rentrée du train
19h04min45	(*)			
19h04min48		(*)		
19h04min50	Ah là c'est bon (*)			
19h04min55	(*) la vitesse la vitesse (*)			
19h05min13			ATC:(*) quatre trente neuf ici la Tour	
19h05min16	>On a remis les gaz on demande de procéder sur Nador			
19h05min20			ATC:(*) quatre trente neuf bien reçu	
19h05min27	(*)			
19h05min28		Héin?		
19h05min28	(*)			
19h06min21	>Quatre trente neuf on demandait clairance sur Nador			
19h06min25			ATC:Vingt quatre trente neuf contactez Casa sur cent vingt cinq décimale unité	
19h06min28	>Cent vingt cinq unité au revoir			
19h06min30			ATC:Au revoir	
19h06min40				Cavalry charge - connection PA

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

7-8

Temp UTC	CDB	OPL	Contrôle, sol, PNC	Remarques, bruits
19h06min49				Cavalry charge
19h07min10	>Casa bonjour Air Maroc quatre trente neuf			
19h07min16			Casa Contrôle: Air Maroc four three nine Casa bonjour go ahead	
19h07min19	>(*) going around from Chasima request proceed to Nador			
19h07min23			Casa Contrôle: Roger flight level requested	
19h07min26	>Euh level one hundred four three nine			
19h07min30			Casa Contrôle: Roger (*) flight level one hundred and squawk for Casa three six one three	
19h07min36	>One hundred four six one three Air Maroc four three nine			
19h07min43			Casa Contrôle: Eux three six one three Sir as before	
19h07min45	>Three six one three roger			

Toute divulgation, reproduction, distribution ou utilisation quelconque de tout ou partie de ce document et des informations qui y sont contenues est strictement interdite, sauf autorisation express et écrite du BEA.

8-8

Annexe 3 : Commentaires non pris en compte dans ce rapport.

<p align="center">Commentaires BEA français</p>	<p align="center">Réponse BEA marocain</p>
<p>Page 36, 4ème paragraphe du chapitre 1.18.3.2 :</p> <p>« Bien que la MEL soit destinée à être utilisée avant le vol pour dispatcher un avion en exploitation, ses procédures associées peuvent servir comme guide ou indications sur la conduite à tenir par le Personnel Navigant de Conduite, si des défaillances d'un système ou d'une fonctionnalité venaient à être identifiées en vol, notamment en l'absence de procédure spécifique destinée à être appliquée en vol, tel que c'est le cas pour le GPWS. »</p> <p>Le BEA est en désaccord avec cette phrase. La MEL est utilisable pour le dispatch de l'avion mais ne s'applique en aucun cas à une défaillance survenant en vol. Cette règle d'utilisation est commune à toute l'industrie aéronautique. De manière générale, les procédures anormales et d'urgence sont la référence quand il y a une défaillance en vol.</p>	<p>La décision d'arrêter le GPWS a été discutée et prise par l'équipage de conduite au sol avant le décollage de l'aéroport de Tanger vers l'aéroport d'Al-Hoceima.</p>
<p>Page 46, chapitre « Le GPWS »</p> <p>Il aurait été bénéfique pour l'enquête de s'attacher à comprendre pourquoi l'équipage a estimé que les alarmes du GPWS rencontrées lors de la première étape étaient intempestives, car cela est la cause première de la décision d'arrêter le GPWS.</p> <p>Le BEA constate l'accent mis sur la MEL et le GPWS. Il convient cependant de souligner que le GPWS n'est que la dernière barrière de sécurité dans ce scénario. De nombreuses autres barrières ont été franchies lors de ce vol et il aurait été appréciable que le rapport accorde une importance égale aux autres barrières de sécurité en jeu dans cet événement.</p>	<p>La procédure (O) "ADVISORY CALLS", si elle existait, aurait permis à l'équipage de conduite, en tant que dernières précautions, de gérer l'absence du GPWS.</p>
<p>Page 50, chapitre 3.2, 3ème Cause probable</p> <p>« L'item (038-42-02-01) du DDM ne prévoyant pas de consigne opérationnelle (O) pour la panne totale du GPWS, serait de nature à avoir conforté la décision de l'équipage de conduite de l'arrêter sans précaution. »</p> <p>Le témoignage de l'équipage relatif à la désactivation du GPWS n'est pas cohérent : si l'équipage estimait que le GPWS était défaillant, il aurait dû le désactiver avant le départ, or il ne le désactive qu'au cours de l'approche. Cette incohérence montre que l'équipage s'était déjà placé hors du cadre des procédures opérationnelles standard.</p> <p>Le BEA et ATR reconnaissent que l'absence de consigne opérationnelle pour l'item (038-42-02-01) du DDM représente une incohérence, mais estiment que les causes de l'arrêt du GPWS par l'équipage sont une interprétation erronée des alarmes émises lors de la première étape et une utilisation détournée et inappropriée du DOM.</p>	<p>Sans commentaires</p>