



RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE

(Réf. BEAM_02052018-01)

Accident

SURVENU A L'AVION B737-800
IMMATRICULE OO-JAY, LE 02/05/2018 A L'AÉROPORT DE
MARRAKECH (GMMX) / MAROC

« **Tailstrike on Landing** »

SOMMAIRE

SOMMAIRE	02
AVERTISSEMENT	03
CLASSIFICATION DE L'EVENEMENT	04
SOURCES DE RENSEIGNEMENTS	05
LISTE D'ABREVIATIONS	06
SYNOPSIS	07
RESUME	07
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE	08
1.1. Déroulement du vol	08
1.2. Tués et blessés	08
1.3. Dommages à l'aéronef	09
1.4. Renseignements sur l'équipage	09
1.5. Renseignements sur l'aéronef	10
1.6. Conditions météorologiques	11
1.7. Aides à la navigation	11
1.8. Télécommunications	11
1.9. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.10. Enregistreurs de bord	12
1.11. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.12. Incendie	13
1.13. Renseignements sur les organismes et la gestion	14
1.14. Renseignements supplémentaires	14
1.15. Synthèse des témoignages de l'équipage de conduite	14
2. ANALYSE	15
3. CONCLUSIONS	16
3.1. Faits établis	16
3.2. Causes probables de l'accident	16
3.3. Facteurs contributifs	16
4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE	17
Annexe 1	18
Annexe 2	19

AVERTISSEMENT

Ce rapport exprime les conclusions de l'équipe d'enquête du Bureau d'enquêtes et d'analyses d'accidents d'aviation civile 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'EVENEMENT

Conformément aux dispositions de l'annexe 13 de l'Organisation internationale de l'aviation Civile (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.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

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

- ❖ Renseignements factuels recueillis par le BEA ;
- ❖ Compte(s) rendu de l'équipage ;
- ❖ Données des enregistreurs de vol ;
- ❖ Entretiens avec les personnes concernées par l'accident.

LISTE D'ABREVIATIONS

AAL	:	Above Aerodrome Level.
AFM	:	Aircraft Flight Manual.
AOC		Air Operator's Certificate ou certificat de transporteur aérien
ATQP		Alternative Training and Qualification Programme
BEAB	:	Bureau des Enquêtes et d'Analyse des Accidents de l'Aviation Civile Belge.
BEAM	:	Bureau des Enquêtes et d'Analyse des Accidents de l'Aviation Civile Marocain.
CDB	:	Commandant de Bord
CPL	:	Commercial Pilot Licence.
CVR		Cockpit Voice Recorder ou enregistreur phonique
DAC	:	Direction de l'Aéronautique Civile.
DGAC	:	Direction Générale de l'Aviation Civile.
FD	:	Flight Director
FDR		Flight Data Recorder
IDLE		Réduit moteur
ILS	:	Instrument Landing System.
LIFUS	:	Line Flying Under Supervision.
OPL	:	Officier Pilote de Ligne
PAX	:	Passenger(s) ou Passagers
PF	:	Pilot Flying ou Pilote aux commandes
PNT	:	Personnel Navigant Technique
QFU	:	Magnetic orientation of runway ou Direction magnétique de la piste
SADE		Stage d'adaptation de l'exploitant
TBA	:	Très Basse Altitude
TRI	:	Type Rating Instructor ou instructeur de qualification de type
TWR	:	Tour de contrôle de trafic aérien
UTC	:	Coordinated Universal Time ou Temps universel coordonné.

SYNOPSIS

Date de l'incident :

02 Mai 2018 à 12 :15 UTC

Aéronef :

Type : B737-800

Immatriculation : OO-JAY

Lieu de l'incident :

Maroc

Propriétaire :

TUI Fly

Nature du vol :

Vol commercial

Exploitant :

TUI Fly

Personnes à bord :

PN (06) PAX (182)

Résumé :

Le 02 Mai 2018 à 12h15, un accident est survenu à l'avion de type B737-800, immatriculé OO-JAY, exploité par la compagnie TUI Fly, à l'aéroport de Marrakech-Menara, lors d'une séance d'instruction en ligne.

En effet, lors de l'approche visuelle sur la piste QFU 10, effectuée par l'Officier Pilote de Ligne (OPL) stagiaire en tant que pilote aux commandes (PF), l'avion s'est retrouvé en courte finale avec un profil bas par rapport à la trajectoire d'atterrissage standard.

Malgré les corrections du PF en courte finale, afin de stabiliser l'avion, la queue de ce dernier a heurté le sol de la piste « Tail strike », causant des dégâts au niveau du sabot de queue et du fuselage, ayant nécessité l'immobilisation de l'avion pour remise en état.

	Personnes		Matériel	Tiers
	Tuée(s)	Blessée(s)		
Equipage	Nil	Nil	✓ Fuselage endommagé. ✓ Sabot de queue endommagé. ✓ Mât de drainage arrière endommagé.	Nil
Passagers	Nil	Nil		

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

Le 02 Mai 2018, le vol commercial N° TB3640, reliant l'aéroport de Brest-Bretagne – France (LFRB) à l'aéroport de Marrakech – Menara (GMMX) au Maroc, est effectué par l'OPL stagiaire, dans le cadre de son stage d'intégration compagnie, sous la supervision d'un Commandant de Bord (CDB) titulaire d'une qualification d'instructeur en vol (TRI)/ LIFUS (Line Flying Under Supervision).

Les conditions météorologiques qui régnaient à l'aéroport de Marrakech étaient favorables. L'équipage a demandé une approche visuelle sur la piste de service QFU10, confirmée par la tour de contrôle de l'aéroport (TWR) à 5NM avant le point ODALO (voir Annexe 1), le moment où le directeur de vol (FD) a été éteint.

Selon les données de l'enregistreur des données de vol (FDR), il s'avère que :

- ✓ À 200 pieds sol (AAL), l'avion s'est retrouvé en dessous de la trajectoire sur l'approche finale préconisée ;
- ✓ La correction de la trajectoire sur l'approche finale a causé un profil de trajectoire haut ;
- ✓ A 100 pieds, l'OPL a réduit la poussée (Presque au ralenti sol « IDLE ») et continué la descente avec un taux élevé ;
- ✓ Sans prendre les commandes, le CDB a réagi en augmentant la poussée pour diminuer le taux de descente ;
- ✓ L'avion a effectué un atterrissage dur avec un rebond, suite à quoi, le CDB a décidé de prendre les commandes pour continuer la phase d'atterrissage ;
- ✓ Le sabot de queue, ainsi que le fuselage de l'avion ont heurté le sol de la piste « Tail Strike ».

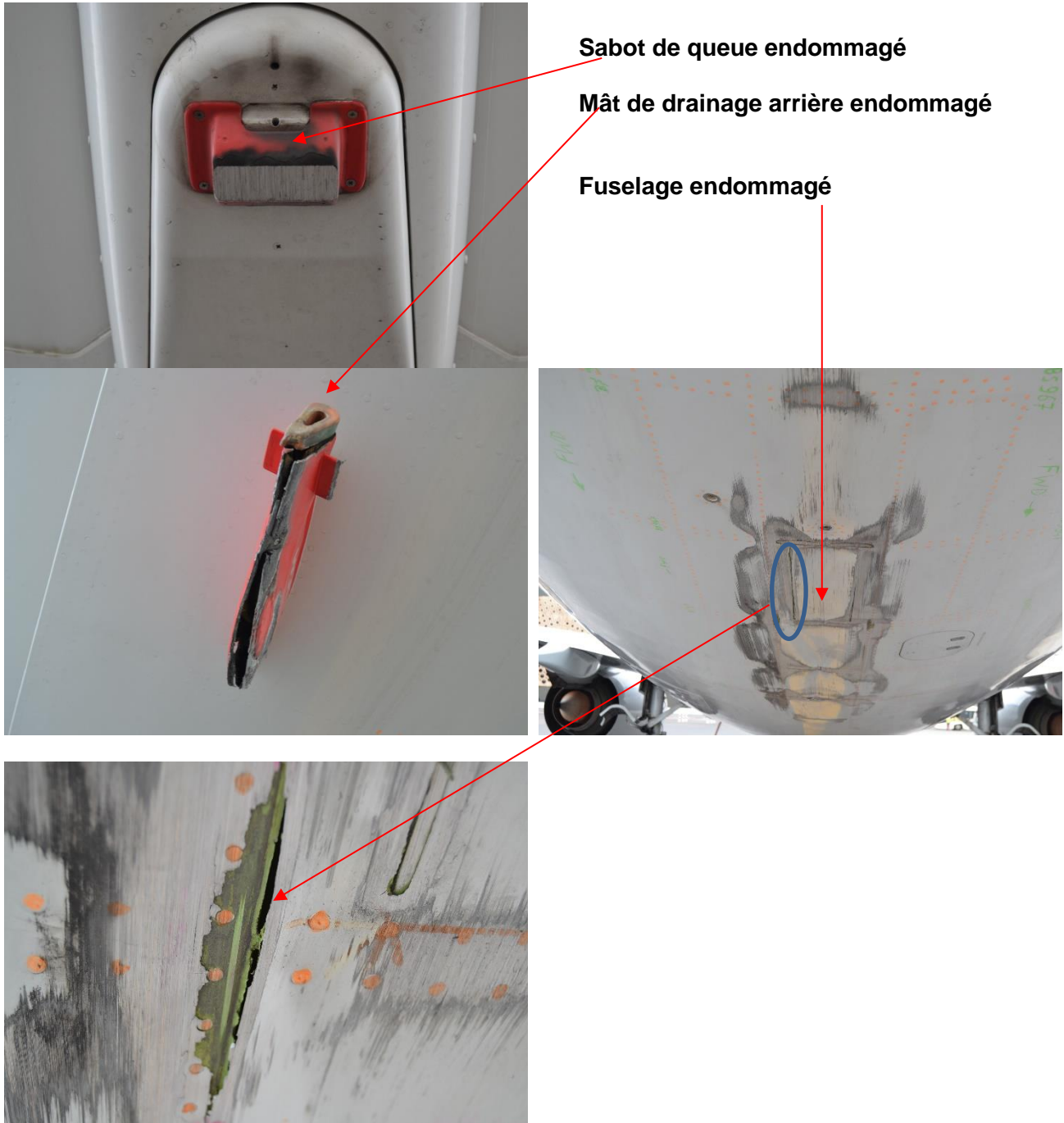
1.2. Tués et blessés :

	Personnes		Matériel	Tiers
	Tuée(s)	Blessée(s)		
Equipage	NIL	NIL	✓ Fuselage endommagé. ✓ Sabot de queue endommagé. ✓ Mât de drainage arrière endommagé.	NIL
Passagers	NIL	NIL		

1.3. Dommages à l'aéronef

L'avion a subi des dommages au niveau du fuselage arrière bas, du sabot de queue et du mât de drainage arrière.

Les dommages subis par l'aéronef sont présentés ci-après :



1.4. Renseignements sur l'équipage.

1.4.1. Commandant de Bord

- ✓ Homme, 29 Ans
- ✓ Licence ATPL(A)
- ✓ Qualification d'instructeur : TRI, LIFUS
- ✓ Qualifications de type : B737 300-900, EMB170

✓ **Expérience :**

Heures de vol	Sur tous types d'avions	Dont sur B737
Totales	6000	4000
Au cours des derniers mois	300 (derniers 4 mois)	160 h (2 derniers mois)

✓ **Contrôles les plus récents :**

	Date	Validité
Médical	14/03/2018	17/03/2019
Simulateur	07/06/2017	30/06/2018
En ligne	01/06/2017 B737	

1.4.2. Officier Pilote de Ligne (OPL)

- ✓ Homme, 25 Ans
- ✓ Licence ATPL théorique
- ✓ Qualifications de type : B737 300-900
- ✓ Expérience :

Heures de vol	Sur tous types d'avions	Dont sur B737
Totales	650	500
Au cours des derniers mois	180 (derniers 4 mois)	8 (2 derniers mois)

✓ **Contrôles les plus récents :**

	Date	Validité	Observations
Médical	15/05/2018	20/05/2019	NIL
Simulateur	26/04/2018	31/10/2018	ATQP
En ligne	30/04/2018		NIL

Note : il est à noter que c'est le 2ème vol au sein de la compagnie TUI Fly, pour l'OPL. Il l'a rejoint le 05/03/2018.

1.5. Renseignements sur l'aéronef

Avion de type BOEING B737-8K5, MSN 40944, immatriculé OO-JAY, détenant un certificat de navigabilité valide et un CEN N°ARC/JAY/20151116 valide jusqu'au 16 Novembre 2018. Tous les documents avion étaient à bord en état de validité.

1.6. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques qui régnaient à l'aéroport de Marrakech étaient comme suit :

METAR GMMX 021200Z 36004KT 310V090 9999 FEW020 18/06 Q1017 NOSIG=

Le METAR de 12h00 pour GMMX faisait état des conditions suivantes : Vents soufflant du 360° à 4 nœuds, avec une variation de la direction du vent comprise entre 310° et 090°, avec une visibilité minimale horizontale supérieure à 10km sur un angle de 360°, une couverture nuageuse 1/8 à 2/8 à partir de 2000 pieds, une température de 18 °C, un point de rosée de 16 °C, et un calage altimétrique de 1017 Hpa sans aucun changement significatif.

1.7. Aides à la navigation

Type d'aide / Type of aid (VAR)	IDENT	FREQ	Horaires / Hours of operation	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission / Site of transmitting antenna coordinates	Altitude de l'antenne DME / DME transmitting antenna ALT	Observations / Remarks
1	2	3	4	5	6	7
VOR/DME	MAK	113,300 MHz (CH 80X)	H24	31°36'45,9"N 008°06'10,9"W	448 m	DIST THR 10 : 4820 m
L	CNZ	267 KHz	H24	31°36'02,0"N 007°57'51,9"W		ALT : 514 m
ILS QFU 10						
LOC	MAR	109,700 MHz	H24	31°36'18,7"N 008°01'01,0"W		300 m THR 28
GP/DME	MAR	333,200 MHz (CH 34X)	H24	31°36'32,9"N 008°02'57,3"W		300 m THR 10 / 120 m RCL Pente / Slope : 3°

1.8. Télécommunications

Désignation du service / Service designation	Indicatif d'appel / Call sign	Fréquences / Frequencies	Horaires / Hours of operation	Observations / Remarks
1	2	3	4	5
APP	MARRAKECH Ménara Approche / Approach	119,700 MHz 120,100 MHz (*)	H24	Détrousse / Emergency 121,500 MHz (*) FREQ de secours
TWR	MARRAKECH Ménara Tour / Tower	118,700 MHz 118,100 MHz (*)	H24	
D-ATIS	MARRAKECH Information	121,950 MHz	0600-0000	

1.9. Renseignements sur l'aérodrome

Número des Pistes / <i>RWY NR</i>	Relèvement vrai / <i>True Bearing</i>	Dimensions des RWY / <i>Dimension of RWY</i> (M)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY / <i>Strength (PCN) and surface of RWY and SWY</i>	Coordonnées du seuil / <i>THR coordinates</i>	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision / <i>THR elevation and highest elevation of TDZ of precision APP RWY</i>
1	2	3	4	5	6
10	95,88°	3100 x 45	PCN : 80/F/B/W/T BITUME / <i>Bitumen</i>	31°36'30,00"N 008°03'09,07"W	THR : 458,8 m TDZ : 460,9 m
28	275,88°	3100 x 45	PCN : 80/F/B/W/T BITUME / <i>Bitumen</i>	31°36'19,66"N 008°01'12,06"W	THR : 471 m TDZ : 470 m
Pente de RWY-SWY / <i>Slope of RWY-SWY</i>	SWY (M)	CWY (M)	Bande / <i>Strip</i> (M)	Zone dégagée d'obstacles / <i>OFZ</i>	Observations / <i>Remarks</i>
7	8	9	10	11	12
10	60 x 60	190 x 150	3280 x 300	NIL	NIL
28	NIL	135 x 150	3280 x 300	NIL	NIL


Piste / <i>RWY</i>	TORA (M)	TODA (M)	ASDA (M)	LDA (M)	Observations / <i>Remarks</i>
1	2	3	4	5	6
10	3100	3290	3160	3100	NIL
28	3100	3235	3100	3100	NIL

1	Centre météorologique associé à l'aérodrome / <i>Associated MET office</i>	Station de MARAKECH / Ménara
2	Heures de service / <i>Operational hours</i> Centre météorologique responsable en dehors de ces heures / <i>MET office responsible outside hours</i>	H24 --
3	Centre responsable de préparation des TAF et période de validité des prévisions / <i>Office responsible for TAF preparation and periods of validity</i>	Centre météorologique de l'aéroport de MARAKECH / Ménara • TAF long chaque 6 heures d'une validité 30 heures.
4	Types de tendance et intervalle de publication / <i>Type of trend forecast and interval of issuance</i>	Prévision Tendance : 2 Heures. Dans les messages METAR.
5	Exposés verbaux et consultation assurées / <i>Briefing and consultation provided</i>	P, T, TV, D
6	Documentation de vol et langue(s) utilisée(s) / <i>Flight documentation and language(s) used</i>	C, PL Français
7	Cartes et autres renseignements disponibles pour les exposés verbaux ou la consultation / <i>Charts and other information available for briefing or consultation</i>	S, U85, U70, U50, U30, U20 P85, P70, P50, P40, P30, P20 SWH, SWM, T
8	Équipement complémentaire de renseignement / <i>Supplementary equipment available for providing information</i>	Station MESSIR Aéro.
9	Organismes ATS auxquels sont fournis les renseignements / <i>ATS units provided with information</i>	TWR - Bureau de piste (ARO) – Contrôle local - Forces Royal Air (FRA) - Compagnies aériennes.
10	Renseignements supplémentaires (limitation du service, etc.) / <i>Additional information (limitation of service, etc.)</i>	Direction de la Météorologie Nationale – CASABLANCA TEL : +212 (0)5.22.90.42.43 / (0)5.22.65.49.00

1.10. Enregistreurs de bord

L'avion en question est équipé de deux enregistreurs de vol (CVR et FDR) du constructeur L3Com, dont les détails des données techniques sont précisés ci-dessous :

CVR

	Constructeur	L3Com
	Model	CVR FA2100
	PNR	2100-1025-22
	SER	000707007
	MFR	06141
	DMF	042011
	Etat de l'enregistreur	Sans dégât apparent

FDR

	Constructeur	L3Com
	Model	FDR FA2100
	PNR	2100-4045-22
	SER	000879374
	MFR	06141
	DMF	022013
	Etat de l'enregistreur	Sans dégât apparent

Les Enregistreurs de vol ont été trouvés intacts et récupérés par les responsables du bureau d'enquêtes et d'analyses d'accidents d'aviation marocain (BEA) pour le dépouillement et exploitations des données de vol.

Le BEA Maroc a été assisté par le BEA de l'Arabie Saoudite en matière d'analyse et d'exploitation des enregistreurs du vol (FDR).

Le dépouillement du FDR a permis aux enquêteurs d'extrapoler les données physiques en courbes illustrant les données de vol au moment de l'évènement (voir annexe 2).

1.11. Renseignements sur l'épave et sur l'impact : NIL

1.12. Incendie : NIL

1.13. Renseignements sur les organismes et la gestion.

1.13.1. Renseignements sur l'exploitant

TUI Fly est une compagnie aérienne Belge « Low Cost » de transport public de passagers, qui opère entre autres au Maroc, et exploite des aéronefs de conception BOEING de type B737 nouvelle génération et EMBRAER.

1.14. Renseignements supplémentaires.

En complément de l'enquête technique menée par le BEAM, un entretien technique avec le PN a eu lieu dans les locaux du BEAB à Bruxelles. Il en ressort ce qui suit :

1.15. Synthèse des témoignages de l'équipage de conduite

1.15.1. Synthèse entretien CDB

Le CDB a déclaré avoir réalisé, que lors de cet évènement, sa meilleure option aurait été de faire une remise des gaz. Il a déclaré qu'en tant que TRI /LIFUS, il était habitué à prendre le contrôle lors des approches et que cela lui était déjà arrivé plusieurs fois.

Mais comme le CDB jugeait que l'OPL avait assez d'expérience de vol, et que les conditions météorologiques étaient favorables, il a décidé de ne pas prendre le contrôle lors de la courte finale, et de laisser l'OPL se corriger lui-même.

L'intervention technique incorrecte et en retard (après le rebond) du CDB a résulté en l'évènement « TAILSTRIKE ».

1.15.2. Synthèse entretien OPL

Suite à l'entretien avec l'OPL, il en ressort ce qui suit :

- ✓ L'OPL a récemment intégré la compagnie, et qu'il était en stage d'adaptation compagnie (SADE - Stage d'adaptation de l'exploitant) ;
- ✓ L'OPL a été qualifié sur B737 au sein de la compagnie RAYANAIR ;
- ✓ L'OPL totalise environ 500H de vol sur B737-800 ;
- ✓ L'OPL est non familier avec l'aéroport de Marrakech (2ème vol sur cet aéroport) ;
- ✓ C'est la 2ème séance d'instruction de l'OPL avec l'instructeur CDB ;
- ✓ L'OPL n'a jamais effectué d'approche visuelle.

2. ANALYSE

Le 02 Mai 2018, l'étape du vol commercial TB3640, reliant les aéroports Brest (LFRB) en France à Marrakech (GMMX) au Maroc, est effectué par l'OPL stagiaire pilote au commandement (Pilot Flying), dans le cadre de son instruction, sous la supervision d'un CDB (Pilot monitoring) titulaire d'une qualification TRI LIFUS (Line Flying Under Supervision).

Le vol s'est déroulé sans problèmes, les conditions météo étaient favorables, et l'équipage a demandé une approche visuelle pour un atterrissage en piste QFU10 à Marrakech, autorisation reçue à 5NM du point ODALO, ce qui a permis à l'équipage d'avoir un profil longue finale d'environ 20NM avant l'atterrissage. La fréquence ILS était sélectionnée pour les deux pilotes, tandis que le FD a été éteint au moment de la réception de la clearance pour une approche visuelle.

A 200 pieds sol, l'avion s'est trouvé en dessous de la trajectoire de descente, l'OPL a corrigé en augmentant la poussée sans contrôler la trajectoire verticale se retrouvant haut sur le plan de descente. L'OPL stagiaire a réduit en suite la poussée (Presque à « IDLE ») pour rattraper le plan en descendant vers la piste à 100 pieds du sol, avec un taux de descente très élevé.

C'est à ce moment-là, ou le CDB pilote instructeur devait prendre la décision de reprendre les commandes pour corriger la trajectoire, ou d'interrompre l'atterrissage et faire une remise de gaz.) car l'approche n'était plus stabilisée et les corrections de l'OPL étaient démesurées.

Vu que l'OPL avait 500 heures de vol sur le type, le CDB a décidé de ne pas prendre les commandes, mais a quand même augmenté la poussée pour diminuer le taux de descente. Cette action devrait être simultanément accompagnée d'une autre action sur le manche pour rétablir la trajectoire voulue.

L'avion a donc effectué un atterrissage dur avec rebond, les speed-brakes se sont déployés au premier touché lors du contact des roues avec le sol durant l'atterrissage, le CDB a finalement décidé de prendre les commandes. Il a aussi décidé de réduire encore la poussée, afin d'éviter un atterrissage long, alors qu'il aurait pu remettre les Gaz.

Comme l'avion était à une hauteur plus élevée que celle préconisée pour l'arrondi, cette manœuvre a été mal exécutée avec une assiette en cabrée dépassant les valeurs requises pour un atterrissage en toute sécurité.

Malgré l'action du pilote sur le manche pour remédier à cette situation, cela n'a pas empêché le contact de la partie arrière du fuselage avec la piste causant ainsi ce qui suit :

- L'enfoncement du sabot de queue ;
- Des dommages sur la structure de la partie arrière de l'avion.

Autre le fait que l'OPL n'a pas assez d'expérience de vol sur la machine, il n'a effectué que 8 heures de vol pendant les 2 derniers mois, ayant précédé l'évènement.

1. CONCLUSIONS

3.1. Faits établis :

- ✓ La compagnie détient un Certificat technique d'exploitation (AOC) valide ;
- ✓ L'avion était en état de navigabilité ;
- ✓ Les conditions météorologiques étaient favorables pour l'atterrissage ;
- ✓ Les pilotes détenaient les licences et qualifications nécessaires pour entreprendre le vol ;
- ✓ Ce vol entrait dans le cadre du stage d'intégration du copilote dans la compagnie (SADE) ;
- ✓ Le copilote avait totalisé 500 heures de vol sur la machine, dont 8 heures pendant les 2 derniers mois ;
- ✓ Le FD a été éteint lors de la réception de la clearance pour une approche visuelle ;
- ✓ Le CDB a opté de laisser le copilote corriger lui-même la trajectoire en courte finale ;
- ✓ L'avion a effectué 2 rebonds avant d'heurter la piste avec le sabot de queue et la structure inférieure, causant des dégâts ayant nécessité l'immobilisation de l'appareil.

3.2. Causes probables de l'accident :

- ✓ Exécution inappropriée de la procédure d'atterrissage par l'équipage de conduite ;
- ✓ Correction démesurée de la part de l'OPL pour rattraper la trajectoire d'atterrissage ;
- ✓ Réaction tardive du CDB pour remédier à cette situation ;
- ✓ Décision inadéquate du CDB à vouloir continuer l'atterrissage.

3.3. Facteurs contributifs :

- ✓ Manque d'expérience chez l'OPL ;
- ✓ Terrain non familier pour l'OPL ;
- ✓ Manque d'expérience du pilote instructeur TRI.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1. *Recommandations adressées à la compagnie TUIFLY :*

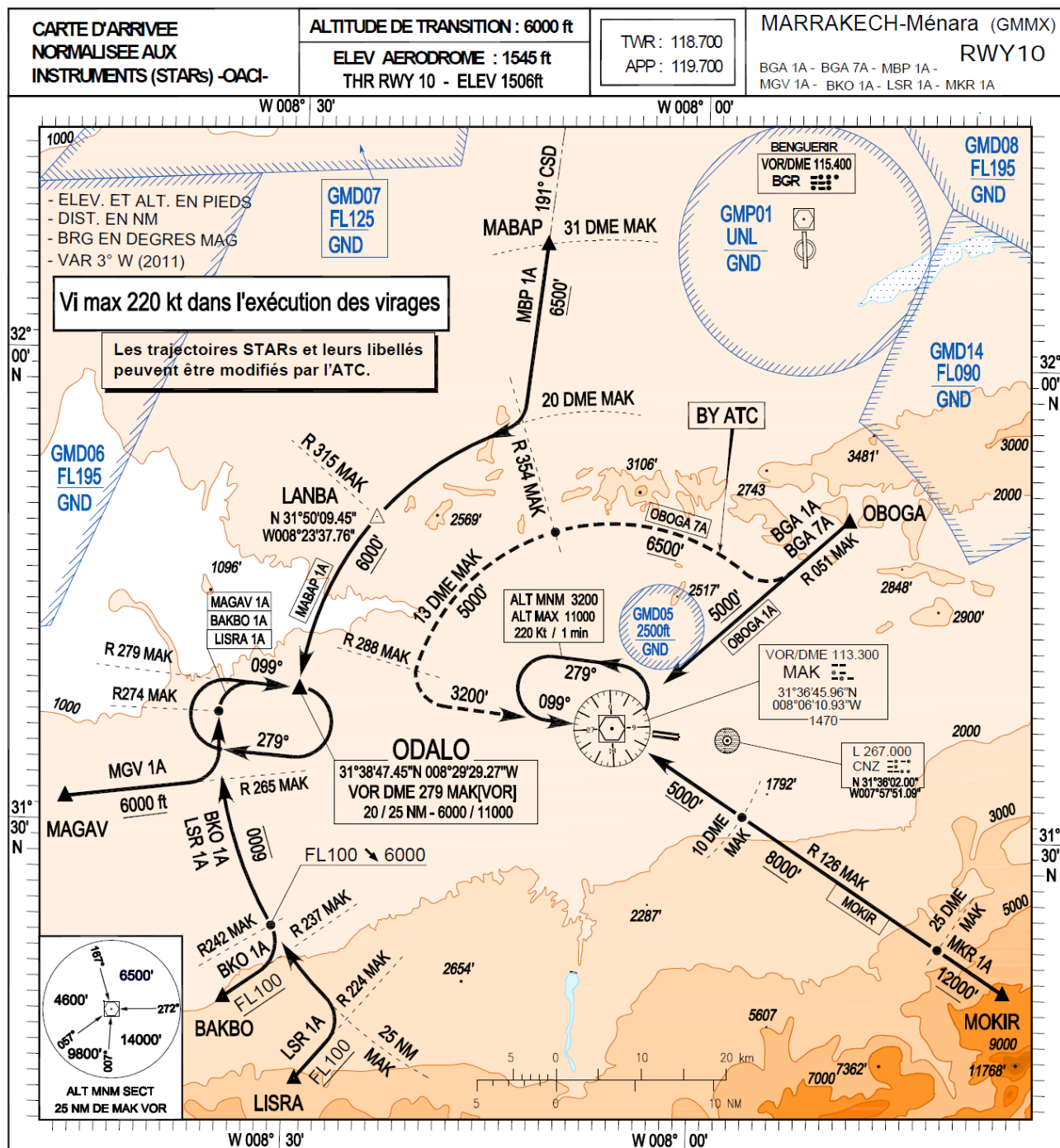
- ✓ La compagnie doit dispenser un briefing à l'ensemble des équipages relatant les circonstances dans lesquelles l'accident s'est produit pour qu'il ne se reproduise plus dans le futur ;
- ✓ La compagnie devrait programmer des séances de simulateurs en faveur des deux pilotes impliqués dans cet accident, essayant de reproduire des situations lors desquelles la décision de remettre les Gaz est recommandée ;
- ✓ La compagnie devrait faire un rappel à l'ensemble de ses équipages sur les recommandations Boeing pour sortir de pareille situation (FCTM – B737NG- Bounced Landing recovery).

4.2. *Recommandation adressée au AAIU Belge :*

- ✓ Le service chargé des enquêtes de sécurité aérienne Belge devrait veiller à la mise en application des recommandations adressées à la compagnie TUIFLY.

AIP
MAROC

AD GMMX - 33_1
07 APR 2011



Annexe 2 :

