

Rapport

Incident grave survenu le **7 septembre 2010**
à **Lyon (69)**
au **Boeing 737-400**
immatriculé **TC-TLE**
exploité par **Tailwind Airline**

BEA

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

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

Les enquêtes de sécurité

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

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

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ	2
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	6
RÉSUMÉ	6
ORGANISATION DE L'ENQUETE	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	8
1.1 Déroulement du vol	8
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le personnel	10
1.5.1 Commandant de bord	10
1.5.2 Co-pilote	10
1.6 Renseignements sur l'aéronef	11
1.7 Conditions météorologiques	11
1.8 Aides à la navigation	11
1.8.1 Moyens radioélectriques	11
1.8.2 Système sol d'avertissement de proximité du relief	11
1.9 Télécommunications	12
1.9.1 Fréquence ATIS	12
1.9.2 Fréquences de contrôle	13
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	14
1.10.1 Environnement	14
1.10.2 Infrastructures	14
1.10.3 Procédures d'approches en piste 36R	15
1.11 Enregistreurs de bord	16
1.12 Renseignements sur l'épave et l'impact	19
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	19
1.14 Incendie	19
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	19
1.16 Essais et recherches	19

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	19
1.17.1 La compagnie aérienne Tailwind Airline	19
1.17.2 Les services de la navigation aérienne	20
1.17.3 Etude et publication de la procédure d'approche ILS ou LOC 36R par GOMET	21
1.18 Renseignements supplémentaires	22
1.18.1 Témoignage de l'équipage	22
1.18.2 Base de données de navigation embarquée	24
1.18.3 Incident similaire	25
1.18.4 Approche finale de précision ou classique	25
1.18.5 Publications aéronautiques similaires	25
1.18.6 Exemple d'accident lié à un guidage radar vers une altitude inférieure à celle publiée pour le segment intermédiaire	26
2 - ANALYSE	28
2.1 Scénario	28
2.1.1 Préparation de l'approche	28
2.1.2 Interception du localizer	28
2.1.3 Contrôle du profil de descente	29
2.1.4 Interruption de l'approche	29
2.2 Publications aéronautiques et pratiques des services de la navigation aérienne	29
3 - CONCLUSION	31
3.1 Faits établis par l'enquête	31
3.2 Causes de l'incident	32
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	33
LISTE DES ANNEXES	34

Glossaire

AIP	Aeronautical Information Publication, publications d'information aéronautique
DSAC-IR	Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile Inter-Régionale
DSNA	Direction des Services de la Navigation Aérienne
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System, système embarqué d'avertissement de proximité du sol
EHSI	Electronic Horizontal Situation Indicator
FAF	Final Approach Fix, repère de début d'approche finale pour une approche classique
FAP	Final Approach Point, point de début d'approche finale pour une approche de précision
FMC	Flight Management Computer
MCP	Mode Control Panel
MDA	Minimum Descent Altitude, altitude minimale de descente
MFO	Marge de Franchissement d'Obstacle
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning, système sol d'avertissement de proximité du relief
NM	Nautical Mile, Mille Marin
OM	Outer Marker, Radio balise extérieure
PF	Pilot Flying, pilote aux commandes
PM	Pilot Monitoring, pilote en charge des communications et des vérifications des actions du PF
QAR	Quick Access Recorder, enregistreur de maintenance et d'analyse des vols
SIA	Service de l'Information Aéronautique
SNA-CE	Service de la Navigation Aérienne Centre-Est

Synopsis

Date

7 septembre 2010 à 17 h 10 min⁽¹⁾

(Lieu)

Aérodrome de Lyon Saint-Exupéry (69)

Nature du vol

Transport public
Vol international régulier

Aéronef

Boeing 737-400 immatriculé TC-TLE

Propriétaire

ILFC

Exploitant

Tailwind Airline

Personnes à bord

Equipage : 2 PNT et 5 PNC

Passagers : 98

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

RÉSUMÉ

A l'arrivée à Lyon Saint-Exupéry, l'équipage effectue une approche classique localizer/DME pour la piste 36R. La hauteur du plafond nuageux est proche de la MDA. La descente finale commence avant le point d'approche finale publié pour l'altitude de l'avion et reste en dessous du profil théorique d'approche. Une alarme MSAW est générée dans la tour de contrôle. Le contrôleur ordonne une remise de gaz. L'équipage remet les gaz. La hauteur minimale fournie par le radio-altimètre est de 250 ft à 1,4 NM du seuil de la piste.

L'incident résulte :

- d'une erreur d'identification du repère de descente par l'équipage ;
- d'un contrôle inadapté du plan de descente finale par l'équipage.

La publication de deux FAP, dont l'un est à utiliser sur instruction du contrôleur, son usage étendu à l'approche classique et l'absence d'information à l'équipage quant à l'identification exacte de la procédure d'approche finale à utiliser, ont constitué des facteurs contributifs.

Le BEA a adressé à la DGAC des recommandations de sécurité relatives :

- à la communication aux équipages de l'identification complète de la procédure d'approche finale ;
- au recensement et à la suppression d'éventuelles publications d'approches classiques comportant plusieurs FAF ;
- à la clarification des documents de référence utilisés par les concepteurs de procédures ;
- aux pratiques de guidage radar.

ORGANISATION DE L'ENQUETE

Après l'alarme MSAW, les contrôleurs du SNA-CE ont rédigé une fiche de notification d'événement (FNE) qui a été transmise au BEA le lendemain matin. Ce délai n'a pas permis au BEA de prélever les enregistreurs de vol ni de recueillir le témoignage de l'équipage qui est reparti avec l'avion plus tard dans la nuit.

Les informations initiales en possession du SNA-CE et transmises au BEA comportaient un indicatif du vol de la compagnie Tunisair. L'immatriculation de l'avion n'était pas mentionnée.

Conformément à l'Annexe 13, le BEA a notifié les autorités tunisiennes le 8 septembre, initialement en tant qu'autorités de l'Etat de l'exploitant de l'avion.

Le 9 septembre, il est apparu que l'avion était immatriculé en Turquie. Les autorités turques ont été notifiées le même jour en tant qu'autorités de l'Etat d'immatriculation. Il est apparu ensuite que l'avion était en fait loué, avec son équipage, par la compagnie Tunisair à la compagnie aérienne Tailwind Airline, détentrice d'un certificat de transport aérien délivré par les autorités turques. L'avion devait être restitué à cette dernière dans les jours suivant l'événement. Ainsi, au sens de l'Annexe 13, la Turquie était l'Etat de l'exploitant.

Les informations reçues par le BEA pour l'enquête l'ont essentiellement été des autorités tunisiennes et de Tunisair, dans les quelques jours précédant le retour de l'avion en Turquie. Elles contenaient en particulier un fichier de paramètres de vol provenant du QAR (cf. annexe 1) de l'avion. La participation de la Tunisie à cette enquête s'inscrit ainsi dans le cadre du paragraphe 5.23⁽²⁾ de l'Annexe 13. Les autorités turques n'ont pas donné suite à la demande des enquêteurs du BEA d'organiser des rencontres avec l'équipage et les cadres de la compagnie aérienne.

Le National Transportation Safety Board américain (NTSB) a été notifié le 9 septembre, les Etats-Unis étant l'Etat de conception et de construction de l'avion.

⁽²⁾ « Tout Etat qui, sur demande, fournit des renseignements, des moyens ou des experts à l'Etat qui mène l'enquête aura la faculté de désigner un représentant accrédité qui participera à l'enquête. »

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Note : les numéros mentionnés ci-dessous après les instants du vol font référence aux positions indiquées sur les figures 1 et 1bis ci-après.

A 16 h 52, l'équipage du TC-TLE, dont l'indicatif radio est TAR 750, contacte l'approche de Lyon. L'information Y est en vigueur. Elle indique que la procédure localizer piste 36R est en service pour l'atterrissage sur cette même piste, et que le glide de l'ILS 36R est hors service.

A 17 h 02 min 12^①, l'équipage est en descente vers 4 000 ft, en guidage radar au cap 270°. Il reçoit l'instruction de tourner au cap 320° et d'intercepter le localizer de la piste 36R. L'équipage répond qu'il intercepte le localizer 36R. Le collationnement du cap d'interception n'est pas enregistré dans les radiocommunications de la tour de contrôle.

A 17 h 03 min 22^②, l'équipage signale qu'il approche du localizer. Son cap est de 270°. Le contrôleur lui demande de virer au cap 020° et d'intercepter le localizer. L'avion débute son virage au moment où il croise le localizer, puis s'établit au cap demandé.

A 17 h 04 min 52^③, le contrôleur autorise l'équipage à descendre à 3 000 ft et à l'approche.

A 17 h 05 min 15^④, le contrôleur demande à l'équipage d'accélérer vers 200 kt. L'équipage accepte.

A 17 h 06 min 58^⑤, l'équipage est transféré sur la fréquence tour.

A 17 h 07 min 12^⑥, l'avion est aligné sur le localizer et stable à 3 000 ft. Il commence sa descente finale à 10 NM du seuil.

Note : à 3000 ft, le point de début de descente pour une approche ILS (FAP) est indiqué à 6,9NM sur la carte d'approche « ILS Y [...] ou LOC 36R » publiée par le SIA.

A 17 h 09 min 09, l'avion précédent signale qu'il est sorti des nuages à la MDA.

A 17 h 09 min 32^⑦, le contrôleur relaye cette information à l'équipage du TC-TLE.

A 17h 09 min 52^⑧, le contrôleur n'a pas obtenu de réponse. Alors qu'il répète son message, l'alarme MSAW se déclenche. Il ordonne une remise de gaz à trois reprises.

A 17 h 10 min 03^⑨, l'équipage remet les gaz.

Toute la descente finale a été effectuée sous le profil d'approche publié.

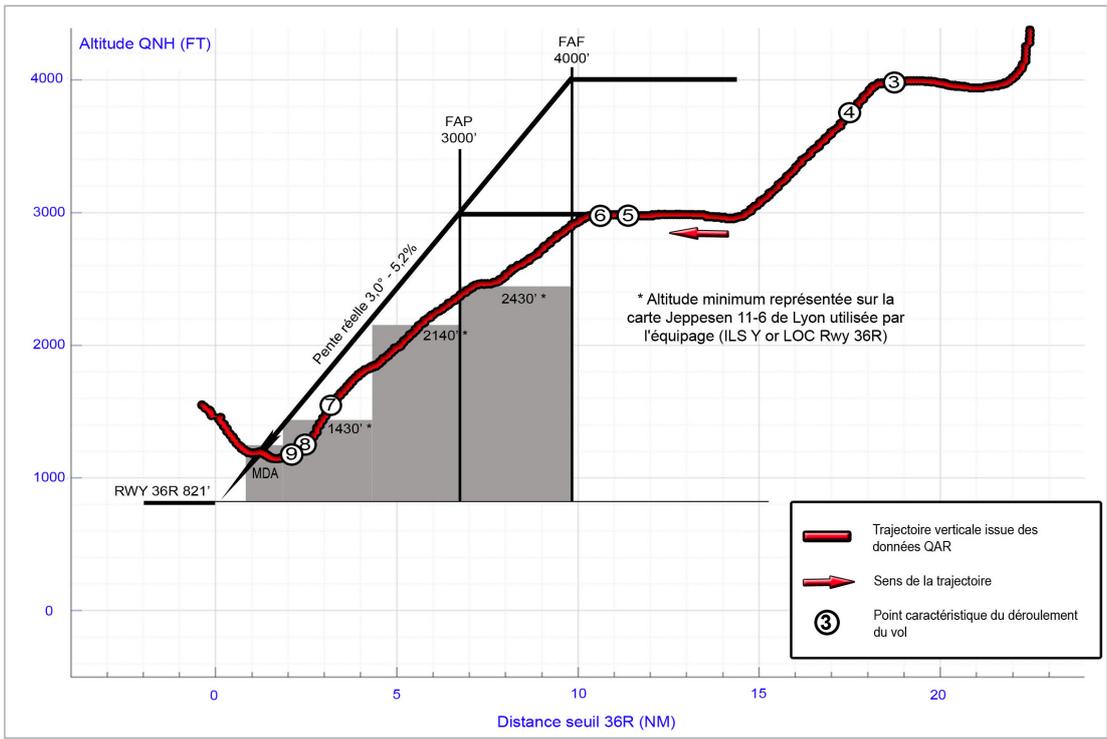


Figure 1 : trajectoire dans le plan vertical

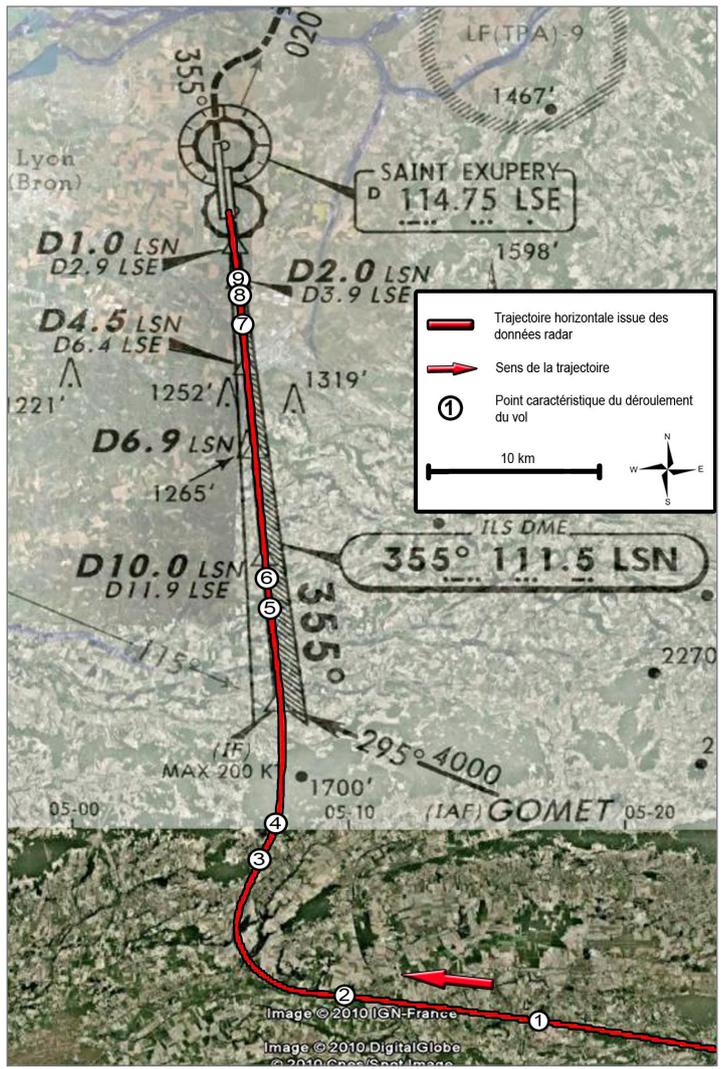


Figure 1 bis : trajectoire dans le plan horizontal

1.2 Tués et blessés

Il n'y a aucun tué ni aucun blessé.

1.3 Dommages à l'aéronef

Il n'y a aucun dommage.

1.4 Autres dommages

Il n'y a aucun autre dommage.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Commandant de bord

Homme, 64 ans, de nationalité turque

- Licence ATPL délivrée en 1989 par la Turquie, valide.
- Qualification de type B737 300-900, valide.
- Certificat médical de classe 1, valide.
- Expérience :
 - totale : 22 310 heures de vol ;
 - sur type : 16 000 heures de vol ;
 - dans les trente derniers jours : 80 heures.

Son dernier stage de maintien des compétences, entraînement et contrôle en simulateur, incluant chacun une approche classique aux instruments jusqu'à la MDA, ont été effectués en mars 2010. Son dernier contrôle en ligne a été effectué en avril 2010.

Ces entraînements et contrôle ont été effectués au sein de la compagnie Tailwind Airlines.

1.5.2 Co-pilote

Homme, 31 ans, de nationalité suédoise

- Licence CPL délivrée en 2005 par la Suède, valide.
- Qualification de type B737 300-900, valide.
- Certificat médical de classe 1, valide.
- Expérience :
 - totale : 1 150 heures de vol ;
 - sur type : 700 heures de vol ;
 - dans les trente derniers jours : 91 heures.

Son dernier contrôle en simulateur, incluant une approche classique aux instruments jusqu'à la MDA, a été effectué en mars 2010. Son dernier contrôle en ligne a été effectué en juillet 2010.

Ces contrôles ont été effectués au sein de la compagnie Tailwind Airlines.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Boeing
Type	737-4Q8
Numéro de série	27628
Immatriculation	TC-TLE
Mise en service	1997
Certificat de navigabilité	valide

1.7 Conditions météorologiques

La région Lyonnaise est sous l'influence d'un front froid instable et orageux associé à un vent d'altitude de secteur sud-ouest. Le risque de turbulence est fort.

Les prévisions de vent, élaborées le jour de l'événement à 12 h 00 et valides à 18 h 00, indiquent un vent du sud-sud-ouest de 40 à 45 kt au FL 100, du sud à 45 kt au FL 50, et du sud à 15 kt au FL20. Au sol, le vent est faible, de secteur nord.

Le TAF de Lyon Saint-Exupéry émis à 5 h 00 le matin du jour de l'événement prévoit pendant la journée la présence d'averses et de rafales de vent, la probabilité d'orages et de cumulonimbus, et un plafond supérieur ou égal à 1 000 ft.

Les METAR automatiques valides à 17 h 00 et 17 h 30 sont les suivants :

- ☐ à 17 h 00 : vent du 340° à 6 kt, visibilité 5 000 mètres, pluie, brume, nuages rares à 600 ft, fragmentés à 2 500 ft, fragmentés à 3 400 ft, présence de cumulonimbus, température 16 °C, point de rosée 15 °C, QNH 1 003 hPa.
- ☐ à 17 h 30 : vent du 010°, variable du 330° au 040°, à 5 kt, visibilité 5 000 mètres, pluie, brume, orages au voisinage de l'aérodrome, nuages rares à 500 ft, épars à 2 400 pieds, fragmentés à 3 000 ft, présence de cumulonimbus, température 16 °C, point de rosée 15 °C, QNH 1 003 hPa.

1.8 Aides à la navigation

1.8.1 Moyens radioélectriques

En provenance de GOMET, l'approche initiale publiée s'appuie sur le VOR VNE qui était en état de fonctionnement. L'équipage a cependant bénéficié d'un guidage radar comme les autres avions à l'arrivée à la même période.

Le localizer LSN et le DME LSN fonctionnaient. Le glide associé était en maintenance et n'émettait pas. Un NOTAM (A4832/10) précisait cette indisponibilité : « GP piste 36R 332,9 MHz hors service ». Il était inclus dans le dossier de vol de l'équipage.

La remise de gaz s'appuie sur le VOR/DME LSE qui fonctionnait.

1.8.2 Système sol d'avertissement de proximité du relief

L'approche de Lyon dispose d'un système d'avertissement de proximité du relief, comme indiqué dans les publications associées à l'aérodrome (AIP France AD2 LFLL-7). Les conditions opérationnelles d'utilisation sont également publiées dans l'AIP (AIP France AD 1.0). Les détails pertinents sont indiqués au chapitre 1.17.2.2.

Le principe de ce dispositif consiste à calculer une position extrapolée à environ 35 secondes de la piste radar. Cette position est ensuite comparée à un modèle numérique de terrain et à une base de données d'obstacle. Si la position extrapolée se situe à une hauteur inférieure à un certain seuil par rapport au sol ou aux obstacles, respectivement 300 ft ou 600 ft pour l'une et l'autre des deux hypothèses d'extrapolation, une alarme est générée. Elle est alors présentée sur tous les écrans radar de la salle IFR et de la vigie sauf si elle se situe dans des zones d'inhibition définies visant à éviter des alarmes non pertinentes. L'ensemble de l'étiquette de la piste clignote en rouge et blanc alternativement. Une alarme sonore « Alarme relief » est également émise.

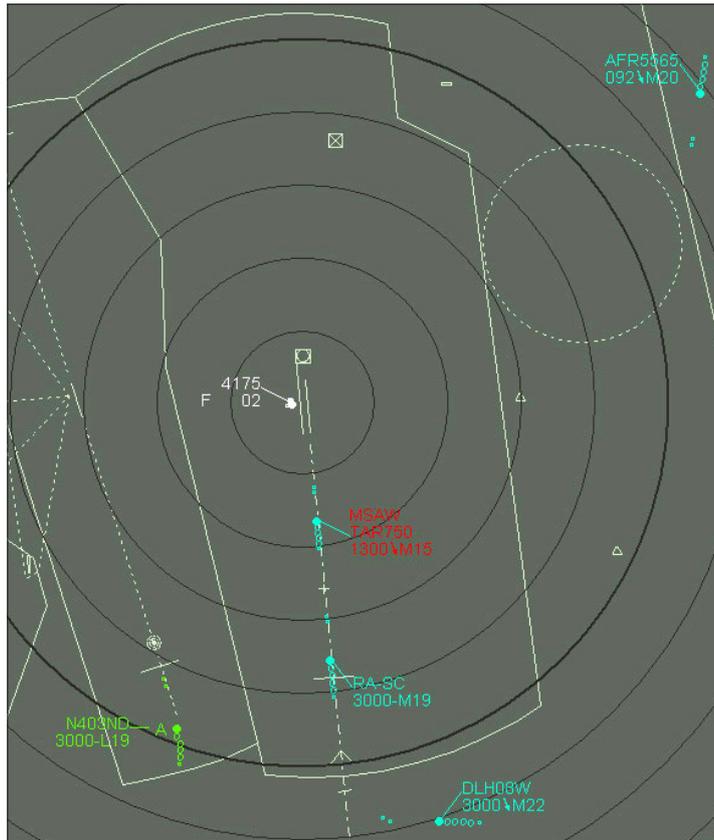


Figure 2 : extrait de la restitution radar de l'événement

1.9 Télécommunications

1.9.1 Fréquence ATIS

L'information X, enregistrée à 16 h 11 min indique entre autres :

- « type of approach TALAR RUNOM ARBON GOMET approach loc 3 6 right » ;
- « caution glide 3 6 right out of order » ;
- « wind 080° 3 knots, estimated visibility more than 10 kilometres, light rain, clouds few 1 800 feet, scattered 3 100 feet and tower cumulus ».

L'information Y, enregistrée à 16 h 47 min et exploitée par l'équipage, indique entre autres :

- ❑ « loc 3 6 right approach » ;
- ❑ « caution glide 3 6 right is out of service » ;
- ❑ « wind 240° 7 knots, estimated visibility 5 kilometres, moderate rain, clouds few 2 000 feet, broken 2 700 feet, broken 3 400 feet, cumimbs ».

1.9.2 Fréquences de contrôle

Les communications entre les contrôleurs et l'équipage du vol TAR750 ont lieu en anglais. Compte tenu de l'accent relevé dans les messages émis par l'équipage et de leurs nationalités, turque pour le commandant de bord et suédoise pour le co-pilote, on peut attribuer ces messages au commandant de bord.

Seuls les points importants sont décrits ici.

A 16 h 52 min 55, l'équipage du TAR750 contacte l'approche de Lyon, alors qu'il est en descente vers le FL 150, à AMVAR. Le contrôleur l'informe qu'il fera l'objet d'un guidage radar pour l'approche « localizer » 36R.

A 16 h 59 min 53, l'équipage est transféré au contrôleur suivant au cap 270° vers le FL 100, et à 220 kt. Cette dernière valeur n'est pas collationnée par l'équipage.

A 17 h 01 min 28, l'équipage est autorisé à descendre à 4 000 ft.

A 17 h 02 min 12, il reçoit l'instruction de tourner à droite au cap 320° puis d'intercepter le localizer 36R. L'équipage collationne l'instruction d'interception mais pas le cap.

A 17 h 03 min 22, l'équipage se signale approchant du localizer. Le contrôleur lui demande de virer à droite au cap 020° pour une nouvelle interception, message collationné par l'équipage.

A 17 h 04 min 52, le contrôleur autorise l'équipage à descendre à 3 000 ft et l'autorise à l'approche pour la piste 36R, message collationné par l'équipage. Quelques secondes plus tard, le contrôleur demande à l'équipage d'augmenter sa vitesse de 170 à 200 kt. L'équipage est ensuite transféré au contrôleur suivant.

A 17 h 07 min 48, le contrôleur autorise (en français) un avion à atterrir et communique la dernière valeur de vent avant l'événement : 350°, 7 kt.

A 17 h 09 min 09, l'équipage de l'avion vient d'atterrir et indique (en français) : « ... on a vraiment percé à minima... » et suggère de remettre le glide en service. Le contrôleur répond que le glide est en maintenance et demande « ... vous avez percé à combien à peu près ? ». L'équipage répond « heu 1 250 ft, c'était limite remise des gaz et donc heu, je pense que la 36 gauche serait bienvenue. »

A 17 h 09 min 32, le contrôleur relaie cette information à l'équipage du vol TAR750 : « TAR 750 for information preceding traffic get out of the ceiling about 1 200 ft...above ground. » L'équipage ne répond pas.

A 17 h 09 min 49, le contrôleur sollicite à nouveau l'équipage. Alors que celui-ci répond, l'alarme MSAW se déclenche, le contrôleur indique « traffic alert heu go around ! Go around ! ». L'équipage lui demande de répéter. Le contrôleur ordonne par deux fois une remise de gaz « Terrain alert, go around ! » suivi immédiatement de « Tunisair 7 5 0 go around ! ».

A 17 h 10 min 03, l'équipage annonce la remise de gaz.

Après la remise de gaz, l'équipage reçoit un guidage pour une nouvelle approche sur l'ILS 36L.

Pendant la période des enregistrements, tous les équipages ont obtenu 3 000 ft comme dernière clairance verticale avant d'être autorisés à l'approche finale.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

1.10.1 Environnement

L'aérodrome est situé dans la vallée du Rhône à une altitude de 821 ft. Dans le sud-est de l'aérodrome, vers les Alpes, les premiers reliefs sont situés à une vingtaine de milles marins. Dans ce secteur, les altitudes minimales de sécurité radar sont élevées comme l'indique l'illustration suivante, extraite de la carte AD2 LFLM AMSR de l'AIP France :

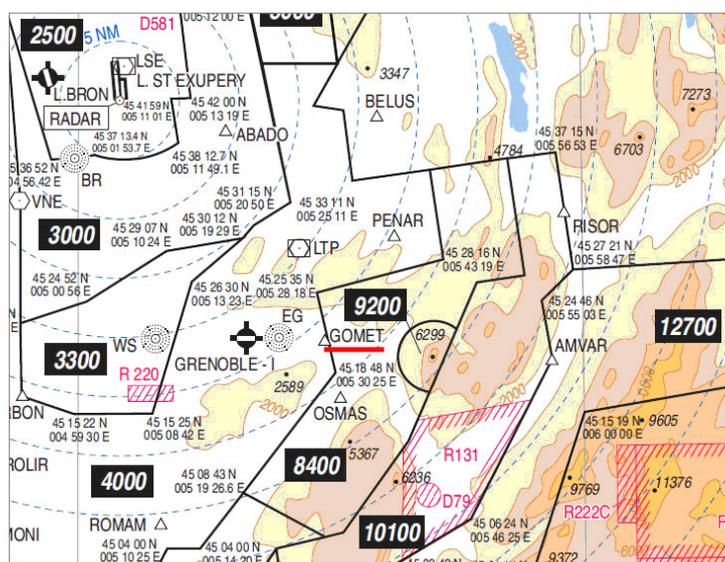


Figure 3 : extrait de la carte des altitudes minimales de sécurité radar.
Le repère d'approche initial GOMET est souligné en rouge.
Les cercles en pointillés bleus sont espacés de 5 NM

1.10.2 Infrastructures

L'aérodrome de Lyon Saint Exupéry est équipé d'un doublet de pistes parallèles.

En conditions normales d'utilisation, la piste 36L/18R, d'une longueur de 4 000 m, est utilisée pour les décollages et la piste 36R/18L, d'une longueur de 2 670 m, est simultanément utilisée pour les atterrissages. L'ensemble des mouvements peut être affecté à une seule piste, en cas de fermeture de l'autre piste par exemple. En revanche, il n'y a pas de méthodes de travail définies pour utiliser simultanément la piste 36R/18L pour les décollages et la piste 36L/18R pour les atterrissages.

Les pistes 36 gauche et droite sont équipées d'ILS et de rampes lumineuses d'approches.

1.10.3 Procédures d'approches en piste 36R

☐ procédure ILS ou localizer :

- la fiche AD2 LFLL IAC 03 de l'AIP France (cf. annexe 2) décrit les trajectoires pour rejoindre l'axe d'approche depuis les trois repères d'approche initiaux TALAR, RUNOM et ARBON. Ces approches initiales sont suivies des approches intermédiaire et finale « ILS z [...] ou LOC 36 R » décrites sur la fiche AD2 LFLL IAC 08. La dernière partie des approches initiales prévoit une descente à 3 000 ft, altitude du palier de l'approche intermédiaire et du repère de descente finale (pour la procédure localizer) situé à 6,9 Nm du DME LSN,
- l'approche depuis le repère d'approche initial GOMET, « ILS y [...] ou LOC 36R », prévoit une descente à 4 000 ft minimum, altitude du palier de l'approche intermédiaire. Le repère de descente finale est situé à 10 NM du DME LSN. Un encadré précise « En cas de clairance à 3 000 ft, FAP à 6.9 NM LSN », comme l'illustre l'extrait suivant (c fiche complète AD2 LFLL IAC 10 en annexe 2) :

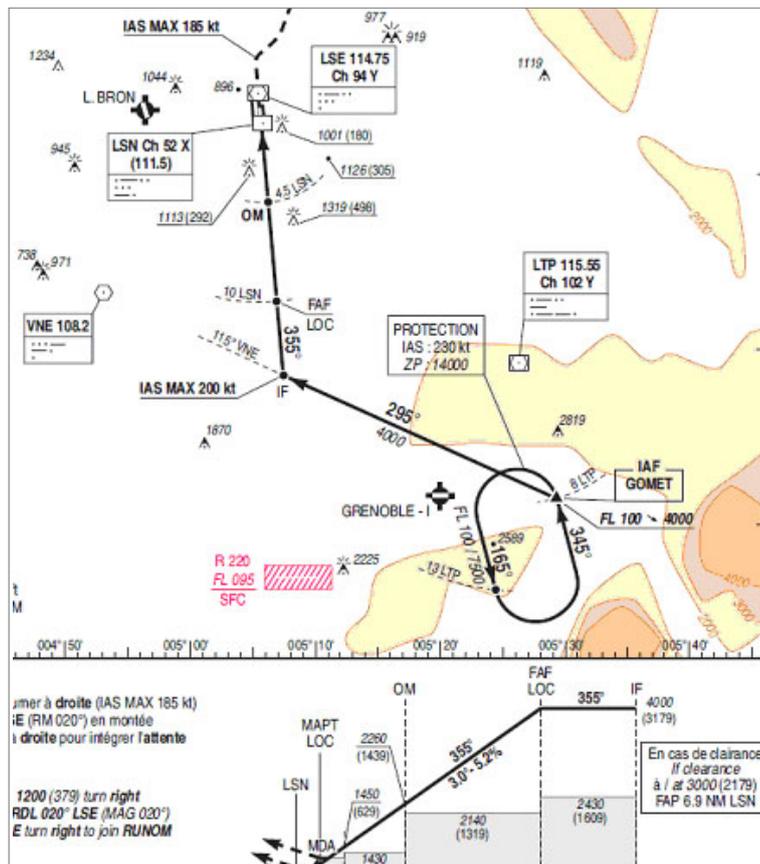


Figure 4 : extrait de la fiche AD2 LFLL IAC10, décrivant la procédure « ILS y [...] ou LOC 36R »

La MDA publiée pour l'approche LOC 36R est de 1 250 ft. L'altitude du seuil est de 821 ft.

☐ procédure VOR (LSE, situé dans l'axe de la piste 36R) :

- les quatre approches initiales publiées prévoient une descente à 3 000 ft, altitude du palier de l'approche intermédiaire. Depuis GOMET, cette descente n'est possible qu'après le passage d'un repère radiobalisé proche de l'axe d'approche. En amont de ce point, l'altitude minimum est de 4 000 ft.

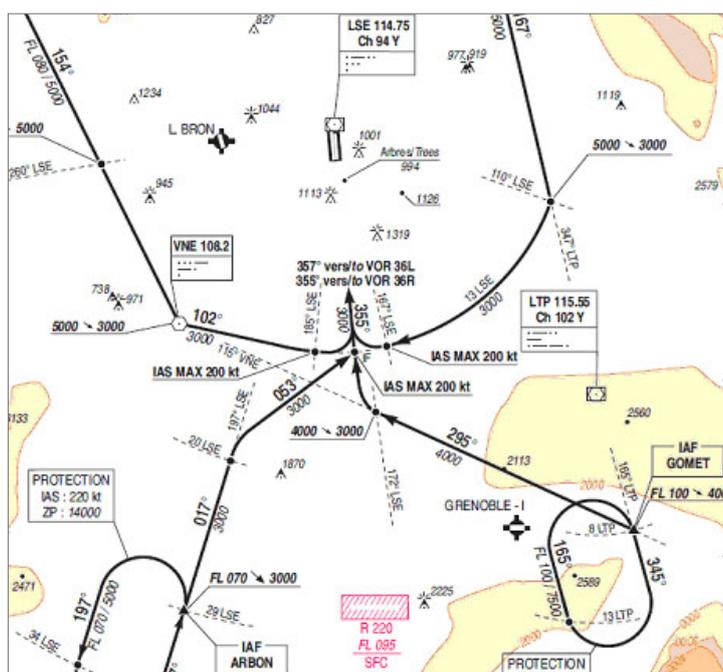


Figure 5 : extrait de la fiche AD2 LFLI IAC 04 décrivant les approches initiales basées sur le VOR LSE

1.11 Enregistreurs de bord

La compagnie Tailwind Airline a fourni un fichier de paramètres provenant de l'enregistreur QAR de bord. Les principaux paramètres sont présentés en annexe 1.

Une synthèse des événements principaux est illustrée ci-après et regroupe des informations provenant du QAR, des enregistrements radar et des communications radio.

En complément de cette illustration, on note les points suivants :

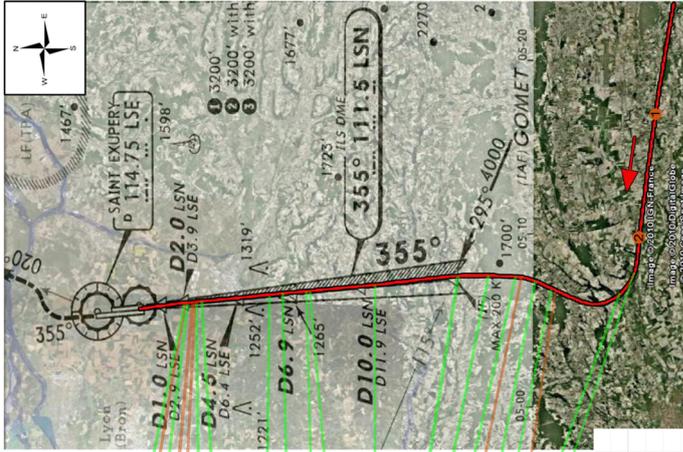
- ❑ aucune défaillance d'un quelconque équipement n'est enregistrée ;
- ❑ la vitesse sol est supérieure d'environ 40 kt à la vitesse conventionnelle pour des altitudes supérieures à 3 000 ft alors que l'avion évolue vers le nord, en virage ou stable au cap 020°. Elle n'est plus supérieure que d'environ 10 kt alors que l'avion est à 3 000 ft et aligné sur le localizer. Les deux vitesses restent très proches l'une de l'autre pendant l'approche finale indiquant une composante de vent effectif stable et faible. La valeur de la dérive est également faible pendant cette phase ;
- ❑ pendant la première convergence vers l'axe du localizer (événements référencés 1 à 2 sur l'illustration de la page 18), le mode latéral du pilote automatique est HDG. Le mode VOR/LOC n'est pas armé ;
- ❑ à une hauteur d'environ 1 000 ft sol, la vitesse conventionnelle est stable à environ 150 kt, les volets sont sortis à 30°, le train d'atterrissage est sorti, le cap est stable à 354°, l'écart du localizer est nul ;
- ❑ l'altitude minimale enregistrée sur le segment FAF-OM est de 1 837 ft soit 303 ft en dessous de l'altitude minimale de sécurité de 2 140 ft. Sur ce segment, la MFO est de 90 m soit environ 300 ft (cf. paragraphe 1.17.3). Sur le segment suivant, l'altitude minimale enregistrée est de 1 153 ft soit 277 ft de moins que l'altitude minimale de sécurité publiée (1 430 ft). La MFO est de 75 m soit environ 250 ft ;

- ❑ le pilote automatique est engagé en mode CMD jusqu'à une altitude enregistrée de 1 277 ft, atteinte à 17 h 09 min 49, soit trois secondes avant que le contrôleur n'indique l'alerte MSAW à l'équipage. L'auto-manette est engagée en mode MCP speed jusqu'à 17 h 10 min 02, soit lorsque l'équipage annonce la remise des gaz ;
- ❑ les paramètres N1 et N2 des moteurs suivent les paramètres Thrust Lever Angle (TLA) des manettes de gaz pendant toute la durée de l'approche et de la remise de gaz ;
- ❑ la valeur minimale de radio altitude, 250 ft, est enregistrée à 17 h 10 min 21. A ce moment l'altitude barométrique est de 1 181 ft.

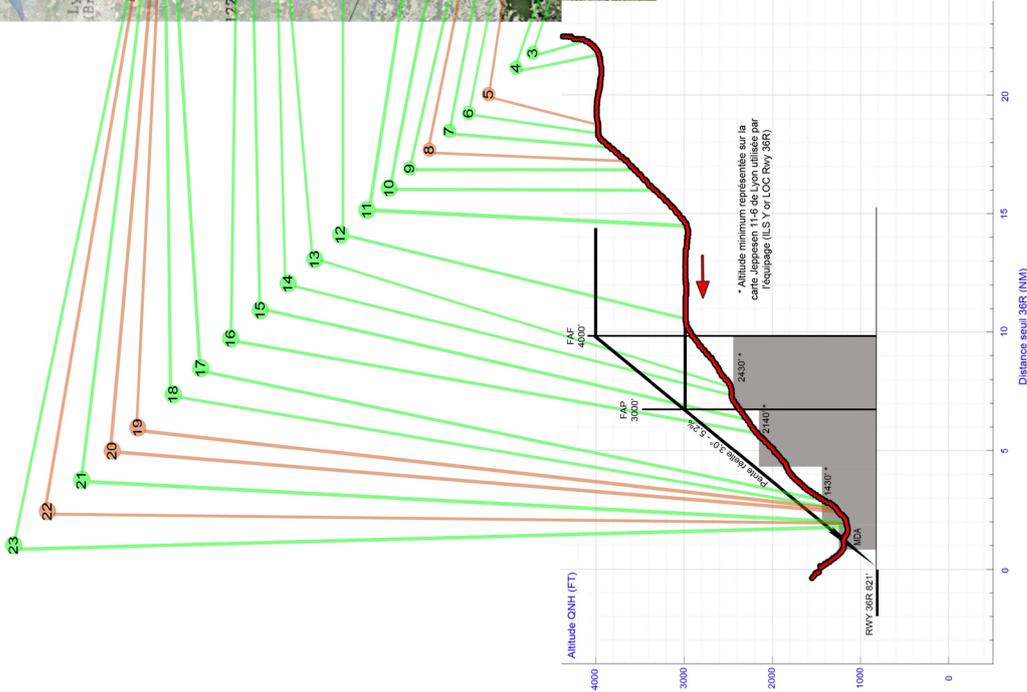
L'enregistrement des paramètres associés à l'EGPWS ne montre aucun déclenchement d'alarme. L'analyse des paramètres de vols montre que les critères de déclenchement des alarmes de base du GPWS (modes 1 à 5) n'ont pas été réunis pendant l'approche. Cette analyse n'a pas été faite pour les fonctions « avancées » qui dépendent du modèle numérique de terrain utilisé.

Séquence d'évènements:

- 1 17h02min12s: "Turn right heading 320 intercept localizer 36R"
- 2 17h03min24s: "Turn right heading 020 to intercept LOC 36R"
- 3 17h03min44s: Sortie du 1er cran de volets
- 4 17h03min59s: Passage en mode PA ALT Hold
- 5 17h04min52s: "Descend 3000 ft cleared approach 36R"
- 6 17h04min55s: Passage en mode PA Vertical Speed
- 7 17h05min10s: Passage en mode PA VOR/LOC
- 8 17h05min21s: "Increasing 200 Turnair 750"
- 9 17h05min26s: Début de rentrée des volets
- 10 17h05min42s: Le mode PA Approach est engagé
- 11 17h06min08s: Passage en mode PA ALT Hold
- 12 17h07min12s: Passage en mode PA Vertical Speed
- 13 17h08min03s: Passage en mode PA ALT Hold
- 14 17h08min06s: Passage en mode PA Vertical Speed
- 15 17h08min26s: Sortie des volets
- 16 17h08min37s: Sortie des trains d'atterrissage
- 17 17h09min44s: Passage en mode PA ALT Acq
- 18 17h09min46s: Désengagement du PA
- 19 17h09min50s: Alerte MSAW
- 20 17h09min52s: "750 traffic alert err... Go Around ! Go Around !"
- 21 17h10min02s: Passage en mode PA TOGA /ATS GA
- 22 17h10min03s: "Go Around Turnair 750"
- 23 17h10min04s: Désengagement de l'aube-manette



— Trajectoire horizontale et verticale de l'avion
● Information issue des données ATC
● Information issue des données QAR



1.12 Renseignements sur l'épave et l'impact

Sans objet.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherches

Sans objet.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 La compagnie aérienne Tailwind Airline

1.17.1.1 Informations générales

Selon les informations disponibles sur son site internet, la compagnie Tailwind Airline dispose des agréments suivants, délivrés par l'aviation civile turque :

- un certificat de transport aérien (n° TR-022) délivré pour la première fois le 2 mai 2009, renouvelé le 27 avril 2010 et valide jusqu'au 3 mai 2012, attestant la conformité au JAR-OPS1. Les avions utilisés sont de type Boeing 737-400 ;
- un agrément pour la maintenance des Boeing 737-400, et d'un agrément JAR-145, valides ;
- un certificat portant sur formation à la qualification de type Boeing 737-400 (n° TR-TRTO(A)-23) attestant de la conformité au JAR-FCL 1, valide.

1.17.1.2 Conduite du vol en approche classique

La partie B du manuel d'exploitation de Tailwind Airlines contient les informations suivantes quant à la réalisation d'une approche classique en Boeing 737-400 :

- les approches classiques sont normalement conduites avec les modes Vertical Speed et VOR/LOC ou HDG ;
- le pilote automatique et les deux directeurs de vol devraient être utilisés ;
- le PF devrait utiliser la représentation MAP sur l'EHSI, le PM la représentation VOR/ILS ;
- l'approche appropriée doit être sélectionnée dans le FMC. Les points de la carte Jeppesen devant être survolés entre le repère de début de descente finale et le point auquel la MDA sera atteinte devraient être supprimés ;

- ❑ pour la plupart des approches classiques, le point auquel la MDA sera atteinte doit être calculé⁽³⁾ et inséré dans le FMC, si ce point est en amont du MAP. Sinon, c'est le MAP qui sera inséré ;
- ❑ lorsque le pilote automatique est en mode ALT HOLD à l'approche du FAF, la MDA arrondie aux 100 ft supérieurs doit être affichée au MCP ;
- ❑ la configuration atterrissage doit être obtenue avant le survol du FAF ;
- ❑ au passage du FAF, la vitesse verticale doit être ajustée au MCP pour placer l'arc vert⁽⁴⁾ juste avant le point précédemment calculé. Le PM devrait surveiller les points de passages et altitudes intermédiaires ;
- ❑ à 300 ft au-dessus de la MDA, l'altitude de remise des gaz doit être affichée au MCP. A la MDA, le PM doit annoncer si la piste est en vue ou non. La descente ne doit être poursuivie sous la MDA que si le seuil de la piste est en vue ;
- ❑ si la piste est en vue à la MDA ou avant, le pilote automatique et l'auto-manette doivent être déconnectés et les directeurs de vol recyclés (OFF puis ON) afin de les armer pour la remise de gaz.

Note : cette technique de conduite du vol est cohérente avec les procédures publiées par Boeing dans son Flight Crew Training Manual (FCTM).

1.17.2 Les services de la navigation aérienne

1.17.2.1 Contenu des messages ATIS

La réglementation (SCA 4.3) prévoit que les messages ATIS comportent les « types d'approche à prévoir ».

1.17.2.2 Procédures associées au MSAW

Le document PANS-ATM de l'OACI mentionne les expressions conventionnelles à utiliser par un contrôleur en cas d'alerte de proximité du relief. Le message est articulé en trois parties :

- ❑ indicatif d'appel de l'aéronef ;
- ❑ « Alerte relief » (en anglais « Terrain alert ») ;
- ❑ suggestion de manœuvre, si possible.

L'AIP (AIP France AD 1.0 paragraphe 2.2) décrit les conditions d'utilisation du MSAW en reprenant le Règlement de la Circulation Aérienne (RCA) (RCA 3, paragraphe 2.2.2.3.4). Il est précisé qu'« il appartient au commandant de bord à qui cette information est fournie de déterminer l'action qu'il doit entreprendre et d'en informer, dès que possible, le contrôleur ». La phraséologie à employer immédiatement par le contrôleur lorsque l'avion n'est pas en guidage radar est la suivante : « [indicatif], alerte relief vérifiez votre altitude immédiatement », ou en anglais : « [indicatif], terrain alert check your altitude immediately ».

Le manuel d'exploitation du SNA-CE reprend cette phraséologie. Il n'est pas explicitement mentionné qu'il appartient au commandant de bord de déterminer l'action qu'il doit entreprendre. Il est précisé que toute alarme MSAW doit être communiquée au chef de tour pour notification au BEA.

⁽³⁾La méthode à utiliser consiste à calculer la distance du point au seuil en utilisant l'équivalence 1 000 ft / 3 Nm pour un plan d'approche à 3°.

⁽⁴⁾« Altitude range arc » est un arc de cercle vert représenté sur l'EHSI en mode MAP. Il indique la position approchée à laquelle l'avion atteindra l'altitude sélectionnée sur le MCP, compte-tenu de la vitesse sol et de la vitesse verticale actuelles.

Note : suite au retour d'expérience local, la subdivision Qualité de Service recommande verbalement aux contrôleurs de donner une instruction de remise des gaz lorsqu'une alerte MSAW survient pour un avion en finale de nuit ou par conditions météorologiques dégradées. Cette phraséologie est jugée plus efficace que la phraséologie de l'AIP et du manuel d'exploitation qui engendre des vérifications ou des questions de l'équipage à un moment où le temps fait défaut.

1.17.3 Etude et publication de la procédure d'approche ILS ou LOC 36R par GOMET

La procédure localiser pour la piste 36R en provenance de GOMET et avec une approche intermédiaire à 4 000 ft a été mise en service le 18 mars 2004 lors d'une importante restructuration de l'espace aérien de la région lyonnaise.

Dans le cadre de cette opération, baptisée « Clarines », plusieurs procédures ont ainsi été dessinées ou redessinées pour satisfaire au mieux les contraintes liées aux nouveaux espaces aériens, aux besoins opérationnels, à l'emplacement et la nature de moyens radioélectriques au sol, aux riverains et, bien sûr, aux obstacles et exigences techniques réglementaires, présentées en annexe 3. Parmi les nouveautés engendrées par ce dispositif, l'IAF GOMET a été créé avec son attente associée et les trajectoires d'approches initiales.

La conception de ces procédures a été faite par une puis deux personnes de la DAC-CE (Direction de l'Aviation Civile Centre Est) entre la mi 2002 et la mi 2003, calendrier imposé par la date de mise en service visée. Il convient de rappeler que les études d'obstacles étaient alors effectuées à l'aide de calques sur lesquels il fallait tracer à la main les trajectoires et les aires de protection. Superposés à des cartes de la région, ils permettaient d'identifier les obstacles et d'en déduire les altitudes minimales à respecter.

Il n'a pas été trouvé de solution technique jugée satisfaisante et opérationnellement réaliste pour publier une approche intermédiaire à 3 000 ft pour l'approche ILS 36R tout en respectant les contraintes précédemment citées. Cette possibilité a toutefois été retenue pour l'approche VOR DME, du fait des exigences techniques différentes pour ce type d'approche (cf. annexe 3). Le compromis retenu pour l'approche ILS a été de publier une approche intermédiaire à 4 000 ft assortie d'un encart mentionnant la possibilité de descendre à 3 000 ft avec un FAP⁽⁵⁾ décalé à 6,9 NM, destinée à permettre un guidage radar dès que l'avion évolue dans les secteurs où l'AMSR est compatible avec cette stratégie. D'autres cartes d'approche d'autres mes comprenaient ce type d'encart.

Note : à la période de rédaction de ce rapport, cette possibilité d'encart est mentionnée dans le « Recueil de Consignes Cartographiques » utilisable par les concepteurs de procédures (cf. annexe 3).

Il n'a pas été jugé nécessaire de demander une dérogation à l'un des critères techniques, possibilité prévue par la réglementation, puisqu'une solution réglementaire existait.

A l'automne 2003, une consultation portant sur l'ensemble du dispositif a été organisée à l'attention des principales compagnies aériennes utilisant l'aéroport et des riverains. Elle n'a pas fait ressortir d'éléments significatifs justifiant d'amender les procédures prévues. Le directeur de l'aviation civile a ensuite apposé sa signature sur les cartes, puis les demandes de publication ont été transmises au SIA.

⁽⁵⁾Pour une approche de précision (ILS complet), le début de la descente finale est identifié par un FAP. Pour l'approche classique associée (ILS sans glide), réglementairement représentée sur la même carte, le début de descente est repéré par un FAF. Le paragraphe 1.18.4 précise ces deux notions.

La publication de cette procédure a été amendée par la suite pour tenir compte des changements de réglementation mentionnés en annexe 3. La mise à jour de la procédure ILS Y ou LOC 36R en vigueur le jour de l'événement date du 24 septembre 2009.

La publication de cette procédure a été amendée le 25 août 2011. L'encart mentionnant le FAF à 3 000 ft a été supprimé. Il ne subsiste que l'approche intermédiaire à 4 000 pied et le FAF associé.

Pour le segment final de l'approche classique (ILS sans glide) :

- ❑ le segment FAF – OM bénéficie d'une MFO de 90 m conduisant à l'altitude minimale de 2 140 ft. L'obstacle pénalisant est situé entre le FAF et le FAF amont⁽⁶⁾, c'est à dire à une distance légèrement supérieure à 10 NM du seuil ;
- ❑ le segment OM – 2 Nm bénéficie d'une MFO de 75 m conduisant à l'altitude minimale de 1 430 ft. L'obstacle pénalisant est situé entre l'OM et l'OM amont, soit à un peu plus de 4,5 NM du seuil.

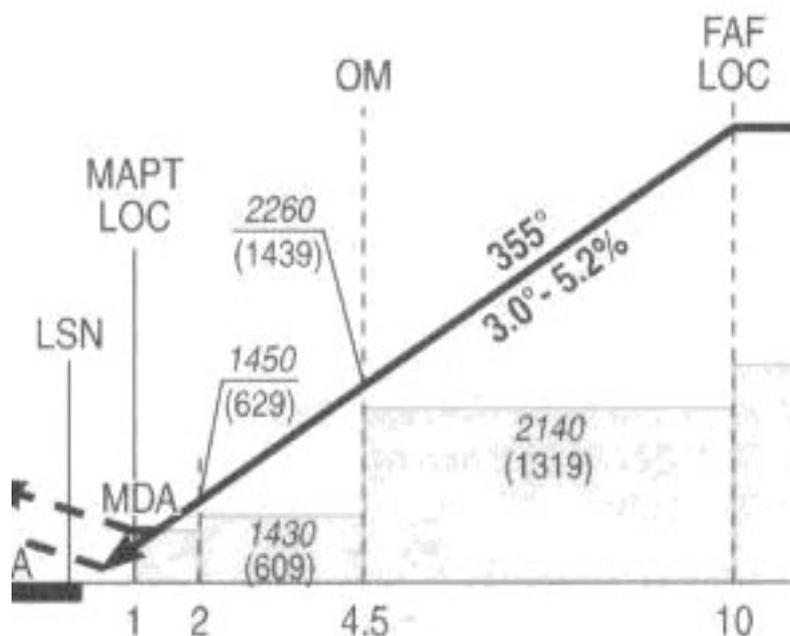


Figure 6 : segment d'approche finale

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignage de l'équipage

Ce témoignage provient exclusivement du rapport de vol du commandant de bord, transmis par la compagnie. Les points essentiels sont listés ci-dessous :

- ❑ l'équipage a exploité l'information ATIS Y, et a noté l'indisponibilité du glide ;
- ❑ il s'est préparé pour une approche « ILS y or LOC y RWY 36 R » en utilisant le volet de procédure Jeppesen 11-6 ci-après, avec une MDA de 1 250 ft définie pour la procédure sans glide ;
- ❑ deuxième dans la séquence d'arrivée, il a reçu l'instruction d'intercepter le localiser de la piste 36R, puis a reçu l'instruction « clear to app RWY 36 R LOC » ;
- ❑ l'équipage était conscient des conditions météorologiques ;

⁽⁶⁾ Les principes de conception des procédures imposent de définir des repères amont et aval associés au repère théorique. Ils sont construits en fonction des incertitudes liés en particulier aux moyens radioélectriques utilisés pour identifier la verticale du repère.

- pendant la descente, il a entendu le contrôleur ordonner une remise de gaz à l'avion qui le précédait ;
- à l'approche de la MDA, le commandant de bord a annoncé avoir la piste et son balisage en vue ;
- alors qu'il s'apprêtait à demander l'autorisation d'atterrir, l'équipage a reçu l'instruction de remettre les gaz, selon lui en raison de la présence d'un autre avion (« due to traffic ») ;
- Il a effectué une remise de gaz ;
- Pendant la seconde approche, le commandant de bord a informé les passagers que l'équipage avait dû remettre les gaz à la demande du contrôleur. Il lui a semblé que la raison de cette instruction était liée à la présence d'un autre avion.

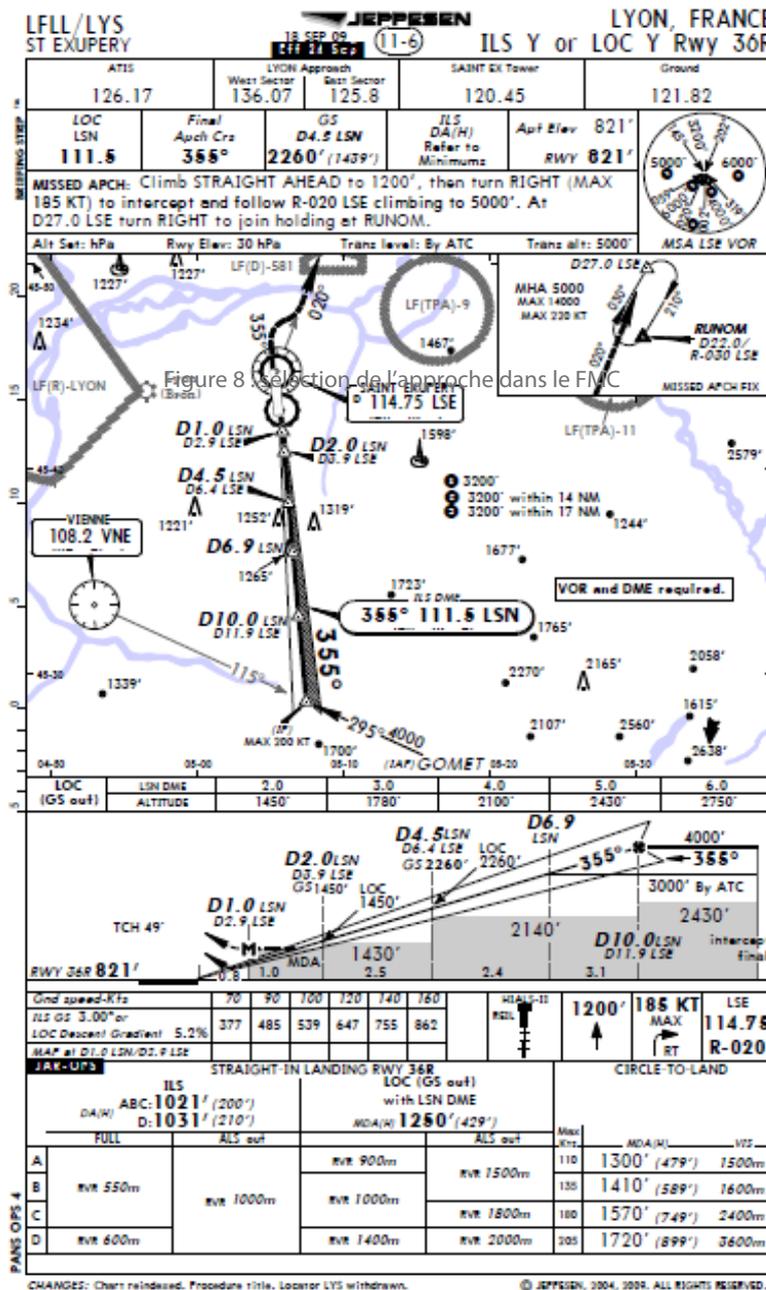


Figure 7 : carte d'approche utilisée par l'équipage. Le glossaire Jeppesen indique que le symbole (croix), utilisé ici à l'intersection du palier à 4 000 et de la finale, désigne un FAF

1.18.2 Base de données de navigation embarquée

Les informations obtenues auprès de l'équipage et de Tailwind Airline ne permettent pas de savoir comment l'approche était représentée sur les écrans de navigation et sur le FMC au moment de l'événement.

Toutefois, pour tenter d'estimer ce que cette représentation pouvait être, les enquêteurs se sont rapprochés d'un exploitant européen de Boeing 737-300 qui utilise une base de données fournie par Jeppesen. Les photographies suivantes ont été prises, au parking, en préparant un plan de vol fictif pour une arrivée ILS y par GOMET à Lyon. La base de données ne propose pas d'approche de type localizer. Lorsqu'une approche de ce type est en vigueur, l'équipage doit sélectionner l'approche ILS correspondante.



Sélection de l'approche ILS y 36 R



Séquence des points de l'approche ILS y 36 R par GOMET

On note :

- le repère d'approche intermédiaire IFR36R à franchir à 4 000 ft ou plus,
- le repère d'approche finale 10LSN, situé à 10 Nm du DME SLN à survoler à 4 000 ft,
- un repère intermédiaire LSN 45, situé à 4,5 Nm du DME LSN à franchir à 2 260 ft.

Figure 8 : sélection de l'approche dans le FM

L'approche sélectionnée est représentée sur la photographie suivante, dans un mode correspondant à la préparation du plan de vol, au parking.



Figure 9 : présentation de l'approche sur l'EHSI

En conclusion, l'approche est construite avec le repère de descente finale à 4 000 ft et 10 NM.

1.18.3 Incident similaire

Le 16 septembre 2010, de jour, un avion d'une compagnie française se prépare à effectuer une approche localizer en piste 36R à Lyon Saint-Exupéry. Le glide est en maintenance. Les conditions météorologiques sont CAVOK.

Par erreur, l'équipage sélectionne la fiche de percée correspondant à l'approche ILS X 36R, soit à une approche de type « descente continue » en expérimentation la nuit pour certains exploitants uniquement (palier intermédiaire publié à 4 000 ft avec un repère de début de descente à 10 Nm du DME LSN), au lieu de la fiche de l'approche ILS z 36R (palier intermédiaire à 3 000 ft avec un repère de début de descente à 6.9 Nm du DME LSN). Pendant l'approche en guidage radar, l'équipage est autorisé à descendre à 3 000 ft puis autorisé à l'approche « localizer 36R ».

A 3 000 ft, l'équipage commence sa descente finale à 10 Nm comme indiqué sur la carte qu'il utilise. Au cours de la descente, il effectue un contrôle du plan de descente, en utilisant le tableau de correspondance distance/altitude publié sur la carte, et détecte son erreur. Il effectue un palier à 2 400 ft, rejoint le plan d'approche normal et atterrit. Il n'y a pas eu d'alarme MSAW.

Dans le document d'analyse locale de l'événement rédigé par le SNA-CE, on trouve l'extrait suivant : « A Lyon Saint Exupéry, les aéronefs à l'arrivée sont pris en guidage radar et amenés à l'altitude de 3 000 ft sur l'axe de la procédure d'approche utilisée. Ce guidage se substitue à l'approche initiale et intermédiaire. Ni le contrôleur d'approche, ni l'ATIS ne précisent de procédure « Z » ou « Y », cette dernière procédure n'étant pratiquement pas utilisée. Le trafic n'est autorisé à l'approche finale qu'une fois autorisé à descendre à 3 000 ft avec un angle d'interception adéquat. »

1.18.4 Approche finale de précision ou classique

Le début d'une approche finale de précision (dans le cas d'un ILS) est défini par un point d'approche finale (FAP ou Final Approach Point en anglais). Pour ce type d'approche, on attend d'un pilote déjà établi sur le localizer, qu'il mette l'avion en descente à l'interception du glide, ou vérifie que le pilote automatique le fasse. Lorsqu'une distance DME est publiée pour le FAP, celle-ci permet de confirmer que le glide est le bon, afin d'éviter de suivre de « faux glides ». Elle ne constitue pas un critère de début de descente. En fonction d'autres paramètres, en particulier de la température, le pilote peut constater une distance DME proche mais différente de celle publiée lorsqu'il intercepte le glide.

Le début d'une approche finale classique (pas de glide) est matérialisé par un repère de début d'approche finale (FAF ou Final Approach Fix en anglais). Lorsque celui-ci est défini par une distance DME, on attend d'un pilote volant en palier à l'altitude de l'approche intermédiaire, qu'il débute la descente à la valeur précise indiquée. Compte tenu de la température du jour, son altitude vraie peut être sensiblement différente de la valeur lue sur l'altimètre. Par conséquent la position de l'avion n'est pas nécessairement sur le profil d'approche théorique.

1.18.5 Publications aéronautiques similaires

Sans prétendre faire un examen exhaustif des approches des aérodromes français, on peut en citer quelques-unes qui mentionnent un deuxième ou un troisième FAP, à utiliser sur instruction du contrôleur : les approches ILS ou LOC 04R ou 04L à Nice, les approches ILS ou LOC pour chacune des pistes à Paris Charles de Gaulle.

Les services de la navigation aérienne de Paris Charles de Gaulle expliquent ne pas avoir enregistré d'événement pouvant correspondre à une confusion de FAP ces dernières années. Les FAP mentionnés dans les encarts sont ponctuellement utilisés en cas de changement de stratégie dans la régulation d'une séquence d'arrivée. Le FAP principalement utilisé est celui publié sur le profil d'approche. Le FAP à prévoir n'est pas mentionné sur l'ATIS ni à la fréquence.

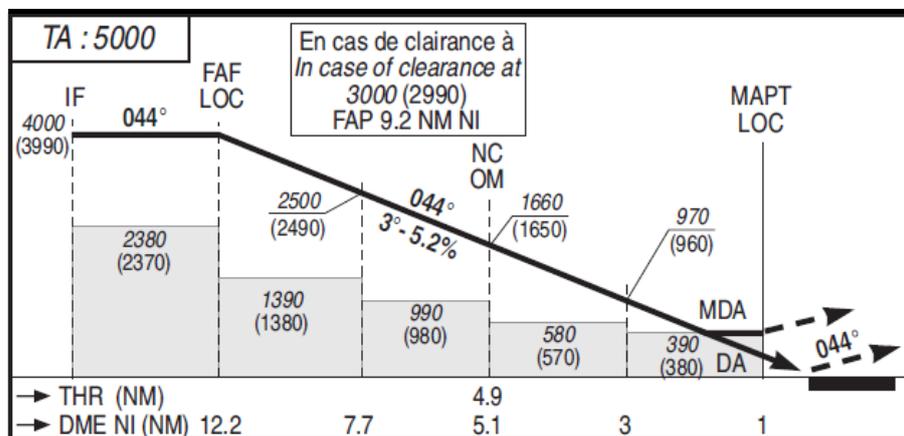


Figure 10 : Extrait de la carte AD2 LFMN IAC 03 pour l'approche en piste 04L

Les services de la navigation aérienne de Nice n'ont pas retrouvé d'événement similaire dans leur base de données. Ils précisent qu'en cas d'approche classique, seule l'approche intermédiaire à 4 000 ft est utilisée. Le changement de FAP ne peut intervenir que pour une approche ILS.

1.18.6 Exemple d'accident lié à un guidage radar vers une altitude inférieure à celle publiée pour le segment intermédiaire

Le 17 décembre 1995, le piper PA46 immatriculé F-GIVF effectuait une approche ILS pour la piste 25 à Toussus-le-Noble, de nuit en présence de brume et avec un plafond nuageux proche de l'altitude de décision⁽⁷⁾. Pour cette approche, le segment intermédiaire était publié à 3 000 ft. L'avion précédent avait remis les gaz. Pour assurer l'espacement avec cet avion, le contrôleur avait délivré au pilote du F-GIVF un guidage radar qui l'avait amené à intercepter le localiser à 2 000 ft, soit 1 000 ft en dessous du segment intermédiaire publié. La carte d'approche ne comportait aucune mention d'une possible interception du glide à 2 000 ft. Le pilote avait commencé sa descente à la distance DME indiquée pour l'interception du glide à 3 000 ft. Il avait signalé ne pas recevoir le glide mais avait poursuivi sa descente. L'avion avait heurté le sol peu après l'outer marker.

Le BEA avait recommandé « que la DNA vérifie que la pratique de guidage radar permet partout au pilote de suivre, après la fin de ce guidage, une navigation ou une procédure publiée. »

La DNA avait répondu à cette recommandation en demandant que la position du FAP, en fonction des diverses altitudes possibles d'interception de l'ILS, figure sur les cartes IAC.

Plus récemment, la DSN a entrepris la rédaction de « Fiches Synthèse Exploitation » rassemblant les bonnes pratiques de contrôle aérien et les références réglementaires destinées à être intégrées dans les manuels d'exploitation des organismes de contrôle.

⁽⁷⁾ Le rapport est disponible sur le site du BEA : www.bea.aero

Elles sont en cours de validation. Le guidage radar et l'interception des procédures d'approche font l'objet de fiches.

Le Règlement de la Circulation Aérienne (RCA) indique que :

10.7.3 Procédures d'arrivée, d'approche initiale et d'approche intermédiaire

10.7.3.1 Les phases d'arrivée, d'approche initiale et d'approche intermédiaire d'une approche au radar vont du début du guidage radar qui doit amener l'aéronef en position pour l'approche finale jusqu'au moment où l'aéronef :

- a) est prêt à commencer une approche au radar de surveillance ; ou
- b) est transféré du contrôleur chargé de l'approche au radar de précision ; ou
- c) est sur la trajectoire finale d'un moyen autre que le radar à l'aide duquel le pilote exécute lui-même l'approche finale ; ou
- d) est autorisé à effectuer une approche à vue.

10.7.3.3 Un aéronef qui se propose d'utiliser une aide d'approche finale dont les données sont interprétées par le pilote doit recevoir pour consigne de rappeler lorsqu'il est bien établi sur la trajectoire d'approche finale. Le guidage radar prend fin à ce moment.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario

2.1.1 Préparation de l'approche

Les informations de l'ATIS obtenues par l'équipage mentionnaient le type d'approche en service (localizer 36R) mais pas l'intitulé complet (Y ou Z) de la procédure à utiliser. De même, l'équipage a été informé au premier contact qu'il ferait l'objet d'un guidage radar sans que l'identification exacte de la procédure finale lui soit précisée. Le choix de l'équipage de retenir la procédure d'approche Y semblait logique, compte tenu du fait que GOMET était le repère d'approche initiale prévu dans le plan de vol déposé. Il n'a pas été possible de savoir si l'équipage avait retenu la possibilité d'un palier intermédiaire à 3 000 ft au lieu du palier à 4 000. Il faut ici observer que sur la carte d'approche publiée dans l'AIP France, comme sur la carte Jeppesen utilisée par l'équipage, c'est le FAP, notion associée à une approche de précision, qui peut être modifié sur instruction du contrôleur, non le FAF, notion associée à une approche classique. Il est donc possible que l'équipage n'ait pas retenu la possibilité d'une approche intermédiaire à 3 000 ft lors de la préparation de l'approche classique. De plus, compte tenu des observations faites pendant l'enquête sur le contenu d'une base de données de navigation, l'équipage disposait vraisemblablement de la visualisation du seul repère de descente (FAF) situé à 4 000 ft.

2.1.2 Interception du localizer

A l'issue du guidage radar, systématique à Lyon, l'interception du localizer a échoué. L'étude des paramètres et des échanges radio montre que :

- le mode VOR/LOC n'a pas été préalablement armé par l'équipage qui avait pourtant collationné l'instruction donnée par le contrôleur d'intercepter le localizer ;
- le cap d'interception indiqué par le contrôleur n'avait pas été collationné par l'équipage, ni sélectionné pour le pilote automatique, laissant l'avion converger avec un angle d'environ 80°, défavorable à la réussite de l'interception.

Le rapport de l'équipage n'a pas permis de connaître les raisons de ces erreurs. Le contrôleur n'a pas relevé l'absence de collationnement du cap d'interception. Il est possible que, occupé par la gestion de la séquence des vols à l'arrivée, il ait considéré comme suffisant le collationnement de l'instruction essentielle, à savoir l'interception du localizer.

Une deuxième interception du localizer était alors nécessaire, se cumulant à d'autres instructions du contrôleur : l'instruction de descendre à 3 000 ft puis d'accélérer à 200 kt de vitesse indiquée, ce qui correspond à une vitesse sol supérieure, compte tenu de la composante de vent arrière. En 2 minutes et 20 secondes, avant de débiter la descente finale, l'équipage a donc surveillé l'interception du localizer, commandé et surveillé la descente à 3 000 ft, commandé et surveillé l'augmentation de vitesse et rentré les volets hypersustentateurs déjà sortis. Dans ce contexte de charge de travail significative, l'équipage n'a manifestement pas perçu l'incohérence entre la dernière clairance verticale et le FAF présenté (10 Nm) auquel l'avion débute effectivement sa descente finale.

2.1.3 Contrôle du profil de descente

Il est difficile de comprendre ensuite la logique retenue par l'équipage pour contrôler la descente. En effet, alors qu'un bref palier est observé à l'altitude minimale du premier segment de l'approche finale, la trajectoire passe sous celles des deuxième et troisième segments, au point que les marges de franchissement d'obstacle sont consommées. L'avion est alors dans la couche nuageuse et l'équipage ne dispose plus de protection efficace vis-à-vis des obstacles, hormis une éventuelle alarme EGPWS. Les paramètres de vol montrent que pendant la finale, le vent était faible et n'a pas influencé la trajectoire de manière significative. La surveillance du plan d'approche au moyen du tableau de correspondance distance/altitude publié, technique mentionnée dans les procédures de la compagnie en complément de l'utilisation de l'arc vert, n'a manifestement pas été appliquée. L'événement mentionné en 1.18.3 montre pourtant qu'elle constitue une barrière efficace contre une erreur d'identification du FAF.

2.1.4 Interruption de l'approche

À l'approche de la MDA trois événements se sont produits en une trentaine de secondes :

- l'acquisition des références visuelles par l'équipage ;
- la transmission du contrôleur à l'équipage d'une information sur la hauteur du plafond nuageux ;
- le déclenchement de l'alarme MSAW associée à l'instruction de remettre les gaz.

Le rapport de l'équipage montre qu'il n'a pas compris la raison pour laquelle la remise de gaz lui a été demandée. Il pense en effet avoir remis les gaz en raison de la présence d'un autre avion. L'équipage n'a pas accusé réception de l'information donnée par le contrôleur sur la hauteur du plafond. Il est possible qu'il n'ait pas entendu ou compris ce message car d'une part, il n'avait pas de raison de s'attendre à ce message inhabituel et d'autre part, il devait être à ce moment attentif à l'altitude et aux conditions de visibilité extérieures. Alors que le contrôleur avait entamé sa phrase visant à répéter son message, l'alarme MSAW est survenue le conduisant à modifier ses mots. Les termes prononcés dans l'urgence, « *750 traffic alert euh... go around, go around* », ont pu ainsi introduire une confusion dans l'esprit de l'équipage quant à la raison de cette instruction. Celle-ci a été répétée par le contrôleur, cette fois-ci associée au terme « *terrain alert* » avant d'être prise en compte par l'équipage.

L'instruction répétée de remise des gaz associée à l'alerte MSAW, ne correspond pas à la phraséologie réglementairement prévue. Elle a cependant permis de mettre un terme à une approche qui ne présentait pas toutes les garanties d'un atterrissage réussi.

2.2 Publications aéronautiques et pratiques des services de la navigation aérienne

La publication de l'encart du point de début de descente finale « sur instruction ATC » a été supprimée par le SNA-CE entre la date de l'événement (cf.1.17.3) et la parution de ce rapport.

Au moment de l'événement, l'usage de cet encart étendu à l'approche classique sans glide constituait une circonstance favorable à une mise en descente prématurée après un guidage radar à 3 000 ft, et ce d'autant que les équipages n'étaient pas préalablement informés du repère de descente prévu par le contrôleur, par l'ATIS ou au premier contact par exemple. Ainsi, bien que la publication de l'approche par GOMET mentionnait un changement possible du FAP, ce changement était également systématique pour le FAF, conduisant alors les équipages vers un FAF non prévu dans les bases de données de navigation alors qu'il constitue le critère essentiel de mise en descente. Bien que les équipages semblaient en général s'en accommoder, puisqu'aucune difficulté n'a été signalée, l'incident du TC-TLE montre qu'une approche classique n'offre pas la même souplesse d'utilisation qu'une approche de précision et que les techniques de guidage radar méritent d'être adaptées en conséquence. L'organisme d'approche de Nice, par exemple, tient compte de cette différence (cf. 1.18.5).

Cette situation était d'autant plus inadaptée à Lyon que le palier « sur instruction ATC » était en fait systématiquement utilisé à l'issue d'un guidage radar, stratégie opérationnellement équivalente à un guidage radar suivi d'une approche z. L'annonce sur l'ATIS ou au premier contact de cette dernière stratégie, aurait permis aux équipages, y compris ceux arrivant par GOMET, de préparer leur approche conformément à ce qui était pratiqué.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

- L'équipage possédait les titres et qualifications requises pour effectuer le vol.
- Aucune panne de l'avion ni de l'un de ses systèmes n'a été mise en évidence.
- Le glide de l'ILS de la piste 36R était en maintenance, il n'émettait pas.
- L'information ATIS Y, reçue par l'équipage, mentionnait l'approche « loc 3 6 right approach ».
- Les publications aéronautiques du SIA prévoient, pour la procédure « ILS y [...] ou LOC 36R », une approche initiale commençant à GOMET desservant une approche intermédiaire à 4 000 ft menant à un FAF situé à 10 NM de LSN. Un encart prévoit que le FAF est situé à 6,9 Nm de LSN en cas de clairance à 3 000 ft.
- L'équipage a effectué son approche sur la base du volet de procédure Jeppesen « ILS Y or LOC Y RWY 36 R », mentionnant un palier à 4 000 pieds associé à un symbole de FAF et un palier à 3 000 pieds, utilisable sur instruction du contrôleur et ne comportant pas de symbole de FAF.
- Les pratiques des services de la navigation aérienne de l'approche de Lyon consistent systématiquement à rejoindre, sous guidage radar, l'approche intermédiaire à 3 000 ft.
- La hauteur de la base des nuages était proche de l'altitude minimale de descente publiée.
- L'équipage n'a pas suivi le cap d'interception du localizer 36R donné par le contrôleur.
- L'avion a dépassé le localizer, puis l'équipage a reçu un nouveau cap d'interception suivi d'une clairance de descente à 3 000 ft et d'une demande, qu'il a acceptée, d'accélérer à 200 kt.
- L'avion a commencé sa descente finale à 3 000 ft, peu avant 10 NM LSN.
- La descente finale a été effectuée en totalité sous le plan d'approche publié.
- Une alarme MSAW a été générée dans la tour de contrôle.
- Le contrôleur a immédiatement informé l'équipage et lui a ordonné de remettre les gaz.
- L'équipage a remis les gaz.
- Les critères de déclenchement des alarmes de base du GPWS n'étaient pas réunis.
- Le commandant de bord indique qu'il a vu la piste et son balisage peu avant d'atteindre l'altitude minimale de descente.

3.2 Causes de l'incident

L'incident résulte :

- ❑ d'une erreur d'identification du repère de descente par l'équipage et ;
- ❑ d'un contrôle inadapté du plan de descente finale par l'équipage.

La publication de deux FAP, dont l'un est à utiliser sur instruction du contrôleur, son usage étendu à l'approche classique, et l'absence d'information à l'équipage quant à l'identification exacte de la procédure d'approche finale à utiliser, ont constitué des facteurs contributifs.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

L'enquête a mis en évidence que la mise en descente prématurée par l'équipage a été rendue possible par :

- la publication de deux points de début de descente (FAP) dans la carte d'approche utilisée par l'équipage :
 - l'un, à 4 000 ft, représenté dans les bases de données de navigation embarquées ;
 - l'autre, à 3 000 ft, utilisable sur instruction du contrôleur et absent des bases de données,
- le guidage radar systématique, en approche de précision comme en approche classique et pour les avions en provenance de GOMET comme pour les autres, vers le palier intermédiaire à 3 000 ft.

De plus, les procédures du SNA ne prévoient pas que les équipages soient informés, avant le début de l'approche, de l'identification exacte de la procédure d'approche finale en vigueur.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure que les équipages sont informés avec un préavis suffisant de l'identification complète de la procédure d'approche finale à suivre ; [Recommandation FRAN-2013-001]**
- **la DGAC recense les éventuelles cartes d'approches classiques comportant plusieurs repères de descente finale (FAF) et supprime ce type de publication ; [Recommandation FRAN-2013-002]**
- **la DGAC clarifie le « recueil de consignes cartographiques » utilisé par les concepteurs de procédures en supprimant, pour les approches classiques, les possibilités :**
 - **de représentation d'un encart précisant la position d'un FAF sur instruction du contrôleur,**
 - **de représentation de plusieurs segments intermédiaires à altitudes différentes. [Recommandation FRAN-2013-003]**
- **la DGAC s'assure que les pratiques de guidage radar incluent la nécessité de guider les équipages à une altitude publiée pour le début de l'approche finale. [Recommandation FRAN-2013-004]**

LISTE DES ANNEXES

annexe 1

Paramètres QAR

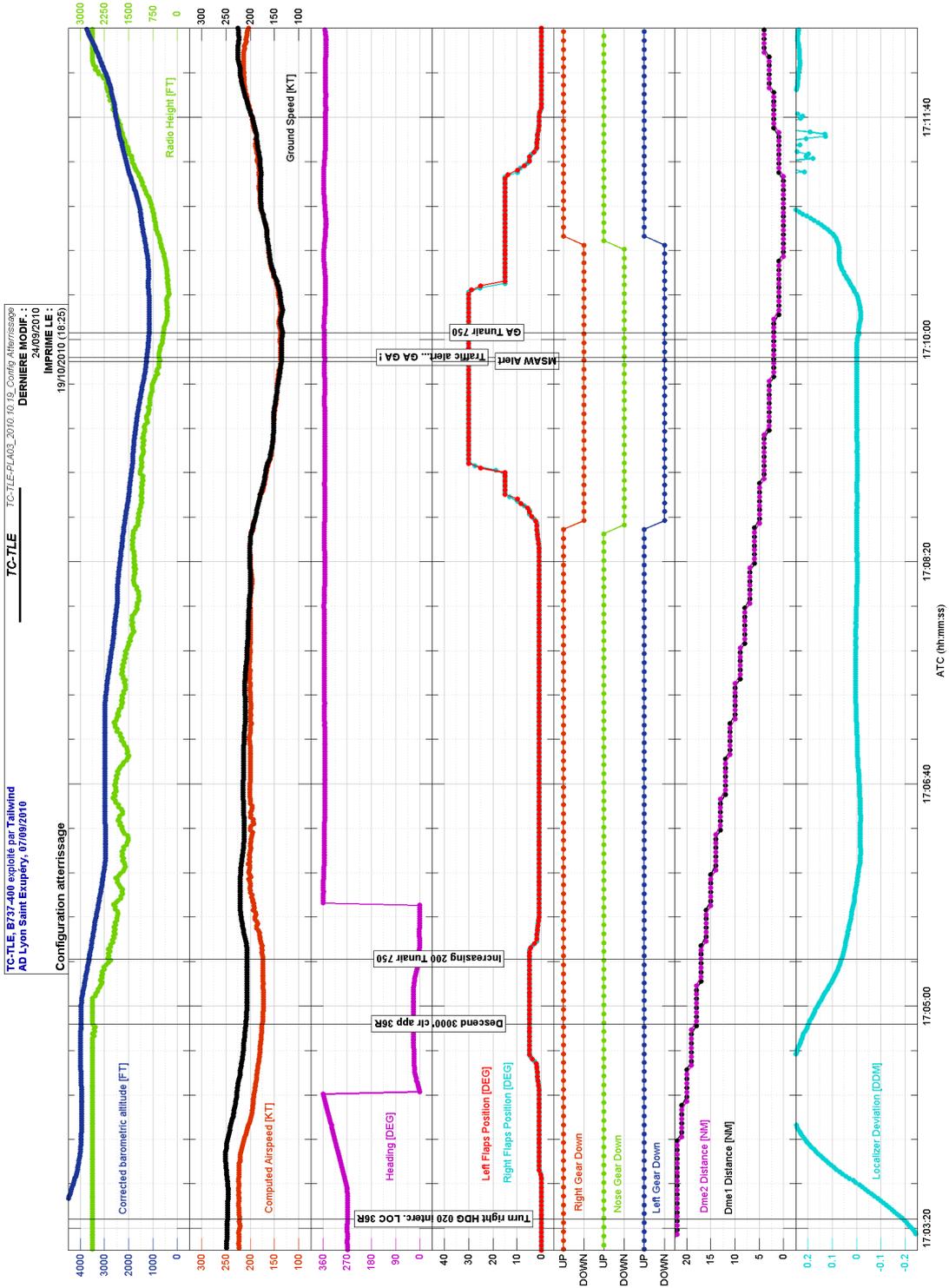
annexe 2

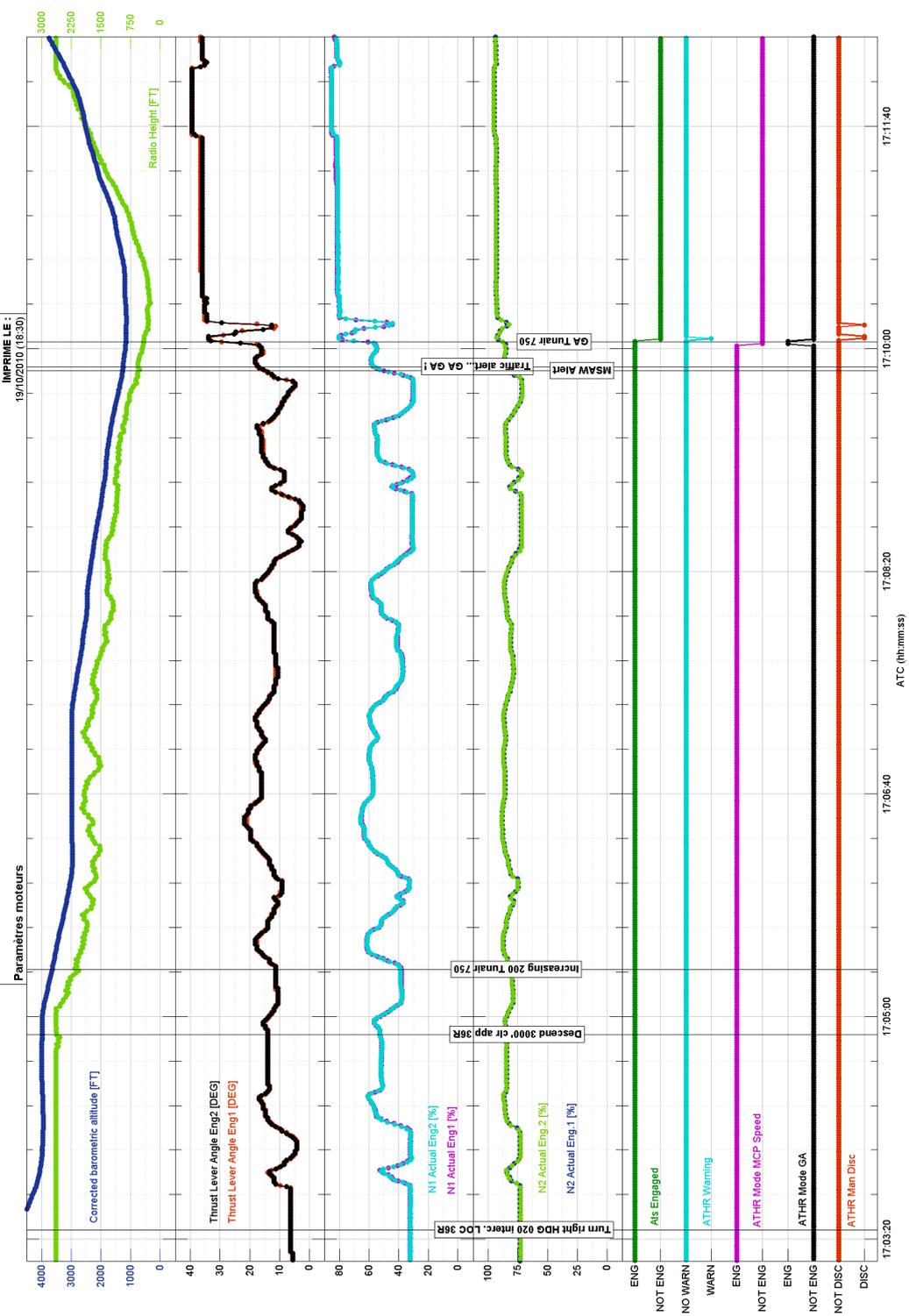
Cartes d'approche

annexe 3

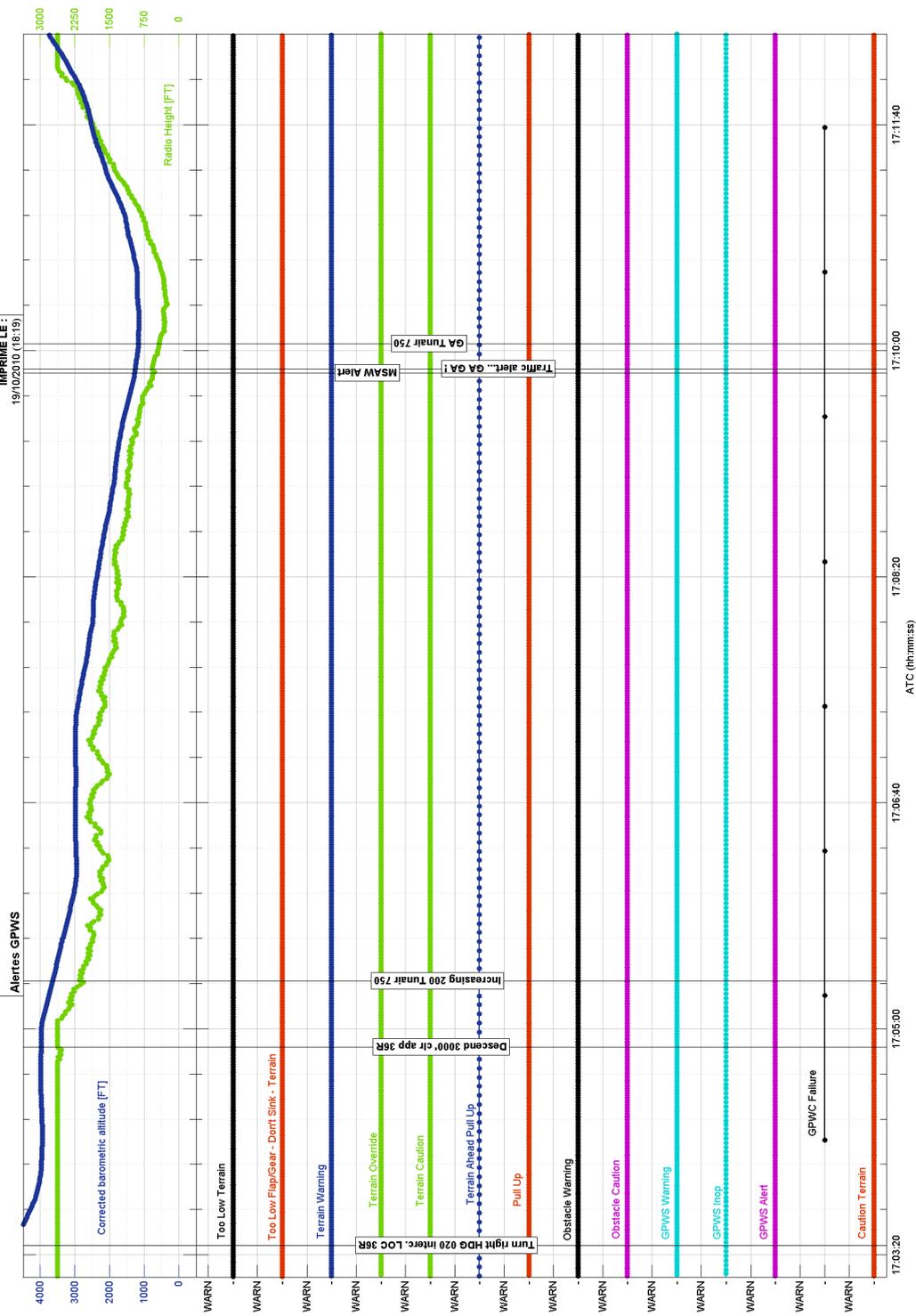
Exigences techniques réglementaires pour la construction des procédures d'approche.

annexe 1 : Paramètres QAR





TC-TLE B737-400 exploitée par Tallwind
 AD Lyon Saint Exupéry, 07/09/2010
 TC-TLE TC-TLE-PLA02_2010_10_19_Aleres GPWS
 DERNIERE MODIF : 24/09/2010
 IMPRIME LE : 19/10/2010 (18:19)



annexe 2 : Cartes d'approches

AIP
FRANCE

AD2 LFLI IAC 03
26 AUG 10

APPROCHE AUX INSTRUMENTS
Instrument approach
CAT A B C D

LYON SAINT EXUPERY

INA 1 ARBON/RUNOM/TALAR RWY 36L-36R

ATIS : SAINT EX : 126.175

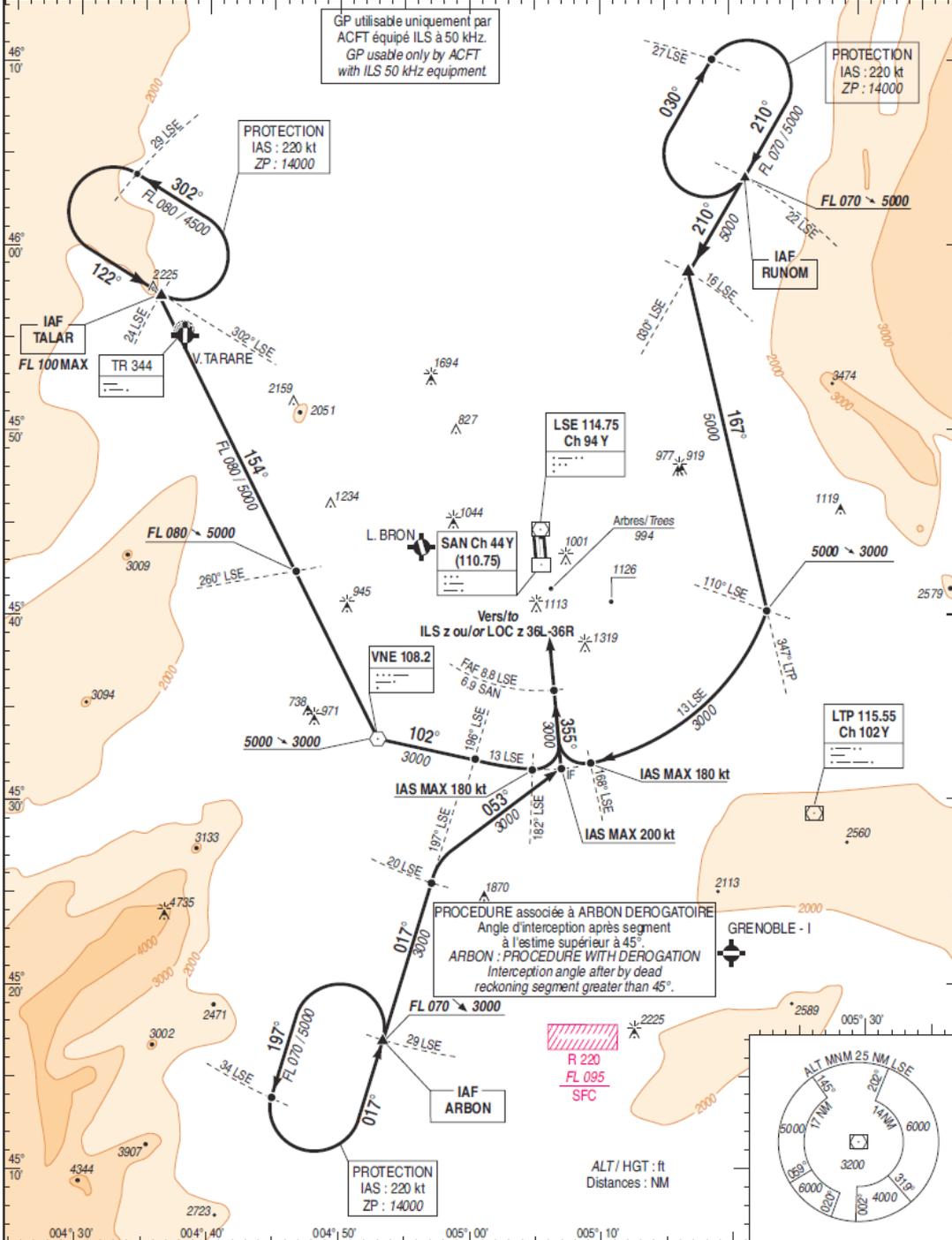
APP : LYON Approch/Approach 136.075 (I)(1) 125.8 (I)(2) 120.225(L) 135.525 (S)

TWR : SAINT EX Tower/Tower 120.450

(1) Secteur OUEST/WEST Sector
(2) Secteur EST/EAST Sector

ILS - DME
SAN 110.75
RDH : 59

VAR
0°
(05)



AMDT 10/10 CHG : FL MAX arrivées TALAR.

© SIA

APPROCHE AUX INSTRUMENTS

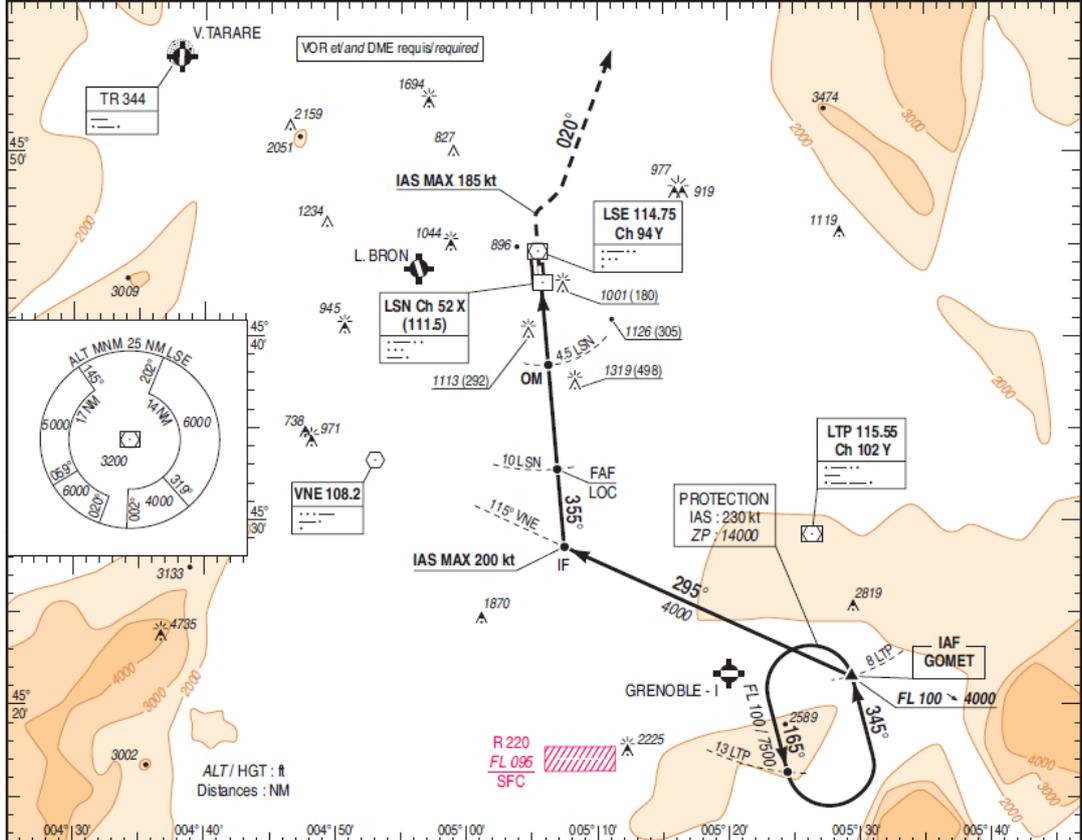
LYON SAINT EXUPERY

Instrument approach
CAT A B C D

ILS y CAT I ou/ou CAT II et/and CAT III ou/ou LOC 36R

ALT AD : 821, THR : 821 (30 hPa)

ATIS : SAINT EX 126.175	(1) Secteur OUEST/WEST Sector	ILS - DME LSN 111.5	VAR 0°
APP : LYON Approche/Approach 136.075 (l)(1) 125.8 (l)(2) 120.225 (L) 135.525 (S)	(2) Secteur EST/EAST Sector	RDH : 49	(05)
TWR : SAINT EX Tour/Tower 120.450			



TA : 5000

API : Monter dans l'axe. A 1200 (379) tourner à droite (IAS MAX 185 kt) pour intercepter et suivre le RDL 020° LSE (RM 020°) en montée vers 5000 (4179). A 27 NM LSE tourner à droite pour intégrer l'attente RUNOM à 5000 (4179). Palier d'accélération non étudié.

Missed APCH : Climb straight ahead. At 1200 (379) turn right (IAS MAX 185 kt) to intercept and follow RDL 020° LSE (MAG 020°) climbing up to 5000 (4179). At 27 NM LSE turn right to join RUNOM holding at 5000 (4179). Acceleration level not studied.

OM 4.5 LSN 1113 (292) 1319 (498) 1126 (305) 1001 (180) 896

FAF LOC 355° IF 4000 (3179)

MAPT LOC 2260 (1439) 1450 (629) 1430 (609)

MDA 1430 (609)

2140 (1319) 2430 (1609)

En cas de clearance if clearance à / at 3000 (2179) FAP 6.9 NM LSN

LSN ← (NM) 1 2 4.5 10

LSE ← (NM) 2.9 3.9 6.4 11.9

MINM AD : distances verticales en pieds, RVR et VIS en mètres. / Vertical distances in feet, RVR and VIS in metres. REF HGT : ALT THR

CAT	ILS		LOC OCH : 429		OCH ILS CAT 1		OCH ILS CAT 2		MVL / Circling		APP RWY 36R homologuée pour CAT 2 et 3 avec DA * CAT 2 et 3: aéronefs de catégories D et DL : Vat < 161 kt APP RWY 36R homologated for CAT 2 and 3 with DA * CAT 2 and 3: ACFT of categories D and DL : landing speed < 161 kt
	DA (H)	RVR	MDA (H)	RVR	MDA (H)	VIS	MDA (H)	VIS	MDA (H)	VIS	
A	1020 (200)	550	900	174	60	1300 (480)	1500				
B	1020 (200)	550	1000	185	72	1410 (590)	1600				
C	1020 (200)	550	1250 (430)	196	87	1570 (750)	2400				
D	1030 (210)	600	1400	206	100*	1720 (900)	3600				
DL	1030 (210)	600	-	210	100*	-	-				

	70 kt	85 kt	100 kt	115 kt	130 kt	160 kt	185 kt
FAF - THR	9.8 NM	8 min 24	6 min 55	5 min 52	5 min 06	4 min 31	3 min 10
VSP (ft/min)	370	450	525	605	685	845	975



API	OCH	IDENT	VSS
X	X	X	

AMDT 10/09 CHG : IDENT, suppression LYS.

© SIA

annexe 3 :
**Exigences techniques réglementaires pour la conception
des procédures d'approches**

I –Réglementation Française

I-1. Altitudes minimales de sécurité et identification des procédures

Des changements importants dans le domaine de l'établissement des procédures et de la représentation des cartes d'approche aux instruments ont été apportés par l'amendement n°12 (applicable le 25 novembre 2004) des PANS-OPS de l'OACI (doc 8168) ainsi que par l'amendement n°53 de l'Annexe 4 de l'OACI (applicable à la même date), dont :

- la représentation des altitudes minimales de sécurité sur la vue en profil des cartes IAC,
- la modification des règles d'identification des procédures.

Ces changements ont été intégrés à la réglementation française (Instruction 20754 DNA du 12 octobre 1982 modifiée) dont les aspects pertinents sont résumés ci-après.

Représentation des altitudes minimales de sécurité sur la vue en profil

Cette représentation, introduite le 17 août 2004 dans la réglementation française, ne concerne que les procédures classiques avec un repère d'approche finale. Dans le cas des procédures ILS, la procédure localizer correspondante, publiée sur la même carte, est une approche classique et bénéficie à ce titre de cette représentation.

L'altitude minimale de sécurité sur un segment de l'approche finale est déduite de l'altitude de l'obstacle le plus pénalisant situé dans les aires associées au segment. A l'altitude de cet obstacle est rajoutée une MFO. A l'époque où ces altitudes minimales ont été calculées, la MFO requise était de 90 mètres pour un segment situé partiellement ou en totalité à plus de 6 milles marin du seuil de la piste et de 75 mètres pour un segment situé à une distance inférieure.

Modification des règles d'identification des procédures

Cette modification résulte de la normalisation de la désignation des procédures afin d'éviter toute ambiguïté entre les cartes, les affichages électroniques dans les postes de pilotage et les autorisations de contrôle.

L'identification d'une procédure repose essentiellement sur le moyen de navigation qui assure le guidage latéral à l'approche finale.

Une même carte d'approche peut représenter plusieurs procédures d'approche lorsque les procédures pour le segment d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue sont identiques ; l'identification contient alors les noms de tous les types d'aide de radionavigation utilisés pour le guidage latéral à l'approche finale, séparés par le mot «ou». (ex : ILS ou NDB RWY 35 L).

Une lettre index commençant, dans l'ordre inverse de l'alphabet, par la lettre « z » est utilisée si l'on ne peut distinguer plusieurs procédures correspondant à la même piste au moyen du seul type d'aide de radionavigation (ex VOR z RWY 26, VOR y RWY 26) et notamment dans le cas, parmi d'autres, où « les segments d'approche « intermédiaire+finale+interrompue » sont identiques mais sont publiés sur plusieurs cartes associés à des segments initiaux différents ».

I-2. Extraits des exigences techniques pertinents pour l'événement

Sont cités ci-après certaines exigences techniques particulières pour une approche ILS et pour une approche classique :

La procédure ILS et la procédure localizer associée sont publiées sur la même carte. La longueur minimale du segment intermédiaire doit correspondre à un temps de vol de 30 s à la vitesse d'approche initiale prévue en fonction de la catégorie d'aéronef. La pente de ce segment doit être nulle (instruction DNA 20754, APP 2-11, 2.1.3).

Pour une approche classique l'approche intermédiaire ne peut pas être inférieure à 30 secondes de vol. Elle peut être construite avec une pente maximale de 5% à condition de ménager un palier de 1,5 mille marin minimum (catégories d'aéronef C et D) après la descente (instruction DNA 20754, APP 1-37, 1.5.3 et 1.5.6).

Dans les deux cas, en cas de virage au repère d'approche intermédiaire, la longueur minimale est également contrainte par la construction et le raccord des aires du virage et de l'approche intermédiaire.

Enfin, des contraintes existent également pour la construction de l'approche initiale. En particulier, la pente retenue doit être inférieure à 8 % pour un segment donné, critère potentiellement contraignant pour l'étude d'une trajectoire permettant de quitter GOMET au FL 100 et rejoindre l'axe d'approche finale à 3000 ou 4000 pieds, compte-tenu des obstacles situés dans les aires de protection.

I-3. Représentations graphiques

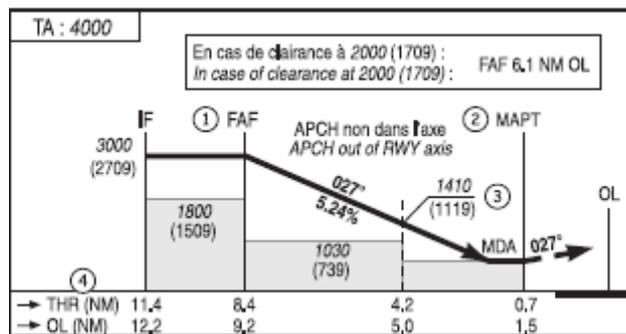
En complément des exigences techniques réglementaires, les possibilités de représentation graphique du profil d'une trajectoire d'approche, utilisées par les concepteurs de procédure de vol aux instruments, sont décrites le « recueil de consignes cartographique » du SIA (extraits datés du 23 juin 2008 de cette publication) :

Si plusieurs procédures d'approche classique avec FAF sont représentées sur la même carte, les blocs grisés représentent les altitudes/hauteurs de franchissement d'obstacles les plus pénalisantes pour chaque segment. Si nécessaire, dupliquer les cartes pour représenter chacune des procédures avec ses altitudes/hauteurs de franchissement d'obstacles associées.

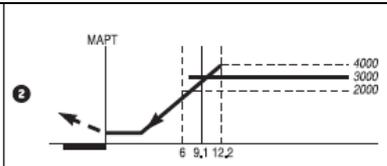
Ce paragraphe mentionne la possibilité de publier plusieurs procédures d'approche classique sur la même carte.

L'illustration suivante propose une représentation d'une approche avec un FAF « principal » et un FAF « sur clairance »

Ce même document propose un peu plus loin la possibilité graphique suivante:



En cas d'approches intermédiaires multiples pour une même procédure, l'approche nominale est en trait plein, les autres sont en tireté. La position des différents FAF est rappelée en dessous.



II – Textes OACI

L'Annexe 4 de l'OACI « Cartes aéronautiques » (11ème édition, Juillet 2009) comporte les informations suivantes :

- l'identification d'une procédure d'approche doit être établie conformément au document PANS-OPS, Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 4, Chapitre 9 qui dit :

This paragraph describes the general aspects of instrument procedure naming. Specific aspects are covered in the appropriate chapters. A standardized naming convention is required to avoid ambiguity between charts, electronic cockpit displays and ATC clearances. This convention affects the following charting aspects:

9.5.2.3 *Multiple procedures.* A single approach chart may portray more than one approach procedure when the procedures for the intermediate, approach, final approach and missed approach segments are identical. If more than one approach procedure is depicted on the same chart, the title shall contain the names of all the types of navigation aids used for final approach lateral guidance, separated by the word "or". There shall be no more than three types of approach procedure on one chart. For example:

ILS or NDB Rwy 35L

9.5.2.3 *Multiple procedures.* A single approach chart may portray more than one approach procedure when the procedures for the intermediate, approach, final approach and missed approach segments are identical. If more than one approach procedure is depicted on the same chart, the title shall contain the names of all the types of navigation aids used for final approach lateral guidance, separated by the word "or". There shall be no more than three types of approach procedure on one chart. For example:

ILS or NDB Rwy 35L

- le paragraphe 2.4 précise que les symboles à utiliser sont listés dans l'appendice 2. Ce paragraphe prévoit la possibilité d'ajouter des informations graphiques :

2.4 Symbols

2.4.1 Symbols used shall conform to those shown in Appendix 2 — ICAO Chart Symbols, except that where it is desired to show on an aeronautical chart special features or items of importance to civil aviation for which no ICAO symbol is at present provided, any appropriate symbol may be chosen for this purpose, provided that it does not cause confusion with any existing ICAO chart symbol or impair the legibility of the chart.

- le paragraphe 11.10.6.3 de l'Annexe 4 qui précise ce qui suit pour la vue en profil (voir en particulier les alinéas b et d) d'une carte d'approche aux instruments:

11.10.6.3 A profile shall be provided normally below the plan view showing the following data:

- a) the aerodrome by a solid block at aerodrome elevation;
- b) the profile of the approach procedure segments by an arrowed continuous line indicating the direction of flight;
- c) the profile of the missed approach procedure segment by an arrowed broken line and a description of the procedure;
- d) the profile of any additional procedure segment, other than those specified in b) and c), by an arrowed dotted line;

L'appendice 2 de l'Annexe 4 qui contient les symboles graphiques à utiliser ne donne pas d'exemple d'encart, tels qu'utilisés dans la documentation française pour définir un FAF « sur instruction ATC », ni d'exemple d'approches intermédiaires complémentaires en flèches pointillées.

BEA

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

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