

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

Approche non stabilisée, alarmes GPWS, remise de gaz

Aéronef	Airbus A319 immatriculé F-GRHU
Date et heure	24 mars 2012 vers 8 h 45 ⁽¹⁾
Exploitant	Air France
Lieu	En approche vers AD Tunis Carthage (Tunisie)
Nature du vol :	Transport public régulier de passagers
Equipe de conduite :	Commandant de bord (PF) Copilote (PNF)
Conséquences et dommages	Aucun

DÉROULEMENT DU VOL

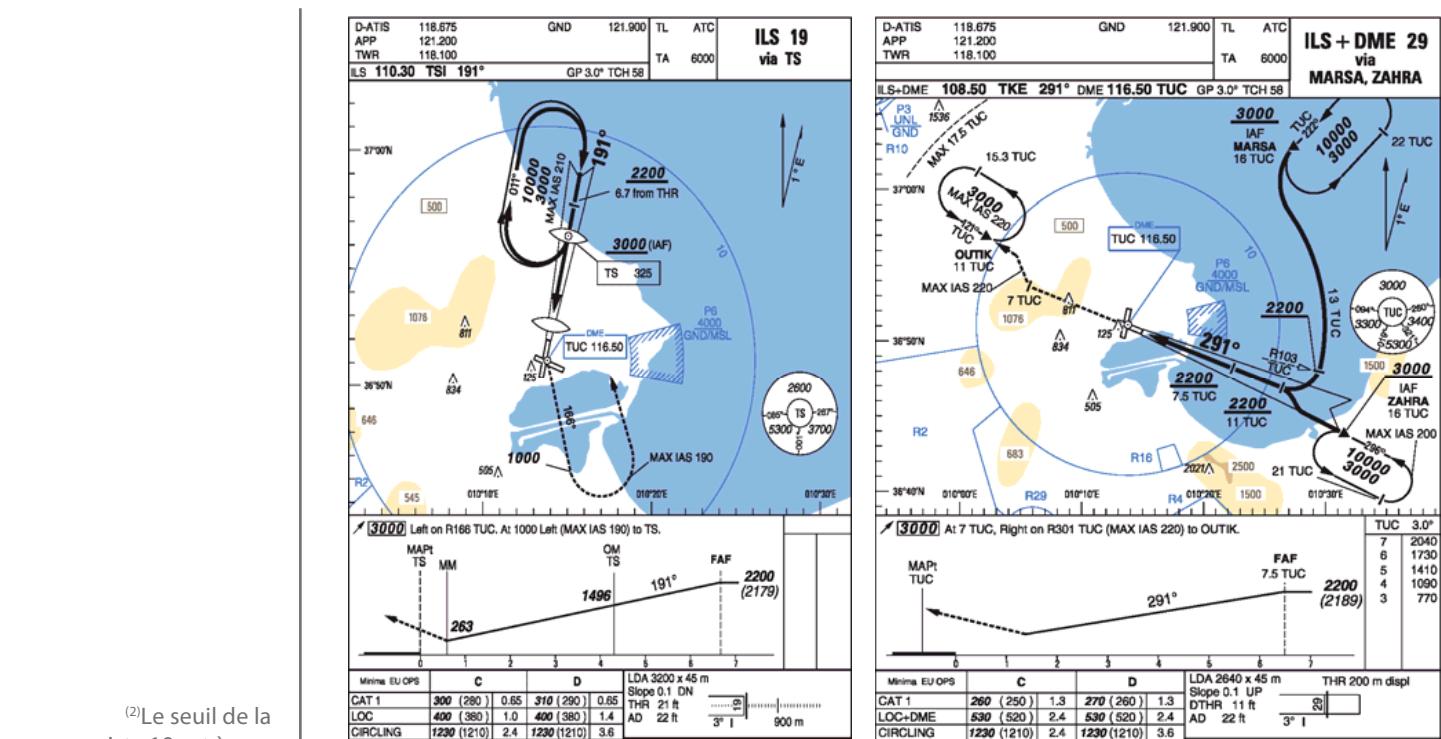
Note : les éléments suivants sont issus de données enregistrées dans l'enregistreur de maintenance (QAR), de témoignages et des communications ATC. L'enregistrement phonique de l'événement (CVR) n'est pas disponible.

L'équipage effectue le vol AF2184 entre Paris Charles de Gaulle (95) et Tunis Carthage. Le briefing est réalisé à 5 h 00, le décollage a lieu à 6 h 53 min. Le commandant de bord est pilote en fonction (PF).

En croisière au FL350, le PF prépare une arrivée pour la piste 29, conformément aux indications de l'ATIS. A la mise en descente, en mode *Vertical Speed* (V/S), il adopte une vitesse verticale faible (- 1 000 ft/min) car à cet instant, l'avion se situe en dessous du plan. L'équipage contacte le centre de contrôle en route de Tunis qui leur confirme que la piste 29 est en service. Six minutes après, l'avion passe au-dessus du plan de descente théorique de 3° pour la piste 29.

Une minute plus tard, lors du contact radio avec l'approche de Tunis, le contrôleur leur annonce que la piste 19 est à présent en service et leur demande de prévoir une approche directe. Le PF effectue le briefing pour la piste 19, à la fin duquel il s'aperçoit que le pilote automatique (AP) est toujours en mode V/S à - 1 000 ft/min.

Le changement de piste en service raccourcit la trajectoire d'environ 20 NM par rapport à l'approche ILS DME 29. L'écart au-dessus d'un plan théorique de 3° passe de 1 800 ft à environ 8 100 ft.



(2) Le seuil de la piste 19 est à une altitude de 21 ft.

(3) Le mode OP DES maintient la vitesse en pilotant l'assiette longitudinale de l'avion.

(4) Ceci n'est pas nécessaire sur Airbus A319 pour obtenir le déploiement maximal en vol.

(5) Le manuel d'exploitation Air France indique qu'en cas d'interception du plan de descente par le haut, le mode vertical V/S doit être engagé et qu'une altitude supérieure à l'altitude courante doit être affichée au pupitre (FCU).

(6) La procédure mentionne que la vitesse verticale de - 2 500 ft/min ne doit pas être dépassée lors de la capture du plan de descente par le haut.

(7) Dans les conditions du jour, la V_{app} en configuration volets 3 est de l'ordre de 132 kt.

Le PF engage alors le mode OPEN DES, sélectionne une vitesse de 300 kt et sort les aérofreins. L'avion est au FL120, à 33 NM du seuil 19⁽²⁾, soit environ 10 000 ft au-dessus du plan de 3°, à une vitesse de 276 kt. L'équipage est autorisé à l'approche ILS 19. La vitesse verticale atteint - 5 000 ft/min.

Approchant le FL120, à 20 NM du seuil de piste, l'équipage réduit la vitesse en sélectionnant 240 kt, ce qui a pour conséquence de diminuer la pente de la descente⁽³⁾.

Au passage du FL100, à 13,5 NM du seuil, le PF déconnecte le pilote automatique, pensant obtenir un plus grand déploiement des aérofreins⁽⁴⁾. La sortie du train d'atterrissement est commandée. L'équipage a la piste en vue.

Il s'établit sur le LOC à 6 000 ft QNH environ, à 8 NM du seuil et à environ 250 kt. L'avion est à environ 3 400 ft au-dessus du plan. L'équipage applique la procédure de rattrapage du plan par le haut et sélectionne l'altitude de 16 000 ft⁽⁵⁾. Cette action provoque un changement de mode vertical des directeurs de vol (FD : OPEN DES vers V/S) qui, dès lors, indiquent une trajectoire basée sur la vitesse verticale réelle au moment de la réversion de mode⁽⁶⁾ (- 4 400 ft). Le PNF explique qu'il est focalisé sur le plancher de stabilisation de 500 ft, défini par l'exploitant pour une approche en VMC. Le mode vertical *Glide Slope** (G/S*) des FD s'engage cinq secondes après. L'avion est alors à 3 550 ft, soit 1 700 ft au-dessus du plan de descente.

Le PNF annonce au contrôleur qu'ils sont établis sur l'ILS 19. L'altitude est de 2 640 ft (soit environ 1 000 ft au-dessus du plan), la distance au seuil est d'environ 5 NM. Les volets ne sont pas sortis, le train d'atterrissement et les aérofreins sont déployés. La vitesse est de 240 kt⁽⁷⁾ et la vitesse verticale de - 4 400 ft/min. Les manettes de poussée sont ramenées en position *idle*, ce qui déconnecte l'auto-poussée (A/THR). Le contrôleur les autorise à l'atterrissement. Huit secondes plus tard, le PNF annonce sur la fréquence qu'ils sont « un peu au-dessus du plan » et demande un 360° par la droite. Le contrôleur fait répéter cette demande.

⁽⁸⁾Les alarmes GPWS ont été recalculées à partir des données du QAR.

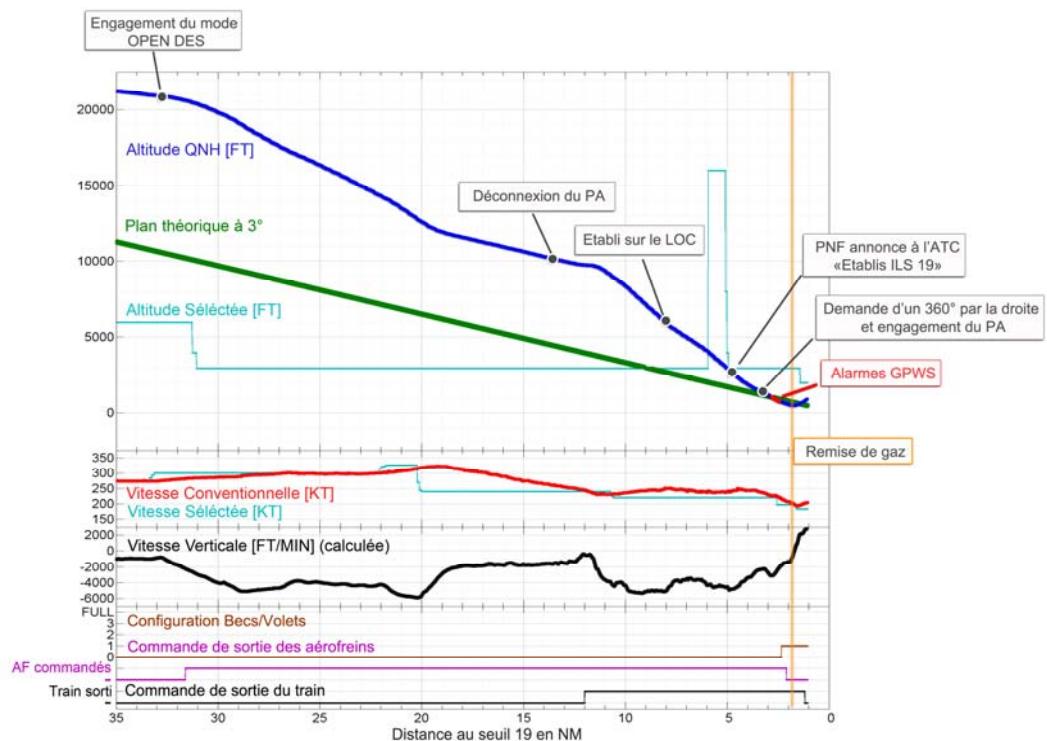
⁽⁹⁾En configuration lisse, le mode de remise de gaz ne s'engage pas.

Pendant ces échanges radio, le PF réengage l'A/THR et le pilote automatique pour que ce dernier capture le plan. Une alarme GPWS⁽⁸⁾ « sink rate » se déclenche. Le mode G/S s'engage mais l'avion traverse le plan car la vitesse verticale est trop grande. L'avion est à une hauteur radiosonde de 836 ft, à une vitesse de 220 kt, à 2,8 NM du seuil de piste et descend à - 2 500 ft/min. L'alarme GPWS « pull up » se déclenche, suivie de l'alarme « too low terrain ».

Le contrôleur les autorise à effectuer un 360° par la gauche. L'équipage sort les volets en position 1 pour la remise de gaz⁽⁹⁾. Le PNF collationne le 360° par la gauche.

Le PF rentre les aérofreins, désengage le pilote automatique et exerce une action à cabrer. L'avion est alors à 428 ft de hauteur radiosonde. Deux secondes plus tard, la hauteur minimale de 398 ft est enregistrée. Le contrôleur répète l'autorisation d'un 360° par la gauche.

Les manettes de poussée sont avancées dans le cran TO/GA treize secondes après la sélection des volets 1. L'équipage réalise un circuit main gauche à une altitude de 2 000 ft puis une approche à vue pour la piste 19 avec l'ILS en support. Ils atterrissent sans autre problème.



RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Renseignements sur les personnels

Commandant de bord :

Le commandant de bord (CDB) a été copilote pendant onze ans, sur moyen et long courrier, puis CDB sur A320 depuis 2008. Il totalise environ 8 900 heures de vol dont environ 2 600 heures sur la famille A320 et 1 700 heures dans la fonction de CDB. Il réalise 80 % de ses vols au départ de l'aéroport de Paris Orly, sur un nombre limité de destinations en France métropolitaine.

Copilote :

Le copilote a été cinq ans copilote puis quatre ans commandant de bord dans une autre compagnie, sur d'autres types d'avions, avant d'arriver chez Air France. Il totalise environ 1 700 heures de vol chez Air France sur la famille A320.

Stratégie du PF durant l'approche

Le PF explique qu'il a eu conscience très tôt d'être au-dessus du plan de descente et que l'approche était compromise. Il s'est alors fixé deux butées : le FL100 pour diminuer la vitesse à 250 kt puis l'objectif de stabilisation à 500 ft. Il n'a pas fait part au PNF de son projet d'action. Arrivé au FL100, il avait déjà la piste en vue. Les conditions météorologiques étant excellentes, il a décidé d'essayer de rattraper le plan. Il s'est alors donné une nouvelle butée : arriver à 2 000 ft en configuration 2, train sorti et à 180 kt. Il n'en a pas fait part au PNF.

Le PNF explique qu'au passage du FL100, lorsqu'il a eu conscience que l'approche était compromise, il s'est focalisé sur l'altimètre afin d'annoncer la remise de gaz à 500 ft.

Surcharge de travail

Passé le FL100, la tentative de rattrapage du plan à vitesse élevée a entraîné une charge de travail importante pour le PF. Ce dernier explique qu'il s'est focalisé sur cet objectif et n'a pas eu conscience que la stabilisation n'était plus possible.

A 2 000 ft, n'ayant pas atteint la configuration souhaitée, il a décidé de réaliser un « circuit ». Il explique qu'il n'a pas envisagé la trajectoire publiée de remise de gaz car il cherchait à se présenter à nouveau rapidement en finale. Il ajoute qu'il n'est pas parvenu à expliquer clairement son idée au PNF, qui a alors demandé un 360° au contrôleur. Le PF a ensuite ordonné la remise de gaz.

Il indique que la décision de ne pas suivre la trajectoire publiée d'approche interrompue a contribué à augmenter leur charge de travail.

Le PNF explique qu'en raison de la surcharge de travail liée à cette situation inhabituelle et de sa focalisation sur la butée des 500 ft, il n'a pas pensé à suggérer d'interrompre l'approche avant celle-ci. Il n'a pas eu non plus la disponibilité d'esprit pour proposer une remise de gaz standard plutôt qu'un 360°. Il estime que la réalisation de la trajectoire publiée de remise des gaz aurait été plus confortable. Par ailleurs, elle n'aurait pas provoqué d'incompréhension avec le contrôleur.

Cockpit stérile et CRM

Le commandant de bord explique que les départs matinaux de Paris Charles de Gaulle impliquent un réveil particulièrement tôt. Il ajoute avoir été préoccupé durant le vol par des soucis personnels, une réunion concernant l'avenir de la compagnie et des difficultés lors de l'embarquement d'un passager reconduit à la frontière.

Il précise que lors de la croisière, des discussions avec le copilote ainsi qu'une visite tardive de poste, juste avant la descente, ont perturbé la planification correcte de celle-ci. Il ajoute que lors de la descente il était absorbé par sa charge de travail, n'a pas fait part au copilote de son projet d'action et n'a pas écouté les remarques de ce dernier.

Le copilote explique qu'une discussion avec le commandant de bord les a occupés tout au long de la croisière. La visite de poste était un peu tardive. Ils ont commencé la descente avant d'avoir fait le briefing. Lors de la descente, le copilote a constaté qu'ils étaient au-dessus du plan et l'a annoncé par deux fois au commandant de bord : la première au début de la descente puis au passage du FL100. Ayant été lui-même commandant de bord, il n'a pas insisté car il ne voulait pas empiéter sur les décisions de son collègue. Il n'a alors plus fait part des indications des instruments (VDEV importante, variomètre ambre notamment).

Après l'événement, il estime avoir confondu sympathie et CRM, ce qui l'a empêché de jouer pleinement son rôle de PNF

Réglementation et documents sur le principe du cockpit stérile

⁽¹⁰⁾FAR 121.542 - Flight Crew Member Duties et FAR 135.100.

En 1981, la FAA a mis en place un règlement⁽¹⁰⁾ interdisant aux équipages toute activité autre que celles liées à la conduite du vol en toute sécurité lors des phases critiques. Les phases critiques de vol sont définies comme les phases de vol sous 10 000 ft ainsi que l'ensemble des phases au sol. Des exemples d'activités à proscrire sont donnés : conversations non essentielles entre PNT, ou entre PNT et PNC, repas, lecture de publications non liées à la conduite du vol.

En Europe, la Part-ORO rend obligatoire l'établissement de procédures d'exploitation en relation avec le principe du cockpit stérile pour les phases critiques du vol. Ces phases critiques, pour les avions, sont définies comme étant l'accélération au décollage, la trajectoire d'envol, l'approche finale, l'approche interrompue, l'atterrissement incluant le roulement, ainsi que toutes les phases de vol déterminées par le PF ou le CDB.

Dans son manuel d'exploitation, Air France décrit le principe du cockpit stérile comme l'ensemble des comportements permettant de protéger les PNT des erreurs liées aux interruptions de tâches et de distractions. Il y est décrit que ce principe doit être respecté au sol et en vol, sous la hauteur de 10 000 ft. Dans sa publication « Sûrvol⁽¹¹⁾ » d'avril 2012, le thème de cockpit stérile a été développé par Air France. Parmi les perturbations possibles du cockpit, les soucis d'ordre personnel ont été identifiés.

⁽¹¹⁾Publication interne relative à la sécurité des vols.

Procédures

Procédures en cas d'alarmes GPWS

Le commandant de bord indique avoir uniquement entendu l'alarme GPWS « *sink rate* ». Le copilote explique que, focalisé sur la butée des 500 ft, il n'a jamais entendu les alarmes GPWS⁽¹²⁾.

⁽¹²⁾Il est reconnu qu'en situation de tunnellation, l'ouïe est le premier sens pouvant être perdu.

Le manuel d'exploitation d'Air France précise que toute alarme GPWS et EGPWS nécessite une réaction immédiate des pilotes. Il décrit qu'en cas d'alarme « *pull up* » en VMC de jour, de type « *too low...* » et « *sink rate* », une correction de trajectoire pour annuler l'alarme doit être entreprise tout en respectant les critères de stabilisation.

Gestion de la descente

La documentation opérationnelle d'Air France décrit les procédures descente mais ne précise pas de critère d'interruption de l'approche ILS avant le plancher de stabilisation.

(13)Publication disponible sur le site d'Airbus.

Dans son Flight Operation Briefing Note⁽¹³⁾ (FOBN), Airbus décrit une règle générale permettant de s'assurer que le profil de descente suivi est adéquat :

- hauteur de 9 000 ft par rapport à l'aérodrome, à 30 NM du point de toucher ;
- hauteur de 3 000 ft par rapport à l'aérodrome, à 15 NM du point de toucher (tenant en compte la décélération et la sortie des becs et volets).

Le FOBN propose également des solutions permettant de rattraper le plan de descente par le haut. La procédure prévoit notamment de prévenir le service du contrôle dès que l'équipage réalise que le plan de descente ne sera pas rejoint et, en dernier recours, d'effectuer un 360° en descente.

Le FOBN indique les possibilités de décélération suivantes sur un plan de descente à 3° :

- décélération normalement impossible en lisse ;
- 10 kt par NM avec les volets 1 ;
- 10 à 20 kt par NM avec les volets en position atterrissage et le train sorti.

ENSEIGNEMENTS

Cockpit stérile

Les différentes références existantes convergent vers :

- une définition de cockpit non stérile comme l'ensemble des perturbations extérieures à l'équipage ou des discussions entre membres d'équipage de conduite non directement liées à la conduite du vol ;
- le FL100 comme limite sous laquelle le cockpit stérile doit être respecté.

Cet incident rappelle que des préoccupations personnelles peuvent nuire à la disponibilité des équipages, donc à la bonne conduite du vol. De même, un cockpit non stérile au-dessus du FL100 peut conduire à des erreurs dans la gestion du début de la descente et perturber la suite de la descente ainsi que l'approche.

Critères de décision d'interruption de l'approche avant le plancher de stabilisation

Une interruption de l'approche est souvent associée à une manœuvre à faible hauteur. Or, cet incident indique qu'une approche peut être compromise à une altitude élevée. Dans le cas présent, la décision de l'équipage d'entreprendre une approche directe après le changement de piste en service n'était pas compatible avec la hauteur à perdre. Elle a induit une forte charge de travail et conduit à la réalisation d'une approche non stabilisée.

Une charge de travail trop élevée dans ce type de situation peut occulter :

- la nécessité de modifier la stratégie d'approche, même si les instruments affichent des déviations importantes par rapport à la trajectoire optimale ;
- le danger de prendre en compte comme seul objectif le plancher de stabilisation à 500 ft ;
- le danger de poursuivre l'approche alors que l'avion n'est pas configuré et que les vitesses horizontales et verticales restent élevées ;
- la perception d'alarmes sonores.

Au moment de l'événement, la documentation fournie aux équipages ne contenait pas d'indication permettant d'établir si une approche était réalisable en amont du plancher de stabilisation et proposant une procédure associée.

Action du PF et participation du PNF

Le PF s'est focalisé sur son objectif de stabilisation à 500 ft, ce qui l'a empêché de partager sa stratégie d'approche avec le PNF.

Le PNF a rapidement détecté les écarts par rapport au plan de descente, en a fait part à plusieurs reprises au PF puis a renoncé à lui proposer une alternative. Son respect de la fonction du CDB a pris l'ascendant sur son rôle de surveillance et de support.

CONCLUSION

L'approche non stabilisée est due à :

- une décision de l'équipage d'entreprendre et de poursuivre une approche nécessitant un rattrapage du plan de descente par le haut dans des conditions ne présentant pas toutes les garanties de réussite ;
- une communication lacunaire au sein de l'équipage qui, à l'issue d'un changement de piste, n'a pas permis :
 - de définir et d'appliquer une stratégie permettant d'adapter la trajectoire de manière appropriée ;
 - de partager suffisamment tôt des critères de décision d'interruption de descente.

La documentation d'Air France ne définit pas de limites opérationnelles au rattrapage du plan de descente par le haut. Ces limites permettraient à l'équipage de disposer de critères utiles à la décision de poursuivre ou non l'approche.

C'est pourquoi, dans son rapport sur l'incident grave survenu en approche le 13 mars 2012 à l'Airbus A340 immatriculé F-GLZU⁽¹⁴⁾, le BEA a recommandé que :

- I'AESA veille à ce que les autorités nationales s'assurent que leurs exploitants définissent dans leur documentation des limites opérationnelles explicites fournissant aux pilotes une aide à la décision avant d'effectuer un rattrapage du plan de descente par le haut. [Recommandation FRAN-2013-005]**

⁽¹⁴⁾Voir :
<http://www.bea.aero/docspa/2012/f-zu120313/pdf/f-zu120313.pdf>