

Approche au-dessus du plan de descente, interception d'un signal ILS secondaire, augmentation de l'assiette commandée par le pilote automatique

Aéronef	Airbus A340-300 immatriculé F-GLZU
Date et heure	13 mars 2012 vers 4 h 50 ⁽¹⁾
Exploitant	Air France
Lieu	En approche vers l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle (95)
Nature du vol	Transport public régulier international de passagers
Equipage (de conduite)	Commandant de bord (PF) Copilote (PNF)
Conséquences et dommage	Aucun

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

DÉROULEMENT DU VOL

Note : le déroulement du vol a été établi à partir des données de vol du DAR, des enregistrements des données radars et phoniques des services de la navigation aérienne ainsi que des témoignages de l'équipage et des contrôleurs. L'enregistreur phonique de l'avion (CVR) ne contenait plus le vol de l'événement lorsque celui-ci a été notifié au BEA.

L'équipage décolle de l'aérodrome de Bamako (Mali) le 12 mars 2012 à 23 h 59 à destination de l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle (CDG). A leur arrivée, l'ATIS indique que la procédure de faible visibilité (LVP) est en vigueur. L'équipage se prépare à une approche de précision CAT III.

L'avion est stable au FL90 à environ 30 NM du seuil de piste 08R. Le pilote automatique (AP) 1 est engagé en mode HDG et ALT. L'ATHR est engagée en mode SPEED. La vitesse est stable à 250 kt conformément à la demande du contrôleur. L'équipage est en contact avec l'approche de CDG. Il est autorisé à intercepter le localizer 08R.

A 4 h 40 min 20, le contrôleur autorise l'équipage à descendre au FL80 et cinq secondes plus tard l'avion, stable au FL90, passe au-dessus du plan de descente de 3°. L'équipage est ensuite autorisé à descendre au FL60. Il sélectionne une altitude de 6 000 ft au FCU et l'AP passe en mode OP DES. L'AP capture le signal localizer 08R (LOC*) puis le mode LOC s'engage. Lorsque l'avion passe 7 220 ft, et qu'il est à 17,5 NM du seuil, soit environ 1 275 ft au-dessus du plan, le contrôleur demande le maintien d'une vitesse supérieure à 200 kt. La vitesse de l'avion est d'environ 250 kt. L'équipage collationne et demande s'il peut poursuivre la descente. Le contrôleur s'excuse de son oubli puis autorise l'équipage à descendre vers 3 000 ft pour intercepter l'ILS 08R.

L'équipage sélectionne 220 kt et 3 000 ft. Le mode OP DES reste actif. La vitesse et le taux de descente de l'avion diminuent⁽²⁾ ce qui a pour conséquence d'augmenter l'écart par rapport au plan de descente. L'équipage sort les aérofreins. Lorsque la vitesse de l'avion atteint la vitesse cible de 220 kt, le taux de descente augmente à nouveau jusqu'à une valeur de - 1 840 ft/min⁽³⁾.

⁽²⁾En mode OP DES, la diminution de la vitesse est prioritaire sur l'acquisition de l'altitude.

⁽³⁾A cet instant, il y a un vent de face de 10 kt. Le taux de descente pour un plan de descente de 3° à la vitesse de l'avion est d'environ 1 100 ft/min.

A 10 NM du seuil de piste et à une altitude de 5 500 ft, le contrôleur d'approche demande à l'équipage de maintenir une vitesse supérieure à 160 kt et de contacter la tour. Il n'informe pas le contrôleur de la tour que l'avion est au-dessus du plan. L'équipage sélectionne une vitesse de 210 kt puis 183 kt et la configuration becs/volets 1. Une nouvelle fois, le taux de descente diminue et l'avion s'écarte du plan de descente à 3°.

L'équipage contacte la tour et indique qu'il est à 9 NM. L'avion est à une altitude de 4 950 ft (soit 1 750 ft au-dessus du plan). Le contrôleur autorise initialement l'équipage à poursuivre l'approche. Ce dernier collationne « *Autorisé atterrissage 08 droite...* ». Le contrôleur indique qu'il vérifie alors que les servitudes CAT III sont dégagées puis confirme l'autorisation d'atterrir.

L'équipage sélectionne la configuration becs/volets 2 et rentre les aérofreins. Environ une minute plus tard, il sort à nouveau les aérofreins, arme le mode G/S par appui sur le bouton APPR et engage l'AP 2. La déviation du glide affichée sur le PFD indique à l'équipage qu'il se rapproche d'un plan de descente par le dessus. L'avion est à 4 NM du seuil de piste, à environ 3 700 ft (soit 2 100 ft au-dessus du plan de descente à 3°) et se situe dans un lobe secondaire du signal ILS.

Environ 30 secondes plus tard, l'équipage sort le train d'atterrissage. Le mode de capture du plan de descente (G/S*) s'active lorsque l'avion est à 2 NM du seuil de piste et à 2 850 ft (soit environ 1 600 ft au-dessus du plan de descente à 3°). L'ATHR passe en mode SPEED. L'assiette augmente de 1° à 26° en 12 secondes. Le PNF indique qu'il a annoncé l'écart d'assiette à l'apparition des chevrons⁽⁴⁾. Lors de la prise d'assiette, la vitesse passe de 163 kt à 130 kt, la vitesse verticale passe de - 1 600 ft/min à + 3 300 ft/min. Lorsque l'assiette atteint 26°, l'équipage déconnecte les deux AP et le PF applique une action à piquer proche de la butée mécanique. L'assiette et la vitesse verticale diminuent. L'équipage rentre les aérofreins. Les manettes de poussée sont positionnées sur le cran IDLE. La vitesse est de 143 kt et l'ATHR se désengage. Environ 30 secondes plus tard, l'AP 1 est engagé, les manettes sont repositionnées sur le cran CL et l'ATHR est activée. Le PF explique qu'il engage l'AP 1 pour effectuer une remise des gaz en automatique⁽⁵⁾. Les modes LOC et G/S sont actifs et l'ATHR est en mode SPEED. La vitesse est de 147 kt. L'avion est à la verticale du seuil de piste à une altitude d'environ 2 700 ft. L'assiette diminue alors de 2° à - 5° et l'avion descend.

Le PF précise qu'il se rend compte que les modes affichés au FMA ne sont pas adaptés. Il désengage alors l'AP 8 secondes après l'avoir activé puis affiche une assiette d'environ 6° et positionne les manettes de poussée dans le cran TOGA à une altitude d'environ 2 000 ft.

L'équipage effectue une seconde approche et atterrit sans autre difficulté.

⁽⁴⁾L'assiette de 30° est représentée par des chevrons sur le PFD pour indiquer à l'équipage de diminuer l'assiette lorsque l'assiette de l'avion est proche de cette valeur.

⁽⁵⁾La procédure de remise de gaz prévoit d'afficher une assiette de 12,5° et de positionner les manettes sur le cran TOGA.

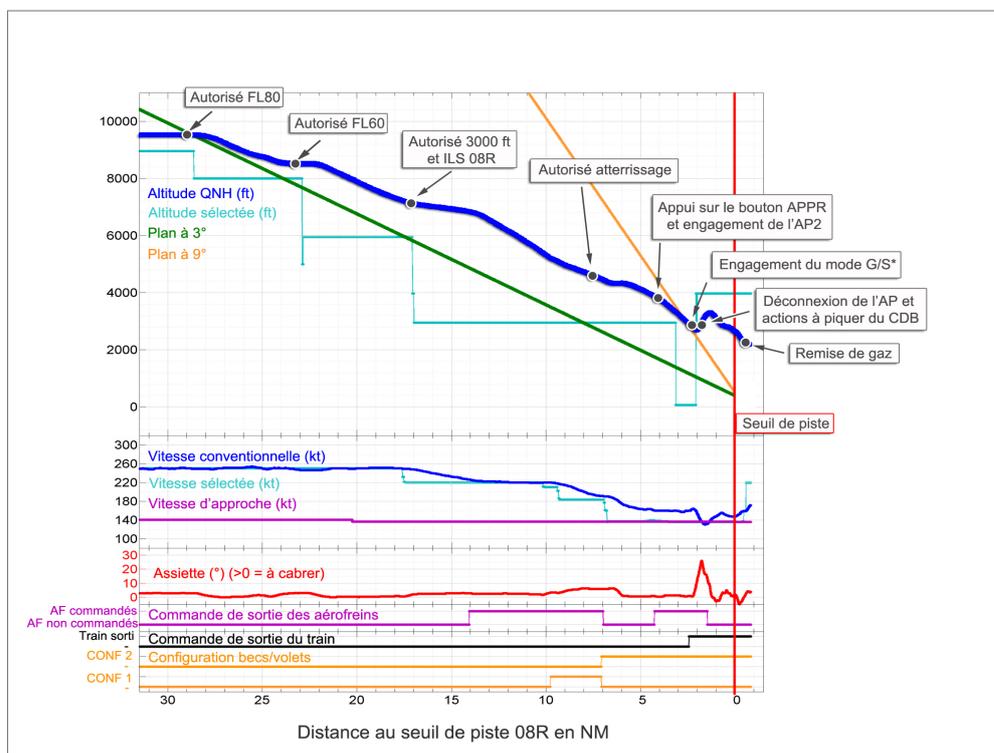


Figure 1 : trajectoire du F-GLZU dans le plan vertical

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Témoignage de l'équipage

L'équipage savait qu'il était au-dessus du plan de descente de l'ILS. Il explique qu'il a tenté de rattraper le plan lorsque le contrôleur l'a autorisé à intercepter l'ILS.

L'autorisation du contrôleur l'a conforté dans l'idée qu'il était dans une situation lui permettant de satisfaire cette demande.

L'équipage précise qu'il était fatigué lors de l'approche, et qu'il n'avait pas réellement conscience de sa distance par rapport au seuil de piste. Il avait prévu de poursuivre l'approche jusqu'à l'altitude de stabilisation (hauteur de 1 000 ft).

Témoignage du contrôleur d'approche

Le contrôleur indique qu'en raison d'un avion en approche parallèle sur la piste 09L, il n'a pas pu permettre au F-GLZU de descendre à sa convenance. Il a oublié de demander à l'équipage du F-GLZU de poursuivre la descente lorsque la séparation est devenue suffisante. Il s'est rendu compte de cet oubli et que l'avion était au-dessus du plan lorsque l'équipage l'a sollicité. Il l'a autorisé à intercepter l'ILS et à descendre à 3 000 ft pour lui permettre de rattraper le plan⁽⁶⁾. La séparation entre les deux aéronefs en approche étant assurée, il n'a plus tenu compte des repères mis à sa disposition pour assurer une interception conforme de l'ILS. Il précise que, sans objection de l'équipage, il a pensé que l'approche était réalisable. Après cette dernière clearance, il s'est concentré sur la gestion d'autres avions et il n'a pas vérifié que son action avait eu l'effet escompté. Il a transféré l'équipage au contrôleur suivant sans lui indiquer que l'avion était au-dessus du plan.

⁽⁶⁾La procédure d'approche publiée prévoit qu'en cas de clearance à 3 000 ft, le FAP se situe à 8,2 NM (voir extrait de carte ci-après).

Procédure de rattrapage du plan de descente par le dessus

Air France a défini une procédure de rattrapage du plan de descente d'un ILS par le dessus sous AP pour un Airbus A340 :

► Si capture G/S par le dessus :

Si l'avion est au-dessus du G/S, sa capture ne s'effectuera pas automatiquement.

L'équipage doit capturer le G/S en mode V/S.

Quand LOC* ou LOC est engagé et que G/S est armé :

V/S..... SELECTE / ENGAGE

Ne pas dépasser - 2500 ft/mn.

ALTITUDE.....SELECTEE

Sélectionner au FCU une altitude > à l'altitude avion.

NOTE

Si l'on atteint VFE, l'AP/FD maintient VFE en réduisant la V/S sans réversion de mode.

A l'engagement du mode G/S vert

ALTITUDE DE REMISE DE GAZ..... SELECTEE

Sélectionner au FCU l'altitude de remise de gaz.

Les pilotes d'Air France sont formés à cette procédure mais privilégient généralement le rattrapage du plan de descente par le dessus en manuel.

Procédure d'approche ILS CATIII RWY 08R

La carte AIP d'approche ILS CATIII RWY 08R du 8 mars 2012 définit la position du FAP selon l'altitude de clairance donnée par le contrôleur de la manière suivante :

- à 5 000 ft, le FAP est à environ 14 NM du seuil de piste ;
- à 4 000 ft, le FAP est à environ 11 NM du seuil de piste ;
- à 3 000 ft, le FAP est à environ 8 NM du seuil de piste ;
- à 2 000 ft, le FAP est à environ 5 NM du seuil de piste.

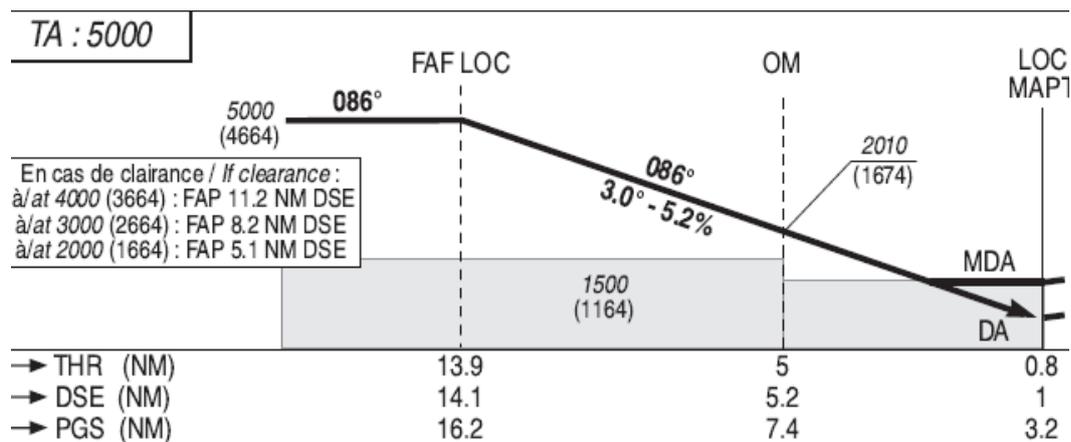


Figure 2 : extrait de la carte d'approche AIP

Les approches stabilisées

Lors d'un symposium relatif aux approches stabilisées en 2006, la DGAC a édité un guide à l'attention des professionnels de l'aéronautique : « approches stabilisées, guide des bonnes pratiques pour les pilotes et les contrôleurs »

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDEBPDBLEFR.pdf>

Le guide contient notamment les éléments suivants :

Guidage radar

PILOTES

Sous guidage radar, à tout moment, ayez la conscience de votre position dans le plan horizontal et vertical par rapport à une approche stabilisée.

Refusez les clairances qui vous amènent trop haut et/ou trop vite : raccourcissement de vent arrière, interception du glide par le haut...

CONTRÔLEURS

Veillez à terminer un guidage radar sur une procédure d'approche publiée à la bonne altitude avant le point de descente finale (FAF/FAP).

Prenez en compte le vent arrière surtout en finale pour vos guidages radar car c'est un facteur avéré de non stabilisation des approches.

La Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA) a établi un plan d'action à l'issue de ce symposium. Désormais les contrôleurs sont sensibilisés, durant leur cursus de formation, aux notions d'approches stabilisées. Des aides à disposition sur leur écran radar sont décrites dans le manuel d'exploitation :

« Pour les axes de CDG, il convient de :

- en cas d'approches simultanées :
 - faire intercepter au plus tard au chevron
- ... »

L'avion doit intercepter le signal LOC aux chevrons et à l'altitude du FAP indiquée sur le schéma ci-dessous (extrait du manuel d'exploitation) pour que l'interception soit conforme.

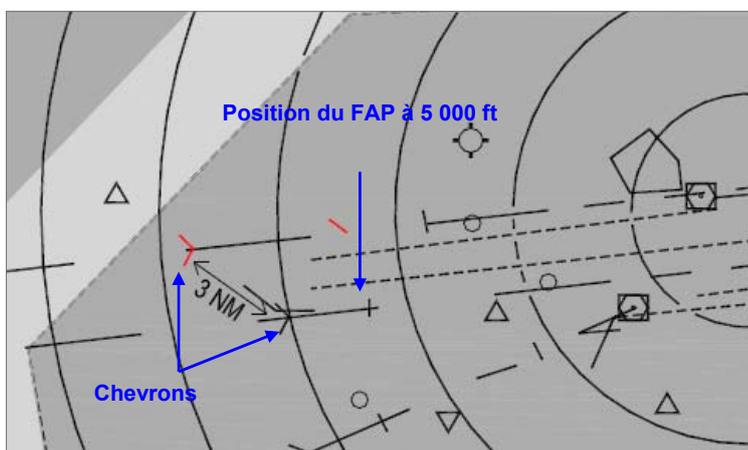


Figure 3 : repères visuels sur écran radar

Les repères visuels sont destinés à permettre un palier avant la descente finale (approche conforme) et à assurer la séparation des aéronefs en cas d'approches simultanées.

Ceux présents sur l'écran pour la piste 08R correspondent à la position du FAP à une altitude de 5 000 ft.

En LVP le contrôleur doit notamment respecter les contraintes supplémentaires suivantes :

- $V_i \leq 180$ kt à 15 NM du seuil ;
- $V_i \leq 160$ kt à l'interception du plan de descente.

Description du signal du plan de descente de l'ILS

Le principe simplifié du sens de déviation du signal du plan de descente est décrite par le schéma ci-dessous : le lobe principal à 3° constitue le plan de descente publié et un lobe secondaire s'ajoute autour de 9°. Dans ce lobe secondaire, les signes des déviations sont par conception inversés.

Les flèches du schéma ci-dessous indiquent comment le signal est analysé par l'AP :

- une flèche vers le haut signifie que l'AP interprète le signal comme étant en-dessous du plan ;
- une flèche vers le bas signifie que l'AP interprète le signal comme étant au-dessus du plan.

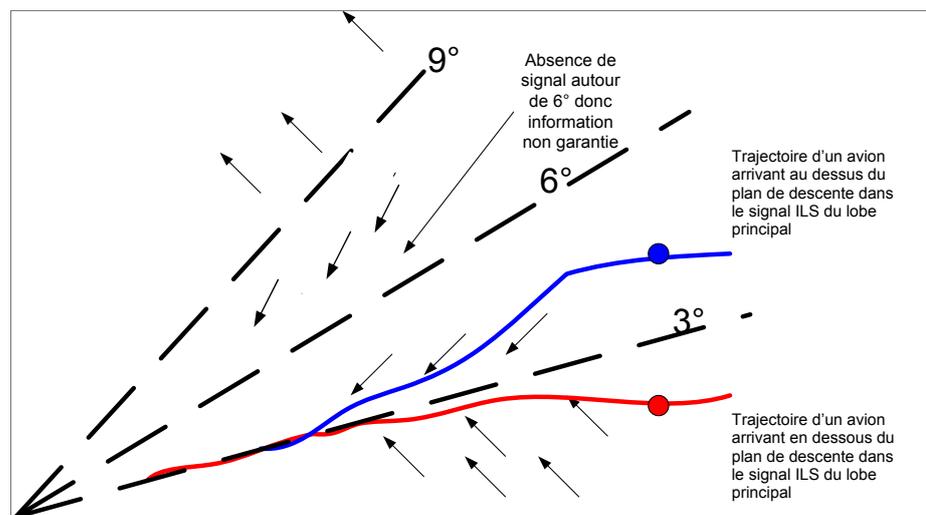


Figure 4 : sens de déviation du signal ILS

Les paramètres enregistrés par l'avion permettent d'établir que le plan du lobe secondaire de l'ILS 08R était proche de 10° le jour de l'incident.

Interception du signal du plan de descente

Lors de cet incident, sous pilote automatique, le mode G/S* s'est engagé sur un signal ILS d'un lobe secondaire définissant une pente de descente d'environ 10°. L'interprétation du signal de l'ILS par l'AP a conduit à une augmentation d'assiette. La prise d'assiette s'est poursuivie jusqu'à atteindre 26°. L'équipage a ensuite déconnecté l'AP et interrompu l'atterrissage.

Statistique d'approche au-dessus du plan à CDG

La DSNA ne dispose pas d'outil d'analyse systématique des données radar enregistrées permettant d'établir des statistiques sur les approches non conformes. Des développements sont actuellement en cours pour répondre à ce besoin.

ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

Surveillance de la trajectoire

En raison des contraintes de trafic, le contrôleur a guidé l'équipage au-dessus du plan de descente de l'ILS et lui a demandé de maintenir des vitesses importantes. A la suite d'un message de l'équipage, le contrôleur a réalisé qu'il avait oublié d'autoriser la poursuite de la descente. Alors que l'avion était environ 1 200 ft au-dessus du plan de descente et à 17 NM du seuil de piste, il a considéré que la séparation avec un autre avion en approche était suffisante. Il n'a plus pris en compte les repères visuels à sa disposition sur son écran radar et a autorisé l'équipage à intercepter l'ILS. Ce dernier n'a pas mentionné d'éventuelles difficultés à réaliser la manœuvre, ce qui a conforté le contrôleur dans sa stratégie.

Les contrôleurs de CDG guident les avions pour effectuer des interceptions conformes de l'ILS, permettant d'assurer des approches stabilisées aux équipages. Les contraintes de gestion de trafic peuvent amener des avions dans des situations inhabituelles et notamment au-dessus du plan de descente.

Sous guidage radar, les bonnes pratiques issues du symposium de la DGAC incitent :

- les équipages à surveiller la trajectoire de l'avion, à refuser toute demande du contrôle qui ne lui paraîtrait pas réalisable et à ne pas déléguer la surveillance de sa trajectoire ;
- les contrôleurs à guider l'avion pour intercepter l'ILS et à veiller à ce que la position et la vitesse de l'avion soient compatibles avec une approche publiée.

Lors de cet incident, le contrôleur a autorisé l'équipage à intercepter l'ILS en pensant que ce dernier signalerait toute difficulté à réaliser la manœuvre. L'équipage pensait que, en conditions LVP, le contrôleur allait le guider jusqu'à l'interception du plan de descente et qu'il ne l'autoriserait pas à l'intercepter si ce n'était pas réalisable. Ainsi chacun des opérateurs pensait que l'autre lui signalerait s'il y avait un problème lors de l'approche.

Rattrapage du plan de descente par le haut

L'équipage savait qu'il était au-dessus du plan mais n'a pas pris conscience de la faible distance de l'avion par rapport au seuil. Il pensait rattraper le plan alors que la trajectoire enregistrée montre que l'avion s'en est écarté. Cette situation est liée à une surveillance insuffisante de sa position, à l'utilisation de l'AP dans un mode inadapté et non conforme à la procédure de l'exploitant (mode OP DES). En effet cette procédure prévoit en particulier l'utilisation du mode V/S pour capturer le signal du plan de descente par le haut.

L'avion est entré dans le faisceau d'un lobe secondaire à 10°. L'indication du glide a conforté l'équipage dans l'idée qu'il se rapprochait du plan à 3° par le haut alors qu'en réalité il se rapprochait du plan à 10° par le bas. L'équipage a armé le mode G/S alors que l'avion se situait au-delà du FAP, à 2 100 ft au-dessus du plan et à 4 NM du seuil.

Capture du lobe secondaire par l'AP

L'activation, sous AP, du mode de capture du plan de descente à 10° correspondant à un lobe secondaire du signal ILS a amené l'avion à une prise d'assiette de 26°. Les systèmes de l'avion ne vérifient pas la cohérence du signal du glide avec les autres informations disponibles (distance DME, altitude).

Fatigue

L'événement est survenu à 4 h 50, à un moment où l'équipage et les contrôleurs pouvaient être sujets à un niveau de fatigue important. Les effets de la fatigue ont pu notamment entraîner une augmentation du nombre d'erreurs, d'omissions, du temps de réaction et une diminution de la coordination (travail en équipage) et des capacités décisionnelles.

Utilisation des repères visuels par les contrôleurs

Afin de favoriser une approche stabilisée, le contrôleur dispose sur l'écran radar de repères visuels. Ces repères sont placés à l'altitude d'interception du plan de descente préconisée sur la carte d'approche. Si le contrôleur donne une clairance d'interception à une altitude inférieure, il ne dispose plus de ces repères et ne peut plus estimer l'écart de l'avion dans le plan vertical par rapport à la trajectoire publiée.

Lors de cet incident, le contrôleur a oublié de demander à l'équipage de descendre. Lorsque qu'il s'en est aperçu, l'avion ne pouvait plus respecter la trajectoire publiée avec un FAP à une altitude de 5 000 ft. Le contrôleur ne pouvait ainsi plus utiliser les seuls repères disponibles sur son écran pour vérifier la trajectoire.

CONCLUSION

L'incident grave est dû :

- à la surveillance insuffisante de la trajectoire de l'avion par le contrôleur et par l'équipage lors de l'approche de précision CAT III sous guidage radar ;
- à la décision de l'équipage de poursuivre l'approche après le FAP alors que l'avion était au-dessus du plan.

Les facteurs suivants y ont contribué :

- l'absence de repères visuels sur l'écran radar des contrôleurs pour l'interception du plan de descente à des altitudes inférieures à 5 000 ft ;
- l'utilisation par l'équipage d'une méthode inadaptée pour rattraper le plan de descente par le haut ;
- la capture par l'AP d'un signal ILS provenant d'un lobe secondaire, qui a généré une augmentation d'assiette excessive.

La fatigue de l'équipage et des contrôleurs a pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

RECOMMANDATIONS

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 œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

La procédure d'Air France relative au rattrapage du plan de descente par le dessus ne définit pas de limites opérationnelles pour sa réalisation (écart toléré par rapport à la trajectoire, conditions météorologiques et position dans la procédure d'approche). Cette absence ne permet pas à l'équipage de disposer de critères suffisants pour décider de la poursuite de l'approche.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'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]**

Le rattrapage du plan de descente par le haut a été identifié en 2006 lors d'un symposium organisé par la DGAC relatif aux approches stabilisées comme étant un élément précurseur d'une approche non stabilisée. Dans un guide, édité à cette occasion, il est fait mention de conseils pour les contrôleurs ainsi que pour les pilotes.

En conséquence le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure que les exploitants et la DSNA soient sensibilisés aux enseignements issus du symposium de 2006 organisé par la DGAC relatif aux approches non stabilisées. [Recommandation FRAN-2013-006]**

Les contrôleurs des services de la navigation aérienne ne disposent pas d'outil leur permettant de détecter qu'un avion n'est pas sur le plan de descente publié et de suivre l'évolution de cet écart au cours de l'approche. Un tel outil permettrait aux contrôleurs de guider un aéronef en pouvant vérifier sa position par rapport au plan de descente publié et favoriser la diminution du nombre d'approche non stabilisée.

En conséquence le BEA recommande que :

- **la DGAC étudie la mise en place d'un système permettant d'aider les contrôleurs à déterminer la position dans le plan vertical d'un aéronef par rapport au plan de descente publié. [Recommandation FRAN-2013-007]**

L'enquête a montré qu'il était possible d'intercepter un plan de descente ILS d'un lobe secondaire sous pilote automatique sans alerter l'équipage. De plus, dans ces conditions, le pilote automatique a conduit l'avion dans une position inusuelle (assiette de 26°) lors d'une phase critique du vol. Cette problématique est susceptible de concerner d'autres aéronefs en transport public.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'AESA s'assure que les modes ILS des aéronefs ne s'engagent pas sur un signal ILS autre que celui correspondant au plan de descente publié ; qu'à défaut un système permettant d'alerter l'équipage soit mis en place ; [Recommandation FRAN-2013-008]**
- **l'AESA s'assure que l'activation des modes ILS sous pilote automatique des aéronefs n'entraîne pas des attitudes inadaptées lors d'une approche. [Recommandation FRAN-2013-009]**