

## RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

*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.*

### **Réévaluation globale du risque de CFIT et des mesures d'atténuation associées en lien avec la menace d'un calage altimétrique erroné pour les procédures d'approche baro-VNAV**

Le risque de collision avec le sol en lien avec la menace d'un calage altimétrique erroné pour les approches barométriques est connu quasiment depuis les débuts de l'aviation. L'utilisation majoritaire de procédures d'approche de non-précision et la quasi-absence de système de prévention des collisions avec le sol jusqu'aux années 70 ont donné lieu à un risque de CFIT élevé, entre autres dû aux erreurs de calage altimétrique, qui était toléré eu égard aux exigences globales du niveau de sécurité de l'époque.

Le développement important du transport aérien commercial au cours des décennies qui ont suivi a fortement augmenté les attentes sociétales à la fois sur le plan de la sécurité et de l'accessibilité aéroportuaire au regard des conditions météorologiques. Les installations ILS offrent un guidage latéral et vertical non sensible aux erreurs de calage altimétrique (l'altitude de décision aux minima reste cependant affectée) et offrent de plus une accessibilité accrue vis-à-vis des conditions météorologiques à l'aide de minima d'approche abaissés. Elles se sont ainsi fortement répandues et sont devenues un standard d'équipement dans le monde entier et le restent encore aujourd'hui.

Le développement à partir des années 90, des fonctions baro-VNAV (offrant un guidage latéral conventionnel ou satellitaire et un guidage vertical barométrique basé sur le calage altimétrique) a permis de réaliser des descentes, puis des approches, puis dans les années 2000 des approches finales au travers de la navigation basée sur les performances (*Performance Based Navigation*, PBN) avec des minima proches de ceux des approches de précision de catégorie I.

Les approches baro-VNAV ont ainsi grandement participé et continuent de participer à l'amélioration de la sécurité, en permettant d'avoir un guidage vertical sur les approches de non-précision et sur les pistes sans équipement de radionavigation. Elles réduisent ainsi le risque de collision avec le sol.

Pour autant, la fonction baro-VNAV n'a pas été conçue comme un système autonome d'approche et d'atterrissage, contrairement aux systèmes d'approches de précision tels que l'ILS, ou les approches utilisant des systèmes de renforcement du positionnement GNSS (GBAS ou SBAS). Le guidage vertical d'une approche baro-VNAV repose uniquement sur des données internes à l'avion et notamment l'altitude barométrique qui dépend du calage altimétrique. Or ce dernier nécessite potentiellement de multiples interventions humaines sujettes à l'erreur (par les services météorologiques, les contrôleurs aériens et les pilotes).

Les approches qui utilisent la fonction baro-VNAV et qui permettent d'avoir les minima les plus bas sont les procédures PBN de type RNP APCH avec des minima LNAV/VNAV. La hauteur de décision peut alors descendre jusqu'à 250 ft, proche des minima d'une approche ILS de catégorie I à 200 ft. Or, une des erreurs de calage altimétrique en hectopascal les plus fréquentes est une erreur de 10 hPa. Cette dernière entraîne un décalage de l'altitude et donc du plan de descente de 280 ft par rapport au plan théorique, pouvant finalement conduire à une collision avec le sol avant que l'altitude de décision indiquée n'ait été atteinte par l'équipage.

Il est de plus à noter que la méthode de calcul des hauteurs de décision des RNP APCH avec des minima LNAV/VNAV dans la conception des procédures, notamment au travers de la marge de franchissement des obstacles dans les PANS-OPS de l'OACI, a été révisée en 2004 pour permettre une plus grande accessibilité des aéroports et aboutit à des altitudes de décision plus faibles. Les menaces inhérentes à la fonction baro-VNAV, comme un calage altimétrique erroné par exemple, n'ont pas été prises en compte dans cette évolution qui n'a pas donné lieu à une étude de sécurité.

Les différentes analyses de risque conduites sur les approches baro-VNAV par les différentes institutions internationales ont insuffisamment pris en compte la menace que représente un calage altimétrique erroné pour le risque de CFIT que ce soit dans la conception de ces procédures IFR, dans leur mise en œuvre par les équipages, dans les procédures des contrôleurs aériens et dans les systèmes bord ou sol. Il est également à noter que les analyses de risques sur les approches baro-VNAV faites aux États-Unis concernent un contexte et une organisation des espaces aériens qui diffèrent sensiblement de ceux d'autres parties du monde et de l'Europe notamment. En effet, sont utilisés aux États-Unis : un calage altimétrique en inHg, un niveau de transition au FL 180 et l'anglais comme langue maternelle pour les contrôleurs aériens par exemple. Les comparaisons peuvent ainsi être inappropriées et les discussions à l'échelle internationale doivent tenir compte de ces différences.

Dans un contexte de recours accru à des approches satellitaires avec guidage vertical barométrique, la menace d'un calage altimétrique incorrect, bien que connue depuis des décennies, redevient prépondérante. Ce risque a probablement été insuffisamment pris en compte par l'ensemble de la communauté aéronautique, du fait notamment que la majorité des approches réalisées en transport aérien commercial sont effectuées depuis plusieurs décennies au travers des approches de précision ILS dont le plan de descente n'est pas sensible à l'erreur de calage altimétrique, masquant ainsi une grande partie de ces erreurs et leurs conséquences.

À la lumière de cet incident grave et des nombreux événements similaires de calage altimétrique erroné, on peut juger que l'hypothèse selon laquelle la formation, les procédures et les systèmes actuels suffisent à limiter le risque de CFIT lors de la réalisation d'une approche baro-VNAV avec un calage altimétrique erroné est incorrecte et que ce risque est inacceptable avec le niveau de sécurité global attendu aujourd'hui en transport aérien commercial.

Les différentes mesures prises par différents acteurs aéronautiques au cours de l'enquête vont dans le sens de l'amélioration de la sécurité. Pour autant, ces mesures sont : soit des actions prises par certaines organisations et qui n'ont donc pas été généralisées, soit des rappels de bonnes pratiques ou recommandations qui n'entraînent pas de modifications systémiques ou qui ont des effets à court terme uniquement.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant la menace que représente la réalisation d'une approche barométrique avec un calage altimétrique erroné pour le risque de CFIT notamment ;*
- *considérant le grand nombre d'événements similaires d'approches réalisées avec un calage altimétrique erroné ;*
- *considérant que la conception des procédures d'approche barométrique et les minima associés ne prennent pas en compte la possibilité d'un calage altimétrique erroné ;*
- *considérant que les procédures opérationnelles standards des équipages et des contrôleurs aériens ne sont pas suffisamment robustes pour prévenir et détecter systématiquement une erreur de calage altimétrique ;*
- *considérant que les systèmes sol et bord de détection d'un calage altimétrique erroné ne sont que peu déployés actuellement ;*
- *considérant la disponibilité actuelle limitée à bord des avions des capacités LPV, peu sensibles aux erreurs de calage altimétrique, et dont le rétrofit apparaît comme difficile et coûteux ;*
- *considérant que les barrières de prévention des CFIT, à la fois procédurales et systèmes, ne sont pas toujours présentes ni toujours efficaces ;*
- *considérant que le bulletin OACI EUR OPS n° 2023\_001 « Risks related to altimeter setting errors during APV Baro-VNAV and non-precision approach operations » contient des recommandations à pérenniser, étendre ou formaliser ;*

L'OACI, en collaboration avec les industriels, les autorités et les exploitants, réévalue de manière globale le risque de CFIT et les mesures d'atténuation associées, en lien avec la menace d'un calage altimétrique erroné pour les procédures d'approche baro-VNAV. Ces mesures pourraient consister en la mise à jour des normes et pratiques recommandées et documents associés avec la définition de moyens incitatifs, voire prescriptifs, assurant le développement de nouvelles barrières de sécurité ou l'amélioration des barrières existantes.

[Recommandation FRAN-2024-006]

## Maintien du niveau de sécurité des opérations d'approche en Europe en 2030

Le règlement d'exécution (UE) 2018/1048 de la Commission du 18 juillet 2018 fixant des exigences pour l'utilisation de l'espace aérien et des procédures d'exploitation concernant la navigation fondée sur les performances, dit « IR-PBN »<sup>1</sup>, requiert que les prestataires de services de la navigation aérienne européenne aient un usage exclusif de la PBN jusqu'aux opérations d'approches de précision CAT I incluse d'ici le 30 juin 2030. Par conséquent, les procédures d'approche à l'aide de systèmes de navigation conventionnelle, comme les ILS, ne seront plus proposées à partir de cette date, sauf mesures d'urgence.

Les procédures d'approche GBAS sont exclues du champ d'application du règlement IR-PBN et seront donc toujours permises après le 6 juin 2030. Cependant, le taux d'équipement des avions en mesure de réaliser ce type d'approche, bien que supérieur au taux d'équipements des avions pour la LPV, reste actuellement faible, et surtout, seuls quelques aérodromes en Europe disposent des infrastructures nécessaires à la réalisation des approches GBAS (CDG n'en fait pas partie) et ainsi très peu de procédures GLS (*GBAS landing system*) sont publiées.

---

<sup>1</sup> [Version en vigueur le jour de l'incident grave.](#)

L'introduction de l'exigence d'un usage exclusif de la PBN dans le règlement IR-PBN a été réalisée à la toute fin du processus règlementaire, et n'a pas donné lieu à une évaluation spécifique de son impact sur la sécurité avant l'adoption du règlement. En particulier, il n'y a pas eu d'évaluation de l'impact d'un passage d'opérations aériennes IFR commerciales majoritairement réalisées sur des ILS, à des opérations aériennes commerciales réalisées uniquement par des approches de type PBN (hors opérations CAT II/III), ni de définition de critères pour ajuster cette disposition dans le cas où le développement de la capacité LPV ne serait pas celui attendu à l'horizon 2030. Une des hypothèses, également un objectif, était que les exploitants allaient moderniser leurs flottes et s'équiper pour réaliser des procédures RNP APCH avec des minima LPV, seule procédure PBN offrant un niveau de sécurité et d'accessibilité comparable aux approches de précision ILS-CAT I.

L'enquête a montré que le développement des capacités LPV n'en est qu'à ses débuts en transport aérien commercial. Par exemple, fin 2022, moins de 500 avions Airbus en service sur une flotte de plus de 10 000 avions étaient équipés pour pouvoir réaliser des procédures RNP APCH avec des minima LPV ; et à la date d'écriture de ce rapport, aucun avion Boeing n'était certifié pour pouvoir réaliser ces opérations. Suivant le type d'avion et le numéro de série, le retrofit pour obtenir cette capacité semble être prohibitif. Il n'y a enfin aucune exigence prévue pour imposer cette capacité dans les années à venir.

En l'absence de capacité LPV, les approches baro-VNAV constitueront les procédures d'approche privilégiées par les exploitants aériens d'aéronefs dans un contexte imposé d'usage exclusif de la PBN.

L'enquête a mis en évidence de nombreuses faiblesses du système aéronautique, à la fois vis-à-vis de la menace que constitue l'utilisation d'un calage altimétrique erroné, à laquelle une approche baro-VNAV est particulièrement sensible, et aussi vis-à-vis du risque de CFIT qui peut en être la conséquence.

Les constats réalisés à l'occasion de cette enquête laissent entrevoir, en l'absence d'inflexion franche en Europe d'ici 2030, une régression substantielle du niveau de sécurité en approche. La Commission européenne et l'AESA ont indiqué au cours de la période de consultation du rapport final qu'une évaluation d'impact de l'article 5 du règlement IR-PBN sur les restrictions d'usage des approches conventionnelles serait réalisée en 2024 et pourrait déboucher sur des propositions de modification du règlement IR-PBN.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant que le niveau de sécurité actuel en Europe pour les approches finales en transport aérien commercial régulier est principalement basé sur des approches de précision réalisées à l'aide d'ILS ;*
- *considérant qu'à horizon 2030 avec la mise en application du règlement [IR-PBN](#), le niveau de sécurité en Europe pour les approches finales sera principalement basé sur des approches RNP ;*
- *considérant que sur les trois minima d'approches RNP, seules les procédures RNP APCH avec des minima LPV ont un niveau de sécurité similaire aux ILS en ce qui concerne la sensibilité à des erreurs de calage altimétrique ;*
- *considérant que la disponibilité actuelle des capacités LPV à bord des avions est limitée et que les industriels indiquent que le retrofit peut être difficile et coûteux ;*

- *considérant qu'à horizon 2030, avec la mise en application du règlement IR-PBN, les exploitants qui ne disposent pas de capacités LPV réaliseront des procédures barométriques RNP APCH avec des minima LNAV ou LNAV/VNAV sensibles aux erreurs de calage altimétrique ;*
- *considérant les faiblesses du système aéronautique, face à la menace que constitue l'utilisation d'un calage altimétrique erroné comme mis en évidence par cet incident grave et par de nombreux autres événements similaires ;*
- *considérant qu'au cours du processus règlementaire de l'IR-PBN, il n'y a pas eu d'évaluation de l'impact de sécurité d'un passage d'opérations aériennes commerciales majoritairement réalisées par des approches IFR basées sur des ILS, à des opérations aériennes commerciales réalisées uniquement par des approches RNP ;*
- *considérant que les autres mesures prévues ou en cours, y compris celles résultant des autres recommandations émises par le BEA dans le cadre de cette enquête pour minimiser le risque associé à l'erreur de calage altimétrique, ne permettent pas d'atteindre un niveau de sécurité équivalent à celui d'approches ILS, GLS, ou RNP APCH avec des minima LPV ;*

la Commission européenne, en collaboration avec l'AESA, analyse et réévalue les risques associés aux changements induits par le règlement (UE) n° 2018/1048 dit « IR-PBN », notamment ceux liés à l'utilisation d'un calage altimétrique erroné au cours d'une approche barométrique, et prend les mesures appropriées pour maintenir le niveau de sécurité visé des opérations d'approche finale en Europe à l'horizon 2030. [Recommandation FRAN-2024-007]

## **Systeme sol de detection d'une erreur de calage altimétrique**

Lors de l'incident grave du 9H-EMU à CDG, aucun système sol ne permettait de détecter une erreur de calage altimétrique par les contrôleurs aériens. Certains prestataires de service de la navigation aérienne, comme le NATS au Royaume-Uni ou le LVNL aux Pays-Bas, ont mis en place un système sol qui compare le calage altimétrique transmis par les aéronefs au travers des données descendantes EHS ou ADS-B, à la valeur du QNH en vigueur localement, afin d'informer le contrôleur aérien d'une potentielle référence altimétrique erronée à bord. Les données fournies par Eurocontrol montrent que parmi les 41 États membres d'Eurocontrol, 6 disposent d'un système alertant le contrôle qu'un aéronef transmet un calage altimétrique incorrect et 11 disposent d'un système permettant l'affichage du calage altimétrique des aéronefs sur l'écran des contrôleurs aériens. En revanche, aucun système comparable n'est actuellement en place en France. Par ailleurs, il n'existe pas de normes concernant ces systèmes, ni de procédure opérationnelle ou de phraséologie standardisée.

Pourtant, côté avion, le règlement d'exécution (UE) n° 1207/2011 de la Commission, en vigueur le jour de l'incident, puis le règlement d'exécution (UE) 2023/1770 de la Commission abrogeant ce dernier et fixant les exigences relatives à la performance et à l'interopérabilité des activités de surveillance pour le ciel unique européen et ses amendements, exige que les aéronefs volant dans l'espace aérien européen de masse supérieure à 5 700 kg ou ayant une vitesse de croisière maximale supérieure à 250 kt, soient équipés d'un transpondeur secondaire qui transmette les informations des protocoles Mode S enrichi (*Enhanced Surveillance Mode S*, EHS) et ADS-B. Parmi les informations transmises et exigées, figure le calage altimétrique à bord de l'avion au travers du BPS (*Barometric Pressure Setting*).

Ainsi, les exploitants de transport aérien commercial se sont mis en conformité avec cette exigence et l'information BPS est disponible pour être utilisée par les organismes d'approches et les tours de

contrôle. En l'absence d'exigence côté sol pour imposer son usage, la majorité des prestataires de service de la navigation aérienne n'a pas fait cet investissement.

L'enquête a montré qu'il est fréquent que les équipages réalisent des approches avec un calage altimétrique erroné sans en avoir conscience et que cet incident grave n'est pas un cas isolé. Une grande partie de ces événements similaires ont eu lieu lors d'approches ILS, dont le plan de descente n'est pas sensible à l'erreur de calage altimétrique et n'ont pas donné lieu à des incidents significatifs. À l'inverse, plusieurs incidents significatifs voire incidents graves ou accidents ont eu lieu lors d'approches barométriques.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant la menace que représente la réalisation d'une approche barométrique avec un calage altimétrique erroné pour le risque de CFIT notamment ;*
- *considérant le grand nombre d'événements similaires d'approches réalisées avec un calage altimétrique erroné ;*
- *considérant que les procédures opérationnelles standards des équipages et des contrôleurs ne sont pas suffisamment robustes pour prévenir systématiquement la réalisation d'une approche avec un calage altimétrique erroné ;*
- *considérant que les systèmes bord de détection d'un calage altimétrique erroné ne sont que peu déployés actuellement ;*
- *considérant que les systèmes sol de détection d'un calage altimétrique erroné ne sont que peu déployés actuellement et qu'ils constituent un moyen efficace de prévention du risque de réalisation d'approche avec un calage altimétrique erroné ;*
- *considérant que l'information BPS est incluse dans les données descendantes des aéronefs, fonction rendue obligatoire pour la quasi-totalité des aéronefs exploités en transport aérien commercial ;*
- *considérant qu'il n'y a aucune obligation d'utilisation au sol de ces données par les services de la navigation aérienne ;*
- *considérant que les filets de sauvegarde ATM nécessitent des procédures et phraséologies claires et standardisées ;*

l'AESA exige que les organismes de contrôle de la circulation aérienne soient en mesure de détecter systématiquement une erreur de calage altimétrique, en particulier dans les tours et les approches, et définisse la phraséologie associée pour les contrôleurs aériens.

[Recommandation FRAN-2024-008]

## **Système bord d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS)**

Une alerte TAWS est une des dernières barrières pour éviter des accidents de type CFIT et a fait ses preuves en évitant de nombreux accidents. Néanmoins, le système doit à la fois prévenir les équipages du risque de collision avec le sol et ne pas générer de fausses alertes susceptibles d'entraîner une perte de confiance des équipages dans le système.

Au fil des retours d'expérience et des accidents, des spécifications de performances opérationnelles minimales (*Minimum Operational Performance Standard, MOPS*) ont été mises en place et exigées par la certification. Ces normes ne sont applicables que lors de la certification individuelle de l'avion, et opérationnellement, il n'y a pas d'exigence de mise à jour du TAWS, qui peut donc rester avec une version applicable lors de la production de l'avion, sans prendre en compte les différentes évolutions existantes.

Lors de l'incident grave, conformément à ses spécifications, le TAWS du 9H-EMU n'a pas émis d'alerte alors que la hauteur radio-altimètre minimale enregistrée et corrigée était de 6 ft et que l'avion était à environ 0,9 NM du seuil de piste. En effet, l'avion était configuré pour l'atterrissage et le taux de descente était standard, ainsi aucune alerte ou alarme des modes basiques et réactifs du TAWS n'a été activée. De plus, l'alerte « GLIDE SLOPE » n'est pas disponible pour les approches barométriques. Enfin, puisque le mode prédictif d'alerte de descente prématurée (PDA) comporte une zone d'inhibition présente avant la piste afin d'éviter des alertes intempestives à chaque atterrissage, aucune alerte n'a été générée, malgré la faible hauteur de l'avion car la version logicielle de l'EGPWS était ancienne et n'utilisait pas le GNSS comme moyen de positionnement.

L'enquête a évalué qu'environ 1 600 avions Airbus et Boeing encore en service au moment de la publication du rapport volent avec des TAWS dont la version logicielle ne permet pas le déclenchement d'une alerte dans les conditions de l'incident grave.

De plus, l'enquête a montré, qu'un profil de descente nominal sur une pente à 3°, décalé d'environ 280 ft et représentant une erreur de calage altimétrique de 10 hPa parmi les plus fréquentes, n'est pas couvert pas les MOPS en vigueur actuellement.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant l'importance du TAWS dans la prévention des CFIT ;*
- *considérant que, conformément à ses spécifications, le TAWS équipant l'avion impliqué dans l'incident grave n'a pas émis d'alerte de risque de collision avec le sol ;*
- *considérant qu'il a été estimé, qu'à la publication du rapport, environ 1 600 avions Airbus ou Boeing volent avec un TAWS qui ne déclencherait pas d'alerte dans les circonstances de l'incident grave ;*
- *considérant qu'un profil de descente nominal sur une pente à 3°, décalé vers le bas d'environ 280 ft et représentant une erreur de calage altimétrique de 10 hPa parmi les plus fréquentes, n'est pas couvert pas les exigences de certification en vigueur actuellement au travers des MOPS applicables aux TAWS ;*
- *considérant que la révision des exigences de standardisation est une étape nécessaire pour pouvoir imposer ultérieurement des standards en exploitation ;*

l'AESA, en coordination avec la FAA et RTCA, étudie la révision des spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) applicables aux systèmes TAWS pour les alertes de descente prématurée (PDA), afin de prendre en compte a minima une trajectoire d'approche standard à 3° décalée vers le bas d'environ 280 ft, représentant une erreur de 10 hPa sur une approche barométrique.

[Recommandation FRAN-2024-009]

## **Formation au MSAW**

Lors de l'incident grave et au cours des deux approches, une phraséologie incorrecte et inadaptée a été utilisée en réaction au déclenchement de l'alerte MSAW par deux contrôleurs tour différents. Les phraséologies employées ne laissaient pas apparaître l'urgence de la situation, ne permettaient pas à l'équipage de comprendre ce qui était attendu de lui, et ne comprenaient pas l'information cruciale de la valeur du QNH qui aurait pu permettre à l'équipage de se rendre compte du calage altimétrique erroné.

De plus, le délai de réaction du contrôleur aérien à l'alerte lors de la première approche ne laissait que très peu de temps à l'équipage pour réagir.

L'enquête a montré qu'un contrôleur de CDG peut de manière assez probable n'avoir jamais revu en pratique la réaction attendue à une alerte MSAW depuis sa formation initiale à l'ENAC.

L'étude de divers événements similaires a montré qu'en France, l'emploi correct de la phraséologie d'urgence MSAW n'était que partiellement réalisé et que l'utilisation d'une phraséologie incorrecte et inadaptée n'était pas un cas isolé, et qu'une absence de réaction a été observée dans un certain nombre de cas.

Lors du rapport préliminaire, le BEA avait émis une recommandation sur la phraséologie MSAW. En réponse, le travail de la DSNA a porté sur les consignes à adopter lors du déclenchement d'une telle alerte, accompagnées par des retours d'expérience et des rappels. Cependant, aucune action globale et nationale au niveau de la formation continue des contrôleurs aériens n'a été mise en place pour s'assurer de manière pérenne et continue de la restitution immédiate de la phraséologie d'urgence en cas d'alerte MSAW.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant l'importance du MSAW dans la prévention des CFIT ;*
- *considérant l'importance du temps de réaction et de la phraséologie à employer en réaction à une alerte MSAW ;*
- *considérant le nombre d'événements similaires en France avec l'emploi d'une phraséologie MSAW incorrecte ;*
- *considérant qu'au niveau national, la formation continue des contrôleurs aériens est insuffisante et ne leur permet pas de garantir une restitution immédiate de la phraséologie attendue en cas d'alerte MSAW ;*

la DSNA s'assure qu'au niveau national, la formation et l'entraînement récurrent des contrôleurs aériens leur garantissent la maîtrise de la procédure d'urgence relative à une alerte MSAW.

[Recommandation FRAN-2024-010]

## **Systeme de gestion de la sécurité de la DSNA**

L'incident du 9H-EMU a mis en lumière une succession d'erreurs en opérations normales, par différents contrôleurs, sur différentes positions, en un laps de temps restreint.

L'étude des événements similaires par la DSAC a montré qu'en France, le contrôle aérien contribue à environ un quart des événements liés à des erreurs de calage altimétriques.

En plus de ces erreurs en conditions normales, les phraséologies d'urgence associées aux alertes MSAW n'ont pas été restituées correctement lors de l'incident grave.

À la date de l'incident du 9H-EMU, le risque de « quasi CFIT » était identifié parmi les événements indésirables de la cartographie des risques de la DSNA. Pour autant, la DSNA n'avait pas développé de grille d'analyse des événements « quasi CFIT » et n'avait pas mis en place localement ou nationalement un processus de gestion du risque de CFIT tel qu'attendu par un système de gestion de la sécurité et de la conformité, en particulier en s'appuyant sur l'analyse des événements de sécurité. La DSNA se privait ainsi d'une appréciation globale du risque CFIT au-delà de l'analyse

ponctuelle de chaque événement et du possible dénombrement des événements « quasi CFIT » enregistrés dans sa base de données.

Par ailleurs, le recueil de données alimentant le système de gestion de sécurité de la DSNA était encore essentiellement réalisé à partir des seuls événements de sécurité (démarche réactive), et il n'y avait pas d'autres moyens ou méthodes mis en place à la DSNA pour permettre de mieux appréhender les signaux faibles, les menaces, les erreurs et les événements indésirables qui peuvent avoir un impact sur la sécurité dans un contexte opérationnel donné, et d'identifier les bonnes pratiques pour maintenir la sécurité (démarche proactive ou prédictive).

Depuis l'incident grave, la DSNA a accéléré la mise en place d'une gestion des risques via l'analyse par barrière et a renforcé sa prise en compte du risque de collision avec le sol. Elle travaille également à la mise en place d'un processus d'observation sur position des contrôleurs aériens.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant les différentes erreurs de contrôle identifiées lors de l'enquête ;*
- *considérant que le système de gestion de la DSNA repose uniquement sur l'analyse des événements de sécurité et ne permet pas l'identification des signaux faibles, des menaces, des erreurs et des événements en opération normale des contrôleurs aériens ;*
- *considérant que la DSNA a initié un processus de refonte de ses méthodes d'analyse et de gestion des risques ;*

la DSNA mette en place des méthodes ou outils d'évaluation objective du travail sur position des contrôleurs aériens à des fins d'amélioration du système de gestion de la sécurité.

[Recommandation FRAN-2024-011]