



Incident grave de l'avion AIRBUS A320
Immatriculé **9H-EMU**
Survenu le 23 mai 2022
En approche vers l'aéroport Paris-Charles de Gaulle (95)

Heure	Vers 11 h 40 ¹
Exploitant	Airhub Airlines (exploitant maltais)
Nature du vol	Transport commercial de passagers, vol régulier
Personnes à bord	Commandant de bord (PF), Copilote (PM), 4 Personnels Navigants Commerciaux (PNC), 172 passagers
Conséquence et dommage	Aucun

Information d'un QNH erroné, approche RNP avec des minima LNAV/VNAV conduite sous le plan de descente, quasi CFIT, remise de gaz à faible hauteur avant la piste sans références visuelles, deuxième approche conduite sous le plan de descente

Note : un glossaire est disponible en annexe du rapport.

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : les informations suivantes sont issues des enregistrements des radio-communications, des données radar, des données de l'enregistreur de paramètres DAR, des témoignages de l'équipage et des contrôleurs aériens. Les données du CVR n'ont pas été préservées.

L'équipage de l'Airbus A320, effectuant le vol NSZ4311², décolle le 23 mai vers 9 h 30 de l'aéroport de Stockholm Arlanda (Suède) à destination de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle (CDG). Le commandant de bord est PF, le copilote est PM.

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.

² L'avion est opéré sous un contrat de location avec équipage entre Airhub Airlines (fréteur) qui fournit l'avion, l'équipage, la maintenance et l'assurance (contrat couramment appelé affrètement ACMI) et Norwegian Air Sweden (affréteur). L'avion est opéré sous le Certificat de Transporteur Aérien (CTA) du fréteur.

Avant la descente, l'équipage de conduite du vol prépare une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV³ pour la piste 27R⁴ de CDG. Les informations météorologiques incluses dans l'ATIS Q utilisé par l'équipage pour la préparation de l'approche sont les suivantes : niveau de transition 70, vent 280° / 10 kt, visibilité 10 km, nuages fragmentés à 1 500 ft, peu de cumulonimbus (CB) à 5 000 ft, température 19 °C, point de rosée 14 °C, QNH 1001.

L'équipage a indiqué dans son témoignage que pendant toute l'approche il est resté dans les nuages, sans références visuelles, avec des turbulences modérées et volant au travers d'une averse de pluie en utilisant la vitesse élevée des essuie-glaces.

Première approche : QNH erroné donné par la contrôleuse à l'équipage, approche RNP avec des minima LNAV/VNAV conduite environ 280 ft sous le plan de descente

À 11 h 32 min 24, en approche vers CDG, la contrôleuse aérienne en position d'approche intermédiaire (ITM) autorise l'équipage à descendre à 6 000 ft avec un QNH erroné (1011 au lieu de 1001 actuellement en vigueur⁵) : *"Red Nose 4 3 1 1, descend ... descend 6,000 ft, 1 0 1 1"*.

Le PM collationne avec le QNH fourni : *"6,000 ft, 1 0 1 1 ... 1 ... 0 1 1, Red Nose 4 3 1 1"*.

À 11 h 34 min 28, elle autorise l'équipage à descendre à 5 000 ft en répétant le QNH erroné : *"Red Nose 4 3 1 1, descend 5,000 ft, 1 0 1 1, cleared full RNP 2 7 R"*.

Le PM collationne l'information : *"Descend 5,000 ft, QNH 1 0 1 1, cleared full RNP approach 2 7 R, Red Nose 4 3 1 1"*.

À 11 h 35 min 37, l'ITM autorise un équipage easyJet à descendre à 5 000 ft avec le même QNH erroné : *"Easy 7 5 Mike Alpha direct Papa Golf 6 5 0 ... and descend 5,000 ft, 1 0 1 1, cleared RNP approach 2 7 R"*. L'équipage easyJet collationne avec le QNH valide à 1001, sans faire confirmer cette valeur auprès de la contrôleuse : *"Direct to Papa Golf 6 5 0 descent 5,000 ft QNH 1 0 0 1 Easy 7 5 Victor Alpha"*. Cela n'est pas relevé par la contrôleuse.

À 11 h 36 min 04, l'ITM autorise en français un équipage Air France à descendre à 5 000 ft avec le bon QNH 1001. L'équipage d'Air France collationne avec le bon QNH 1001.

À 11 h 36 min 55, l'équipage du vol NSZ4311 atteint le point de descente finale à une altitude indiquée de 4 889 ft QNH 1011 (4 623 ft QNH 1001) et à 14,3 NM du seuil de piste. La vitesse indiquée est de 185 kt et l'avion est configuré en CONF 2.

À 11 h 37 min 56, l'ITM demande à l'équipage de contacter le contrôleur aérien de la tour nord (LOC N).

NOTE : *l'équipage de conduite du vol a indiqué dans son témoignage avoir effectué les vérifications d'altitude-distance à chaque nautique lors de l'approche, ce qui l'a laissé penser qu'il était sur le bon plan de descente. Cependant, lors d'une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV et dans cette situation où les altimètres sont réglés avec un QNH erroné, les vérifications altitude-distance ne permettent pas d'identifier ce décalage de la trajectoire.*

³ Voir § 2.3

⁴ Lors de l'incident, l'ILS de la piste 27R est hors service.

⁵ Les conditions météorologiques indiquées dans l'ATIS S en vigueur étaient les suivantes : vent 280° / 9 kt, visibilité 10 km, nuages épars 1 600 ft, fragmentés 2 800 ft, peu de Cumulonimbus 5 000 ft, température 18 °C, point de rosé 15 °C, QNH 1001.

Du fait du réglage des altimètres avec un QNH erroné, l'altitude affichée sur les instruments de l'avion était d'environ 280 ft au-dessus de l'altitude réelle de l'avion. L'équipage a donc réalisé une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV environ 280 ft en dessous du plan de descente publié.

À 11 h 38 min 44, l'avion passe une hauteur radio-altimètre (RA) de 2 500 ft. Les valeurs des radio-altimètres sont désormais affichées sur les écrans de vol primaires (PFD) de l'équipage.

Première approche : alarme MSAW en approche finale, quasi CFIT, remise de gaz à faible hauteur environ 1 NM avant la piste sans références visuelles et avec le balisage lumineux de la rampe d'approche éteint. Erreur de collationnement du QNH par l'équipage pendant la remise de gaz, non relevé par le contrôleur

À 11 h 38 min 09, l'équipage de conduite du vol contacte le contrôleur LOC N qui lui répond : *"Bonjour Red Nose 4 3 1 1, you are number 1, wind 2 6 0°, 12 kt, runway 2 7 R, cleared to land"*. L'équipage collationne correctement la clairance.

À 11 h 40 min 49, à une altitude indiquée de 1 392 ft QNH 1011 (1 123 ft QNH 1001, 837 ft RA) correspondant à l'altitude de stabilisation pour l'équipage (1 000 ft au-dessus de l'aérodrome) et à une distance de 3,1 NM du seuil de piste, l'avion est en configuration atterrissage en CONF FULL à une IAS de 139 kt (pour une vitesse d'approche cible de 139 kt) et avec une vitesse verticale de -738 ft/min.

NOTE : nonobstant le fait que la trajectoire de l'avion n'est pas sur le bon plan de descente, l'approche peut être considérée comme stabilisée pour l'équipage.

À 11 h 41 min 32, l'alarme sol de proximité du relief (MSAW) se déclenche (voir Figure 1, Point 1). L'avion est à une altitude indiquée de 891 ft QNH 1011 (617 ft QNH 1001, 200 ft RA), à 1,53 NM du seuil de piste.

NOTE : les contrôleurs aériens en poste dans la tour ont indiqué dans leurs témoignages que les conditions de visibilité et de plafond sur l'aéroport étaient suffisantes pour ne pas mettre en œuvre les procédures LVP, mais que localement à l'est de l'aéroport, la visibilité était moins bonne avec des nuages et des averses de pluie. Ils ont également indiqué qu'ils ne pouvaient voir l'avion en approche finale du fait des mauvaises conditions météorologiques.

À 11 h 41 min 41, à 1,2 NM du seuil de piste et avec une vitesse verticale de -717 ft/min, l'avion passe l'altitude indiquée de 802 ft QNH 1011 (537 ft QNH 1001, 122 ft RA), qui correspond à l'altitude de décision⁶ (DA) de l'équipage (voir Figure 1, Point 2).

Celui-ci a indiqué dans son témoignage avoir remis les gaz aux minima n'ayant pas acquis de références visuelles extérieures.

Au même moment (11 h 41 min 41), neuf secondes après le déclenchement de l'alarme MSAW, le contrôleur LOC N avertit l'équipage : *"Red Nose 4 3 1 1, I just had a ground proximity alert, are you okay? Do you see the runway?"* (voir Figure 1, Point 2).

L'équipage a indiqué dans son témoignage ne pas avoir entendu cette communication radio. Pendant le message, une deuxième alarme MSAW se déclenche pour les contrôleurs aériens.

⁶ La politique de l'exploitant concernant les approches LNAV/VNAV est d'ajouter 50 ft aux minima publiés. Ainsi, d'après la carte NavBlue utilisée par l'équipage, la DA de l'équipage était de 802 ft (752 ft + 50 ft).

À 11 h 41 min 47 et pendant le message du contrôleur, à une altitude indiquée de 735 ft QNH 1011 (461 ft QNH 1001, 52 ft RA) et à 1,17 NM du seuil de piste, le pilote automatique (AP) est désengagé et le CDB applique des ordres à cabrer au mini-manche (voir Figure 1, Point 3).

Trois secondes plus tard, à 11 h 41 min 50, à une altitude indiquée de 679 ft QNH 1011 (405 ft QNH 1001), le radio-altimètre enregistre une hauteur minimale de 6 ft au-dessus du sol. L'avion est à 0.8 NM du seuil de piste.

Au même moment, le CDB avance les manettes de poussée dans le cran TOGA (voir Figure 1, Point 4).

Aucune alarme de proximité du sol (TAWS) n'a été enregistrée lors de l'approche.

Les deux pilotes ont indiqué dans leur témoignage ne pas avoir entendu d'annonce automatique des radio-altimètres, à l'exception des annonces à 2 500 ft et 1 000 ft⁷.

À 11 h 42 min 00, l'équipage annonce au contrôleur qu'il remet les gaz (voir Figure 1, Point 5). Il lui répond : *"roger Red Nose 4 3 1 1, turn right on heading 3 6 0 and climb altitude 5,000 ft, 1 0 0 1"*. L'équipage collationne en utilisant le QNH erroné précédent, ce qui n'est pas relevé par le contrôleur LOC N *"3 6 0 and climb 5,000 ft on 1 0 1 1, Red Nose 4 3 1 1"* (voir Figure 1 Point 6).

Pendant ces messages, les contrôleurs en poste dans la tour ne voient toujours pas l'avion. Au bout de quelques secondes, ils l'aperçoivent sortir des nuages, à faible hauteur et avec une attitude à cabrer.

À 11 h 42 min 05, l'AP est réengagé à une altitude indiquée de 1 203 ft QNH 1011 (930 ft QNH 1001, 593 ft RA) et à 0,3 NM du seuil de piste.

Au même moment et pendant le message du contrôleur LOC N à l'équipage, l'assistant LOC S⁸ informe l'assistant LOC N qu'ils n'ont pas allumer le balisage lumineux de la rampe d'approche.

À 11 h 42 min 27, le contrôleur LOC N allume la rampe d'approche. À la suite de l'alarme MSAW et de l'oubli d'allumage de la rampe d'approche, ce dernier se fait relever par son assistant LOC et un nouvel assistant LOC N s'installe.

⁷ Une analyse spécifique du système sera conduite pour déterminer la présence ou l'absence de ces annonces automatiques des radio-altimètres.

⁸ Au moment de l'incident et conformément aux procédures, chaque doublets de piste (nord et sud) est géré par une paire de contrôleurs : un LOC et un assistant LOC. La paire de contrôleurs en charge du doublet nord est située dans la tour nord, la paire en charge du doublet sud est située dans la tour sud.

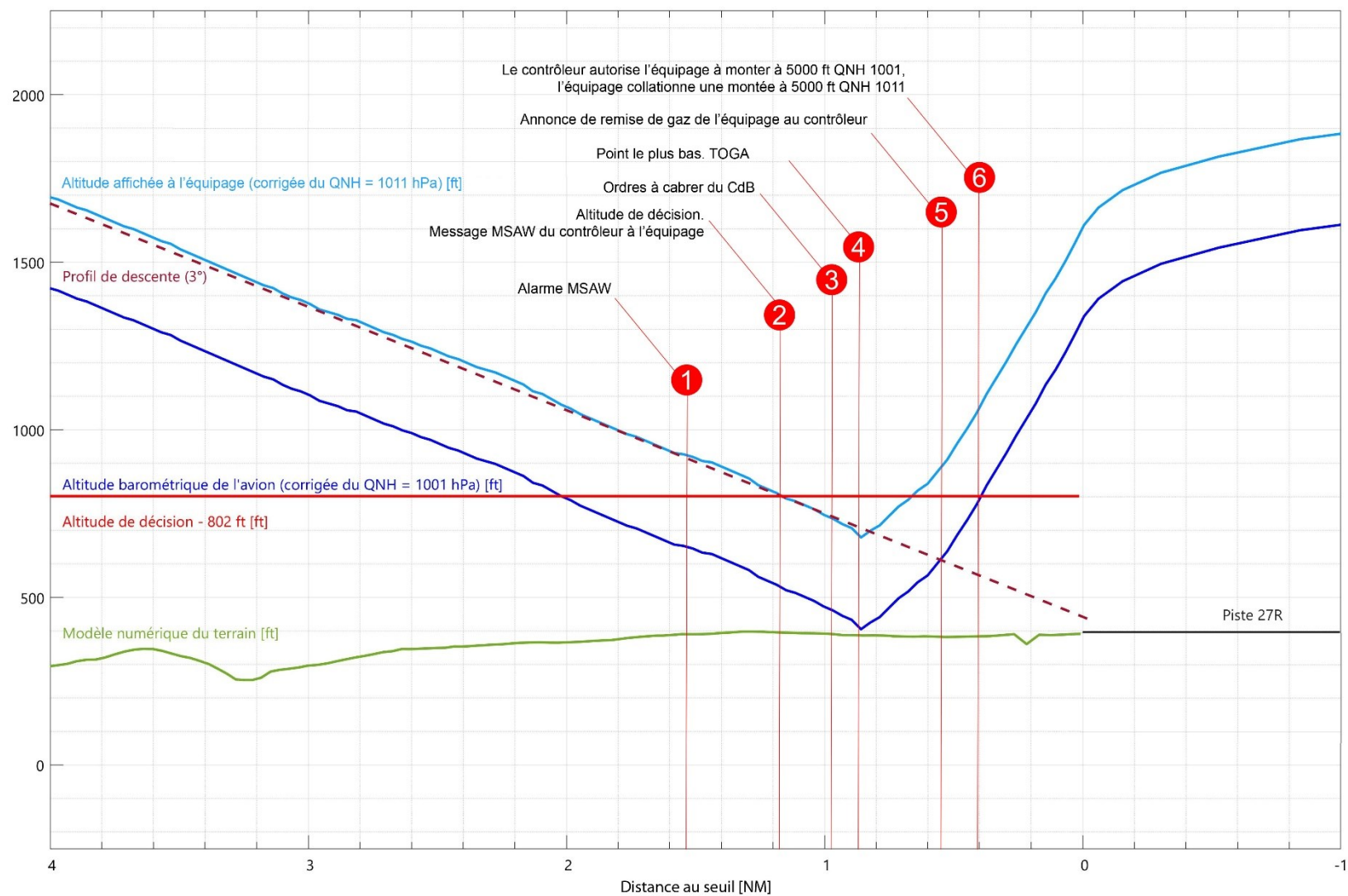


Figure 1 : plan de descente de la première approche, trajectoire calculée à partir des paramètres de vol enregistrés (source : BEA)

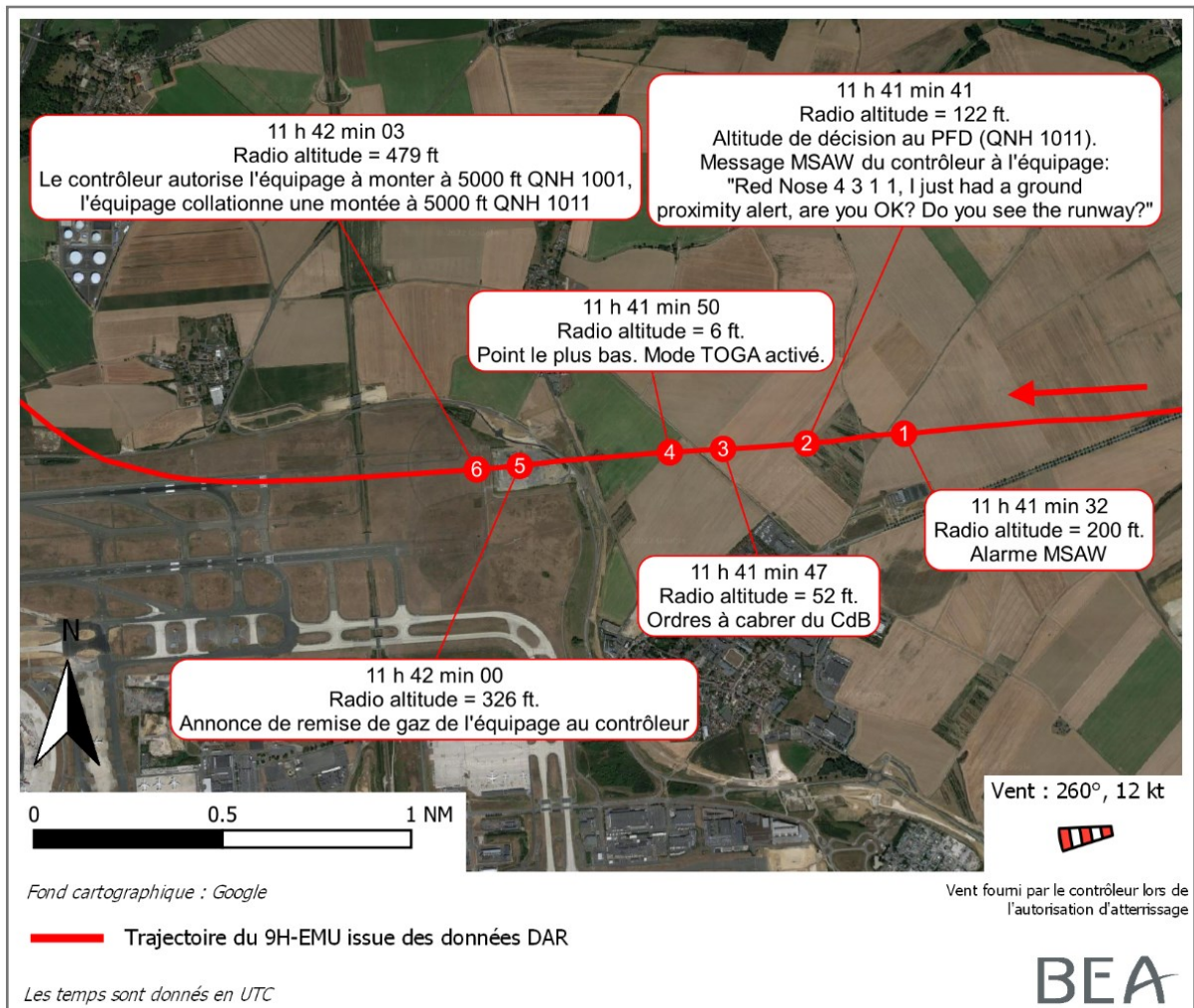


Figure 2 : trajectoire horizontale de la première approche (source : BEA)

Deuxième approche : approche RNP avec des minima LNAV/VNAV conduite environ 280 ft sous le plan de descente, alarme MSAW en finale, correction de la trajectoire et atterrissage

À 11 h 44 min 42 et après avoir donné plusieurs caps de guidage radar, le contrôleur LOC N demande à l'équipage de contacter l'arrivée (contrôleuse ITM) pour la deuxième approche. L'avion est en vent arrière pour la piste 27R.

À 11 h 45 min 00, la contrôleuse ITM indique à l'équipage de s'attendre à une RNP 27R.

À 11 h 49 min 09 et après plusieurs instructions de guidage radar, l'ITM autorise l'équipage pour une deuxième approche RNP 27R.

À 11 h 53 min 40 et après avoir été contacté par l'équipage, le contrôleur LOC N autorise l'équipage à l'atterrissage. Celui-ci collationne et demande si la rampe d'approche est bien allumée, ce qui est confirmé par le contrôleur.

NOTE : après la clairance de montée en remise de gaz et jusqu'à l'atterrissage, le QNH n'a été donné ni à cet équipage ni à d'autres équipages en contact sur la même fréquence radio.

L'avion vole toujours avec un calage altimétrique erroné. Ni l'équipage ni les contrôleurs aériens ne sont conscients de ce QNH erroné qui amène de nouveau l'avion sur un plan de descente plus bas d'environ 280 ft que celui publié.

À 11 h 55 min 43, une nouvelle alarme MSAW se déclenche (voir Figure 3, Point 8). L'avion est à une altitude indiquée de 1 403 ft QNH 1011 (1 131 ft QNH 1001, 842 ft RA), à 3.1 NM du seuil de piste.

Quatre secondes plus tard, le contrôleur LOC N (qui était en position d'assistant LOC N lors de la première approche) avertit l'équipage de l'alarme MSAW *"Red Nose 4 3 1 1, I just got a ... a terrain alert, are you okay?"* (voir Figure 3, Point 9).

L'équipage a indiqué dans son témoignage ne pas avoir compris la raison de ce message. Le PM a répondu : *"Red Nose 4 3 1 1, we are established on path and we have visual now"*.

À 11 h 56 min 00, à une altitude indiquée de 1 227 ft QNH 1011 (954 ft QNH 1001, 572 ft RA) et à 2,54 NM du seuil de piste, le PF applique un ordre à cabrer sur son mini-manche. Simultanément, l'AP se déconnecte. Les FD sont enlevés huit secondes plus tard.

L'équipage a indiqué dans son témoignage avoir acquis cette fois les références visuelles bien avant les minima. Il a décrit les lumières de l'indicateur de pente d'approche (PAPI) de cette manière : *"Une blanche, une rose et deux rouges. Peut-être trois rouges mais pas quatre"*.

Le PF corrige la trajectoire en finale et atterrit sans autre incident.

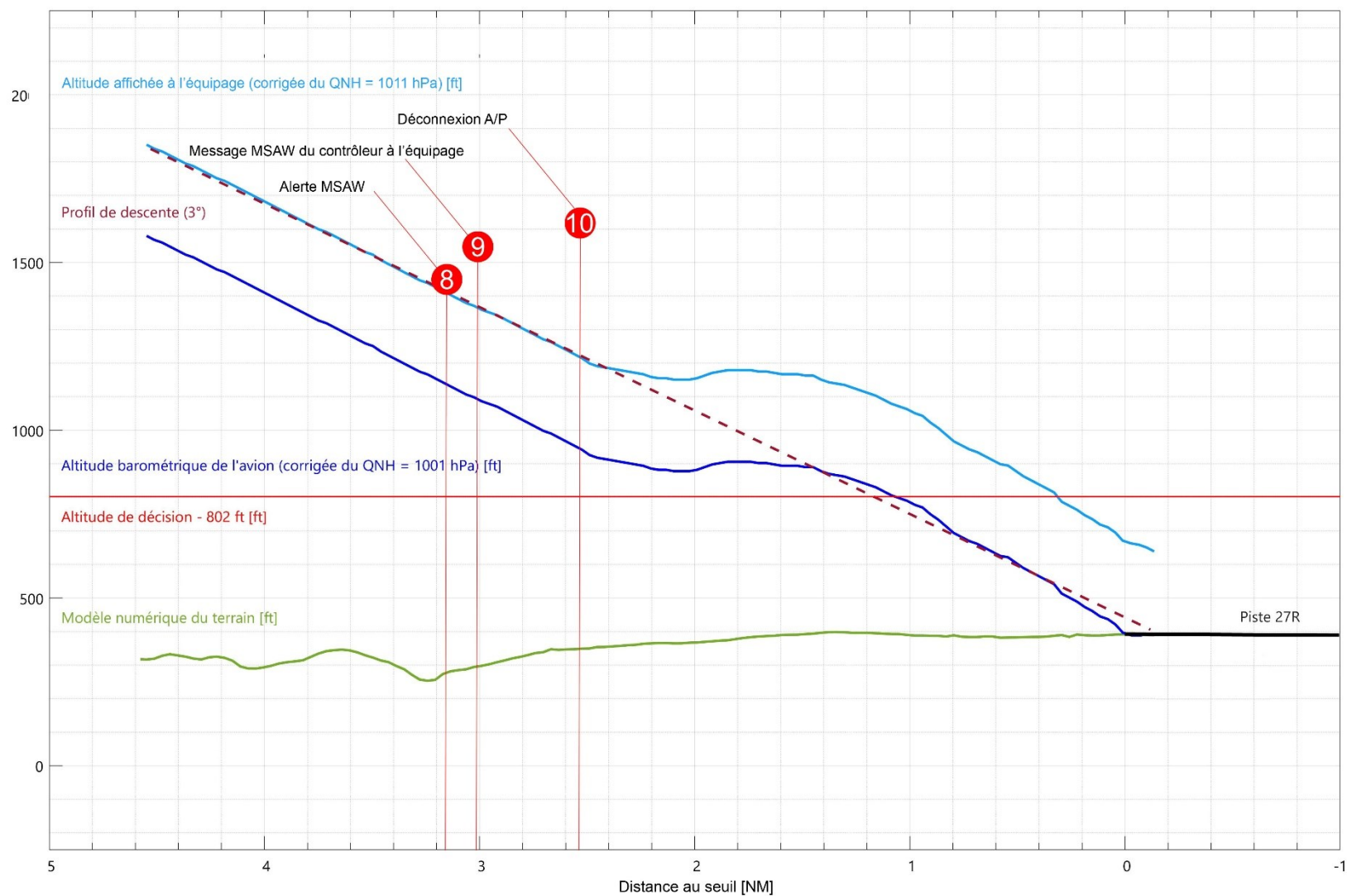


Figure 3 : plan de descente de la deuxième approche, trajectoire calculée à partir des paramètres de vol enregistrés (source : BEA)

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Carte d'approche utilisée par l'équipage de conduite du vol

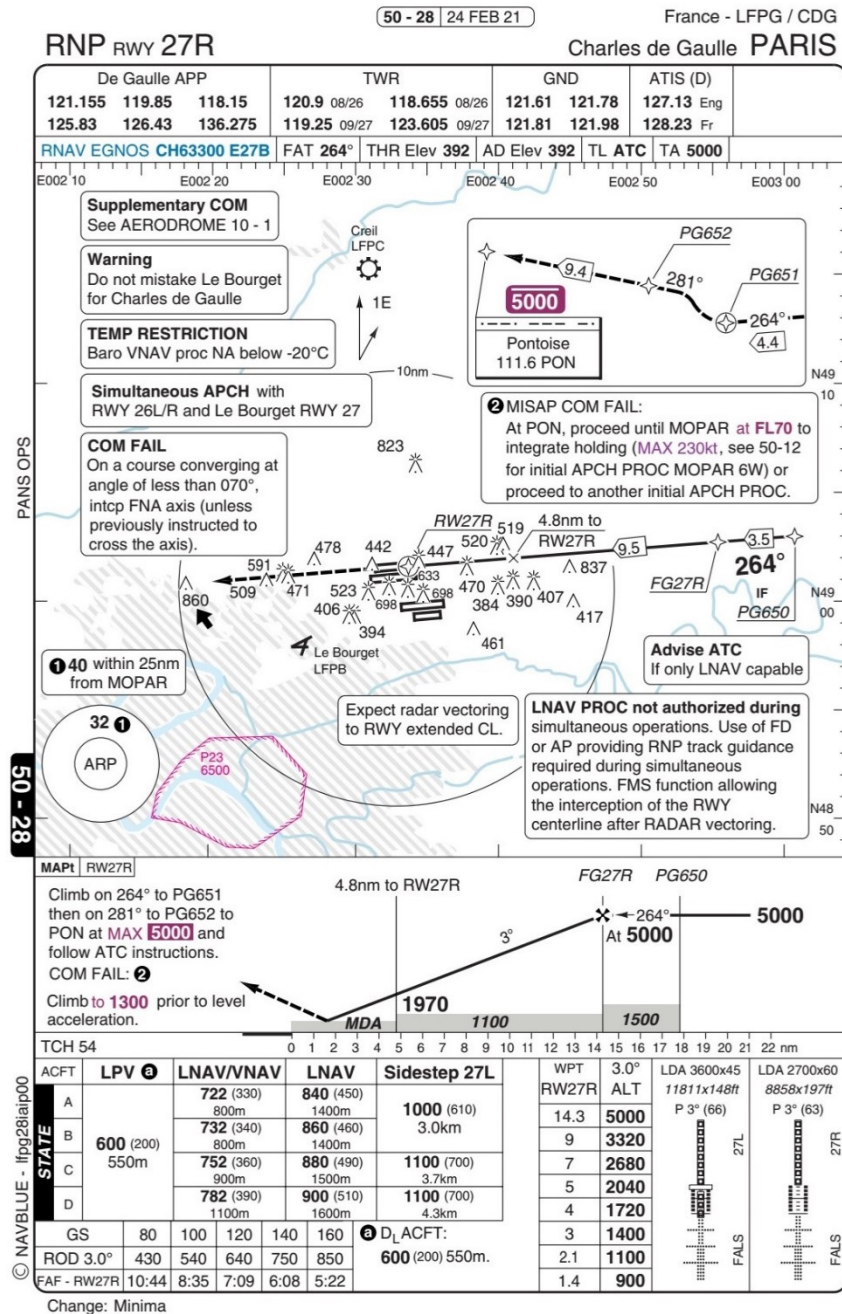


Figure 4 : carte d'approche (source : NAVBLUE)

2.2 Renseignements météorologiques

Les METAR de CDG de 11 h 30 et 12 h UTC étaient les suivants :

- LFPG 231130Z 26008KT 9999 SCT016 BKN028 18/15 Q1001 RESHRA TEMPO 3500 SHRA SCT060CB=

Observation du 23 à 11 h 30 UTC à LFPG : vent du 260°, 8 kt, visibilité supérieure à 10 km, nuages épars dont la base est à 1 600 ft AAL, nuages fragmentés à 2 800 ft, température 18 °C, point de rosée 15 °C, QNH 1001 hPa, averse de pluie récente, temporairement visibilité 3 500 m, averse de pluie, nuages épars à 6 000 ft avec présence de CB.

- LFPG 231200Z 29010KT 5000 SHRA FEW010 BKN015 BKN028 FEW050CB 16/15 Q1001 TEMPO 3500 SHRA SCT060CB=

Observation du 23 à 12 h UTC à LFPG : vent du 290°, 10 kt, visibilité 5 000 m, quelques nuages à 1 000 ft, nuages fragmentés à 1 500 ft, nuages fragmentés à 2 800 ft, quelques nuages à 5 000 ft avec présence de CB, température 16 °C, point de rosée 15 °C, QNH 1001 hPa, temporairement visibilité 3 500 m, averse de pluie, nuages épars à 6 000 ft avec présence de CB.

D'après l'analyse post-incident de Météo-France, entre 11 h 35 et 11 h 45, les images des satellites dans le visible montrent la présence de nuages convectifs à fort développement vertical de type CB. Les images des radars précipitations montrent également le passage d'une forte averse de pluie sur l'aéroport de CDG. Les observations faites par l'observateur de Météo-France présent à CDG et les mesures effectuées par une station automatique sur la piste 27R confirment le passage de cette averse et les baisses de visibilité associées.

Lors de la deuxième approche, aux alentours de 11 h 55, une averse de pluie sous nuages convectifs à fort développement vertical de type CB est toujours en cours et réduit nettement les visibilitées comme l'indiquent les observations humaines et les mesures sur la piste 27R.

2.3 Approches RNP avec des minima LNAV/VNAV

Les approches RNP avec des minima LNAV/VNAV⁹ sont un type d'approche utilisant le système mondial de positionnement par satellites (GNSS). Elles sont classées comme approches avec guidage vertical (APV). Lors de la conception des APV baro-VNAV, la performance baro-VNAV des avions est prise en compte pour déterminer les protections aux obstacles. Les APV baro-VNAV ne sont pas considérées comme des approches de précision du fait de la performance baro-VNAV des avions. La hauteur de dégagement de l'obstacle pour ce type d'approche ne peut être inférieure à 250 ft.

Pour les approches RNP avec des minima LNAV/VNAV, le guidage latéral repose sur le système de navigation de surface RNAV/GNSS et est principalement basé sur un positionnement GNSS. Le guidage vertical utilise la fonction baro-VNAV qui est basée sur l'altitude barométrique de l'avion. Ce type d'approche, comme toutes les approches utilisant la fonction baro-VNAV, sont sensibles aux erreurs de calage altimétrique. Ces erreurs ne peuvent être détectées par les vérifications d'altitude-distance en comparaison avec les valeurs fournies par les cartes d'approches. A contrario, les approches avec guidage vertical satellitaire et par exemple les RNP (LPV), utilisent un guidage vertical basé sur le positionnement GNSS et les systèmes d'augmentation GNSS. Elles ne sont pas sensibles aux erreurs de QNH.

Lorsqu'une approche RNP est disponible pour un QFU, une carte d'approche est publiée dans l'AIP. Un équipage de conduite peut être autorisé par un contrôleur aérien à réaliser une approche RNP,

⁹ Voir le [guide Opérations 2D 3D](#) de la DSAC

Ainsi que le guide [Performance Based Navigation Guide](#) de l'AESA

mais la clairance n'indique pas quel type d'approche RNP effectuer (LNAV, LNAV/VNAV ou LPV par exemple). L'accord pour réaliser une approche RNP et le choix du type d'approche RNP dépend au minimum de la qualification des équipages, des autorisations de l'exploitant et des capacités de l'avion. Il n'est pas requis pour l'équipage d'informer le contrôleur du choix du type d'approche RNP qu'il souhaite réaliser¹⁰.

Dans le cas de cet incident grave, comme l'ILS de la piste 27R était hors-service, les contrôleurs aériens ont autorisé l'équipage à réaliser une approche RNP. Comme l'avion n'était pas équipé pour réaliser des approches RNP (LPV), l'équipage a opté pour la réalisation d'une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV.

À bord d'un Airbus A320, le guidage vertical pendant une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV est indiqué à l'équipage sur les PFD au travers d'un indicateur de déviation verticale (V/DEV). Le guidage est également fourni au travers des indications du directeur de vol (FD) comme pour un ILS.

Les procédures opérationnelles d'Airbus pour cet avion, tout comme celles de l'exploitant aérien, intègrent quelques items spécifiques aux approches RNP avec des minima LNAV/VNAV. Le calage altimétrique est mentionné deux fois dans la documentation :

- *"For RNAV (GNSS) approach with LNAV VNAV minima, use of QNH from a remote station is Prohibited"*.
- *"The vertical guidance requires a precise BARO setting"*.

La documentation opérationnelle concernant les approches RNP avec des minima LNAV/VNAV mentionne le risque de différence de calage altimétrique entre les altimètres du cockpit, mais ne mentionne pas spécifiquement le risque d'une erreur de QNH commune aux deux altimètres.

De plus, il n'y a pas d'item dédié à une vérification spécifique du QNH avec une autre source d'information comme l'ATIS, les METAR ou une confirmation du QNH avec les services de la navigation aérienne.

2.4 Système d'alarme MSAW de CDG

Le système Minimum Safe Altitude Warning (MSAW) est un filet de sauvegarde qui prévient les contrôleurs aériens lorsqu'un appareil a un taux de descente tel qu'il risque de percuter le relief à court terme.

À CDG, ce système est actif sur un carré de 64 NM centré sur CDG, à l'intérieur duquel le relief est modélisé avec des carrés de 0,5 NM de côté incluant les principaux obstacles artificiels isolés.

Une marge de franchissement d'obstacle (MFO) de 300 ft est appliquée. Si le taux de descente d'un aéronef le fait rentrer dans cette marge dans les 34 secondes qui suivent, l'alarme MSAW se déclenche.

¹⁰ Selon l'AIP France, à CDG l'équipage doit indiquer au contrôleur s'il est capable d'effectuer uniquement des approches LNAV.

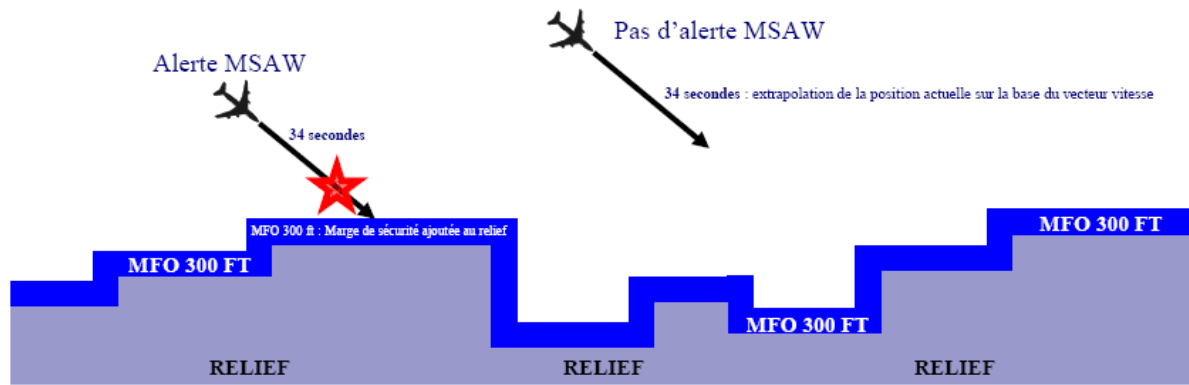


Figure 5 : MSAW logigramme (source : manuel d'exploitation de CDG)

Lorsque le système MSAW détecte un conflit, deux alarmes sont générées :

- une alarme visuelle sur l'écran radar des contrôleurs aériens avec une étiquette **"MSAW"** clignotant en ambre
- une alarme sonore *"Biiip biiip, alerte relief"*

Ces alarmes sont visibles et audibles sur toutes les positions radar des contrôleurs aériens.

D'après le manuel d'exploitation du SNA de CDG, la procédure en cas d'alarme MSAW prévoit que le contrôleur qui a en fréquence l'avion acquitte l'alarme en cliquant dessus. Les alarmes visuelle et sonore sont alors désactivées pour toutes les positions radar des contrôleurs aériens.

La procédure à utiliser en cas de MSAW avec un aéronef qui n'est pas en guidage radar est la suivante :

- aviser immédiatement le pilote qu'une alerte relief a été générée,
- donner l'instruction au pilote de vérifier immédiatement son niveau de vol ou son altitude,
- lui fournir le QNH.

Par exemple et selon le manuel d'exploitation de CDG la phraséologie à utiliser est la suivante : *"AFR 32 45, alerte relief, vérifiez votre altitude immédiatement, QNH 1012"* / *"AFR 3 2 4 5, terrain alert, check your altitude immediately, QNH 1 0 1 2"*.

3 PROCHAINES ÉTAPES DE L'ENQUÊTE

La validation et l'analyse des paramètres ainsi que l'analyse de l'événement dans sa globalité sont toujours en cours.

Une attention particulière sera donnée aux points d'analyse suivant :

- la non-activation des alarmes TAWS ;
- le paramétrage du déclenchement des annonces automatiques des radio-altimètres ;
- le paramétrage et la configuration du système MSAW à CDG ;
- la phraséologie MSAW ;
- la formation et les procédures de l'équipage de conduite du vol et des contrôleurs aériens ;
- la performance de l'équipage de conduite du vol et des contrôleurs aériens ;
- les systèmes additionnels bord ou sol pour la prévention des CFIT lors des approches utilisant la fonction baro-VNAV ;
- les études d'impacts associées aux plans de développement OACI relatif à la Navigation basée sur les performances (PBN), ainsi que ses déclinaisons régionales et nationales ;
- les événements similaires ;
- la documentation opérationnelle des constructeurs concernant les approches utilisant la fonction baro-VNAV.

4 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.

Lors de cet incident grave, pendant la première approche RNP avec des minima LNAV/VNAV, un QNH erroné a été donné par un contrôleur aérien :

- À deux reprises à l'équipage en question, et à chaque fois l'équipage a collationné le QNH erroné qui lui a été donné ;
- À une reprise à un autre équipage, qui n'a pas collationné le QNH donné mais qui a collationné le QNH en vigueur sans que cela ne soit relevé par le contrôleur.

Le QNH donné à l'équipage différait de 10 hPa de celui en vigueur qui était inclus dans les informations de l'ATIS, donnant lieu à la réalisation d'une approche effectuée environ 280 ft sous le plan de descente publié.

Lorsque l'équipage a été transféré à la tour et conformément aux procédures, le contrôleur aérien a autorisé l'équipage à l'atterrissage sans lui donner le QNH.

L'approche a abouti à un quasi-CFIT, sans références visuelles, à une hauteur minimale de 6 ft. N'ayant pas acquis des références visuelles, l'équipage a remis les gaz.

Avant la seconde approche RNP avec des minima LNAV/VNAV, l'équipage a reçu uniquement l'information du QNH lors de la remise de gaz. Cette fois le QNH donné était le bon, mais l'équipage a collationné le QNH erroné et l'erreur n'a pas été relevée par le contrôleur. Ainsi, l'équipage a continué de voler avec un QNH erroné amenant l'avion à évoluer avec une altitude inférieure d'environ 280 ft à la trajectoire attendue.

Pendant la deuxième approche, l'équipage a acquis des références visuelles extérieures avant d'atteindre les minima, lui permettant de corriger la trajectoire et d'atterrir sans autre incident.

Les procédures opérationnelles des contrôleurs aériens demandent de donner le QNH à l'équipage lors de la première clairance d'altitude, mais il n'y a pas d'obligation de répéter le QNH avant l'atterrissage.

Les premiers entretiens conduits lors de l'enquête suggèrent que l'importance du QNH pour les approches utilisant la fonction baro-VNAV, en relation avec le risque de CFIT, pouvait être sous-estimée et non entièrement comprise par les contrôleurs aériens.

La documentation opérationnelle des équipages concernant les approches RNP avec des minima LNAV/VNAV mentionne le risque de différence de calage altimétrique entre les altimètres du cockpit, mais ne mentionne pas spécifiquement le risque d'un QNH erroné commun aux deux altimètres.

Dans le cas d'une approche RNP avec des minima LNAV/VNAV, le guidage vertical utilise la fonction baro-VNAV. Ainsi pour ce type d'approche, les erreurs de calage altimétriques peuvent être critiques. Ces erreurs ne peuvent être détectées par les vérifications d'altitude-distance en comparaison avec les valeurs fournies par les cartes d'approches. De plus, il n'y a pas d'item dédié

à une vérification spécifique du QNH avec une autre source d'information comme l'ATIS, les METAR ou une confirmation du QNH avec le contrôleur aérien.

Cette problématique est commune à toutes les approches utilisant la fonction baro-VNAV.

Le système Minimum Safe Altitude Warning (MSAW), lorsqu'il est disponible, peut être considéré comme une des dernières barrières pour éviter un CFIT.

À Paris-Charles de Gaulle (CDG), la procédure standard en cas d'alarme MSAW avec un aéronef qui n'est pas en guidage radar est la suivante :

- aviser immédiatement le pilote qu'une alerte relief a été générée ;
- donner l'instruction au pilote de vérifier immédiatement son niveau de vol ou son altitude ;
- lui fournir le QNH.

Lors de cet incident grave, l'alarme MSAW a été déclenchée lors des deux approches et la phraséologie standard n'a pas été employée par les contrôleurs aériens. En particulier l'équipage n'a pas été informé de vérifier son altitude et le QNH ne lui pas été fourni.

Les premiers entretiens conduits lors de l'enquête suggèrent que la phraséologie d'urgence associée à une alarme MSAW n'est pas entièrement connue et comprise par les contrôleurs aériens.

4.1 Conscience du risque et procédures opérationnelles des services de la navigation aérienne

Le BEA recommande :

- *Considérant que pendant la courte durée de cet événement, un QNH erroné a été donné à deux équipages par un contrôleur ;*
- *Considérant que pendant la courte durée de cet événement, deux contrôleurs aériens n'ont pas relevé les collationnements de QNH erronés ;*
- *Considérant que le système MSAW, lorsque disponible, peut être considéré comme une des dernières barrières pour éviter un CFIT ;*
- *Considérant que la phraséologie standard d'une alarme MSAW n'a pas été utilisée, notamment sans rappel du QNH,*

que les services de la navigation aérienne de Paris-Charles de Gaulle :

- S'assurent sans délai que les contrôleurs aériens soient conscients de l'importance du QNH lors des approches utilisant la fonction baro-VNAV, en relation avec le risque de CFIT

[Recommandation FRAN-2022-005]

- S'assurent sans délai que les contrôleurs aériens soient conscients de l'importance de la vérification des éléments collationnés par les équipages

[Recommandation FRAN-2022-006]

- S'assurent sans délai que les contrôleurs aériens appliquent strictement la phraséologie d'urgence associée à une alarme MSAW, notamment en fournissant le QNH

[Recommandation FRAN-2022-007]

- Mettent en place sans délai une procédure pour les contrôleurs aériens afin de réduire le risque qu'un QNH erroné soit utilisé par les équipages lors d'approches utilisant la fonction baro-VNAV, possiblement en répétant le QNH à un moment approprié de l'approche

[Recommandation FRAN-2022-008]

4.2 Conscience du risque et procédures opérationnelles des équipages

Le BEA recommande :

- *Considérant que le QNH donné dans les informations de l'ATIS et par le contrôleur aérien d'approche différaient de 10 hPa, ce qui est supérieur à ce qui pourrait résulter de fluctuations atmosphériques et ce qui n'a pas été relevé par l'équipage ;*
- *Considérant que la documentation opérationnelle de l'exploitant ne met pas en évidence l'importance du QNH pour les approches utilisant la fonction baro-VNAV en relation avec le risque de CFIT ;*
- *Considérant que les procédures opérationnelles de l'exploitant concernant les approches utilisant la fonction baro-VNAV ne sont pas robustes aux erreurs de QNH communes aux deux altimètres,*

que Airhub Airlines :

- S'assure sans délai que les équipages soient conscients de l'importance du QNH lors des approches utilisant la fonction baro-VNAV en relation avec le risque de CFIT

[Recommandation FRAN-2022-009]

- Mette en place sans délai une procédure pour les équipages afin de réduire le risque d'une erreur de calage altimétrique lors d'approches utilisant la fonction baro-VNAV, possiblement avec une vérification du QNH avec une source d'information indépendante comme les informations ATIS lorsque disponibles ou en faisant confirmer le QNH avec le contrôleur aérien

[Recommandation FRAN-2022-010]

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE

Acronymes	Version Anglaise	Version Française
AAL	Above Aerodrome (Airport) Level	Au-dessus du niveau de l'aérodrome
ACMI	Aircraft Crew Maintenance and Insurance	Avion, équipage, maintenance et assurance
AESA	European Aviation Safety Agency (EASA)	Agence européenne de la sécurité aérienne
AIP	Aeronautical Information Publication	Publication d'information aéronautique
AP	Automatic Pilot	Pilote automatique
APV	APproach with Vertical guidance	Approche avec guidage vertical
ATC	Air Traffic Control	Contrôle de la circulation aérienne
ATCO	Air Traffic Control Operator / controller	Contrôleur aérien
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Service automatique d'information de région terminale
CB	Cumulonimbus	Cumulonimbus
CDB	Captain	Commandant de bord
CDG	Paris-Charles de Gaulle Airport	Aéroport Paris-Charles de Gaulle
CFIT	Controlled Flight Into Terrain	Vol contrôlé dans le relief
CTA	Air Operator's Certificate (AOC)	Certificat de Transporteur Aérien
CVR	Cockpit Voice recorder	Enregistreur phonique
DA	Decision Altitude	Altitude de décision
DAR	Digital ACMS Recorder	Enregistreur de paramètres
FD	Flight Director	Directeur de vol
FDP	Final Descent Point	Point de descente finale
GNSS	Global Navigation Satellite System	Système mondial de navigation par satellite
IAS	Indicated Air Speed	Vitesse indiquée
ILS	Instrument Landing System	Système d'atterrissage aux instruments
ITM	Intermediate controller (approach)	Contrôle d'approche InTerMédiaire
LNAV	Lateral Navigation	Mode de guidage latéral
LOC	Local controller (tower)	Contrôle LOCal
LPV	Localizer Performance with Vertical guidance	
LVP	Low Visibility Procedure	Procédure de faible visibilité
MANEX	Operating Manual (OM)	Manuel d'exploitation
METAR	Aerodrome routine meteorological report	Message d'observation météorologique régulière d'aérodrome
MFO	Obstacle clearance margin	Marge de franchissement

Acronymes	Version Anglaise	Version Française
		d'obstacle
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning	Système sol d'avertissement de proximité du relief
NM	Nautical Mile	Mille marin
OACI	International Civil Aviation Organization (ICAO)	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OCH	Obstacle Clearance Height	Hauteur de franchissement des obstacles
PBN	Performance Based Navigation	Navigation basée sur la performance
PF	Pilot Flying	Pilote aux commandes
PFD	Primary Flight Display	Écran de vol primaire
PNC	Cabin crew	Personnel navigant commercial
PM	Pilot Monitoring	
QFU	Magnetic orientation of runway	Orientation magnétique de la piste (en dizaines de degrés)
QNH	Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on ground	Calage altimétrique requis pour lire une altitude
RA	Radio-Altimeter	Radio altimètre
RNAV	aRea NAVigation	Navigation de surface
RNP	Required Navigation Performance	Performance de navigation requise
SNA	Navigation air services	Services de la navigation aérienne
TOGA	Take-Off Go-Around	Décollage / Remise des gaz
TAWS	Terrain Awareness and Warning System	Système avertisseur de proximité du sol
UTC	Universal Time Coordinated	Temps universel coordonné
V/DEV	Vertical DEVIation	Indicateur de déviation verticale
VNAV	Vertical Navigation	Mode de guidage vertical