



Indisponibilité du transpondeur, indisponibilité du système ACAS, difficultés ou perte de communication radio et datalink, dégradation des capacités d'approche et d'atterrissage, rapprochements dangereux

INCIDENT GRAVE	INCIDENT	INCIDENT GRAVE
Avion AIRBUS A320-251N immatriculé EI-NSF	Avion AIRBUS A321-252NX immatriculé PH-YHA	Avion AIRBUS A321-252NX immatriculé PH-YHC
Aer Lingus Teoranta	Transavia Airlines C.V.	Transavia Airlines C.V.
Transport commercial de passagers		
20 septembre 2024 vers 7 h 30 ¹	13 janvier 2025 vers 21 h 20	29 avril 2025 vers 10 h30
En croisière		

Note : ce rapport intermédiaire est établi uniquement à partir des informations dont le BEA a eu connaissance à ce stade des enquêtes. Il ne préjuge pas des conclusions que le BEA pourra formuler dans les rapports finaux relatifs à ces trois enquêtes.

1 DÉROULEMENT DES VOLS

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des enregistreurs de vol CVR² et FDR, des témoignages, des enregistrements des radiocommunications, des données radar ainsi que des données Flightradar24.

Pour les trois vols concernés, les difficultés ou perte de communication radio ainsi que les indisponibilités du transpondeur et/ou du système ACAS s'expliquent par une défaillance du système DRAIMS (*Digital Radio and Audio Integrated Management System*).

1.1 Incident grave survenu à l'Airbus A320 immatriculé EI-NSF exploité par Aer Lingus le 20 septembre 2024, en croisière³

L'équipage de l'Airbus A320neo immatriculé EI-NSF décolle de l'aéroport de Dublin (Irlande) à 6 h 24 à destination de l'aéroport Bordeaux-Mérignac (33), avec l'indicatif EIN50V. Le CDB est PM et le copilote est PF sur ce vol.

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

² Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

³ Pour ce vol, les données du CVR n'étaient plus disponibles lorsque l'enquête a été ouverte.

Environ 15 minutes avant le début de descente, en croisière au FL330, l'équipage est en contact avec un contrôleur aérien du CRNA-Ouest⁴ (Brest Contrôle) et a reçu l'instruction de faire route directe vers le VOR-DME de Cognac (CNA). Le CDB commence à entendre des grésillements dans son casque. L'équipage constate une alternance entre un affichage normal et un message ambre **VHF PAGE NOT AVAIL** sur le RMP 1 (*Radio Management Panel*) ainsi qu'une alternance entre un affichage normal et un écran vide sur le RMP 2. L'équipage rapporte également des déclenchements répétitifs des alertes et memo ECAM suivants, associés à l'illumination du bouton *Master Caution* et l'émission d'un signal sonore de type *Single Chime* : **NAV ATC/XPDR STBY, TCAS STBY, COM RMP 2 OFF, COM RMP 1 FAULT**.

À 7 h 22, l'avion disparaît de l'écran radar du contrôleur. Ce dernier appelle l'équipage pour réaliser un essai radio. L'équipage répond avoir un problème avec le système de communications et son transpondeur. Le contrôleur lui demande de maintenir le FL 330. Les messages émis par l'équipage sont reçus avec une qualité sonore dégradée et des alarmes sonores sont perceptibles en fond. Le contact radio est ensuite perdu. L'avion réapparaît temporairement à deux reprises sur l'écran du contrôleur avant de disparaître à 7 h 27 jusqu'à la fin du vol. Le contrôleur du CRNA-Ouest prévient celui du CRNA-Sud-Ouest (Bordeaux Contrôle) de l'arrivée dans son secteur d'un avion sans contact radar.

L'équipage indique avoir tenté plusieurs *reset*⁵ de chaque RMP et de sélectionner le code transpondeur 7600, sans succès. L'équipage précise que le cockpit était devenu entièrement silencieux et qu'ils ne s'entendaient pas dans leur casque. L'équipage pense alors qu'il fera l'objet d'une interception par des aéronefs militaires. Le CDB consulte la procédure « Panne de Communication Air-Sol » du manuel d'exploitation (voir § 3.1). Il indique qu'étant en VMC, il suit la partie correspondante de la procédure qui prévoit d'atterrir sur l'aérodrome adapté le plus proche. Il considère que cet aérodrome est l'aérodrome de destination, Bordeaux-Mérignac. Il choisit de descendre selon son plan de vol, tel que programmé dans le FMS, afin de respecter les contraintes d'altitude des procédures d'arrivée et d'approche. Cette stratégie lui permet également de minimiser le temps de vol.

La coordination entre les différents centres de contrôle civil et les organismes militaires débute. Le CRNA-Sud-Ouest prévient le CMCC⁶ de la perte de transpondeur de cet avion et l'informe que l'avion semble visible sur Flightradar24⁷.

Le CRNA-Ouest déclenche la phase d'alerte (ALERFA) auprès de l'ARCC⁸ à 7 h 31. Le CRNA-Ouest appelle la base aérienne 709 de Cognac-Châteaubernard (16) pour les informer d'une perte radio et radar avec l'EI-NSF, qui pourrait potentiellement interférer avec leurs zones. Le contrôleur militaire indique qu'il voit l'avion sur Flightradar24 et au radar primaire.

⁴ Centre de contrôle régional (ACC, *area control centre*).

⁵ L'équipage met chaque RMP sur la position OFF puis sur ON.

⁶ Centre Militaire de Coordination et de Contrôle.

⁷ Site internet de suivi de la position des avions (voir § 5).

⁸ *Aeronautical Rescue Coordination Center*.

Le CRNA-Ouest signale la perte de contact radio et radar au CAPCODA-TN⁹. Aucune assistance en vol n'est mentionnée dans cet échange.

Le CRNA-Ouest transfère la responsabilité de l'avion au CRNA-Sud-Ouest et transmet à la radio la fréquence du CRNA-Sud-Ouest. Cette transmission ne sera pas reçue par l'équipage et restera sans réponse.

À 7 h 33, l'équipage débute la descente.

À 7 h 34, le CRNA-Sud-Ouest appelle la base aérienne 709 de Cognac-Châteaubernard qui lui indique que l'avion est à 30 NM dans le 350° de la base aérienne, et évoque une assistance possible à l'aide d'avions de chasse via l'activation de la permanence opérationnelle.

L'équipage indique dans son témoignage que le RMP 2 redevient actif et qu'il peut uniquement émettre sur la fréquence 121.800 MHz¹⁰. Dans cette région, cette fréquence correspond à la fréquence sol de l'aéroport Tarbes-Lourdes-Pyrénées (65). Un contact radio s'établit à 7 h 34 entre le contrôleur de Tarbes-Lourdes-Pyrénées et l'équipage. L'équipage demande au contrôleur de relayer sa position et ses intentions au centre de contrôle d'approche de Bordeaux-Mérignac.

L'équipage récupère la capacité de changer de fréquence radio et émet un message sur la fréquence de détresse 121.5 MHz puis sur la fréquence de Mérignac-Approche (121.200 MHz)¹¹, sans recevoir de réponse. Le contact radio est finalement rétabli à 7 h 39 sur 121.5 Mhz avec le CDC¹² de Mont-de-Marsan. L'équipage se signale en descente vers le FL 80 sur la STAR CNA 2K. Il confirme au contrôleur militaire ne pas avoir besoin d'assistance et demande une fréquence radio.

À 7 h 41, le CRNA-Sud-Ouest, qui veillait également la fréquence 121.5 MHz, lui demande de contacter « Bordeaux » sur la fréquence 132.990 MHz¹³.

Le CRNA-Sud-Ouest prévient le contrôleur d'approche de Bordeaux-Mérignac que le contact radio avec l'équipage a été rétabli sur 121.5 MHz et que l'avion est en descente vers le FL 80 sur une arrivée standard débutant à « Cognac ». Les deux contrôleurs échangent à propos de l'altitude de l'avion et chacun confirme qu'il le voit au FL 330 sur Flightradar24. Un conflit potentiel avec le vol British Airways Euroflyer EFW59L est évoqué. Le contrôleur d'approche de Bordeaux-Mérignac indique à celui du CRNA-Sud-Ouest qu'il s'attendait à ce que l'avion fasse des circuits d'attente à VAGNA¹⁴ et qu'il le voit au radar primaire.

La phase de détresse (DESTRESFA) est déclenchée également à 7 h 41 par le CRNA-Ouest.

⁹ Centre Air de Planification et de Conduite des Opérations et de Défense Aérienne. Organisme notamment en charge de l'assistance en vol et du déclenchement des moyens de la permanence opérationnelle en cas d'interception d'un aéronef. A la date de cet incident grave, ces missions étaient accomplies par le CNOA (Centre National des Opérations Aériennes).

¹⁰ Cette fréquence correspond à la fréquence sol de Dublin utilisée par le copilote au début du vol.

¹¹ L'AIP indique que cette fréquence est utilisée sur instruction du contrôle aérien uniquement. La carte LIDO utilisée par l'équipage ne mentionnait pas cette précision.

¹² Centre de Détection et de Contrôle, centre de contrôle aérien régional militaire.

¹³ L'une des fréquences radio du CRNA-Sud-Ouest.

¹⁴ Repère d'approche initiale (IAF) pour les arrivées en provenance de CNA, sur lequel est publiée une procédure d'attente.

Au même instant, la séparation minimale entre les vols EFW59L et EIN50V est de 3,2 NM en latéral et environ 175 ft en vertical (Figure 1, points ★).

À 7 h 42, l'équipage contacte le CRNA-Sud-Ouest sur 132.990 MHz. Il se signale en descente vers le FL 80 sur la procédure d'arrivée CNA 2K et à la demande du contrôleur, indique qu'il passe le FL 125 (Figure 1, point ①). Après avoir été transféré au contrôleur d'approche, l'équipage se signale au FL 100 en descente vers le FL 80 (point ②). Le contrôleur demande à l'équipage de confirmer son niveau de vol puis demande au vol EFW59L de tourner à gauche au cap 090° (point ③). Les deux équipages des vols EFW59L et EIN50V collationnent en même temps ce message et virent tous les deux au cap 090° (points ④ ④). Le vol EFW59L est alors 500 ft au-dessus du vol EIN50V. Ce double collationnement n'est pas relevé par le contrôleur.

L'équipage de l'EIN50V déclare un « PAN PAN ». L'équipage indique dans son témoignage que la fréquence de l'ILS 23 n'est pas sélectionnée automatiquement par le FMS et qu'il ne peut pas le faire manuellement sur son MCDU. L'équipage envisage de faire une approche RNP. Il utilise finalement la fonction STBY NAV¹⁵ du RMP et parvient à sélectionner la fréquence de l'ILS 23. Après deux circuits d'attente réalisés sur l'IAF VAGNA, l'équipage est autorisé à l'approche ILS 23, puis à l'atterrissage. L'équipage atterrit sans autre incident.

Lors de l'escale, un organisme de maintenance teste les transpondeurs et les deux RMP. Les résultats des tests ne mettent en évidence aucune anomalie. Le vol retour se déroule sans incident particulier.

¹⁵ Mode dégradé de réglage et de sélection des moyens de radionavigation via les RMP.

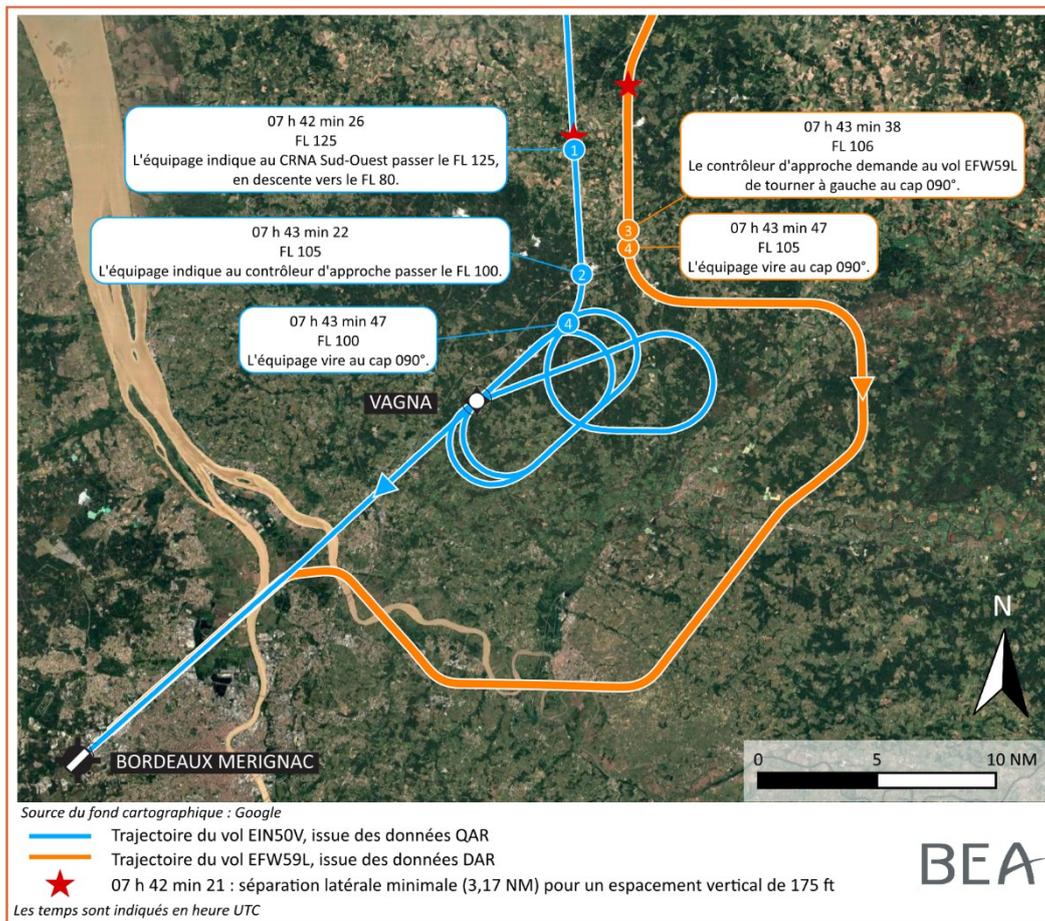


Figure 1 : trajectoire du vol EIN50V lors du rapprochement avec le vol EFW59L

1.2 Incident survenu à l'Airbus A321 immatriculé PH-YHA exploité par Transavia le 13 janvier 2025, en croisière

L'équipage de l'Airbus A321neo immatriculé PH-YHA décolle de l'aéroport Federico-García-Lorca de Grenade-Jaén (Espagne) à 19 h 24 à destination de l'aéroport Amsterdam Schiphol (Pays-Bas), avec l'indicatif TRA59M. Le CDB est PF et le copilote est PM sur ce vol.

En croisière au FL 340, l'équipage est en contact avec le CRNA-Sud-Ouest. À 20 h 48, l'équipage indique que les alertes ECAM **NAV LS TUNING DISAGREE** et **NAV ATC/XPDR STBY** apparaissent, ainsi que le memo ECAM **TCAS STBY**. La fonction STBY NAV s'active sans intervention de l'équipage sur les deux RMP et les fréquences radio des deux RMP sont désynchronisées. Des passages répétés du TCAS en mode STBY sont enregistrés au FDR.

Entre 20 h 48 et 21 h 07, l'avion disparaît 6 fois des écrans radars et réapparaît avec un code transpondeur qui semble aléatoire (2107, 1001, 2110, 2111) ne correspondant pas au code sélectionné par l'équipage. Le mode C est perdu de façon intermittente et la fonction IDENT du transpondeur s'active sans intervention de l'équipage à de nombreuses reprises¹⁶.

¹⁶ Au total, entre l'apparition de la défaillance et la fin du vol, 85 pertes du mode C et 224 changements de code transpondeur intempestifs sont enregistrés dans les données radar.

Plusieurs pertes totales de l'audio se produisent côté copilote : le copilote ne reçoit aucun signal dans son casque et émet un message radio qui n'est pas reçu par le centre de contrôle.

La phase d'alerte (ALERFA) est déclenchée par le CRNA-Sud-Ouest à 20 h 57.

L'équipage indique dans son témoignage qu'il ne peut pas traiter les messages ECAM car ceux-ci apparaissent et disparaissent en permanence. L'équipage tente alors un *reset* de chaque RMP.

À 21 h 07, l'équipage est transféré au CRNA-Ouest sur la fréquence 125.965 MHz. L'équipage sélectionne cette fréquence et émet un message destiné au contrôleur du CRNA-Ouest, mais le message est reçu sur la fréquence précédente (celle du CRNA-Sud-Ouest). L'équipage indique alors au contrôleur du CRNA-Sud-Ouest ne plus pouvoir changer de fréquence radio. Les seules fréquences utilisables sont la fréquence du CRNA-Sud-Ouest (132.430 MHz) et la fréquence de détresse 121.5 MHz. Le CRNA-Sud-Ouest prévient le CRNA-Ouest, qui indique ne pas pouvoir accepter le vol dans ces conditions.

L'équipage se déclare en « PAN PAN » à 21 h 10 et indique avoir des problèmes radio, transpondeur et TCAS. L'équipage demande à se dérouter sur Paris-Orly (94). Le contrôleur du CRNA-Sud-Ouest refuse et lui demande de virer à gauche au cap 190° pour un déroutement vers l'aéroport Bordeaux Mérignac.

Le CRNA-Sud-Ouest appelle le centre de contrôle d'approche de Bordeaux-Mérignac pour l'informer de l'arrivée du vol TRA59M. Le CRNA demande si les contrôleurs de Bordeaux-Mérignac peuvent émettre sur 121.5 MHz. Le centre de contrôle d'approche de Bordeaux-Mérignac indique avoir un poste radio de secours avec lequel il peut peut-être émettre sur 121.5 MHz. Le contrôleur d'approche de Bordeaux-Mérignac fait un essai et le CRNA-Sud-Ouest confirme la bonne réception du message.

Le CDB, anticipant une éventuelle perte toutes les communications, demande au contrôleur du CRNA-Sud-Ouest s'il peut obtenir des autorisations d'approche et d'atterrissage anticipées. Le CRNA-Sud-Ouest se coordonne avec le centre de contrôle d'approche de Bordeaux-Mérignac et ils conviennent de donner à l'équipage une clairance limite¹⁷ à 5 000 ft sur le point ETPAR le temps de s'assurer que l'équipage est bien en contact avec l'approche sur 121.5 MHz. À 21 h 25, l'équipage est autorisé à l'approche RNP05Z et transféré au contrôleur d'approche sur 121.5 MHz.

L'équipage se déclare en « PAN PAN » sur 121.5 MHz, le contact radio est établi avec le centre de contrôle d'approche de Bordeaux-Mérignac. La phase de détresse (DETRESFA) est déclenchée à 21 h 27 par le CRNA-Sud-Ouest. L'équipage ne parvient pas à activer le mode approche du FMS ni à armer les modes de guidage associés aux approches RNP. L'équipage utilise alors les modes TRK et FPA pour sélectionner manuellement la route et la pente d'approche. L'équipage atterrit sans autre incident.

Lors de l'escale, un organisme de maintenance réalise des tests fonctionnels des récepteurs multimodes MMR (*multi-mode receiver*) et du TCAS. Aucune panne n'est mise en évidence. Une fois les tests terminés, l'équipage décide de couper complètement puis de rétablir l'alimentation électrique de l'avion dans le but de réinitialiser tous les systèmes.

¹⁷ Lorsqu'un équipage reçoit une clairance limite, il ne peut pas poursuivre le vol au-delà de la limite spécifiée par le contrôleur sans autorisation.

À 0 h 33, l'équipage décolle de l'aéroport Bordeaux-Mérignac pour rejoindre sa destination initiale. À la rentrée du train d'atterrissage, l'équipage indique voir le mémo **TCAS STBY** apparaître à l'ECAM, sans alerte ECAM associée. La radio fonctionne normalement.

Le contrôleur indique à l'équipage ne pas recevoir le bon code transpondeur (1000 sélectionné par l'équipage, 1001 affiché sur l'écran de visualisation radar du contrôleur), ni l'information d'altitude qui devrait y être associée. L'équipage ne parvenant pas à sélectionner un autre code transpondeur, le vol est refusé par le CRNA-Sud-Ouest. L'équipage fait demi-tour et atterrit à Bordeaux-Mérignac à 1 h 05. L'avion est immobilisé à Bordeaux pour analyse de la panne par l'exploitant.

1.3 Incident grave survenu à l'Airbus A321 immatriculé PH-YHC exploité par Transavia le 29 avril 2025, en croisière

L'équipage de l'Airbus A321neo immatriculé PH-YHC décolle de l'aéroport Elche Miguel Hernández d'Alicante (Espagne) à 8 h 42 à destination de l'aéroport Amsterdam Schiphol (Pays-Bas), avec l'indicatif TRA21Q. La CDB est PM et le copilote est PF sur ce vol.

Lors de la montée, la CDB commence à entendre des grésillements dans son casque¹⁸. En croisière, à l'occasion d'un changement de fréquence, l'équipage constate que les changements faits sur le RMP 1 ne sont pas synchronisés avec le RMP 2 mais ceux faits sur le RMP 2 sont bien pris en compte par le RMP 1.

À partir de 10 h 24, l'équipage rapporte des déclenchements répétitifs de l'alerte ECAM **NAV ATC/XPDR STBY**, associés à l'illumination du bouton *Master Caution*, l'émission d'un signal sonore de type *Single Chime* et de l'apparition du mémo ECAM **TCAS STBY**.

À 10 h 26, l'avion est au FL 360. La CDB, en contact radio avec le CRNA-Est (Reims Contrôle), fait un essai radio et demande également si son transpondeur est bien reçu. La qualité audio est dégradée et l'avion est toujours visible au radar.

À 10 h 28, le contrôleur signale à l'équipage la perte de contact radar et lui demande de passer sur son autre transpondeur¹⁹. L'équipage répond qu'il a des problèmes sur les deux transpondeurs. Le contact radar est rétabli peu après. Le code transpondeur transmis au radar est 2000. Le contact radar est de nouveau perdu à 10 h 30, et ce jusqu'à la fin du vol (Figure 2, point ①).

En raison d'apparitions répétées d'alertes ECAM et de l'alternance d'un écran vide et d'un affichage normal sur le RMP 2, le copilote met le RMP 2 sur OFF. Les alertes cessent. Le copilote le remet ensuite sur ON, les alertes réapparaissent. Le copilote remet alors le RMP 2 sur OFF à 10 h 29 et le laisse ainsi jusqu'à la fin du vol.

Pendant cette période, le CRNA-Est appelle à plusieurs reprises le centre de contrôle en route de Maastricht (MUAC) à propos du vol TRA21Q.

Le contrôleur de MUAC indique qu'il peut toujours le voir « *as a primary target* » et précise qu'en

¹⁸ Dans son témoignage, la CDB indique avoir également perçu des grésillements dans son casque lors du vol précédent, au cours de la descente. Ces grésillements sont enregistrés dans le CVR et sont présents dès la mise en route de l'avion pour le vol de l'évènement.

¹⁹ En cas de panne transpondeur, les procédures opérationnelles des contrôleurs prévoient notamment de demander à l'équipage d'utiliser le deuxième transpondeur.

l'absence de transpondeur et d'une information de niveau de vol, l'avion devra descendre dans l'espace aérien géré par les centres de contrôle de Paris et Bruxelles.

Le CRNA-Est appelle les organismes militaires (CDC de Cinq-Mars-la-Pile et CAPCODA-TN) pour leur signaler la perte de contact radar. Le CDC indique qu'ils voient l'avion grâce à leur radar primaire.

À 10 h 31, le contrôleur confirme à l'équipage la perte de contact radar. L'équipage indique être au travers du point SULEX, au FL 360.

À 10 h 34, le contrôleur demande à l'équipage du vol NSZ8TQ²⁰ qui évolue au FL 360 dans son secteur de tourner de 10° à gauche pour gérer un autre conflit, puis à l'équipage du vol TRA21Q de tourner vers CMB²¹. L'équipage du TRA21Q indique que cela nécessite de virer de 90° à droite. Le contrôleur demande alors à l'équipage de faire route vers le point LUMIL et de réaliser un virage de 360° par la gauche à l'arrivée sur ce point (point 2).

Le CRNA-Est appelle le CRNA-Nord (Paris Contrôle) pour lui signaler la perte de contact radar avec le vol TRA21Q et pour coordonner la descente de ce vol²², car MUAC refuse de le prendre dans son espace aérien. Le CRNA-Est lui indique qu'il souhaiterait faire descendre l'avion au FL 240 et les deux centres conviennent que le CRNA-Est gardera l'avion en fréquence à ce niveau.

Le CRNA-Est appelle le centre de contrôle en route de Bruxelles qui refuse de prendre le vol car ils indiquent qu'ils n'ont « pas de primaire » et qu'ils ne vont « pas le voir du tout ».

Après avoir débuté son virage de 360° par la gauche, l'équipage appelle le CRNA-Est pour avoir des instructions sur la suite de leur vol à l'issue du virage. Le contrôleur leur demande de faire à nouveau des 360 en arrivant à LUMIL car MUAC refusant leur vol, ils vont devoir descendre pour éviter leur espace.

Le contrôleur demande à l'équipage du vol NSZ8TQ de virer au cap 350° et de descendre au FL 340 (point 3). L'avion vole alors au cap 022°.

Le contrôleur informe l'équipage du vol TRA21Q qu'il n'est pas non plus accepté par le centre de contrôle en route de Bruxelles et qu'il va devoir se dérouter sur l'aéroport Lille-Lesquin (59).

À 10 h 42, le contrôleur demande à l'équipage du vol TRA21Q de descendre au FL 300 et de continuer les 360 à la verticale de LUMIL (point 4). Le contrôleur demande à l'équipage du vol NSZ8TQ de virer à gauche de 30° (point 5).

Le CRNA-Est appelle MUAC pour les informer que le vol TRA21Q est en descente vers le FL 300. MUAC demande qu'il ne rentre pas dans leur espace aérien. Le CRNA-Est répond qu'ils essayent mais qu'ils ne voient pas l'avion.

À 10 h 43 min 23, les vols TRA21Q et NSZ8TQ se rapprochent à une distance minimale de 3,9 NM,

²⁰ Vol Malaga (Espagne) – Göteborg (Suède) exploité par la compagnie Norwegian avec un Boeing 737 Max immatriculé LN-FGF.

²¹ VOR de Cambrai, servant de repère pour un circuit d'attente en route publié.

²² À cet endroit, les espaces aériens situés en dessous du FL 265 sont gérés par le CRNA Nord et ceux situés au-dessus sont gérés par le CRNA-Est.

et avec un espacement vertical d'environ 1 400 ft (points ★). Le transpondeur du vol TRA21Q étant en mode STBY, aucune alerte TCAS ni filet de sauvegarde ATC ne peut se déclencher. Le vol TRA21Q n'étant plus affiché sur l'écran radar du contrôleur, celui-ci ne détecte pas ce rapprochement. Les équipages des deux avions ne le détectent pas non plus.

À 10 h 44, l'équipage confirme au contrôleur pouvoir atterrir à Lille.

Le CRNA-Est appelle le centre de contrôle en route de Bruxelles qui indique avoir réussi à visualiser le vol TRA21Q sur leurs écrans radar²³. Ils ajoutent que le centre de contrôle en route d'Amsterdam le voit au radar primaire et que par conséquent, ces derniers ont accepté le transfert du vol TRA21Q. Le centre de contrôle de Bruxelles et les CRNA-Nord et Est s'accordent sur les conditions de transfert de l'avion, qui doit être stable au FL 240 à la frontière et en route vers le point DENUT.

À 10 h 46, le contrôleur informe l'équipage du vol TRA21Q qu'ils pourront finalement aller à destination et l'autorise à descendre au FL 240.

À 10 h 50, l'équipage du vol TRA21Q indique au contrôleur du CRNA-Est être stable au FL 240. Ce dernier l'autorise à faire route vers le point DENUT. Deux minutes plus tard, le vol est transféré au centre de contrôle en route de Bruxelles sur la fréquence 127.230 MHz. La CDB sélectionne cette fréquence sur le RMP 1 et s'annonce au FL 240 en direction de DENUT. Ce message est reçu sur la fréquence du CRNA-Est. Après avoir rebasculé le RMP 1 sur la fréquence du CRNA-Est, la CDB sélectionne à nouveau la fréquence de Bruxelles et parvient à écouter et émettre.

Lors du changement de fréquence entre le centre de contrôle en route de Bruxelles et celui d'Amsterdam, la CDB continue à entendre la fréquence de Bruxelles en bruit de fond, en plus de celle d'Amsterdam. Ce bruit de fond s'estompe ensuite. Le centre de contrôle en route d'Amsterdam bascule le vol TRA21Q sur une fréquence dédiée afin d'éviter les changements de fréquence. L'équipage réalise une approche ILS et atterrit à 11 h 26 sans autre incident.

²³ Le centre de contrôle de Bruxelles dispose de données issues de radars primaires. La piste radar primaire est corrélée avec le plan de vol de l'avion vers 10 h 43, permettant aux contrôleurs d'identifier le vol.

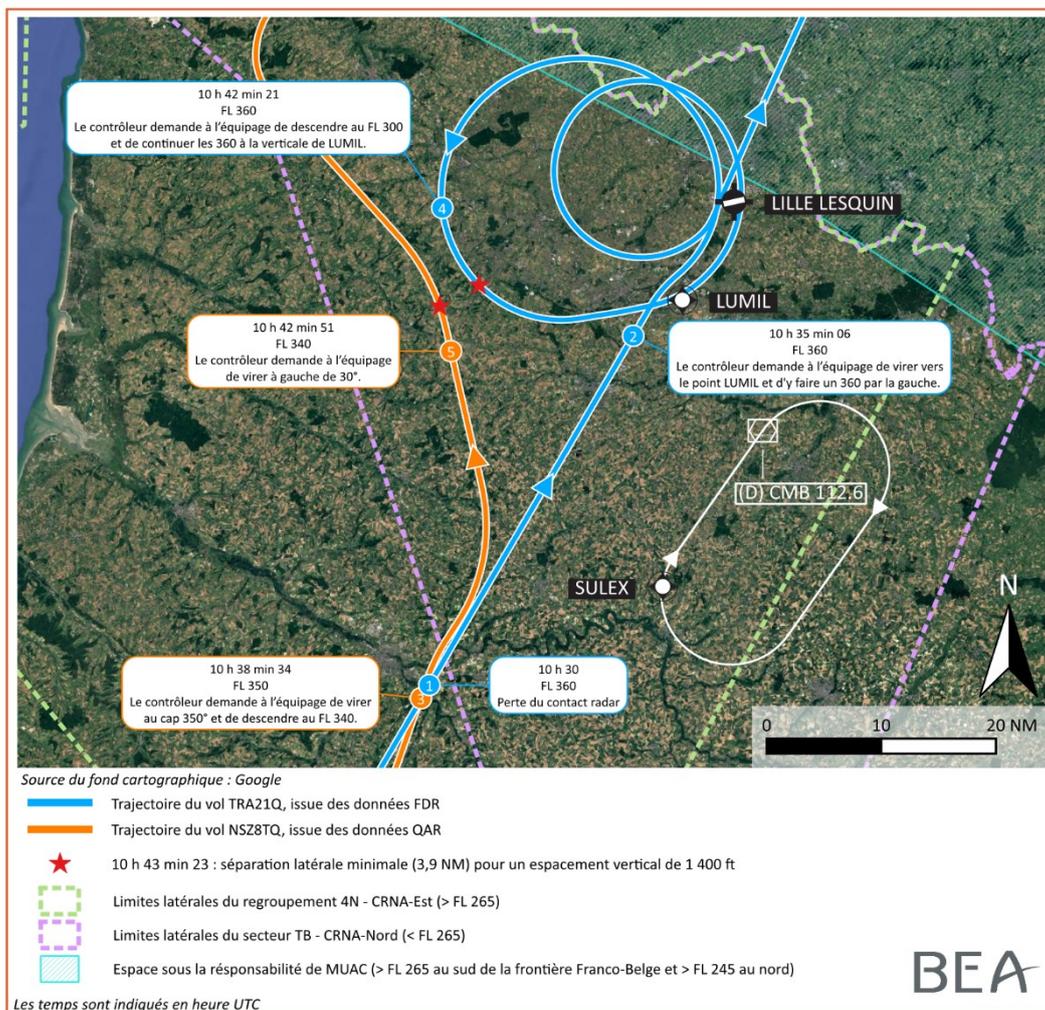


Figure 2 : trajectoire du vol TRA21Q lors du rapprochement avec le vol NSZ8TQ

1.4 Évènements similaires

Dans le cadre des enquêtes sur ces trois incidents, des premières recherches d'évènements similaires ont été réalisées sur la base de données européenne d'accidents et d'incidents, ainsi que par la DSNA (Direction des Services de la Navigation Aérienne), Eurocontrol et Airbus sur leurs bases de données respectives. Le BEA a également interrogé plusieurs exploitants d'Airbus neo.

Ces recherches ont permis d'identifier à ce stade 6 autres évènements similaires sur la famille A320neo et un sur A330neo, survenus entre mars 2023 et avril 2025. Les évènements considérés comme similaires sont ceux pour lesquels le fonctionnement des radiocommunications a été affecté, ainsi que le fonctionnement du transpondeur et/ou du TCAS et/ou des moyens de radionavigation. Toutefois, ces recherches ne sont pas exhaustives et il est donc probable que le nombre d'évènements similaires soit en réalité supérieur.

2 RENSEIGNEMENTS SUR LES AVIONS

2.1 Description du système DRAIMS

Le DRAIMS (*Digital Radio and Audio Integrated Management System*) fait partie du système de communication (voir Figure 3). Il contribue aux fonctions de communication (radios VHF/HF, SATCOM, interphone cabine, etc.), d'alertes sonores (FWS, TAWS), de surveillance (transpondeurs, ACAS) et de radionavigation (MMR, DME, VOR, ADF), en secours, pour cette dernière fonction, du contrôle principal assuré par le FMS.

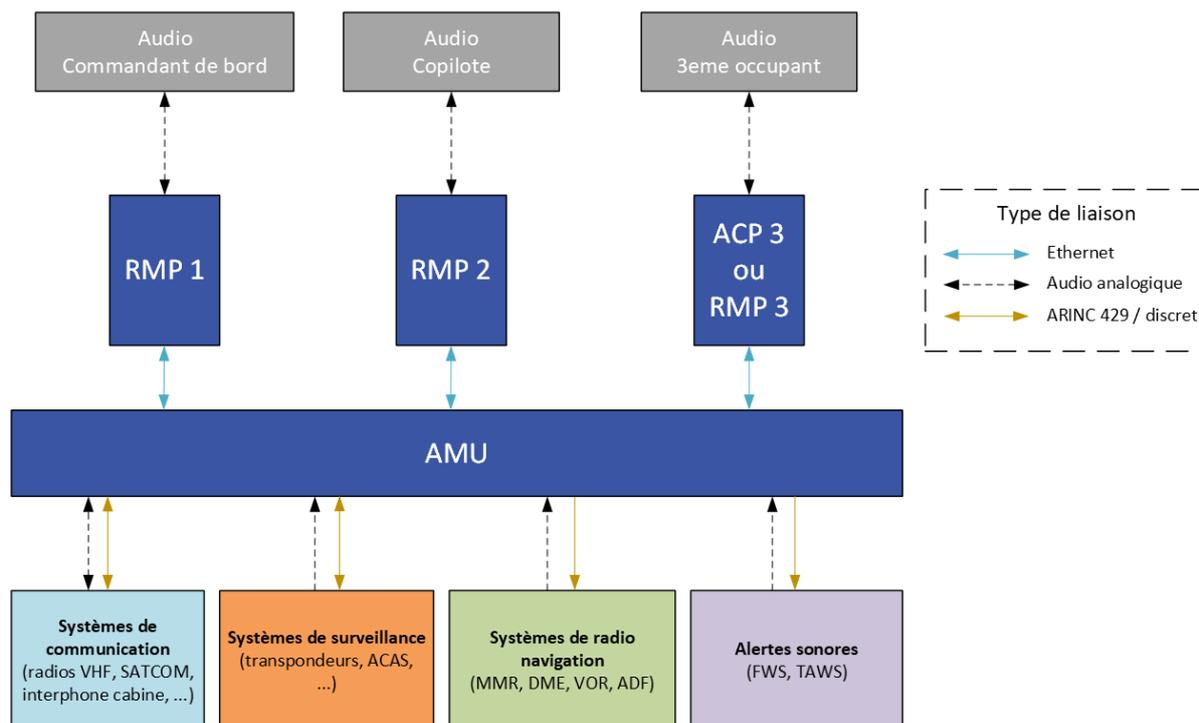


Figure 3 : architecture simplifiée du système DRAIMS (Source : BEA)

Le DRAIMS est composé de :

- deux RMP (*Radio Management Panel*) : interface reliée aux périphériques audios de l'équipage, et permettant notamment de paramétrer les moyens de communications audios, le transpondeur, l'ACAS et, en secours, les moyens de radionavigation (voir Figure 4) ;
- un AMU (*Audio Management Unit*) : calculateur reliant les RMP avec les systèmes externes (radios VHF, transpondeurs, ACAS, etc) ;
- un ACP (*Audio Control Panel*), ou un troisième RMP selon la configuration : interface reliée aux périphériques audio du troisième occupant, principalement utilisée pour communiquer avec le personnel au sol, lorsque l'avion est au sol.



Figure 4 : RMP du système DRAIMS (source : Airbus, annotations BEA)

Le système DRAIMS a commencé à équiper une partie des avions de la famille A320neo produits à partir de février 2022, une partie des A330neo produits à partir de mars 2024 et les A350 produits à partir de novembre 2024 (voir § 2.3 pour le nombre d'avions concernés).

2.2 Description de la défaillance

En raison d'un défaut de robustesse d'un composant de l'AMU aux microcoupures Ethernet, celui-ci peut basculer dans un mode dégradé, conduisant à un traitement erratique du flux de données Ethernet entre les RMP et l'AMU.

L'AMU peut alors envoyer des messages erronés susceptibles de compromettre le bon fonctionnement des systèmes interfacés, avec des répercussions possibles sur toutes les fonctions dépendant du système DRAIMS : contrôle des moyens de communications (radio, SATCOM, CPDLC), alertes sonores, contrôle du transpondeur et du TCAS, contrôle en secours des moyens de radionavigation.

Le caractère erratique de la défaillance empêche de prévoir avec certitude les conséquences opérationnelles sur les fonctions commandées par le DRAIMS. Il a néanmoins été observé, lors des incidents ainsi que lors des tests réalisés au cours de l'enquête chez le constructeur en simulateur ou sur banc d'essai, les conséquences suivantes :

- Sur le fonctionnement des RMP 1 et 2 :
 - o affichage d'informations différentes entre les deux RMP (fréquences radio, mode ACAS, code transpondeur par exemple) ;
 - o alternances de différents affichages (affichage normal, écran vide, indication « **VHF PAGE NOT AVAIL** » ou « **RMP NOT AVAIL** »).
- Sur les communications et les alertes sonores :
 - o dégradation de la qualité audio du micro de l'équipage (voix "robotique", grésillements) ;
 - o impossibilité de changer de fréquence VHF ;

- o affichage d'une fréquence VHF sélectionnée différente de la fréquence VHF active ;
 - o perte de la capacité de communication radio, de l'intercom et des alarmes sonores via les RMP 1 et/ou 2;
 - o indisponibilité de la communication vocale par SATCOM
 - o indisponibilité de la communication par CPDLC
- Sur les fonctions de surveillance :
 - o impossibilité de changer de code transpondeur ;
 - o émission d'un code transpondeur différent de celui affiché par l'équipage ;
 - o changements erratiques du code transpondeur ;
 - o perte d'une partie des fonctions du transpondeur (perte du mode C et/ou du mode A et/ou du mode S) ;
 - o activations intempestives de la fonction IDENT du transpondeur ;
 - o mise en stand-by du transpondeur (sauf sur A350, voir § 2.3), rendant l'ADS-B indisponible ;
 - o instabilité du mode TCAS ;
 - o mise en stand-by du TCAS.
 - Sur les fonctions de radionavigation :
 - o impossibilité de régler et de sélectionner les moyens de radionavigation via le MCDU ;
 - o impossibilité de régler et de sélectionner les moyens de radionavigation via la fonction STBY NAV des RMP ;
 - o impossibilité de basculer en mode STBY NAV ou de revenir en mode AUTO.
 - Sur les capacités d'approche et d'atterrissage :
 - o indisponibilité de certains types d'approche et de certains modes de guidage.

Une fois la défaillance apparue, le nombre de fonctions affectées parmi celles listées ci-dessus est variable et peut évoluer au cours du vol (pertes ou récupérations de certaines fonctions).

2.3 Description du correctif

Une modification du logiciel de l'AMU a été développée par le fabricant (Thales) pour la famille A320neo et certifiée par l'AESA. Cette modification permet d'éviter que la défaillance décrite ci-dessus n'entraîne des conséquences sur le système DRAIMS, ainsi que ses systèmes périphériques. Cette nouvelle version du logiciel intègre notamment :

- une supervision interne du composant à l'origine de la défaillance ;
- un mécanisme de redémarrage automatique de ce composant dès lors que la défaillance est détectée ;
- des vérifications supplémentaires effectuées par l'AMU afin d'éviter de diffuser des messages corrompus aux systèmes interfacés.

Cette modification a fait l'objet d'un bulletin de service d'Airbus, rendu obligatoire par [une consigne de navigabilité](#) de l'AESA, effective au 4 juin 2025. Le retrofit des avions A320neo en service a débuté en avril 2025 et devrait s'achever, selon Airbus, au deuxième semestre 2026. La consigne de navigabilité de l'AESA impose que la modification logicielle soit faite avant le 4 décembre 2026. À la date du 1^{er} juillet 2025, sur les 1 062 A320neo qui avaient été livrés sans correctif, environ 110 ont reçu la modification logicielle.

Pour les A330neo, la certification du correctif est en cours. Au 1^{er} juillet 2025, 30 avions étaient équipés de ce système.

Sur A350, une défaillance du système DRAIMS ne peut pas amener à une mise en stand-by forcée du transpondeur car l'architecture du système est différente²⁴. Néanmoins, une évolution logicielle similaire sera mise en place dans la prochaine version du système DRAIMS sur A350. À la date du 1er juillet 2025, 25 A350 étaient équipés du système DRAIMS.

2.4 Procédures temporaires

Dans l'attente de la mise en œuvre du correctif, Airbus a élaboré deux procédures temporaires, l'une à destination de la famille A320neo, l'OEB 63 (*Operations Engineering Bulletin*, voir § 2.4.1) et l'autre à destination des A330neo, l'OEB 58 (voir § 2.4.2), afin de permettre aux équipages d'appliquer en vol des actions correctives pour récupérer certaines fonctionnalités perdues (au minimum, la capacité du transpondeur à émettre). Ces procédures font chacune l'objet d'une modification temporaire du manuel de vol de l'avion, rendue obligatoire par une consigne de navigabilité de l'AESA, effective au 26 février 2025²⁵.

Ces procédures ont été diffusées par Airbus à tous ses clients au travers d'un FOT (*Flight Operator Transmission*) et présentée à tous les exploitants au cours d'un webinaire le 5 mars 2025.

Par ailleurs, deux autres procédures temporaires (*Temporary Abnormal Behavior*, TAB) à destination de la famille A320neo avaient été développées par Airbus pour traiter des problèmes de désynchronisation entre les RMP (voir § 2.4.3) et des problèmes de qualité audio (voir § 2.4.4), identifiés peu après la mise en service du système DRAIMS.

Pour l'A350, dans la mesure où la défaillance du système DRAIMS ne peut pas aboutir à une mise en stand-by forcée du transpondeur, une procédure temporaire n'a pas été jugée nécessaire.

2.4.1 OEB 63 : *Dual loss of RMP data synchronization leading to loss of control of radio communication, transponder or standby navigation*

Un OEB est une procédure temporaire à destination des équipages qui doit être appliquée dans des conditions spécifiques pour assurer une exploitation sûre de l'avion. Un OEB est applicable jusqu'à ce qu'une solution permanente soit installée dans l'avion. L'OEB est inséré dans le QRH de l'avion et les procédures opérationnelles standard prévoient que les OEB en vigueur soient vérifiés et discutés avant chaque vol.

Cet OEB est classé dans la catégorie « RED OEB », indiquant que le non-respect des procédures associées peut avoir un impact significatif sur la sécurité des vols.

L'OEB 63, applicable pour les avions de la famille A320neo, précise que la procédure s'applique lorsque l'équipage ne peut plus gérer les communications sur aucun des deux RMP.

²⁴ Airbus indique que sur A350, la mise en stand-by du transpondeur n'est pas réalisée à l'aide des RMP mais via une autre interface (MFD, *multifunction display*).

²⁵ [Consigne de navigabilité 2025-0037](#) pour la famille A320neo et [consigne de navigabilité 2025-0043](#) pour les A330. La consigne de navigabilité 2025-0037 a depuis été intégrée et remplacée par la [consigne de navigabilité 2025-0118](#) effective au 4 juin 2025.

DUAL LOSS OF RMP DATA SYNCHRONIZATION LEADING TO LOSS OF CONTROL OF RADIO COMMUNICATION, TRANSPONDER OR STANDBY NAVIGATION
Ident.: OEBPROC-63-00028498.0001001 / 05 FEB 25 - IN CREATION Criteria: (P20240)
<u>ECAM ENTRY</u>
None
<u>PROCEDURE</u>
Apply the following procedure when the flight crew cannot manage the communication on both RMP 1 and RMP 2.

Figure 5 : conditions d'entrée de l'OEB (Source : Airbus)

La procédure demande à l'équipage d'effectuer un redémarrage manuel de l'AMU en tirant puis en réengageant les deux disjoncteurs de l'AMU.

Si le redémarrage n'est pas concluant, il est demandé d'éteindre les deux RMP et d'utiliser uniquement l'ACP 3 (ou le RMP 3 selon la configuration). Les conséquences opérationnelles sur le reste du vol sont alors les suivantes :

- Si la configuration DRAIMS inclut un ACP 3 :
 - les communications VHF restent figées sur la dernière fréquence utilisée²⁶ et sont possibles uniquement via un casque connecté à l'ACP 3 ;
 - les alertes sonores sont disponibles uniquement via un casque connecté à l'ACP 3 ;
 - le réglage des transpondeurs n'est plus possible, le mode A bascule automatiquement sur 7600 ;
 - le réglage du TCAS n'est plus possible, il bascule automatiquement en mode TA/RA ;
 - le réglage des moyens de radionavigation n'est plus disponible si le mode STBY NAV était actif.
- Si la configuration DRAIMS inclut un RMP 3 :
 - le réglage des fonctions de communications et de surveillance (transpondeur, TCAS) est possible via le RMP 3. Il est demandé de vérifier tous les réglages associés ;
 - le réglage des moyens de radionavigation n'est plus disponible si le STBY NAV était actif ;
 - les alertes sonores sont disponibles sur tous les casques du cockpit.

Lors de l'escale de l'incident du PH-YHA, l'équipage a coupé puis rétabli l'alimentation électrique de l'avion, dans le but de redémarrer l'ensemble des systèmes. L'impossibilité de contrôler le transpondeur et le TCAS a persisté au cours du vol suivant.

2.4.2 OEB 58 : Dual loss of RMP data synchronization leading to loss of control of radio communication, transponder or standby navigation

Cet OEB, applicable aux A330neo, présente le même titre et les mêmes conditions d'entrée que l'OEB pour la famille A320neo.

²⁶ La dernière fréquence utilisée par le RMP peut être différente de la dernière fréquence sélectionnée et affichée par l'équipage.

Un redémarrage manuel de l'AMU n'est pas possible sur A330neo car les disjoncteurs ne sont pas accessibles depuis le poste de pilotage. La procédure demande donc d'éteindre le RMP 1 et le RMP 2 et de gérer les communications avec le RMP 3²⁷. Comme dans la configuration avec 3 RMP sur A320neo :

- le réglage des fonctions de communications et de surveillance (transpondeur, TCAS) est possible via le RMP 3. Il est demandé de vérifier tous les réglages associés ;
- le réglage des moyens de radionavigation n'est plus disponible si le mode STBY NAV était actif ;
- les alertes sonores sont disponibles sur tous les casques du cockpit.

2.4.3 TAB: Loss of RMP data synchronization that results in the loss of one RMP

Cette recommandation opérationnelle s'applique à la famille A320neo lorsque le RMP 1 ou le RMP 2 n'envoie plus de données à l'autre RMP ni aux systèmes reliés à l'AMU. En conséquence, l'affichage des deux RMP n'est plus synchronisé et le contrôle des fonctions gérées par le système DRAIMS est affecté.

Il est recommandé d'éteindre le RMP affecté et d'utiliser l'ACP 3 (ou le RMP 3 selon la configuration) en remplacement. Du côté affecté, le pilote doit utiliser son casque, le microphone à main et les haut-parleurs étant inopérants.

2.4.4 TAB: Noises that may result in the loss of audio communications

Cette recommandation opérationnelle s'applique à la famille A320neo lorsque des bruits spécifiques (tels que du grésillement) sont identifiés dans le casque ou haut-parleur du CDB ou du copilote. Ces bruits peuvent alors s'intensifier jusqu'à ce que les communications ne soient plus audibles.

Il est recommandé d'éteindre et de rallumer le RMP affecté par ces bruits. Si le redémarrage n'est pas efficace, il est indiqué d'éteindre le RMP affecté et d'utiliser l'ACP 3 (ou le RMP 3 selon la configuration) en remplacement. Du côté affecté, le pilote doit utiliser son casque, l'extinction du RMP rend le microphone à main et les haut-parleurs inopérants.

3 PROCÉDURES EN CAS DE PERTE RADIO ET/OU RADAR

La réglementation européenne²⁸ et les normes et pratiques recommandées de l'OACI²⁹ comportent des procédures générales pour les cas de panne radio et panne transpondeur. Il existe également dans l'AIP des procédures locales pour certains aérodromes.

3.1 Panne radio

Au moment des incidents, les procédures panne radio en vigueur³⁰ prévoient deux cas de figure en fonction des conditions météorologiques :

²⁷ Il n'y a pas de configuration avec un ACP3 sur A330neo. Tous les avions sont équipés de 3 RMP.

²⁸ Règlement européen (UE) n° 923/2012, dit « SERA ».

²⁹ Document OACI 4444, § 15.3.3.

³⁰ [Une mise à jour de la procédure panne radio est entrée en vigueur le 1^{er} mai 2025 dans le SERA](#). Cette mise à jour n'est pas encore mise en œuvre en France à la date de rédaction de ce rapport. Les changements significatifs sont l'allongement de la durée permettant aux contrôleurs de prendre en compte la panne radio (passant de 7 à 20 minutes) et l'introduction d'un nouveau code transpondeur (7601) dédié à la panne radio en conditions VMC pour indiquer l'intention de l'équipage d'atterrir le plus rapidement possible.

- en conditions météorologiques de vol à vue (VMC), l'aéronef affiche le code transpondeur 7600, poursuit son vol en VMC, atterrit sur l'aérodrome approprié le plus proche et signale son arrivée par les moyens les plus rapides à l'organisme compétent des services de la circulation aérienne ;
- en conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), l'équipage doit maintenir la dernière vitesse et altitude assignées, ou l'altitude minimale de vol si elle est plus élevée, pendant 7 minutes à partir du moment le plus tardif entre trois instants précis (atteinte du dernier niveau de vol assigné, sélection du code transpondeur 7600, ou impossibilité de rapporter sa position sur un point de compte-rendu obligatoire). Ensuite, il adapte sa vitesse et son niveau selon le plan de vol déposé. Si l'aéronef était guidé radar ou en navigation RNAV décalée sans limite précisée, il doit rejoindre la route du plan de vol en vigueur au plus tard au prochain point significatif, en respectant les altitudes minimales. Il continue ensuite sur cette route jusqu'à l'aérodrome de destination. Le plan de vol en vigueur, incluant les modifications autorisées, fait foi pour les trajectoires, niveaux, et heure de descente.

Cette procédure est reprise dans les manuels d'exploitation de Transavia et d'Aer Lingus. Celui de Transavia précise également que le contrôle aérien partira du principe qu'un vol IFR suivra l'option IMC décrite ci-dessus. Le manuel d'exploitation d'Aer Lingus ne le précise pas.

Cette procédure est reprise dans les manuels d'exploitation des centres de contrôle français concernés par ces trois incidents. Dans le cas de la panne radio, la procédure prévoit que l'équipage soit en capacité d'utiliser un transpondeur afin de signaler notamment la panne auprès des services de contrôle. De plus, les fiches réflexes à disposition des contrôleurs prévoient également de pouvoir utiliser la fonction IDENT du transpondeur pour identifier le type de panne radio (réception, émission ou totale). Certaines fiches réflexes précisent qu'il est également possible pour l'ATC de prendre contact avec les opérations de certains exploitants pour que ceux-ci envoient un message à l'équipage par ACARS³¹.

Dans le cas de l'aérodrome de Bordeaux Mérignac, la procédure locale publiée dans l'AIP prévoit en cas de panne radio que l'aéronef arrivera à l'IAF au dernier niveau de vol reçu. Lorsque la panne arrive en croisière et perdure jusqu'en approche, comme dans l'incident du EI-NSF, cette procédure peut être incompatible avec le suivi du plan de vol prévu dans la procédure générale décrite ci-dessus.

3.2 Panne transpondeur

En route, la procédure en cas de panne transpondeur décrite dans la réglementation européenne prévoit que si la panne est totale, les organismes ATC s'efforcent d'assurer la poursuite du vol jusqu'à l'aérodrome de destination. Toutefois, le pilote peut se voir imposer certaines restrictions, voire se faire refuser l'accès à certains espaces. Dans certains cas, il peut être demandé au pilote de revenir sur l'aérodrome de départ ou tout autre aérodrome acceptable tant par l'exploitant que par les organismes de la circulation aérienne.

Cette procédure prévoit que l'équipage soit en capacité d'utiliser un moyen radio afin de communiquer avec les services de contrôle.

³¹ *Aircraft Communication Addressing and Reporting System.*

Cette procédure est reprise dans les manuels d'exploitation des centres de contrôles français concernés par ces trois incidents. Elle figure également dans les manuels d'exploitation d'Aer Lingus et de Transavia. Dans le cas d'une panne des deux transpondeurs ou d'une mise en veille, les messages ECAM **NAV ATC/XPDR 1+2 FAULT** ou **NAV ATC/XPDR STBY** attirent l'attention des équipages mais aucune action particulière n'est demandée.

3.3 Panne radio et transpondeur

Ni la réglementation européenne, ni les documents OACI ne prévoient de procédure spécifique pour la panne radio et la panne transpondeur simultanées. Ce cas ne figure pas non plus dans les manuels d'exploitation d'Aer Lingus et de Transavia.

Dans les centres de contrôle français concernés par ces trois incidents, il existe des fiches réflexes qui correspondent au cas de la perte de contact radio et radar simultanées. Les procédures prévues au CRNA-Ouest et Sud-Ouest prévoient notamment des actions :

- pour récupérer le contact radar (passage en visualisation monoradar, affichage de toutes les couches de visualisation, affichage des codes transpondeur habituellement filtrés) ;
- pour récupérer le contact radio (utilisation de la fréquence de détresse, relais radio avec un autre aéronef).

Dans les CRNA français, la capacité des contrôleurs aériens à rendre le service du contrôle est alors très dégradée. Le recours à des informations venant d'autres organismes de contrôle civils ou militaires (voir § 4.5) est alors le seul moyen d'obtenir une information actualisée sur la position de l'aéronef. Il est alors préférable d'appliquer des marges de sécurité importantes avec le reste du trafic étant donné l'impossibilité de connaître les intentions de l'équipage en temps réel.

D'après les témoignages des contrôleurs recueillis au cours de l'enquête sur l'incident survenu à l'EI-NSF, la double panne radio et transpondeur ne fait pas l'objet d'exercice au simulateur lors des stages de maintien de compétences aux situations anormales et d'urgence. Les exercices comprennent la panne transpondeur et la panne radio mais de façon indépendante.

4 RENSEIGNEMENTS SUR L'ATC

4.1 Outils de visualisation des vols

Deux systèmes sont actuellement utilisés par les contrôleurs aériens en France dans les CRNA :

- EEE, ERATO Environnement Electronique (CRNA-Ouest et CRNA-Sud-Ouest) ;
- 4-FLIGHT (CRNA-Est, CRNA-Nord et CRNA-Sud-Est).

La poursuite radar associée à ces systèmes en route est alimentée par des radars secondaires uniquement.

En cas de panne transpondeur totale, le seul moyen de visualiser la position réelle de l'avion est l'utilisation d'un radar primaire. Dans ce cas, l'information d'altitude n'est plus fournie par les radars primaires civils³².

Avec le système EEE, un aéronef en panne transpondeur totale n'est plus visualisé sur l'écran des contrôleurs.

³² Certains radars primaires militaires peuvent donner une estimation de l'altitude de la piste détectée.

Avec le système 4-FLIGHT, le système affiche un FPASD³³ qui matérialise la position de l'aéronef en panne transpondeur totale, calculée par le système en se basant sur les données du plan de vol (voir Figure 6Figure 6).

Les deux systèmes affichent sur l'écran radar un marqueur appelé communément « marqueur piste » matérialisant la dernière position détectée et permettant d'attirer l'attention des contrôleurs sur la perte de détection du vol concerné.



Figure 6 : illustration du marqueur piste (en orange) et du FPASD (en bleu) affichés lors de l'incident grave du PH-YHC (source : DSNA)

Dans certains centres de contrôle d'approche, notamment à Bordeaux-Mérignac, la visualisation radar est enrichie par les informations d'un radar primaire implanté localement. Les contrôleurs aériens ont alors la possibilité de suivre la trajectoire dans le plan horizontal d'un vol subissant une panne totale de transpondeur. Ceci nécessite de réussir à identifier la piste correspondante. Par ailleurs, la portée est généralement limitée (à titre d'exemple, elle est de 80 NM autour de l'aéroport Bordeaux-Mérignac).

Certains centres en route étrangers (centres en route de Maastricht et de Bruxelles) ont également à disposition des informations issues de radars primaires. Les contrôleurs de ces centres ont alors la possibilité de visualiser sur leur écran la position d'un vol subissant une panne transpondeur sans assistance extérieure, militaire par exemple. De plus, la piste issue du radar primaire peut être automatiquement corrélée avec les informations issues des données du plan de vol.

4.2 Communications par CPDLC

Le CPDLC est un moyen de communication via liaison de données sous format texte. D'après une consigne de la Direction des Opérations de la DSNA, le CPDLC est un moyen de communication complémentaire à la communication sol-bord radiophonique. Il ne peut être employé qu'après un premier contact à la voix bilatéral, afin de garantir la possibilité du retour à la voix. De manière exceptionnelle, il peut être utilisé dans certains cas de problèmes de communications en phonie.

³³ Flight Plan Air Situation Display.

En cas de panne radio, le CPDLC peut devenir le seul moyen de communiquer avec un équipage.

En cas de panne transpondeur totale, l'usage du CPDLC peut être dégradé, selon les systèmes utilisés par les CRNA :

- avec le système EEE, les contrôleurs ne peuvent plus utiliser le CPDLC pour échanger avec l'équipage du vol impacté car l'envoi des clairances par CPDLC se fait à partir de l'étiquette radar du vol et celle-ci disparaît en cas de panne transpondeur;
- avec le système 4-FLIGHT, les fonctionnalités CPDLC sont toujours disponibles via le FPASD.

4.3 Fréquence de détresse 121.5 MHz

La fréquence 121.5 MHz est la fréquence de détresse aéronautique définie internationalement. D'après la réglementation européenne³⁴, cette fréquence est utilisée en situation d'urgence, notamment dans l'une des situations suivantes :

- pour mettre à disposition une fréquence inutilisée entre un aéronef en situation de détresse ou d'urgence et une station au sol lorsque les fréquences normales sont utilisées pour d'autres aéronefs ;
- pour mettre à disposition un canal de communication VHF entre des aéronefs et des aérodromes, normalement non utilisé par les services aériens internationaux, en cas d'urgence ;
- pour assurer la communication air-sol avec les aéronefs lorsqu'une défaillance des équipements embarqués empêche l'utilisation des canaux ordinaires ;
- pour mettre à disposition un canal de communication VHF commun entre les aéronefs civils et les aéronefs intercepteurs ou les organismes de contrôle d'interception, et entre les aéronefs civils ou intercepteurs et les organismes des services de la circulation aérienne en cas d'interception de l'aéronef civil.

La fréquence 121.5 MHz est mise en œuvre aux emplacements suivants (exigence ATS.OR.405 (b)) :

- tous les centres de contrôle en route et les centres d'information de vol ;
- les tours de contrôle d'aérodrome et les centres de contrôle d'approche desservant les aérodromes internationaux et les aérodromes de décollage internationaux;
- tout autre emplacement désigné par l'autorité compétente, lorsque la mise en œuvre de cette fréquence est jugée nécessaire à la réception immédiate des appels de détresse ou aux fins spécifiées au paragraphe précédent.

Dans l'incident grave concernant l'EI-NSF, il a été constaté que certains centres de contrôle n'avaient pas de capacité d'émission sur 121.5 MHz via leur chaîne radio principale³⁵. Ainsi, ils ne pouvaient pas communiquer directement et efficacement sur cette fréquence dont la vocation est de pouvoir, par exemple, aider à rétablir des communications avec un aéronef.

La DSNA indique avoir pour objectif d'équiper en émission et réception tous les sites concernés par la réglementation décrite précédemment. Le calendrier de déploiement n'est pas défini à ce stade.

4.4 Attente en route

³⁴ Règlement européen (UE) 2017/373 (exigence ATS.OR.405 (b)) et (UE) 923/2012 (exigence SERA.14095 (d))

³⁵ A la date des incidents de l'EI-NSF et du PH-YHA, le centre de contrôle d'approche de Bordeaux Mérignac n'avait pas cette capacité. Il n'a pas contacté l'équipage du EI-NSF sur cette fréquence et a utilisé un poste radio de secours ayant une portée limitée pour contacter l'équipage du PH-YHA.

Dans l'AIP France, il est indiqué que « pour pallier des difficultés subites et imprévisibles d'écoulement du trafic, il peut être demandé à un aéronef d'effectuer une attente sur l'un des circuits définis [...] ».

Ces circuits sont utilisables uniquement sur instruction du service du contrôle aérien et sous surveillance radar. Sauf indications contraires dans les descriptions, ces circuits d'attente sont utilisables sous certaines conditions d'altitude, d'angle d'inclinaison minimal de virage et de vitesse maximale.

Ces circuits d'attente sont affichables sur l'écran radar des contrôleurs aériens. Ces circuits sont également codés dans les FMS des aéronefs, cela permet d'avoir un même référentiel entre les contrôleurs aériens et les équipages sur le volume d'évolution de l'avion, et des trajectoires normalisées.

Dans l'incident du PH-YHC, le contrôleur a envisagé d'utiliser l'attente en route située à CMB et a donné une instruction à l'équipage pour rejoindre ce VOR. Le pilote du PH-YHC lui a alors répondu que l'altération de trajectoire serait très importante (altération d'environ 90°).

L'attente de CMB interfère avec de nombreuses voies aériennes situées dans le secteur de contrôle de l'incident mais également situées dans un secteur limitrophe. Ne voulant pas générer des conflits à l'extérieur de son secteur, le contrôleur a choisi d'utiliser l'espace aérien autour du point LUMIL en faisant réaliser des virages de 360°. Cet espace est situé en dehors du réseau de routes publiées et dans une zone de son secteur où il n'y avait initialement aucun trafic interférant.

Pour suivre l'instruction du contrôle, l'équipage a réalisé des virages de 360° en agissant progressivement sur le sélecteur de cap. Il existe une fonction du FMS pour créer un circuit d'attente à la position actuelle de l'avion ou sur un point de navigation donné. Cette fonction peut également être utilisée pour programmer un virage à 360°, en spécifiant un éloignement nul. Cependant, cette opération n'est pas standard en route pour un pilote.

4.5 Report des situations anormales et assistance par les organismes militaires

Les services de contrôle aérien civils doivent reporter, dans les plus brefs délais, toute situation anormale auprès de la chaîne de défense aérienne militaire³⁶.

Les organismes militaires disposent d'un réseau de radars primaires³⁷ et secondaires couvrant tout le territoire. Ce maillage peut leur permettre d'apporter une assistance à tout aéronef civil qui se signale en difficulté. Celle-ci est effectuée dans le cadre de l'assistance à personne en danger.

Une distinction pourra être faite entre une situation simplement préoccupante (état d'urgence, phase ALERFA) et une situation justifiant une assistance immédiate (état de détresse, phase DETRESFA). Pour un état d'urgence, une opération d'assistance n'est engagée que sur demande du pilote de l'aéronef en difficulté. Pour un état de détresse, une opération d'assistance est engagée immédiatement.

³⁶ Selon le protocole d'accord opérationnel entre la DSNA/DO et le Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes (CDAOA) relatif à la sûreté aérienne.

³⁷ Ces radars primaires fournissent une position et une altitude radar approximative.

L'assistance consiste à entreprendre une ou plusieurs des opérations suivantes :

- communiquer à l'aéronef assisté, avec ou sans le concours d'un autre aéronef, des éléments nécessaires à la poursuite ou à l'interruption du vol en l'aidant à effectuer certaines manœuvres ;
- faire intercepter l'aéronef assisté par un autre aéronef et, le cas échéant, le faire assister jusqu'à l'atterrissage en un lieu choisi ou imposé par les circonstances.

En France métropolitaine, le service qui centralise et qui décide du déclenchement de l'interception pour porter assistance aux aéronefs en détresse est le CAPCODA-TN.

5 SITES INTERNET DE SUIVI DES VOLS EN TEMPS RÉEL

Flightradar24 est un des sites internet proposant le suivi du trafic aérien quasiment en temps réel. Créé en 2007, sa vocation est d'afficher des informations sur les vols d'avions commerciaux ou privés grâce aux données ADS-B transmises par le transpondeur équipant les aéronefs. Un avion équipé de l'ADS-B détermine sa position par un système de positionnement par satellites (GNSS) et envoie périodiquement cette position et d'autres informations aux stations au sol et aux autres aéronefs équipés de l'ADS-B évoluant dans la zone.

Dans le cas d'une perte de diffusion des données ADS-B par un aéronef et si le paramétrage utilisateur le permet, Flightradar24 extrapole la position de l'avion et continue de présenter le vol au dernier niveau et avec la dernière vitesse connue en suivant la route prévue dans le plan de vol si celui-ci est connu. L'information fournie par Flightradar24 n'est donc pas conforme à la réalité et ne peut pas être utilisée pour obtenir des informations dans le cas d'une panne transpondeur car c'est cet équipement qui transmet les données ADS-B. Pour connaître l'origine des données (données ADS-B ou estimations), il faut sélectionner un vol sur la carte Flightradar24 et consulter les informations du vol en question (voir Figure 7).

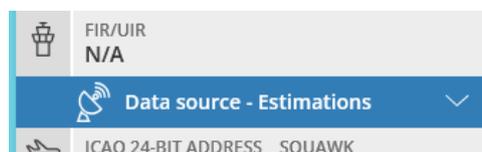


Figure 7 : indication de la source des données Flightradar24

Lors de l'incident grave de l'EI-NSF, les contrôleurs aériens civils et militaires ont utilisé cet outil grand public de suivi des vols, pour tenter d'obtenir des informations sur la position de l'avion. La trajectoire affichée lors de l'incident par Flightradar24 après la perte du transpondeur était estimée de cette façon :

- extrapolation pendant 120 secondes en ligne droite de la trajectoire précédant la perte des données ADS-B ;
- puis, suivi du plan de vol déposé jusqu'au dernier point avant l'IAF ;
- enfin, suivi d'une trajectoire directe vers l'aérodrome de destination connu.

Ainsi, lors de l'incident, le vol est resté affiché au FL 330, sur une route différente de la route suivie réellement par l'avion (voir Figure 8). Pour les contrôleurs, cette information pouvait apparaître comme cohérente avec la procédure panne radio alors en vigueur pour les vols à destination de Bordeaux-Mérignac ; celle-ci indiquant que l'équipage devait « se présenter à l'IAF au dernier niveau reçu ». L'information de niveau de vol extrapolée et fournie par Flightradar24 a pu influencer les contrôleurs aériens dans leur conscience de la situation et leur prise de décision.

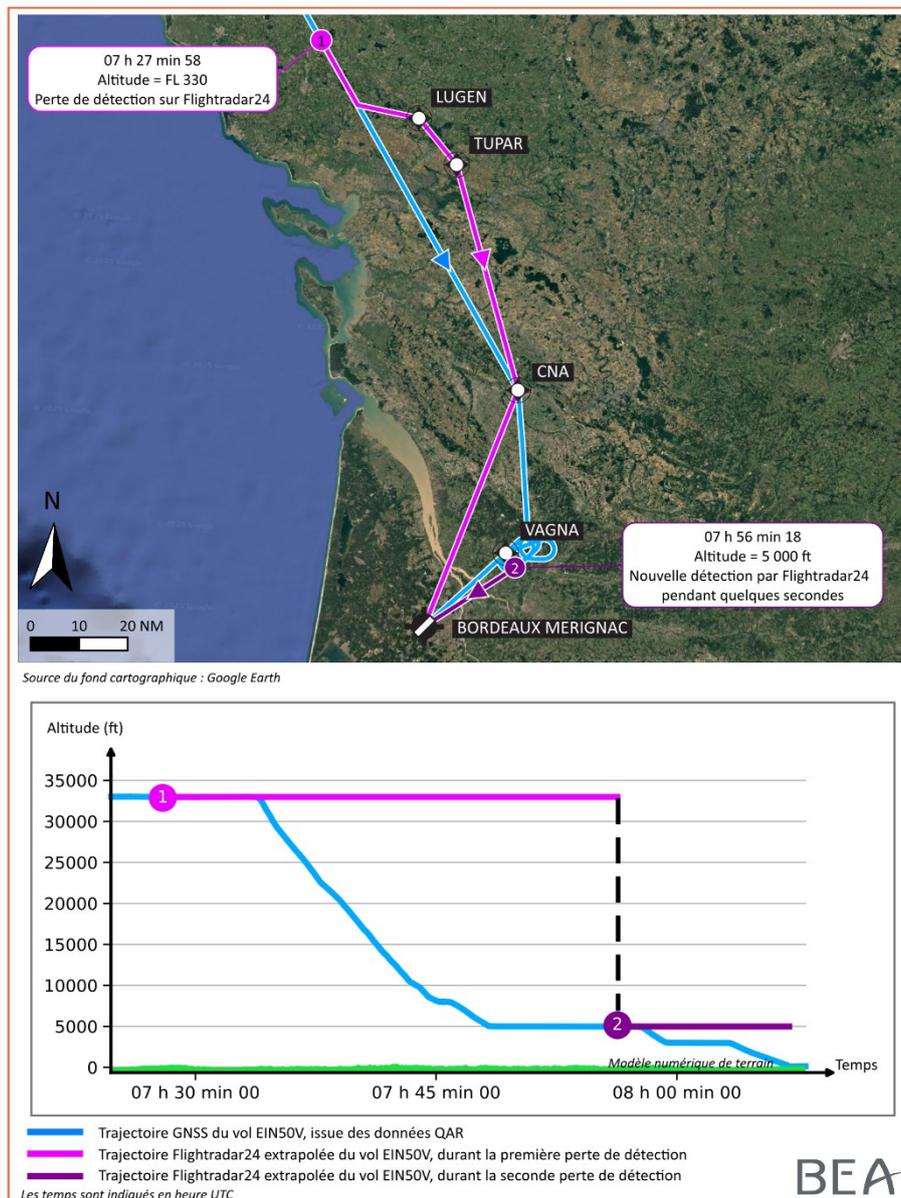


Figure 8 : comparaison de la trajectoire GNSS avec les estimations Flightradar24 du vol EIN50V

Début avril 2025, la Direction des opérations de la DSNA a diffusé une publication nationale destinée au retour d'expérience et à la sensibilisation des contrôleurs (REX) afin de souligner les risques liés à l'utilisation de Flightradar24 dans le cas d'une panne transpondeur.

Ce REX met l'accent sur l'absence de fiabilité des informations transmises par Flightradar24 en cas de panne transpondeur. L'utilisation de Flightradar24 dans un cadre opérationnel n'y est pas proscrite.

6 ENJEUX DE SÉCURITÉ

Les messages de sécurité ci-dessous sont uniquement établis à partir des informations dont le BEA a eu connaissance à ce stade des enquêtes. Ils ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

Le système DRAIMS permet aux pilotes d'interagir sur les radiocommunications, les transpondeurs, le TCAS de l'avion ainsi que sur les moyens de radionavigation. Il équipe certains avions de la famille A320neo ainsi que certains A330neo et A350.

Ce système présente un mode de défaillance, non anticipé lors du développement et de la certification, qui peut avoir de multiples conséquences et affecter notamment les moyens de communications (radio, SATCOM, CPDLC), les alertes sonores, le fonctionnement et la disponibilité du transpondeur, la disponibilité du TCAS, les capacités d'approche et d'atterrissage et la disponibilité des modes de guidage associés, ainsi que la sélection en secours des moyens de radionavigation. Une fois la défaillance apparue, le nombre de fonctions affectées est variable et peut évoluer au cours du vol.

Un correctif logiciel a été développé par Airbus et Thales pour les avions de la famille A320neo et a été certifié par l'AESA en décembre 2024. Ce correctif est désormais installé sur les avions nouvellement produits et un rétrofit est en cours sur l'ensemble des avions en service. À ce stade, il est prévu que l'ensemble des avions de la famille A320neo concernés soient équipés d'ici fin 2026. Un correctif est en cours de certification pour l'A330neo. Pour l'A350, un correctif similaire sera introduit dans la prochaine version du système DRAIMS. Au 1^{er} juillet 2025, environ 950 A320neo, 30 A330neo et 25 A350 en service ne sont pas encore équipés du correctif.

En attendant le rétrofit de l'ensemble des avions, Airbus a développé deux procédures temporaires, l'une pour la famille A320neo (OEB 63) et l'autre pour les A330neo (OEB 58), qui ont chacune été rendues obligatoires par une consigne de navigabilité de l'AESA, effective au 26 février 2025. Lorsque les conditions d'entrée sont réunies, la procédure pour la famille A320neo demande de faire un redémarrage manuel, en vol, de l'AMU (voir § 2.4.1). Celle pour les A330 demande d'éteindre les RMP1 et 2 et d'utiliser le RMP3. Il n'existe pas d'autre procédure à disposition des équipages pour traiter cette défaillance. Sur A350, dans la mesure où la défaillance du système DRAIMS ne peut pas aboutir à une mise en stand-by forcée du transpondeur, une procédure temporaire n'a pas été jugée nécessaire.

Trois incidents, dont deux classés graves par le BEA, sont survenus en France en sept mois environ. Sept autres incidents, six sur la famille A320neo et un sur A330neo, ont pu être identifiés à ce stade de l'enquête, soit dix incidents au total en deux ans environ. En raison de la nature de la défaillance, il est probable que d'autres incidents se produisent avant le rétrofit de l'ensemble de la flotte.

Ces trois incidents, et en particulier celui du PH-YHC, ont mis en évidence que l'apparition de cette défaillance et sa gestion en temps réel peuvent mettre en échec l'ensemble des barrières de sécurité permettant d'éviter une collision en vol.

Par conséquent, le BEA attire l'attention en particulier des exploitants et des prestataires de service de la navigation aérienne sur les points suivants :

- une défaillance du système DRAIMS affectant les transpondeurs ne peut pas se traiter comme une panne de transpondeur classique. En effet, le basculement sur le deuxième ensemble peut ne pas être possible et ne résout pas la défaillance sous-jacente, comme cela a été le cas sur les trois incidents enquêtés par le BEA ;
- en cas de défaillance du système DRAIMS, la disponibilité des systèmes à bord peut varier dans le temps, certaines fonctionnalités peuvent être perdues ou retrouvées de manière aléatoire. En particulier, avant de quitter une trajectoire publiée ou une route ATC, la possibilité d'une dégradation amenant à une perte totale des radiocommunications et du contact radar est à prendre en compte ;
- en croisière et particulièrement en espace RVSM où l'utilisation du pilote automatique est obligatoire, le suivi d'un circuit d'attente est à privilégier car il génère une charge de travail plus faible pour l'équipage que la réalisation d'un virage de 360°. Ceci est d'autant plus important si l'équipage est fortement sollicité par ailleurs pour la gestion de la défaillance. Cela permet également à l'avion de suivre une trajectoire prévisible et reproductible d'un tour sur l'autre ;
- en contrôle en route dans l'espace aérien français, la perte du transpondeur entraîne la perte du contact radar, des données ADS-B et par conséquent des filets de sauvegarde ATC. Elle entraîne aussi généralement l'indisponibilité du TCAS ;
- dans le cas d'une panne transpondeur totale, les données présentées par les sites de suivi des vols, tels que Flightradar24, ne correspondent pas à une position réelle de l'avion. Les organismes militaires peuvent fournir une indication de la position et une estimation approximative de l'altitude issue de leur système de détection ou bien déclencher une assistance en vol, sur demande explicite du centre de contrôle auprès du CAPCODA-TN. Certains centres de contrôle étrangers frontaliers, tels que ceux de Maastricht et Bruxelles, disposent d'une visualisation enrichie des données de radars primaires ;
- deux des trois incidents ont également montré la nécessité pour un organisme de contrôle de pouvoir émettre sur la fréquence de détresse 121.5 MHz. En effet, cette fréquence peut parfois être la seule utilisable pour établir un contact radio avec l'équipage ;
- côté bord, ces trois incidents rappellent l'intérêt de veiller la fréquence de détresse 121.5 MHz, car la défaillance du système DRAIMS peut entraîner l'impossibilité de changer de fréquence radio.

7 SUITES DES ENQUÊTES

Les trois enquêtes de sécurité porteront notamment sur les thèmes suivants :

- l'analyse de la défaillance du système DRAIMS ;
- le développement et la certification du système DRAIMS ;
- les procédures et la formation des contrôleurs aux situations anormales et d'urgence ;
- les procédures en cas de panne radio et/ou panne transpondeur ;
- la possibilité d'accéder à une information issue de radars primaires pour la gestion d'un aéronef en panne de transpondeur ;
- la coordination avec les organismes militaires pour l'assistance en vol pour les aéronefs en difficulté ou en détresse ;
- les capacités d'émission/réception des organismes de contrôle sur la fréquence de détresse.

Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.