



Incident grave survenu à l'ATR72-212A
immatriculé **F-ORVS**
le lundi 4 avril 2022
à Hiva-Oa-Atuona (Polynésie française - Marquises)

Heure	À 22 h 43 ¹
Exploitant	Air Tahiti
Nature du vol	Transport commercial de passagers
Personne à bord	Commandant de bord (PM ²) ; copilote (PF) ; 2 membres d'équipage de cabine ; 53 passagers
Conséquences et dommages	Train d'atterrissage légèrement endommagé

Approche non stabilisée, cisaillement de vent, actions de pilotage simultanées et opposées, atterrissage dur, interruption de l'atterrissage

1	Déroulement du vol	2
2	Renseignements complémentaires	4
2.1	Renseignements sur l'équipage de conduite	4
2.2	Renseignements météorologiques.....	6
2.3	Renseignements sur les organismes et la gestion.....	13
2.4	Renseignements sur l'aérodrome	14
2.5	Renseignements sur les procédures d'approches aux instruments	15
2.6	Stabilisation d'une approche.....	18
2.7	Renseignements sur l'aéronef et les systèmes	21
2.8	Pilotage simultané (<i>Dual input</i>).....	24
3	Conclusions	25
4	Mesures prises et échanges depuis l'occurrence	26
5	Recommandations de sécurité	28

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y soustraire 10 h pour obtenir l'heure en Polynésie française le jour de l'événement.

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

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des enregistreurs de bord CVR et FDR ainsi que des témoignages.

Au sol, avant le décollage de l'aérodrome de Nuku-Hiva (987), l'équipage demande à l'agent AFIS les dernières informations relatives au vent présent sur l'aérodrome de destination, Hiva-Oa-Atuona. L'agent AFIS répond que le vent provient de l'est et varie significativement en direction et en intensité sur les deux extrémités de pistes (02 et 20). L'équipage décolle à 22 h 09 et monte au FL 110. Il prévoit et prépare une approche RNP en piste 20 en raison de la composante de vent arrière annoncée en piste 02 (préférentielle selon le manuel d'exploitation de la compagnie).

Durant la croisière, l'équipage contacte à plusieurs reprises l'agent AFIS d'Hiva-Oa-Atuona pour obtenir les informations de vent actualisées sur l'aérodrome. La composante de vent arrière en piste 02 se confirme avec une direction annoncée toujours variable. Des rafales sont mesurées aux deux QFU. L'agent AFIS confirme qu'il est préférable d'atterrir en piste 20. Le Commandant de bord (CdB) indique au contrôleur d'approche de Tahiti que le copilote et lui vont réaliser l'approche RNP20 (voir **Figure 1**, point **1**).

L'équipage commande la sortie du premier cran de volets (point **2**). La vitesse indiquée est de 171 kt. L'équipage commande ensuite la sortie des trains d'atterrissage, puis, environ 40 secondes plus tard, les volets en configuration FULL. La vitesse indiquée est de 135 kt pour une vitesse d'approche (V_{APP}) de 118 kt. Le copilote indique au CdB que l'avion passe le FAF, FMN20 (point **3**). L'agent AFIS d'Hiva-Oa-Atuona informe l'équipage que le vent vient en moyenne du 150°, et est variable du 010 au 200° pour 10 kt avec rafales à 20 kt.

À partir de 22 h 41 min 35 (point **4**), l'avion entre dans une zone turbulente et le facteur de charge varie entre 1,25 g et 0,76 g. L'avion passe 3 260 ft en descente, au niveau du trait de côte nord de l'île d'Hiva-Oa à 4 NM du seuil de piste 20. Le CdB et le copilote échangent sur les turbulences ressenties et décident pour cette raison de maintenir une vitesse supérieure à la V_{APP} .

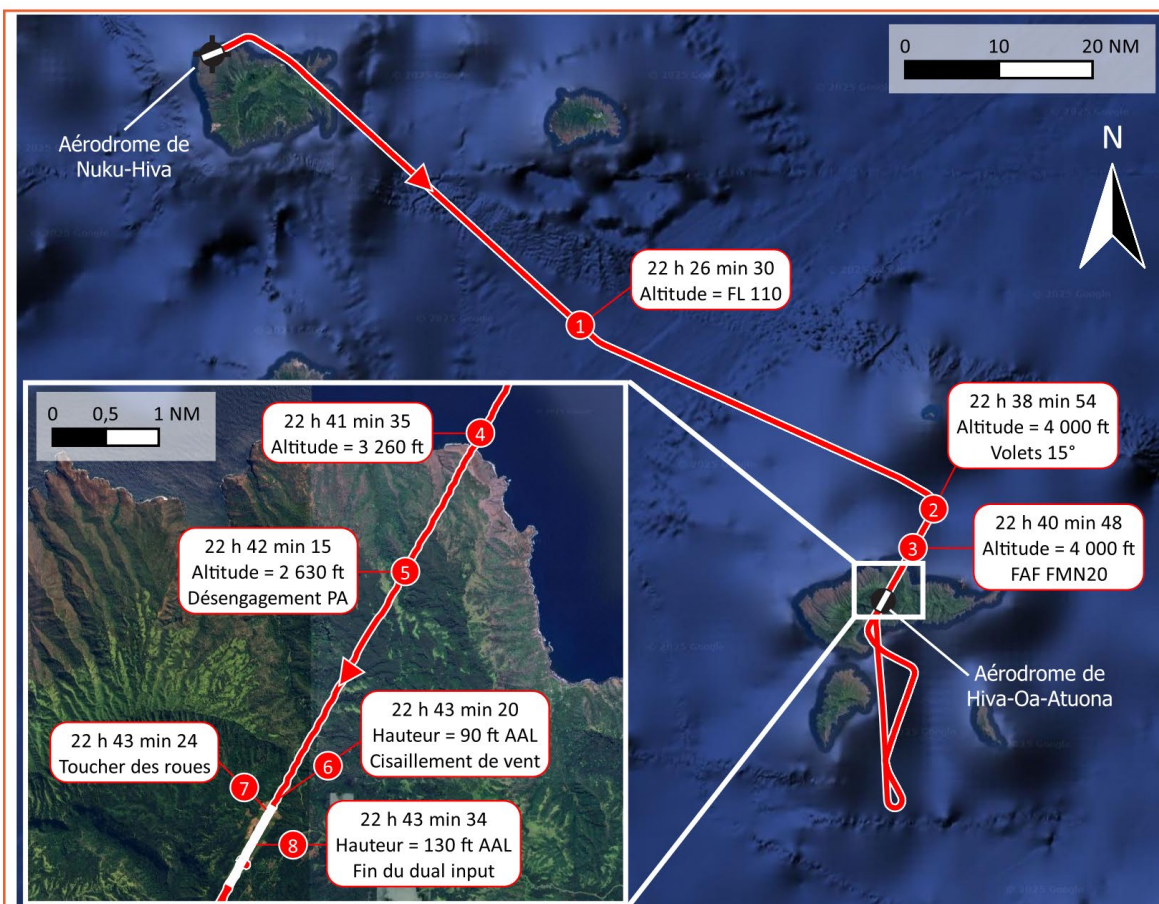
À 22 h 42 min 15, le copilote désengage le pilote automatique (point **5**). L'avion passe 2 630 ft (1 100 ft AAL) en descente à 2,5 NM du seuil de piste 20. Entre cet instant et le moment de passage du seuil de piste :

- les variations du facteur de charge s'intensifient en fréquence et en amplitude. Les valeurs sur l'axe vertical oscillent entre 1,6 g et 0,5 g ;
- la vitesse indiquée varie continuellement entre 118 kt (V_{APP}) et 139 kt ($V_{APP}+21$) ;
- les couples moteur oscillent entre 0 et 58 % ;
- le taux de descente moyen est de 950 ft/min, avec des valeurs variant entre 500 ft/min et 1 500 ft/min ;
- le vent calculé sur l'axe longitudinal de l'avion fait apparaître des variations comprises entre 10 kt de face et 12 kt arrière.

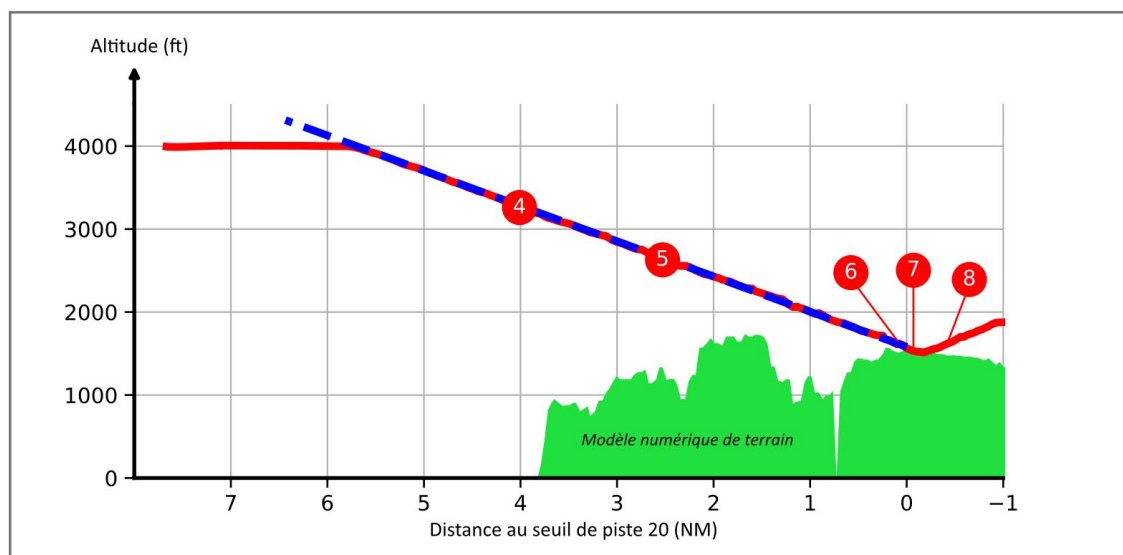
À 22 h 43 min 20, l'avion subit un cisaillement de vent alors qu'il passe 1 610 ft (90 ft AAL) en descente (point **6**). La direction du vent calculée passe de 140° à 067°. L'intensité selon l'axe longitudinal de l'avion varie de 4 kt de face à 10 kt arrière en trois secondes. La vitesse indiquée décroît de 130 kt à 109 kt en cinq secondes.

Le CdB annonce au copilote « puissance, puissance, puissance ». L'avion se trouve à une hauteur

de 46 ft. Le copilote réagit en avançant les manettes de puissance de la position 47° vers 67°, puis réduit jusqu'à la position 40° pendant une seconde. Les couples moteurs augmentent brièvement de 8 % à 19 % puis diminuent.



Source du fond cartographique : Google Earth



— Trajectoire du F-ORVS extraite des données GNSS enregistrées dans le FDR.

--- Plan de descente à 4°.

Les temps sont indiqués en heure UTC

BEA

Figure 1 : trajectoire du F-ORVS (Source : BEA)

Deux secondes plus tard, alors que l'avion passe le seuil de piste à une hauteur de 25 ft avec une assiette de -2° , le copilote commence l'arrondi, caractérisé par une variation d'assiette à cabrer et une réduction des manettes de puissance. Le CdB exerce également un effort sur le manche dont la position passe de $4,2^{\circ}$ à cabrer à $13,8^{\circ}$ (butée) à cabrer en moins d'une demi-seconde. Le copilote exerce alors un effort à piquer tandis que le CdB accroît son effort à cabrer. Le différentiel d'effort augmente jusqu'au découplage des gouvernes de profondeur (voir § 2.7) à environ 100 daN. L'assiette de l'avion passe de $-1,5^{\circ}$ à $3,5^{\circ}$.

Moins d'une seconde après, les roues des trains d'atterrissage principaux touchent durement la piste. Le facteur de charge vertical enregistré augmente jusqu'à 2,97 g (point 7). L'avion rebondit. Le CdB annonce qu'il reprend les commandes et qu'il remet les gaz. Au même instant, la procédure **PITCH DISC** s'affiche sur l'écran central et l'alerte sonore et visuelle **MASTER WARN** s'active. Le copilote et le CdB continuent d'exercer des actions simultanées sur leur manche pendant onze secondes.

À 22 h 43 min 34, le copilote demande au CdB s'il a les commandes. Le CdB confirme le changement de fonction et demande la rentrée des volets sur le cran 1 (15°) (point 8). Les trains d'atterrissage sont ensuite rentrés ainsi que les volets, en configuration lisse. Alors que l'avion passe le seuil de piste 02 à une hauteur de 440 ft, le mode de guidage Go-Around puis le pilote automatique sont engagés.

Le CdB demande au copilote s'il veut reprendre les commandes en vue de l'atterrissage. Ce dernier accepte et demande s'il ne serait pas préférable d'atterrir en piste 02. Le CdB indique à l'agent AFIS qu'ils vont atterrir en piste 02 à vue. Environ quatre minutes plus tard, lorsque l'équipage est en approche finale, l'agent AFIS annonce un vent moyen du 140° , variable du 070° à 240° pour 8 kt avec des rafales pouvant atteindre 18 kt et possiblement du cisaillement de vent³.

L'équipage atterrit en piste 02 à 23 h, avec une composante de vent arrière d'environ 5 kt.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

La Polynésie française est régie par le principe dit de la « spécialité législative ». Ainsi, l'applicabilité des textes législatifs y est subordonnée à l'adoption d'une disposition expresse d'extension. Les règlements énumérés ci-après entrent dans ce cadre et sont applicables en Polynésie française.

2.1 Renseignements sur l'équipage de conduite

2.1.1 Commandant de bord

Le CdB, âgé de 43 ans, est titulaire d'une licence ATPL (A) délivrée en 2006 assortie de la qualification de type ATR 42/72, d'une qualification instructeur TRI (FSTD⁴) et des qualifications IR/PBN ME.

- Stage d'adaptation à l'exploitant (SADE) : février 2004.
- Dernier entraînement récurrent (RT) : octobre 2021.

À la date de l'incident grave, il avait accumulé une expérience totale de 11 061 heures de vol, dont 9 775 sur le type. Il a réalisé treize atterrissages en 2018 et onze en 2019 à Hiva-Oa-Atuona.

³ L'agent AFIS ne dispose d'aucun système de détection des cisaillements de vent.

⁴ *Flight Simulation Training Devices*.

2.1.2 Copilote

Le copilote, âgé de 43 ans, est titulaire d'une licence ATPL (A) délivrée en 2019 assortie de la qualification de type ATR 42/72 et des qualifications IR/PBN ME.

- Stage d'adaptation à l'exploitant (SADE) : septembre 2016
- Dernier entraînement récurrent (RT) : mai 2021

À la date de l'incident grave, il avait accumulé une expérience totale de 3 203 heures de vol, dont 2 673 sur le type. Il a réalisé seize atterrissages en 2018 et treize en 2019 à Hiva-Oa-Atuona.

2.1.3 Formation spécifique des équipages pour l'accès à l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona

L'aérodrome d'Hiva-Oa est un aérodrome particulier de catégorie C à usage restreint (voir § 2.4). L'AIP précise dans ses conditions d'utilisation que les pilotes doivent avoir suivi de manière complète et satisfaisante une formation théorique et pratique dispensée par un instructeur désigné ou autorisé à le faire par le SEAC/PF. Cette formation est basée sur les spécificités de l'aérodrome, notamment sur son aérologie et doit couvrir toutes les procédures d'utilisation de l'aérodrome en VFR et le cas échéant en IFR et les consignes et limitations associées. La formation pratique sera réalisée sur le type ou la classe d'avion concerné. La mention « *Autorisation d'accès à l'aérodrome de Hiva-Oa* » est apposée par l'instructeur sur le carnet de vol du pilote à l'issue de la formation ou est formalisée sous la forme d'une attestation. Le maintien de l'autorisation à utiliser cet aérodrome est subordonné à son utilisation comme CdB dans les douze derniers mois. Si l'utilisation de l'aérodrome est effectuée dans un cadre multipilote, le CdB devra répondre à toutes les exigences ci-dessus et le copilote devra au minimum avoir reçu la formation théorique prévue. Pour être PF, il devra répondre à toutes les exigences ci-dessus.

Le Manex d'Air Tahiti reprend ces dispositions et les décrit dans sa partie D (Manuel formation). Il y est notamment indiqué que lors du SADE, chaque pilote reçoit une formation théorique ainsi qu'un entraînement initial spécifique au simulateur (FFS). Chaque pilote suit ensuite un module de formation spécifique au cours de son entraînement récurrent (RT).

2.1.4 Témoignages

Le CdB et le copilote indiquent avoir échangé pendant la croisière sur les conditions aérologiques effectives à l'aérodrome de destination. Ils précisent que, compte tenu de leur expérience acquise lors de leurs atterrissages à Hiva-Oa-Atuona, ils ont décidé que le vol était réalisable et que l'approche RNP 20 était envisageable.

Ils ajoutent que le vol s'est déroulé sans incident jusqu'à l'approche qui s'est avérée très turbulente sur la dernière partie. Le copilote précise qu'il a ressenti un cisaillement de vent en descente, à une hauteur d'environ 100 ft puis un rabattant lorsqu'il était à l'arrondi. Il a ensuite perçu l'alarme « *Pitch disconnect* » pendant l'approche interrompue. Il n'a pas eu conscience d'un pilotage simultané.

Le CdB se souvient que des variations de la barre de tendance de la vitesse (*speed trend*) d'une vingtaine de nœuds étaient présentes lors de l'approche. Il ajoute que le copilote ajustait sans cesse l'assiette et la puissance afin de maintenir le plan de 4° prescrit.

Il précise qu'en accord avec le copilote, ils ont décidé de maintenir une vitesse d'approche élevée, en prévoyant une diminution en courte finale, afin de se ménager une marge pour conserver le contrôle de l'avion. Les turbulences ont cessé, la vitesse a diminué vers Vref et un fort rabattant a

plaque l'avion vers le sol. Le CdB se rappelle avoir annoncé « puissance » tandis que le copilote avait anticipé cette demande. Jugeant le contact avec la piste inévitable, le CdB a tiré sur le manche en butée par réflexe. Après le rebond, il a annoncé avoir les commandes pour la remise des gaz à vue.

Ils ont ensuite réalisé les check-lists « *after TO* » puis « *pitch disconnect* » et ont discuté de leur stratégie afin d'évaluer un dégagement ou une nouvelle approche à Hiva-Oa-Atuona. Compte tenu des informations à leur disposition, ils ont opté pour une approche à vue en piste 02.

2.2 Renseignements météorologiques

2.2.1 Organisation de l'information météorologique

2.2.1.1 Exigences relatives à la fourniture et à l'exploitation d'informations météorologiques

Le règlement [\(UE\) 2018/1139](#), dans son Annexe V, indique qu'un vol ne peut débuter qu'après vérification, par les moyens raisonnables disponibles, que les informations concernant les conditions météorologiques à l'aérodrome de départ, de destination et, le cas échéant, de dégagement, ainsi que les conditions en route, sont à la disposition de l'équipage. Une attention particulière doit être accordée aux conditions atmosphériques potentiellement dangereuses. L'Annexe VIII indique que les données utilisées comme source d'informations météorologiques aéronautiques doivent être de qualité suffisante, complètes et à jour, présenter un niveau d'intégrité approprié, être univoques pour répondre aux besoins des usagers de l'espace aérien et provenir d'une source légitime.

Le règlement consolidé [\(UE\) n° 965/2012](#), dit AIR-OPS, détermine les exigences techniques et les procédures administratives applicables aux opérations aériennes. L'AMC5 CAT.OP.MPA.182 dispose qu'un exploitant ne peut sélectionner un aérodrome comme destination ou comme dégagement que lorsque les rapports et/ou prévisions météorologiques appropriés indiquent que, pendant une période commençant 1 heure avant et se terminant 1 heure après l'heure estimée d'arrivée à l'aérodrome, les conditions météorologiques seront égales ou supérieures aux minima d'atterrissage applicables, en matière de RVR et de visibilité notamment. L'article CAT.OP.MPA.245 précise que lors d'un vol en IFR, le CdB n'entreprend le décollage que s'il dispose d'informations indiquant qu'à l'heure d'arrivée, les conditions météorologiques prévues à l'aérodrome de destination et/ou aux aérodromes de dégagement requis sont égales ou supérieures aux minimums de préparation du vol. Par ailleurs, il ne poursuit le vol vers l'aérodrome de destination prévu que si les informations les plus récentes indiquent qu'à l'heure d'arrivée prévue, les conditions météorologiques à destination, ou du moins à un aérodrome de dégagement à destination, sont supérieures ou égales aux minimums opérationnels applicables de l'aérodrome.

Le règlement [\(UE\) 2017/373](#) établit les exigences communes relatives aux prestataires de services de gestion du trafic aérien et de services de navigation aérienne. Il précise dans son article ATS.TR.305 que le service d'information de vol doit comprendre la transmission aux équipages des conditions météorologiques observées ou prévues aux aérodromes de départ, de destination et de dégagement. Les GM1 ATS.TR.305(a) ; (b) ; (c) et GM2 ATS.TR.305(a) ; (b) ; (c) précisent par ailleurs les informations qu'un AFIS est censé communiquer aux pilotes des aéronefs avant le roulage (GM1) ou avant d'intégrer le circuit de piste ou de débuter une approche (GM2), parmi lesquelles l'existence de turbulences modérées ou fortes ou de cisaillement de vent. Ces dispositions s'appliquent sans distinction au bénéfice du transport commercial ou non commercial.

2.2.1.2 Services météorologiques d'aérodrome en France

[L'arrêté du 20 décembre 2011](#) désigne Météo-France comme prestataire exclusif de fourniture de services météorologiques à la navigation aérienne. En conséquence, les informations météorologiques ne peuvent être transmises par les contrôleurs aériens ou les agents AFIS que si elles sont issues de capteurs homologués et entretenus par Météo-France ou issues d'observations ou de prévisions réalisées par Météo-France.

À la date de l'événement, le protocole technique relatif au service météorologique à la navigation aérienne [du 11 mars 2019](#) entre la Direction des Transports Aériens (DGAC/DTA) et Météo-France s'applique en France et notamment en Polynésie française.

Ce protocole technique précise dans son annexe 5 les niveaux de services météorologiques d'aérodrome en fonction du type d'exploitation. Il comprend également les prestations associées à ces niveaux de service et notamment la définition et le périmètre des produits spécifiques météorologiques, en application de l'article 4.4 de la [convention-cadre](#) entre la DGAC et Météo-France.

Le niveau minimum pour chaque aérodrome varie, selon qu'il accueille ou non :

- des aéronefs évoluant selon les règles de vol aux instruments (IFR) ;
- des vols commerciaux ;
- des vols commerciaux réguliers ou seulement non réguliers ;

ou selon qu'il dispose :

- d'un service d'information de vol d'aérodrome (AFIS) ou d'un service de contrôle aérien ;
- d'une procédure d'approche aux instruments.

2.2.1.3 Dispositions particulières pour la Polynésie française

Météo-France dispose en Polynésie française d'une Direction Interrégionale qui comporte un centre de veille météorologique, un centre météorologique d'aérodrome et des stations météorologiques d'aérodrome. Météo-France assure la veille météorologique « en route » dans la FIR TAHITI ainsi que la veille météorologique d'aérodromes dotés des équipements nécessaires, mis en œuvre de façon opérationnelle, pour la fourniture d'observations et de messages d'observation météorologique. Sept aérodromes en Polynésie française (dont cinq sur lesquels la DSNA est désignée ou exerce une autorité fonctionnelle) sur 47 disposent de tels équipements pour délivrer des messages d'observations météorologiques aux équipages.

À la date de l'événement, conformément au protocole technique DGAC/DTA-Météo-France [du 11 mars 2019](#), l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona, qui entre dans la catégorie des aérodromes AFIS avec une activité IFR, commerciale et régulière dont le trafic annuel est supérieur à 10 000 passagers, devrait bénéficier au minimum d'un niveau N4 d'informations météorologiques.

Les services suivants sont prévus pour le niveau N4⁵⁵ :

- observation locale complète (vent, visibilité avec calcul de la portée visuelle de piste si nécessaire, temps présent, nuages, pression, température et point de rosée, affichage des paramètres météorologiques en tour, METAR H24) ;
- prévision d'aérodrome : TAF selon les horaires d'ouverture ATS publiés ;
- mise à disposition des TAF sur le site AEROWEB-PRO et AEROWEB.

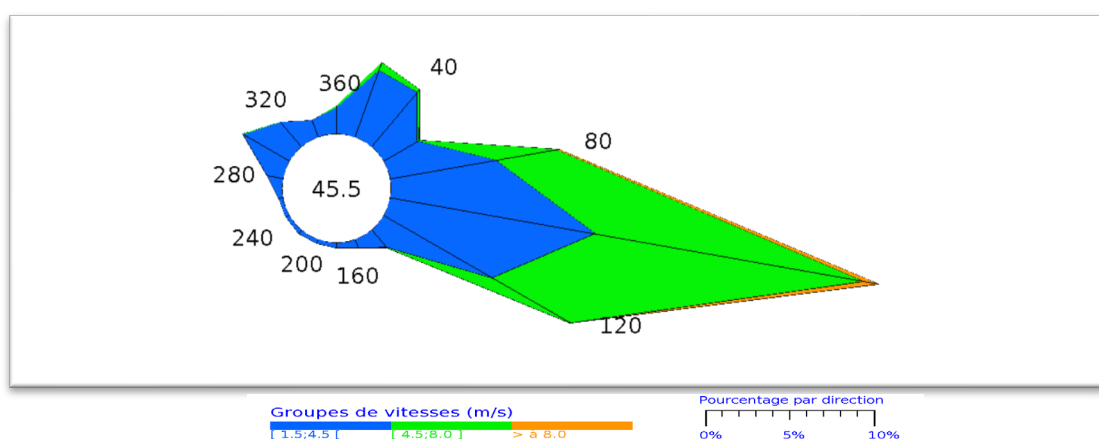
⁵⁵ À titre de comparaison, le niveau N3 ne comporte pas d'information de prévision d'aérodrome.

d'aérodrome », paragraphe 2 « spécificités en Polynésie française » ne prévoit plus l'application des niveaux minimums de services météorologiques pour les aérodromes AFIS, à l'exception de ceux de Hao, Nuku Hiva, Totegegigie et Tubuai Mataura, pour lesquels un service minimum de niveau N3 est requis et celui de Huahine pour lequel la DSNA exerce une autorité fonctionnelle. La DGAC/DTA précise toutefois que cette exclusion faite pour les aérodromes AFIS était non intentionnelle et que le prochain protocole devra réintégrer ces aérodromes.

2.2.2 Renseignements météorologiques sur l'île d'Hiva-Oa

2.2.2.1 Orientation et intensité du vent mesurées à la station Météo-France de la ville d'Atuona

Le vent horaire mesuré à une hauteur de dix mètres et moyenné sur dix minutes au mois d'avril sur la période 1991-2020 provient majoritairement de l'est-sud-est (régime d'alizés). La direction principale est 100-120° pour environ 10 kt.



2.2.2.2 Équipements météorologiques de l'aérodrome

L'aérodrome est doté de deux équipements permettant l'acquisition des données de force et direction du vent (DEOLIA 396) situés à proximité des deux seuils de piste. Ces systèmes anémométriques fournissent à l'agent AFIS une information du vent moyenné sur deux minutes. Les capteurs de mesure de vent et de pression de l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona ont été installés et sont entretenus par le gestionnaire. Le choix de leur implantation est déterminant dans la précision de la mesure, en fonction de la présence d'obstacles à proximité.

Aucune convention n'a été signée pour Hiva-Oa-Atuona entre le gestionnaire et Météo-France. Ainsi, à la date de l'événement, Météo-France n'est responsable ni de l'implantation, ni de la calibration, ni de l'entretien des équipements.

En conséquence, aucun niveau de service météorologique tel que défini par le protocole technique établi entre la DTA et Météo-France n'est formellement disponible à Hiva-Oa-Atuona.

Le pôle PN/EPN de la DSAC souligne le manque de fiabilité des observations météorologiques à Hiva-Oa-Atuona. En outre, les manches à air, mal positionnées (aérodrome perturbé par des obstacles), ne donnent pas les informations de vent attendues en courte finale et sur la zone de toucher.

Par ailleurs, il n'existe aucun détecteur de cisaillement de vent à Hiva-Oa-Atuona. Ces détecteurs sont généralement destinés à des aérodromes sur lesquels ce phénomène est régulièrement observé et dont le trafic est beaucoup plus important.

Le capteur de pression d'Hiva-Oa-Atuona n'est pas un capteur homologué par Météo-France. L'utilisation de procédures de type RNP (LNAV) nécessite de disposer d'un QNH local. Certains pilotes d'Air Tahiti ont reporté des écarts significatifs entre les informations fournies localement et celles dont ils disposent à bord lorsqu'ils recalent leurs altimètres au sol en affichant l'altitude de l'aérodrome.

2.2.3 Informations disponibles pour l'équipage

2.2.3.1 Lors de la préparation du vol

L'équipage disposait des messages TAF et METAR de Tahiti Faa'a et Bora-Bora, et METAR de Hao et Tubuai, situés à une distance comprise entre 550 et 1 000 NM.

Il disposait également de la TEMSI valide pour ce vol sur la Polynésie française entre le sol et le FL 450. Elle ne mentionnait aucun phénomène significatif pour ce vol. Des passages nuageux étaient prévus.

La WINTEN valide pour ce vol donnait un vent d'est (alizés) pour 40 kt au FL 100 et 30 kt au FL 050.

Le message de prévision APZ pour la zone 4 (incluant Hiva-Oa-Atuona et d'une superficie d'environ 22 000 km²), émis le lundi 4 avril 2022 à 19 h 42, était le suivant :

Z4 042106 11020G35KT V5 SCT020 SCT050=

Le vent est le vent moyen sur chaque zone. Il n'est pas tenu compte des effets locaux. La base des nuages est l'altitude.

2.2.3.2 En vol

Pendant le vol de l'événement, l'agent AFIS présent à la tour d'Hiva-Oa-Atuona a transmis les informations suivantes à l'équipage :

21 h 56	Piste 20 en service, vent variable du 040 au 180, 8 kt rafales 18 kt. Piste 02, vent du 190 en moyenne, variable du 010 au 360, rafales 18 kt
22 h 25	Piste 20, vent moyen du 160, variable du 080 à 200, pour 15 kt, rafales 25 kt. Piste 02, vent moyen du 140, variable du 040 à 250, pour 8 kt, rafales 19 kt.
22 h 26	Piste 20, vent moyen du 160 pour 14 kt, rafales 25 kt.
22 h 41	Piste 20, vent moyen du 150°, variable du 010 au 200° pour 10 kt, rafales 20 kt.
22 h 59	Piste 02, vent du 140°, variable du 070 au 240, pour 8 kt, rafales 18 kt, cisaillement de vent possible.

Pendant l'approche, les directions du vent mesurées à proximité du seuil de la piste 20 sont variables dans un secteur de 010 à 200° (arrière, travers gauche et face) pour une intensité comprise entre 8 et 25 kt. La variabilité de cette mesure rend son exploitation par les équipages difficile, en particulier pour le choix d'une piste, notamment au regard des limitations de vent arrière de l'avion.

2.2.4 Conditions météorologiques lors de l'événement

2.2.4.1 Station Météo-France de la ville d'Atuona

Météo-France ne dispose pas de données observées sur l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona.

Les relevés Météo-France les plus proches de l'aérodrome sont ceux de la station météorologique de la ville d'Atuona, située à environ trois milles marins au sud-ouest de l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona, à 51 m d'altitude.

Ils indiquent que le jour de l'incident grave, un alizé soutenu, peu perturbé, a prédominé. Quelques passages nuageux, parfois accompagnés d'averses faibles, ont été observés en tout début de journée et en toute fin d'après-midi (2,6 mm de pluie ont été relevés entre 3 et 5 h et 1,8 mm entre 16 et 17 h). Le vent d'est-sud-est, de l'ordre de 15 à 20 kt au niveau de la station météorologique, très certainement un peu plus fort au niveau de la piste, associé à la proximité des montagnes a probablement occasionné des turbulences et du cisaillement assez marqués.

À 23 h, le QNH était de 1 012 hPa, la température de 29 °C et le point de rosée 22 °C, la visibilité supérieure à 10 km.

2.2.4.2 Vent et turbulences en finale

Les paramètres de vol enregistrés ont permis de calculer les vecteurs vitesse sol et vitesse air, et de déterminer, par le triangle des vitesses, le vecteur vent. La projection de ce dernier dans le repère avion a mis en évidence la présence de cisaillement de vent durant l'approche finale. On observe en particulier, lors du passage des 100 ft AAL, un cisaillement de vent sur l'axe avion de 15 kt, passant de vent de face à vent arrière.

2.2.5 Étude aérologique de Météo-France sur l'île de Hiva-Oa

Pour caractériser la masse d'air sur l'île, dans le plan vertical et particulièrement aux abords de l'aérodrome, une modélisation du vent sur la trajectoire d'approche de l'aérodrome a été réalisée à partir du modèle Méso-NH de Météo-France comportant trois domaines imbriqués à 2 km, 500 m et 100 m de résolution horizontale.

Cette modélisation concerne la journée du 4 avril 2022 et a été couplée aux analyses du modèle IFS (Système de prévision intégré) du Centre Européen de Prévisions. Le caractère réaliste des simulations a pu être confirmé en comparant les données calculées aux mesures de la station Météo-France de Hiva-Oa. Il n'est toutefois pas possible, faute d'observations denses ayant la même résolution que le modèle, de valider précisément et exhaustivement les données des simulations. Il faut considérer que les simulations donnent une vue réaliste, mais pas nécessairement exacte en tous points, des conditions météorologiques lors de l'incident.

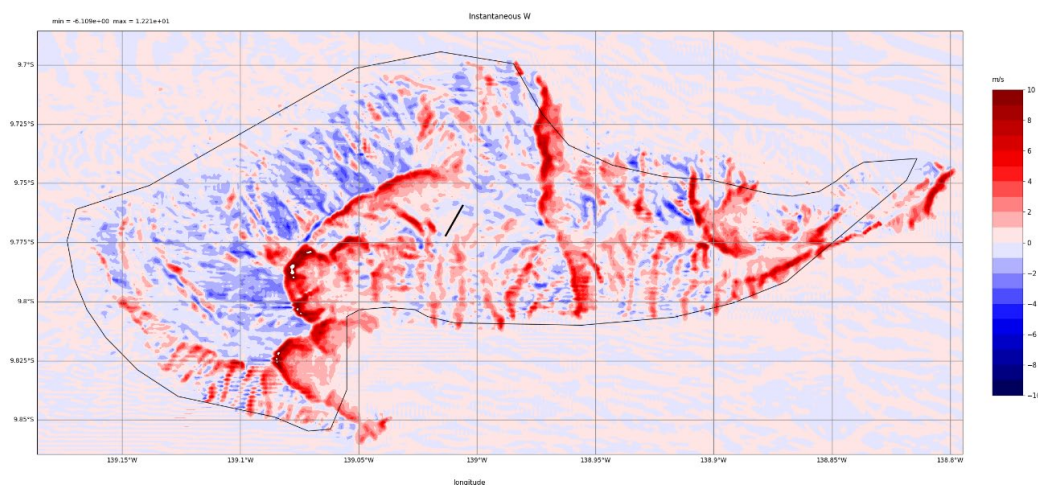


Figure 4 : carte de vitesse verticale instantanée ($m.s^{-1}$) : 04/04/22 à 23 TU.
Hauteur 100 ft (Source : Météo-France)

La coupe verticale sur la trajectoire d'approche illustre la présence de flux ascendant et descendant d'une intensité significative aux abords de l'aérodrome, et s'étendant du sol à environ 1 500 ft de hauteur aux deux extrémités.

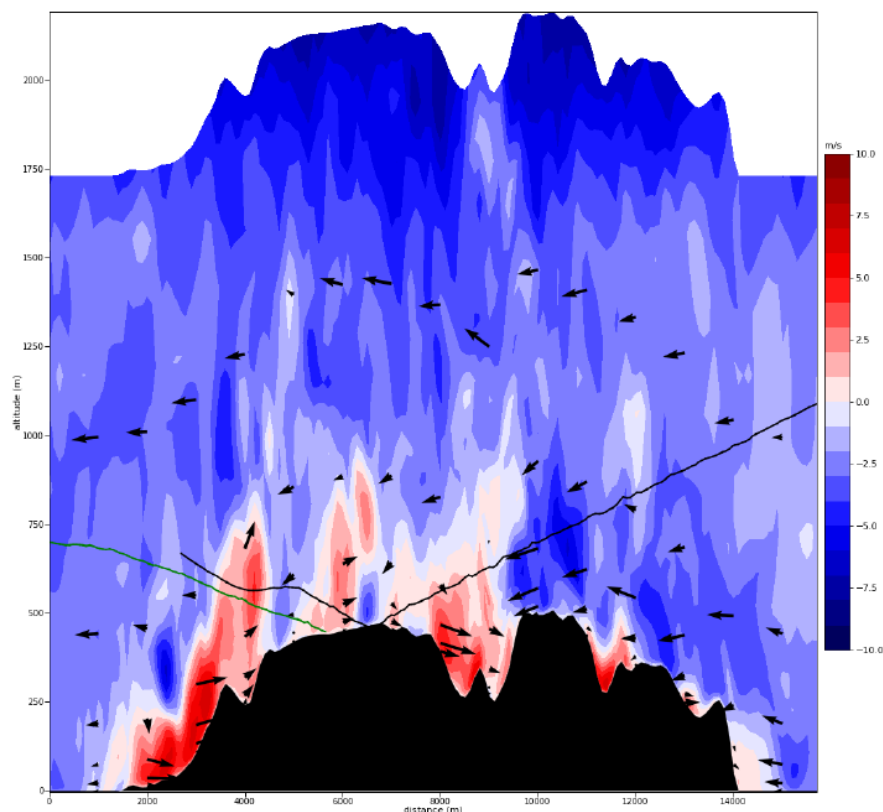


Figure 5 : coupe verticale des vitesses des vents verticaux selon l'axe de piste, APP 20 (trait noir), APP 02 (trait vert) - 04/04/22 à 23 TU (Source : Météo-France)

La succession de zones d'ascendance et de subsidence illustre la présence de cisaillement du vent vertical dans les basses couches.

Il convient de noter que ces phénomènes sont dynamiques et peuvent varier dans le temps, en direction et en intensité.

L'étude réalisée pour le jour de l'incident est globalement représentative des conditions rencontrées tout au long de l'année, compte tenu de la prédominance du flux d'est en régime d'alizés et de la position de l'aérodrome au regard du relief.

Ces vents génèrent des ascendances et subsidences au passage des reliefs de l'île.

2.2.6 Étude aérologique basée sur l'analyse des vols en approche 20

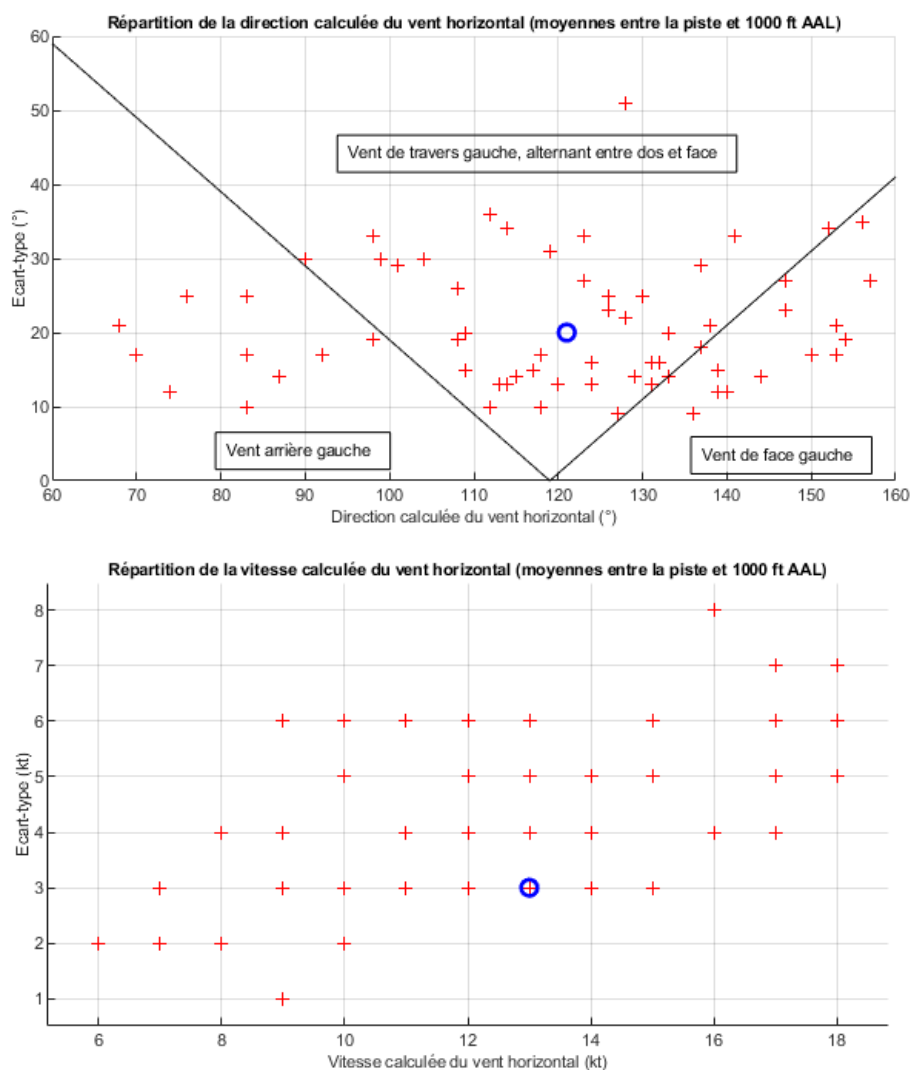
La compagnie Air Tahiti a fourni au BEA les données de vol nécessaires au calcul du vent de toutes les approches effectuées sur l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona en piste 20 au cours de l'année 2023 et au premier trimestre 2024, dans le but d'étudier les conditions aérologiques sur cette approche. Soixante-six approches ont pu être analysées.

La direction et l'intensité du vent ont été déterminées à partir du calcul du vecteur vitesse sol et du vecteur vitesse air sur la portion de l'approche allant de 1 000 ft AAL au toucher des roues. Les résultats ont été projetés dans le plan horizontal. Sur les graphes ci-dessous, l'écart-type est représenté pour apprécier la variabilité de la valeur de direction ou de vitesse pour chacune des approches étudiées. Le calcul du vent vertical, affecté par l'effet de sol, n'est pas suffisamment

précis pour être exploité.

Il ressort de cette étude que :

- les conditions aérologiques sur l'approche en piste 20 sont souvent turbulentes avec une direction et une intensité du vent variant significativement sur la portion de la trajectoire d'approche située au-dessus de l'île ;
- pour l'ensemble des approches analysées, le vent moyen provenait du sud-est, autour du 120°, valeur cohérente avec les mesures de Météo-France ;
- aucun cisaillement de vent dans le plan horizontal semblable à celui survenu en approche finale lors du vol de l'événement n'a été identifié sur les soixante-six approches analysées.



Les résultats des calculs pour le vol de l'événement (rond bleu sur les figures précédentes) montrent que les conditions aérologiques rencontrées lors de l'approche entre 1 000 ft sol et le toucher des roues n'étaient pas parmi les plus turbulentes au regard des soixante-six approches analysées. La direction était en moyenne de 121° (écart-type de 20°), soit un vent travers gauche venant alternativement de dos et face, pour une intensité moyenne de 13 kt (écart-type de 3 kt).

La différence significative avec les autres approches est la présence d'un cisaillement de vent horizontal entre 100 ft et 50 ft de hauteur.

2.3 Renseignements sur les organismes et la gestion

2.3.1 La Direction de l'Aviation Civile Polynésie française (DAC)

La DAC est un service de l'administration polynésienne qui exerce une compétence générale en matière d'aviation civile, sous réserve des compétences attribuées à l'État dans ce domaine. Elle est notamment chargée d'assurer l'exploitation des aérodromes créés par la Polynésie française ou rétrocédés par l'État, exceptés les aérodromes de Tahiti Faa'a et Moruroa appartenant à l'État et les aérodromes (à usage restreint ou privé) appartenant à des sociétés ou des particuliers, la maintenance (hors capteurs météorologiques aéronautiques dont la responsabilité relève de Météo-France) et la mise en conformité réglementaire de ces aérodromes et de tous les équipements.

Concernant les équipements permettant d'assurer le niveau minimum de services météorologiques requis, une convention entre la DAC et Météo-France doit être établie pour chaque aérodrome.

2.3.2 Le Service d'État de l'Aviation Civile en Polynésie française (SEAC/PF)

Le SEAC/PF est un service placé sous une double tutelle : sous l'autorité hiérarchique du Haut-Commissaire représentant l'État français en Polynésie française, d'une part, et sous l'autorité technique et financière de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) d'autre part.

2.4 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona est desservi au départ de Tahiti Faa'a ou via Nuku-Hiva. Le nombre moyen de passagers transportés par an, par Air Tahiti, en provenance ou à destination d'Hiva-Oa-Atuona est approximativement de 13 800 depuis 2016.

L'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona est un aérodrome de catégorie C, à usage restreint. Il est situé sur une crête, à une altitude d'environ 1 500 ft. Il est bordé à l'est et à l'ouest par des reliefs culminant respectivement à 2 825 ft et 2 838 ft. Le sommet de l'île se trouve au sud-ouest de l'aérodrome, à l'altitude de 4 151 ft.

Il dispose d'une piste 02-20 de 1 600 x 30 m revêtue, descendante en moyenne à 1,3 % face au sud-ouest (1 % recommandé en 3.1.13 de l'Annexe 14 de l'OACI). La pente max est de 1.9 % en partie centrale et de toucher des roues en piste 20 (1.5 % max recommandé en 3.1.14 de l'Annexe 14). Il est ouvert à l'exploitation VFR ou IFR en présence de l'agent AFIS.

AD 2 NTMN.13					Distances déclarées Declared distances
RWY ID	TORA	TODA	ASDA	LDA	Observations Remarks
02	1510	2000	1510	1350	Fin des distances TORA, ASDA, LDA située 90m avant l'extrémité physique de la RWY02. End of declared distances TORA, ASDA, LDA located 90m before RWY02 physical end.
20	1440	1840	1440	1440	

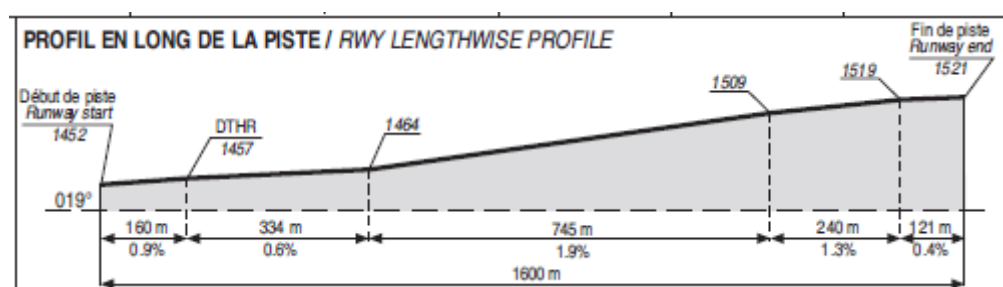


Figure 6 : distances déclarées et profil en long (Source : SIA)

L'AIP précise dans sa partie « dangers à la navigation aérienne » que l'aérodrome est situé en

environnement montagneux, des turbulences sont présentes dans le circuit d'aérodrome et de fortes turbulences ou du cisaillement de vent en finale par vent venant du relief sont également présents.

Le Manex d'Air Tahiti précise dans sa partie C (Manuel routes et aérodromes), les particularités liées à l'exploitation de l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona et notamment les procédures d'approches à vue ainsi que les approches RNP en pistes 02 ou 20. Les pilotes sont régulièrement entraînés à ces particularités.

Le PAPI de la piste 20 est calibré sur une pente à 4° (7 %) et celui de la piste 02 sur une pente à 3° (5,2 %).

Des feux à éclats sont présents aux seuils 02 et 20. Il n'y a pas de balisage axial ou latéral, la réglementation ne l'impose pas.

2.5 Renseignements sur les procédures d'approches aux instruments

Des procédures RNP avec des minima LNAV sont publiées pour les deux pistes.

L'approche en piste 20 est décrite comme une approche où des turbulences sont régulièrement présentes, dès le passage du trait de côte et particulièrement lors de la descente entre les reliefs.

L'atterrissage en piste 02 est privilégié par Air Tahiti, si la composante de vent arrière le permet. L'approche RNP 02 survole l'île de Tahuata, puis longe le relief le plus haut de l'île, où la nébulosité peut être importante selon la période de la journée. Au cours de l'enquête, des entretiens avec des pilotes exploitant régulièrement l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona ont révélé que pour cette raison, des trajectoires à vue alternatives étaient parfois préférées à la trajectoire RNP 02 publiée.

HIVA OA ATUONA

CAT A.B

RNP RWY 20

ALT AD: 1521 (55 hPa), THR: 1521

APP : TAHITI CTL 133.500 au-dessus de / above FL 045

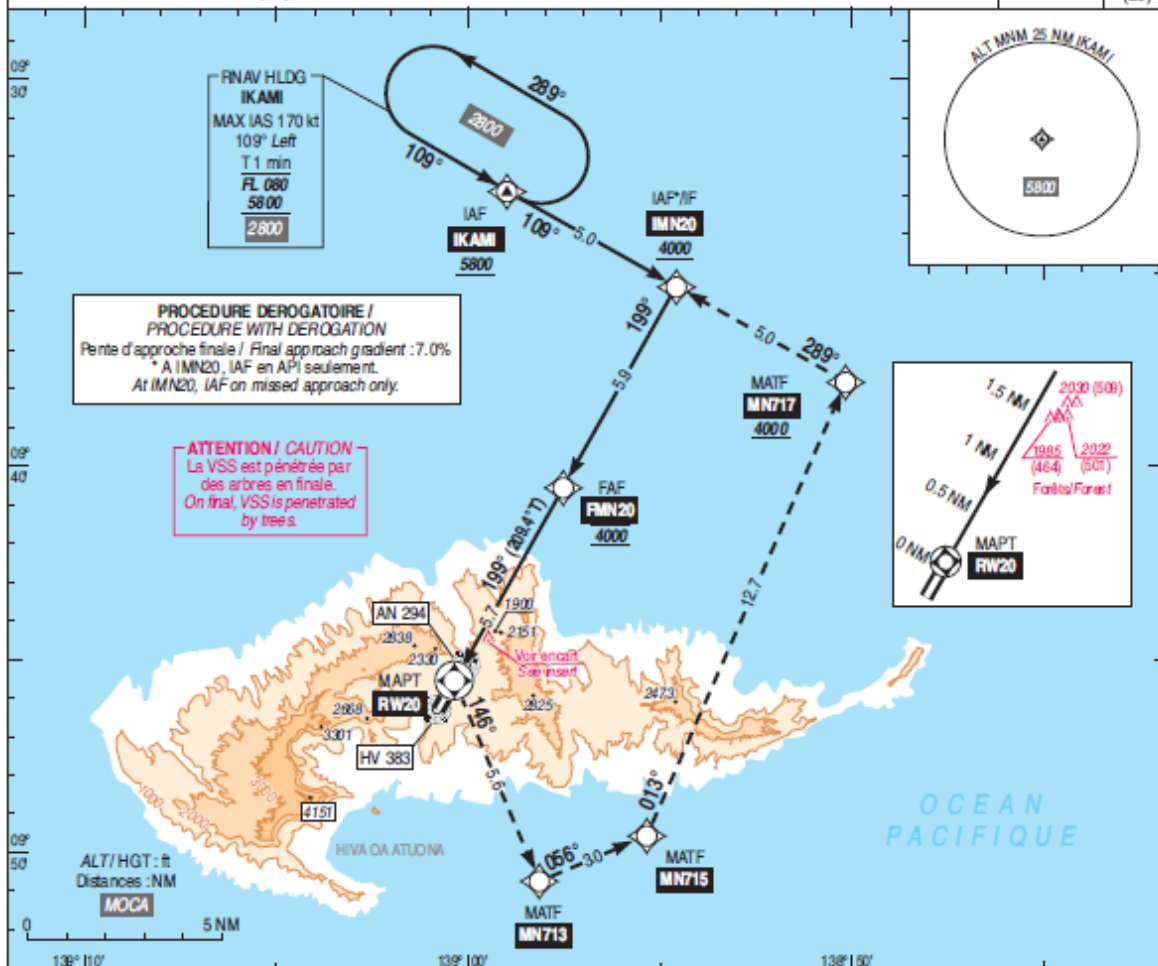
TWR: NIL

AFIS : HIVA QA Information 119.700 (FR)

--	--

11° E

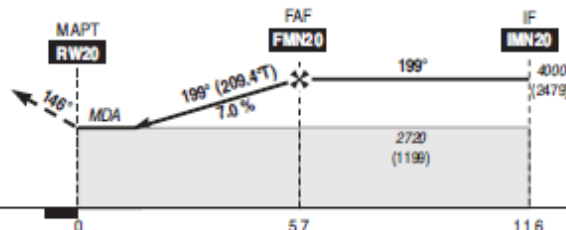
(20)



TA : 5800

API : Au MAPT, tourner à gauche vers MN713, puis MN715 et poursuivre vers MN717 en montée vers 4000 (2479), puis IMN20.
Ne pas tourner avant le MAPT.
Palier d'accélération non étudié.

Missed APCH : At MAPT, turn left to MN713, then to MN715 and continue to MN717 climbing up to 4000 (2479), then IMN20. Do not turn before MAPT.
Acceleration level not studied.



THR ← (NM)

MMN AD: distances verticales en pieds, RVR et VIS en mètres / vertical distances in feet, RVR and VIS in metres.

REF HGT : ALTAD

CAT	LNAV			DIST RW20			
	MDA (H)	RVR	OCB	NM	5	4	3
A B	2510 (990)	1500	987	ALT	3705	3280	2855
				(HGT)	(2184)	(1759)	(1334)

Observations / Remarques : Panne de guidage GNSS lors de l'approche / Loss of GNSS guidance during approach : voir / see AIP ENR 1.5.

FAF - RW20	5.7 NM	70 kt 4 min 53	80 kt 4 min 17	90 kt 3 min 48	100 kt 3 min 25	110 kt 3 min 07	120 kt 2 min 51	130 kt 2 min 38
VSP (ft/min)		495	565	635	710	780	850	920

Figure 7 : carte de l'approche RNP 20 (Source : SIA AIP)

APPROCHE AUX INSTRUMENTS

HIVA OA ATUONA

Instrument approach

CAT A.B

ALT AD : 1521, DTHR : 1457 (53 hPa)

RNP RWY 02

APP : TAHITI CTL 133.500 au dessus de / above FL 045

TWR : NIL

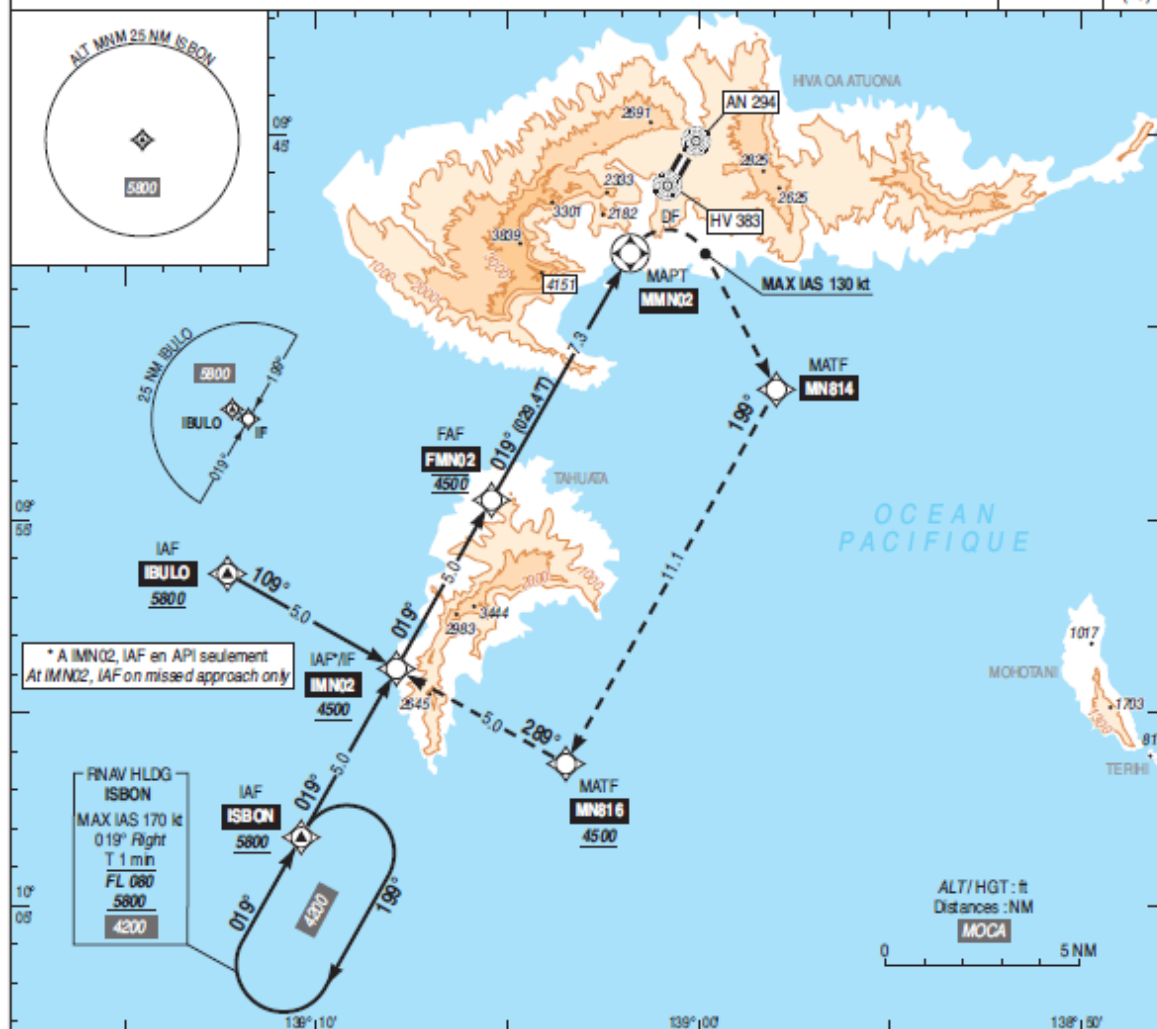
ARS : HIVA OA Information 119.700 (FR)

RNP APCH

VAR

11° E

(20)



CAT	LNAV			MVL / Circling (1)		DIST MMN02							
	MDA (H)	RVR	OCH	MDA (H)	VIS	NM	ALT	7	6	5	4	3	2
A	2440 (980)	1500	975	3210 (1690)	1500	7	4405	4065	3765	3450	3130	2810	2495
B					1600		(HGT)	(2948)	(2628)	(2308)	(1993)	(1673)	(1353)

Observations / Remarks : (1) HJ seulement / only: MVL interdite à l'Ouest de la piste / Circling prohibited West of RWY.
Panne de guidage GNSS lors de l'approche / Loss of GNSS guidance during approach: voir / see AIP ENR 1.5.

FAF - MMN02	7.3 NM	6 min 16	5 min 29	4 min 52	4 min 23	3 min 59	3 min 39	3 min 22
FAF - DTHR	9.4 NM	8 min 04	7 min 03	6 min 16	5 min 39	5 min 08	4 min 42	4 min 20
VSP (ft/min)		370	420	470	530	580	630	690

Figure 8 : carte de l'approche RNP 02 (Source : SIA AIP)

2.6 Stabilisation d'une approche

2.6.1 Critères de stabilisation d'une approche selon ATR

ATR définit dans son FCTM des critères de stabilisation correspondant à une approche en condition standard, ainsi que des critères de décision en cas d'écart. À la date de l'événement, le FCTM du constructeur ATR précisait notamment les conditions suivantes :

- plancher de stabilisation : 1 000 ft en IMC et 500 ft en VMC
- écart de vitesse : 0 /+10kt
- vitesse verticale maximale 1 000 ft/min avec des ajustements autorisés de +/-300 ft/min par rapport à la valeur cible.

En septembre 2022, ATR a mis à jour les critères dans la partie « Deviations » :

- le critère de vitesse verticale maximale n'existe plus ;
- les écarts de vitesse sont réduits à +/- 5 kt (et -5 + 10 kt en N-1).

ATR indique que des cibles de couple (TQ) peuvent également être utilisées afin de qualifier l'activité du pilote aux manettes de puissance (PL). Sans constituer un critère de stabilisation, cette activité peut témoigner de la difficulté du pilote à maintenir une trajectoire prescrite.

2.6.2 Critères de stabilisation d'une approche selon Air Tahiti

À la date de l'événement, les critères de stabilisation d'une approche dans le Manex d'Air Tahiti (Partie A08), précisent notamment que la vitesse indiquée doit être comprise entre VAPP et VAPP +15 kt, et tendre vers la VREF à 50 ft. Le taux de descente ne doit pas être supérieur à 1 000 ft/min avec des écarts tolérés ne dépassant pas 300 ft/min. Le Manex précise que si l'une des conditions n'est pas respectée alors une remise des gaz s'impose.

La révision 12 du Manex de janvier 2024, diffère des conditions mises à jour en 2022 dans le FCTM ATR et conserve la limitation en Vz à 1 000 ft/min +/- 300 ft/min, sans tenir compte de la pente d'approche suivie. Le critère sur la vitesse est également porté à VAPP +10 kt, ce qui diffère du FCTM mis à jour en 2022.

Remarque : La vitesse verticale est proportionnelle à la pente, pour une vitesse sol constante.

$$V_z \text{ (ft/min)} = 10/6 \times GS(kt) \times P(^{\circ}) \text{ ou } V_z \text{ (ft/min)} = GS(kt) \times P(\%)$$

Par exemple, pour une vitesse sol moyenne de 140 kt sur un plan à 3°, la Vz serait de 700 ft/min et sur un plan à 4° de 930 ft/min en moyenne. Ce calcul ne tient pas compte de l'influence de la composante du vent vertical.

Le RDOA d'Air Tahiti indique que certaines destinations identifiées (dont fait partie Hiva-Oa-Atuona) font appel au jugement et à l'expérience des pilotes afin de déterminer les écarts à partir desquels il est envisagé une interruption de l'approche. Ces particularités ne sont pas traitées spécifiquement, en partie C du Manex, par exemple.

2.6.3 Stabilisation de l'approche lors de l'événement

L'analyse des paramètres de vol a mis en évidence une déstabilisation de l'approche en dessous de 500 ft. Elle se caractérise notamment par :

- une vitesse indiquée qui dépasse à plusieurs reprises le seuil VAPP + 10 kt ;
- un taux de descente qui atteint des valeurs supérieures à 1 000 ft/min ;
- et les couples moteurs⁶ qui varient régulièrement entre 0 et 52 %.

⁶ Ceci ne constituait pas un critère de stabilisation décrit dans le Manex d'Air Tahiti

Entre 200 ft et 0, le PF a tenté de résorber la vitesse excessive en réduisant la puissance. De 100 ft à 0, une rotation du vent (de face vers arrière) a été observée. L'IAS a diminué rapidement tandis que la GS est restée constante. La vitesse verticale est passée de -750 ft/min à -1 250 ft/min. Cette situation a pu être ressentie par l'équipage comme un enfoncement de l'avion. C'est vraisemblablement l'annonce du CdB qui a fait agir le copilote sur les commandes de puissance. L'équipage a poursuivi l'approche en tentant de converger vers la valeur cible de vitesse malgré les conditions aérologiques extrêmement perturbées. Les critères de stabilisation connus et enseignés n'ont pas incité les pilotes à interrompre l'approche suffisamment tôt.

L'avion disposait d'une énergie importante en approche finale. Pour la résorber, le copilote a diminué la puissance des moteurs avant l'arrondi. Pour cette raison, il n'a plus disposé d'une réserve de puissance suffisante, disponible rapidement, pour contrer les effets du cisaillement du vent lorsqu'ils ont été détectés.

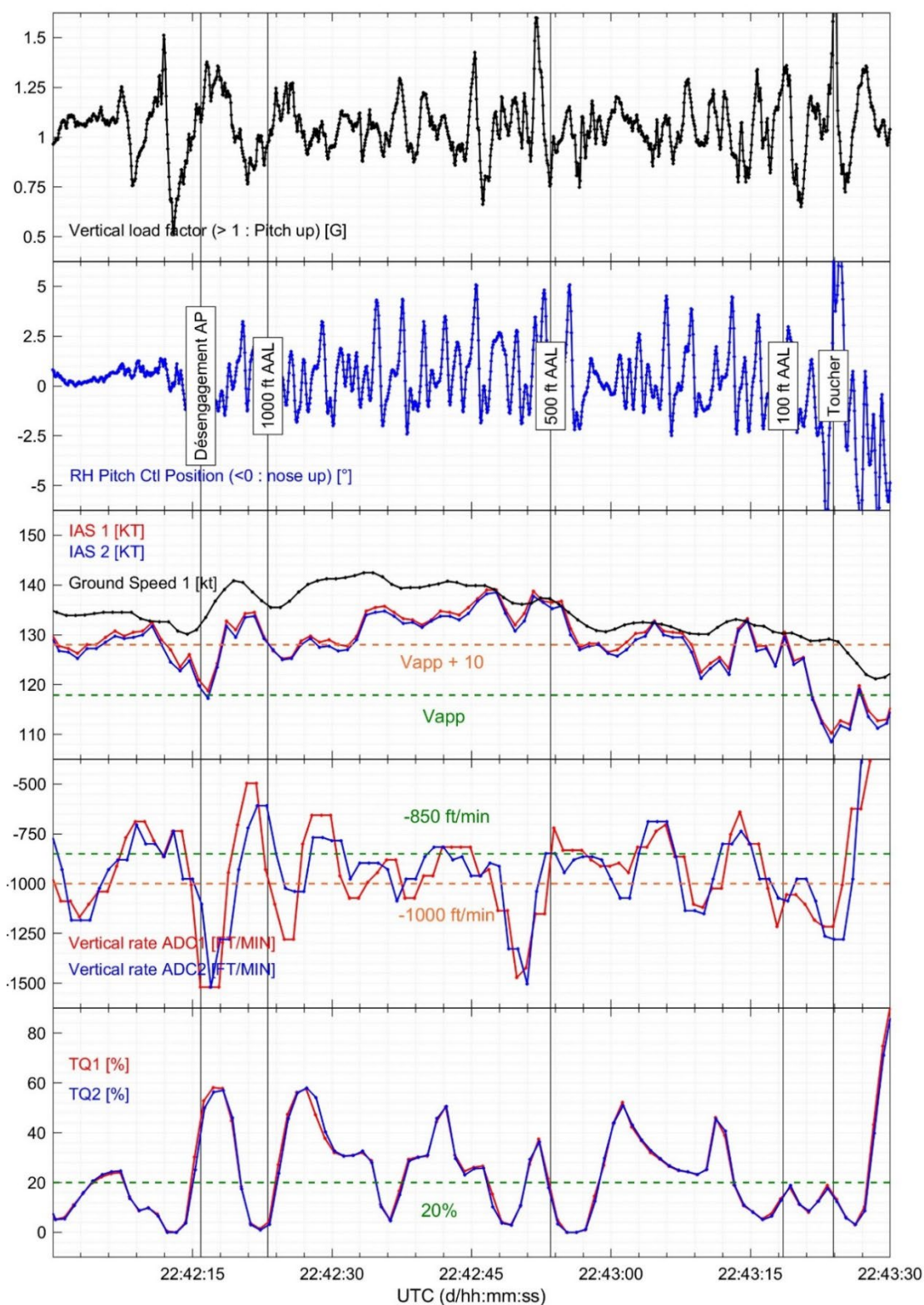


Figure 9 : déstabilisation de l'approche (Source : BEA)

2.6.4 Comparaison des données de vol d'autres approches en piste 20

La gestion de l'énergie au cours de l'approche en piste 20, lors du vol de l'événement, a été comparée à celle observée lors des soixante-six autres approches effectuées sur la même piste et pour lesquelles le BEA a obtenu les données de vol. Pour cela, les moyennes de la vitesse sol, de la vitesse indiquée et de la vitesse verticale entre 1 000 ft sol et le toucher des roues ont été calculées.

Les valeurs obtenues pour le vol de l'événement sont :

- vitesse sol moyenne = 135 kt ;
- vitesse indiquée moyenne = 130 kt (la vitesse d'approche VAPP était de 118 kt, incluant une majoration de 10 kt par rapport à la vitesse de référence VREF pour tenir compte du vent) ;
- vitesse verticale moyenne = 950 ft/min.

Ces trois valeurs sont supérieures à toutes celles calculées pour les autres approches.

L'énergie pendant l'approche (couple vitesse verticale-vitesse sol) du vol de l'événement (rond bleu) est significativement plus élevée que pour l'ensemble des autres approches observées (croix rouges).

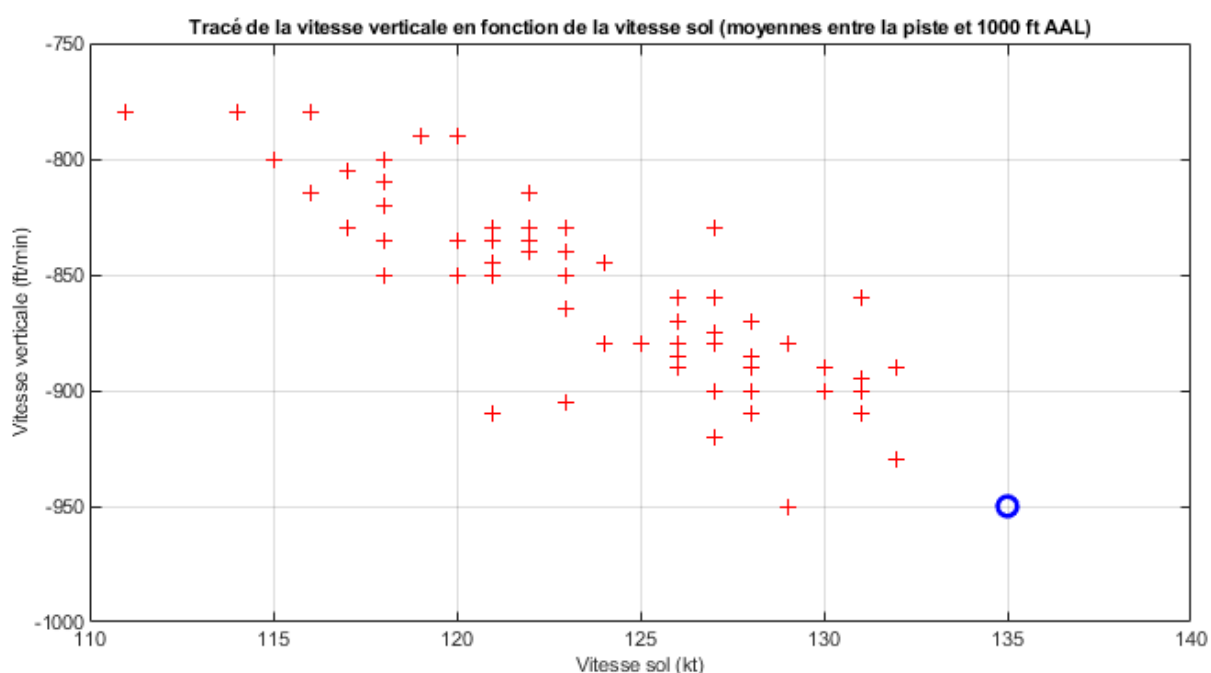


Figure 10 : analyse de l'énergie moyenne en approche (Source : BEA)

2.7 Renseignements sur l'aéronef et les systèmes

2.7.1 Mécanisme de désolidarisation des commandes de tangage

Les avions ATR sont équipés de commandes de vol mécaniques constituées de câbles, de bielles et de renvois. Les deux gouvernes de profondeur sont positionnées au sommet de l'empennage en T, l'une à droite et l'autre à gauche.

Les gouvernes gauche et droite sont respectivement connectées mécaniquement aux manches de contrôle gauche et droit situés dans le cockpit. Les deux gouvernes sont liées mécaniquement entre elles par un système appelé *Pitch Uncoupling Mechanism* (PUM).

Le PUM transmet tous les efforts et mouvements d'une gouverne vers l'autre. Par exemple, une action à cabrer sur le manche de gauche sera transmise à la gouverne gauche. Cette dernière s'orientera vers le haut, et entraînera la gouverne de droite par l'intermédiaire du PUM. Les câbles, bielles et renvois connectant la gouverne droite au manche de contrôle situé à droite en cockpit transmettront le mouvement au manche de droite qui se déplacera dans le même sens que celui de gauche.

Le PUM a pour rôle de déconnecter les deux gouvernes de profondeur et de les rendre indépendantes en cas de blocage de l'une d'entre-elles par un phénomène extérieur. Cette architecture a été conçue afin de minimiser le temps de réaction par l'équipage et déconnecter automatiquement les deux profondeurs dans certaines phases critiques du vol et ainsi permettre le contrôle de l'axe de tangage par l'autre gouverne. La déconnexion du PUM intervient lorsque l'effort différentiel entre les deux gouvernes dépasse une valeur fixée. La déconnexion intervient également si des efforts sont appliqués de manière simultanée et opposés sur les manches (entre 50 et 55 daN appliqués sur chacun des manches au sol).

La déconnexion du PUM est irréversible en vol. Sa reconnexion est une action de maintenance qui doit être réalisée au sol par du personnel qualifié.

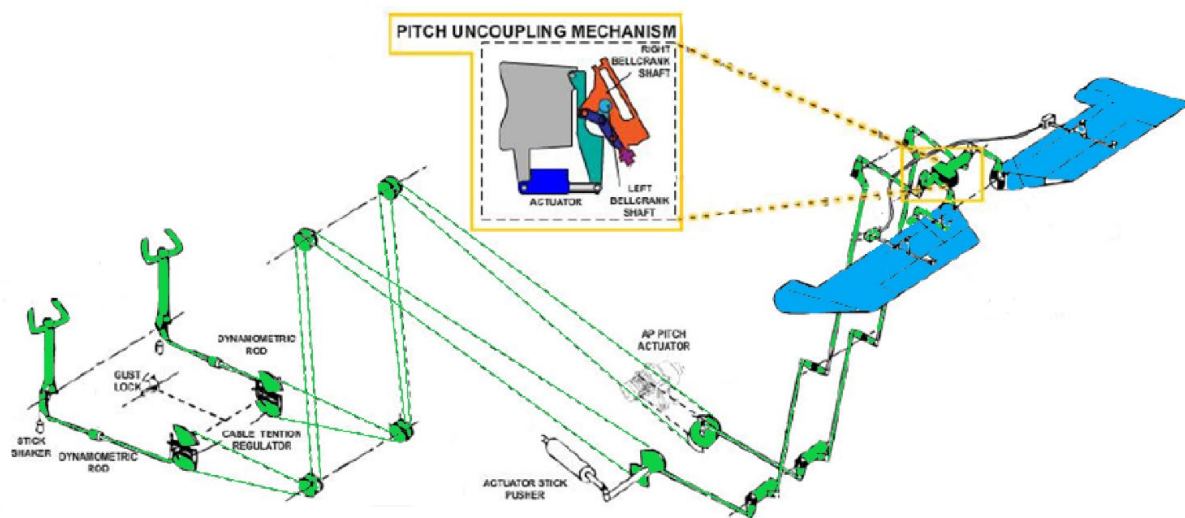


Figure 11 : schéma de la commande de profondeur (Source : ATR, modifiée BEA)

2.7.2 Informations et procédure

En cas de déconnexion, une alarme sonore et visuelle « **MASTER WARN** » est déclenchée. Une alarme visuelle **PITCH DISC** apparaît dans la fenêtre ALERT de l'EWD (*Engine and Warning Display*). L'équipage doit alors appliquer une procédure **PITCH DISCONNECT** détaillée dans la fenêtre de procédure de l'EWD.

Le PF seul doit contrôler la trajectoire de l'avion car, lorsque les gouvernes sont désolidarisées, chaque manche contrôle indépendamment chaque gouverne de profondeur. Des mouvements antagonistes des manches entraîneraient un contrôle de la trajectoire imprécis. De plus, à haute vitesse, les efforts structuraux deviennent considérables.

2.7.3 Déconnexion au cours du vol de l'événement

L'analyse des paramètres de position des gouvernes de profondeur et de force appliquée sur les manches a permis d'identifier avec précision le moment de découplage des gouvernes de profondeur gauche et droite. Il intervient moins d'une seconde avant le toucher des roues alors que le PM exerce un effort à cabrer de 65 daN et le PF un effort à piquer de 30 daN.

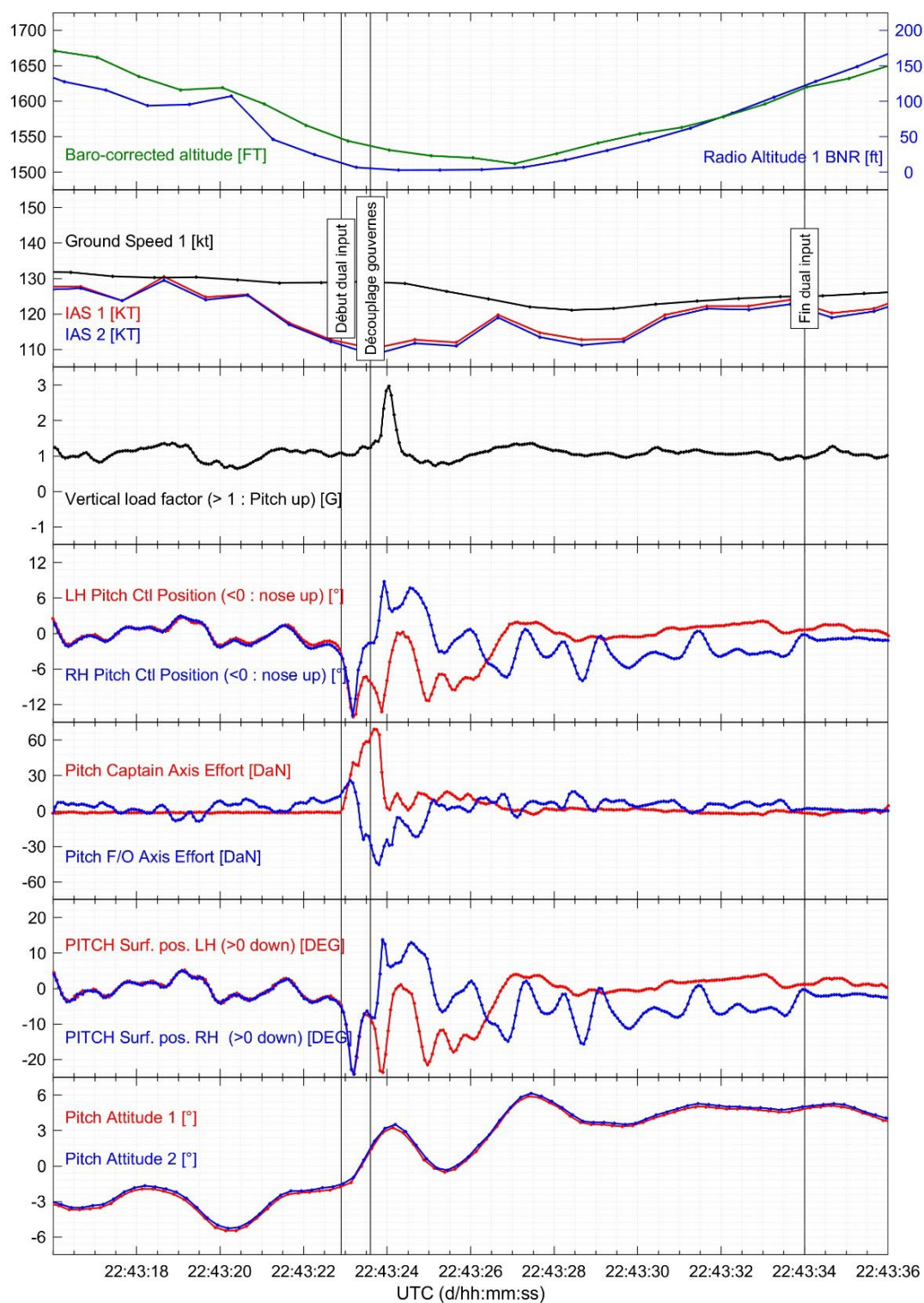


Figure 12 : découplage gouvernes de profondeur (Source : BEA)

Le PM a annoncé « *puissance, puissance, puissance* » puis agit sur le manche, de manière réflexe, en réaction à une perte de hauteur brutale consécutive à un cisaillement de vent. Il n’a, de ce fait, pas verbalisé son action. Le copilote qui, jusqu’à présent, corrigeait les écarts de trajectoire en raison de perturbations aérologiques significatives, a été surpris par cet effort et l’a contré. Le CdB a annoncé « *Go-around* » à 22 h 43 min 24 puis a mentionné l’alarme Pitch disconnect et ajouté qu’il avait les commandes dans la seconde suivante.

De 22 h 43 min 23 à 22 h 43 min 34 (onze secondes), des efforts sont enregistrés sur les deux manches, jusqu'au moment où le copilote demande au CdB de confirmer que c'est bien lui qui a les commandes.

Lors de la montée qui a suivi la remise de gaz, l'IAS est temporairement enregistrée à des valeurs supérieures à 180 kt, ce qui correspond à la valeur limite d'évolution avec le PUM déconnecté (Memo item PITCH DISCONNECT procédure QRH A27-07).

2.8 Pilotage simultané (*Dual input*)

2.8.1 Généralités

Dans tous les avions multipilotes, le principe de répartition des tâches entre le PF et le PM est tel qu'il ne doit y avoir qu'un seul pilote, le PF, qui agit sur les commandes de vol principales. Les procédures standard (SOP) et la formation sont basées sur ce principe. Seules certaines situations anormales, telles qu'un blocage avéré des commandes, peuvent nécessiter d'agir simultanément sur celles-ci.

Les constructeurs d'avions à commandes liées et les autorités de certification estiment que le système de commandes de vol fournit à chaque pilote des indications tactiles et visuelles sur les commandes de l'autre pilote. Il reste possible qu'une action opposée de la part de l'autre pilote puisse être perçue comme un blocage. Toutefois, la verbalisation de la prise des commandes doit demeurer un rempart contre la possibilité d'un projet d'action différent de la part des deux pilotes. En pratique, les enquêtes conduites⁷ par le BEA ou auxquelles a participé⁸ le BEA montrent que, dans des situations très dynamiques, ce principe s'est révélé inefficace.

Les actions simultanées sur les commandes ne sont pas mentionnées dans la documentation d'Air Tahiti et ne sont pas abordées en formation.

2.8.2 Programme minimum de formation

L'« *Operational Suitability Data* » (OSD) d'ATR, approuvé par l'AESA, détaille le programme minimum de formation qui doit être mis en place par les ATO et exploitants afin d'établir des programmes de formation initiaux et récurrents sur le type considéré. Sa partie « *Flight Crew Data* », chapitre 7 « *Training Areas of Special Emphasis* (TASE) » permet d'attirer l'attention sur des sujets spécifiques.

La désynchronisation des commandes de vol sur ATR est abordée au cours de la qualification de type lors de la formation théorique, au moment de la description des commandes de vol. Ce système n'est pas spécifiquement revu lors de la formation récurrente ni abordé dans d'autres formations complémentaires. Le pilotage simultané n'est pas abordé dans l'OSD.

Par ailleurs, le constructeur précise qu'il est contre-productif de réaliser un entraînement pratique associant le pilotage simultané opposé et la décorrélation des gouvernes de profondeur (« *negative training* »).

⁷ [Incident grave du Boeing 777 immatriculé F-GSQJ exploité par Air France le 5 avril 2022 à Paris-Charles de Gaulle \(95\).](#)

⁸ [Accident de l'ATR 72 immatriculé VH-FVR exploité par Virgin Australia Regional Airlines \(VARA\) le 20 février 2014 en descente vers Sydney \(Australie\).](#)

3 CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.

Scénario

À la demande de l'équipage de l'ATR72 exploité par Air Tahiti qui s'apprête à décoller vers l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona, l'agent AFIS de l'aérodrome de Nuku-Hiva, où l'équipage est en escale, a indiqué que le vent à l'aérodrome de destination provenait de l'est en altitude et variait significativement en direction et en intensité au sol. L'équipage a prévu de réaliser l'approche RNP pour la piste 20 en raison d'une composante de vent arrière annoncée en piste 02 préférentielle.

Durant la croisière, l'équipage a contacté à plusieurs reprises l'agent AFIS d'Hiva-Oa-Atuona pour obtenir des informations actualisées de vent. L'agent AFIS a précisé que la direction était toujours variable et la composante de vent arrière en piste 02 toujours présente. L'équipage a confirmé son choix d'atterrir en piste 20. En approche RNP20, l'équipage a choisi de majorer la vitesse d'approche, compte tenu d'une atmosphère turbulente dès le passage du trait de côte et sous le vent du relief. Le copilote, alors PF, est parvenu à maintenir la trajectoire, au prix d'une activité importante et de grande amplitude aux manettes de puissance. Cependant, cette activité n'a pas permis d'éviter des écarts significatifs en Vz et en IAS, par rapport aux critères de stabilisation. Cette situation a été perçue par l'équipage comme habituelle dans ces conditions de vent pour cette approche.

Vers 200 ft de hauteur, pour réduire la vitesse, le copilote a diminué la puissance des moteurs vers le ralenti vol. Passant 90 ft de hauteur, la vitesse indiquée de l'avion a diminué brutalement en raison d'un cisaillement de vent, et le taux de descente a augmenté. Cette variation a conduit le CdB à demander au copilote d'augmenter la puissance tandis que l'avion survolait le seuil de la piste 20. Le temps nécessaire pour contrer les effets du cisaillement du vent, à partir du régime ralenti vol, était supérieur à celui d'un régime stabilisé. Lorsqu'il a perçu l'enfoncement de l'avion, le CdB (PM) a appliqué une action à cabrer au manche, simultanément avec le copilote. Cette action réflexe, non annoncée, a surpris le copilote qui a probablement considéré que son action à cabrer avait été inadaptée. Ceci l'a amené à appliquer une action opposée. Le CdB a augmenté de son côté son effort à cabrer, ce qui a conduit au découplage des gouvernes de profondeur.

Moins d'une seconde après, les roues des trains d'atterrissage principaux ont touché durement la piste. L'avion a rebondi et le CdB a annoncé une remise de gaz. Il a alors annoncé au copilote qu'il prenait les commandes. Au même instant, l'alarme Master Warning « *Pitch disconnect* » s'est déclenchée. Le copilote et le CdB ont continué d'exercer des actions simultanées pendant onze secondes.

Après analyse de la situation et coordination, l'équipage a décidé d'effectuer une approche à vue en piste 02. L'atterrissage s'est déroulé normalement.

Facteurs contributifs

A pu contribuer au choix, par l'équipage, de l'approche RNP 20 qui semble l'avoir exposé davantage aux risques de turbulence et de cisaillement de vent, un service météorologique inadapté à Hiva-Oa-Atuona, ne présentant pas les garanties de précision permettant aux pilotes de choisir la piste la plus appropriée pour l'approche et l'atterrissage.

Ont pu contribuer à la poursuite de l'approche alors que les critères de stabilisation n'étaient plus respectés, puis au toucher dur :

- l'acceptation de la déstabilisation de l'approche, sans l'interrompre, en raison de conditions turbulentes récurrentes en piste 20 ;
- la définition par l'exploitant de critères de stabilisation insuffisamment adaptés à une approche sous forte pente ;
- la difficulté de réagir efficacement à un cisaillement de vent à faible hauteur en raison de l'absence de moyens de détection, au sol ou à bord.

Le pilotage simultané opposé consécutif à l'action réflexe du CdB a conduit à la déconnexion non souhaitée du PUM.

4 MESURES PRISES ET ÉCHANGES DEPUIS L'OCCURRENCE

Mesures de sécurité prises par ATR

L'ATO ATR (ATC) a fait évoluer son programme en introduisant la notion de « dual input » dans les formations suivantes :

- qualification de type : dans la procédure relative à la désynchronisation des commandes de vol « Elevator jam » de la session FFS9 ;
- qualification de type : le « dual input » sera abordé à travers la partie CRM ;
- module Commandant de bord : le « dual input » sera abordé à travers la partie CRM ;
- module instructeur à la qualification de type : le « dual input » sera abordé pendant la partie cours théorique.

Aucune exigence réglementaire ne contraint un autre ATO habilité à délivrer des qualifications de type à augmenter son volume horaire de formation afin de répercuter de telles modifications.

Le constructeur ATR a donc prévu de modifier le contenu de l'OSD afin de rendre applicables les mesures pertinentes à l'ensemble des ATO. Il prévoit d'intégrer fin 2025 dans la section 7 répertoriant les TASE, dans la partie relative aux commandes de vol, un contenu relatif aux types de désynchronisation non souhaités des commandes de vol ainsi qu'aux mesures de prévention associées (Révision 14).

➤Flight Controls

▪ *Knowledge of elevators coupling system, **sources of undesired pitch uncoupling and prevention means**, pitch uncoupling techniques and associated normal/abnormal/emergency operations.*

Contactée au cours de l'enquête, l'AESA, en tant qu'autorité primaire de certification, a indiqué au BEA qu'une telle proposition de la part du constructeur serait recevable.

La prise en compte des modifications de l'OSD est de la responsabilité de chaque ATO sous la surveillance des autorités compétentes de l'aviation civile.

Mesures de sécurité prises par Air Tahiti

Air Tahiti prévoit de réviser la partie C de son Manex afin de refléter l'adaptation des critères de stabilisation standard aux approches particulières et notamment celles à forte pente.

Air Tahiti a révisé son programme de formation pour tenir compte de la stabilisation des approches

à forte pente et aborder de manière théorique le pilotage simultané opposé.

Mesures de sécurité prises par la Direction de l'Aviation Civile Polynésie française

La DAC a signé en décembre 2023 une convention de service avec Météo-France afin de doter l'aérodrome de Nuku-Hiva d'un service météorologique de niveau N3.

Par ailleurs, la DAC indique son intention de :

- déployer du niveau N3 (rappel : niveau qui inclut des messages d'observations, mais pas de prévisions) pour l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona (à la date de rédaction de ce rapport, aucune convention de service avec Météo-France n'a été signée) ;
- renforcer le service AFIS en augmentant les amplitudes de service,
- mettre en place un balisage lumineux utilisable de jour à Hiva-Oa-Atuona.

Mesures de sécurité prises par le Service d'État de l'Aviation Civile de Polynésie française

Le SEAC/PF a inclus parmi les sujets de l'échelon local du Plan de Sécurité de l'État les problèmes liés à la fourniture de services d'informations météorologiques à destination des pilotes d'aéronefs.

Chronologie des échanges relatifs au niveau minimum des services météorologiques, entre les services, après l'incident grave survenu le 4 avril 2022

- Le 4 avril 2022 : date de l'événement.
- Le 8 avril 2022, le SEAC/PF a indiqué à la DAC les niveaux minimums de services météorologiques requis pour des aérodromes exploités par la DAC et notamment un niveau N1 pour les aérodromes AFIS tels qu'Hiva-Oa-Atuona.
- Le 11 juillet 2022, le protocole technique établi en application de la convention-cadre entre la DGAC et Météo-France a été mis à jour. Cette révision ne reprend pas les mêmes dispositions que celles citées au § 2.2.1.3 Elle ne définit **aucun niveau minimum de services météorologiques**, pour les aérodromes sur lesquels la DSNA n'est pas compétente en Polynésie française (les aérodromes AFIS en font partie sauf celui de Huanine), excepté les aérodromes de Hao, Nuku-Hiva, Totegegigie et Tubuai Mataura pour lesquels un niveau N3 est requis.
- Le 20 juillet 2023, la DAC informait le SEAC/PF de la prise en compte de ses recommandations en précisant notamment que le niveau N1 initialement envisagé pour Hiva-Oa-Atuona ne serait pas effectif, en raison d'une réponse défavorable de Météo-France. La contractualisation de nouvelles prestations entre la DAC et Météo-France a dû être interrompue.
- Le 3 août 2023, le SEAC/PF indiquait à la DAC la nécessité d'équiper l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona d'un niveau N3 et notait les difficultés rencontrées avec Météo-France.
- Le 20 septembre 2023, la DAC interrogeait Météo-France quant à l'avancement des projets ainsi que la provision des équipements nécessaires et proposait un calendrier à l'horizon 2024-2027. Afin de poursuivre la mise en conformité de certains aérodromes, la DAC a notamment proposé un calendrier de contractualisation prévisionnel pour ces aérodromes.
- Le 3 octobre 2023, la DAC précisait le courrier de septembre et confirmait la demande de service de niveau N3 pour Hiva-Oa, souhaité pour l'année 2024.
- Le 24 mai 2024, la DAC modifiait la liste des aérodromes en remplaçant celui de « Totegegigie » par « Mataiva » (initialement demandé dans le courrier du 3 octobre 2023).

5 RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

Niveaux de services météorologiques d'aérodrome

La desserte d'Hiva-Oa-Atuona par avion, en transport aérien commercial, contribue au désenclavement territorial. Les spécificités de l'aérodrome, notamment en matière d'aérologie, sont reconnues : son accès en tant que pilote est soumis à autorisation et requiert une formation spécifique.

À la date de l'événement, l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona devait bénéficier au minimum d'un niveau N4 de services météorologiques d'après le protocole technique DGAC/DTA – Météo-France de 2019. Pour satisfaire un niveau minimum météorologique, les capteurs doivent être certifiés, installés et entretenus par Météo-France. Or l'implantation des capteurs à Hiva-Oa-Atuona et leur entretien ont été réalisés par la DAC, gestionnaire de la plupart des aérodromes polynésiens. Règlementairement, l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona ne répondait ainsi à aucun niveau de service météorologique. Les installations météorologiques de l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona ne présentent pas les garanties attendues dont peuvent dépendre précision et fiabilité.

Par ailleurs, l'aérodrome ne dispose pas de message d'observation ni de prévision.

Ainsi, lors de la préparation du vol ou lors du premier contact avec l'agent AFIS, les pilotes ne disposent pas d'informations leur permettant de choisir la piste la plus adaptée, notamment au regard des limitations opérationnelles telles que la composante de vent arrière maximale.

Dans le cas de l'incident grave, les informations portées à la connaissance de l'équipage l'a incité à réaliser une approche en piste 20. L'enquête a montré que ce choix exposait davantage l'équipage aux risques de turbulences et de cisaillement de vent.

Depuis l'incident grave, les différents échanges entre la DAC, Météo-France et le SEAC/PF n'ont pas apporté d'amélioration notable. La révision du protocole en juillet 2022 a même dégradé le niveau de service météorologique attendu.

La fourniture d'informations météorologiques par zone (APZ) ne pallie pas l'absence d'un service d'observations (METAR) et de prévisions (TAF) d'aérodrome. L'APZ n'est pas assez précis pour respecter strictement les conditions réglementaires afin d'exploiter l'aérodrome d'Hiva-Oa-Atuona en transport commercial de manière sûre, et ne permet pas aux pilotes de bâtir une stratégie efficace lors de la phase de préparation des vols.

Sur plusieurs de ces aspects, Hiva-Oa-Atuona ne semble pas être un cas isolé parmi les aérodromes de Polynésie française.

Enfin, bien que cela ne soit pas contributif à l'incident grave, le BEA a noté au cours de l'enquête que les pilotes de l'exploitant privilégiaient régulièrement les approches à vue plutôt que les approches PBN en piste 02, la procédure les exposant au risque de ne pas avoir la visibilité aux minima compte tenu de la nébulosité accrochant le relief proche de la trajectoire.

Ainsi, le BEA recommande que :

- *considérant la faible disponibilité d'informations météorologiques fiables et précises lors de la préparation des vols puis en vol ;*
- *considérant le risque que représente une approche réalisée en tenant compte d'informations météorologiques non certifiées, peu fiables ou imprécises ;*
- *considérant les risques accrus que présente la desserte de certains aérodromes, notamment en raison de leurs spécificités aérologiques ;*
- *considérant les dispositions réglementaires applicables quant à la diffusion d'informations météorologiques par les services ATS aux pilotes d'aéronefs ;*
- *considérant les dispositions réglementaires applicables aux exploitants d'aéronefs relativement à la préparation du vol, notamment l'accès aux aérodromes de destination et de dégagement ;*
- *considérant que des informations météorologiques de meilleure qualité pourraient être utilisées pour concevoir des trajectoires d'approches IFR plus adaptées aux spécificités locales ;*

la DGAC, en coordination avec Météo-France, s'assure de la fourniture sur les différents aérodromes de Polynésie française d'un niveau de service météorologique adéquat, permettant une exploitation sûre et réglementaire des vols commerciaux interîles. [Recommandation FRAN-2025-005]

Dans l'attente de la mise à niveau du service météorologique sur les aérodromes de Polynésie française, la DAC s'assure que les équipages, à qui sont transmis les paramètres météorologiques provenant d'installations non certifiées par Météo-France, soient bien informés que les valeurs de ces paramètres ne sont pas validées. [Recommandation FRAN-2025-006]

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.