



Incident grave survenu au PILATUS PC12
immatriculé **N668TW**
le mardi 16 janvier 2024
sur l'aéroport de Saint-Barthélemy (977)

Heure	Vers 12 h 45 ¹
Exploitant	Tradewind Aviation
Nature du vol	Convoyage
Personnes à bord	Commandant de bord (PF ²) et copilote (PM)
Conséquences et dommages	Avion légèrement endommagé

Déstabilisation lors de l'approche finale, heurt de végétation

1 DEROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des données extraites des systèmes avioniques de bord, des témoignages et d'un enregistrement vidéo de l'aéroport.

L'équipage réalise un vol de convoyage sans passager entre l'aéroport international Luis Munoz de San Juan (Porto Rico), et l'aéroport de Saint-Barthélemy. Le commandant de bord est PF et le copilote est PM. En passant le col de la Tourmente (point culminant sur le plan vertical de la Figure 1) lors de l'approche en piste 10 de l'aéroport de Saint-Barthélemy, à moins de 300 mètres du seuil de piste, l'avion est déstabilisé par des turbulences et part soudainement en roulis sur la gauche. L'aile gauche cisaille les branches d'un arbre. Le PF contre cette inclinaison à gauche avec des actions au manche à droite ce qui a pour conséquence d'amener l'aile droite à environ deux mètres du sol. Il poursuit l'approche et atterrit sans autre incident.

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale. Il convient d'y ajouter 4 h pour obtenir l'heure UTC et 5 h pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

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

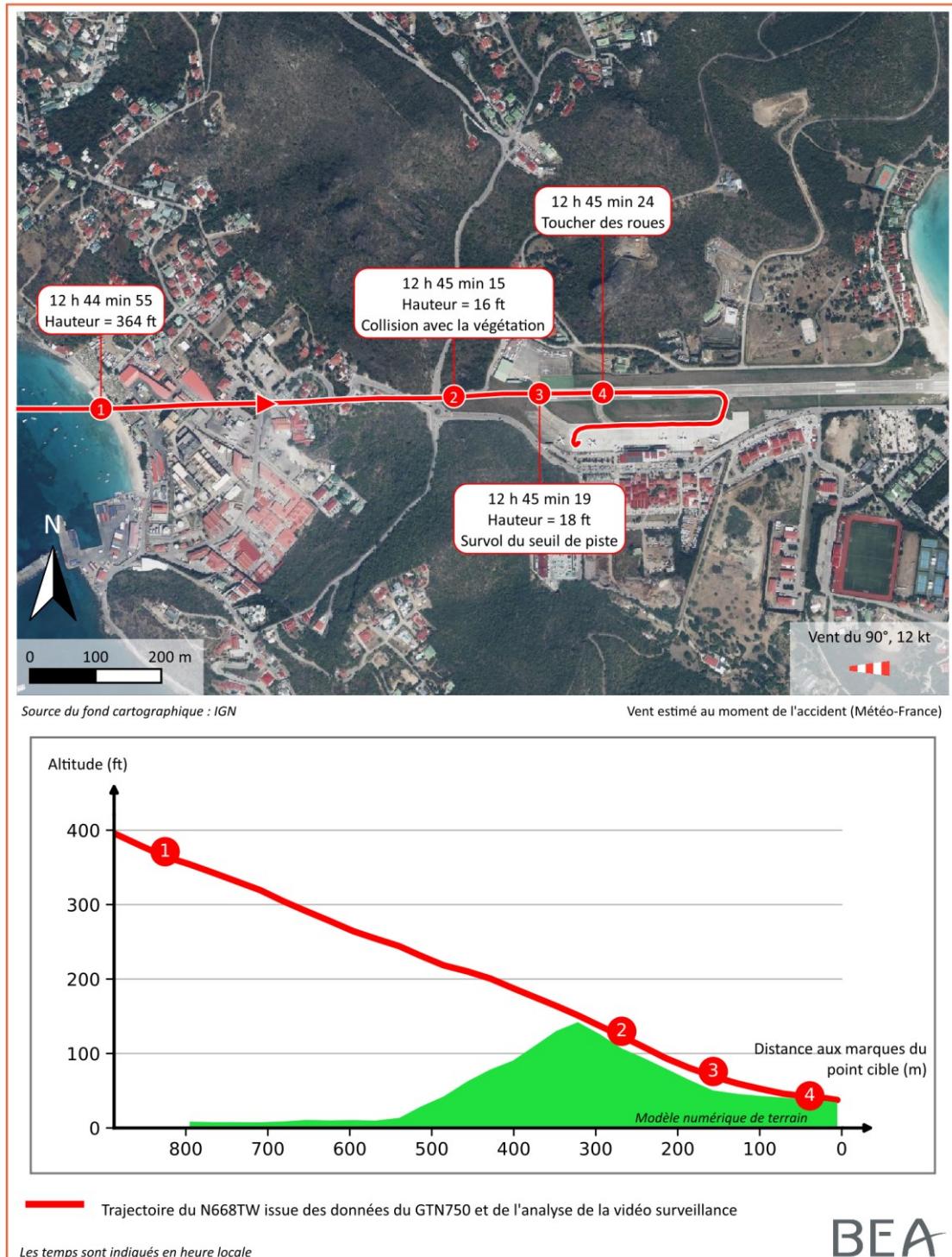


Figure 1 : trajectoire et plan vertical suivi par le N668TW (Source : BEA)

2 RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

2.1 Renseignement sur l'aéroport

L'aéroport de Saint-Barthélemy dispose d'une piste revêtue 10/28 de 646 m de longueur et 18 m de largeur. Le seuil de piste 10 est à une altitude de 49 ft et le seuil 28 à une altitude de 7 ft. Ainsi, la pente longitudinale moyenne de la piste est de 2 %.

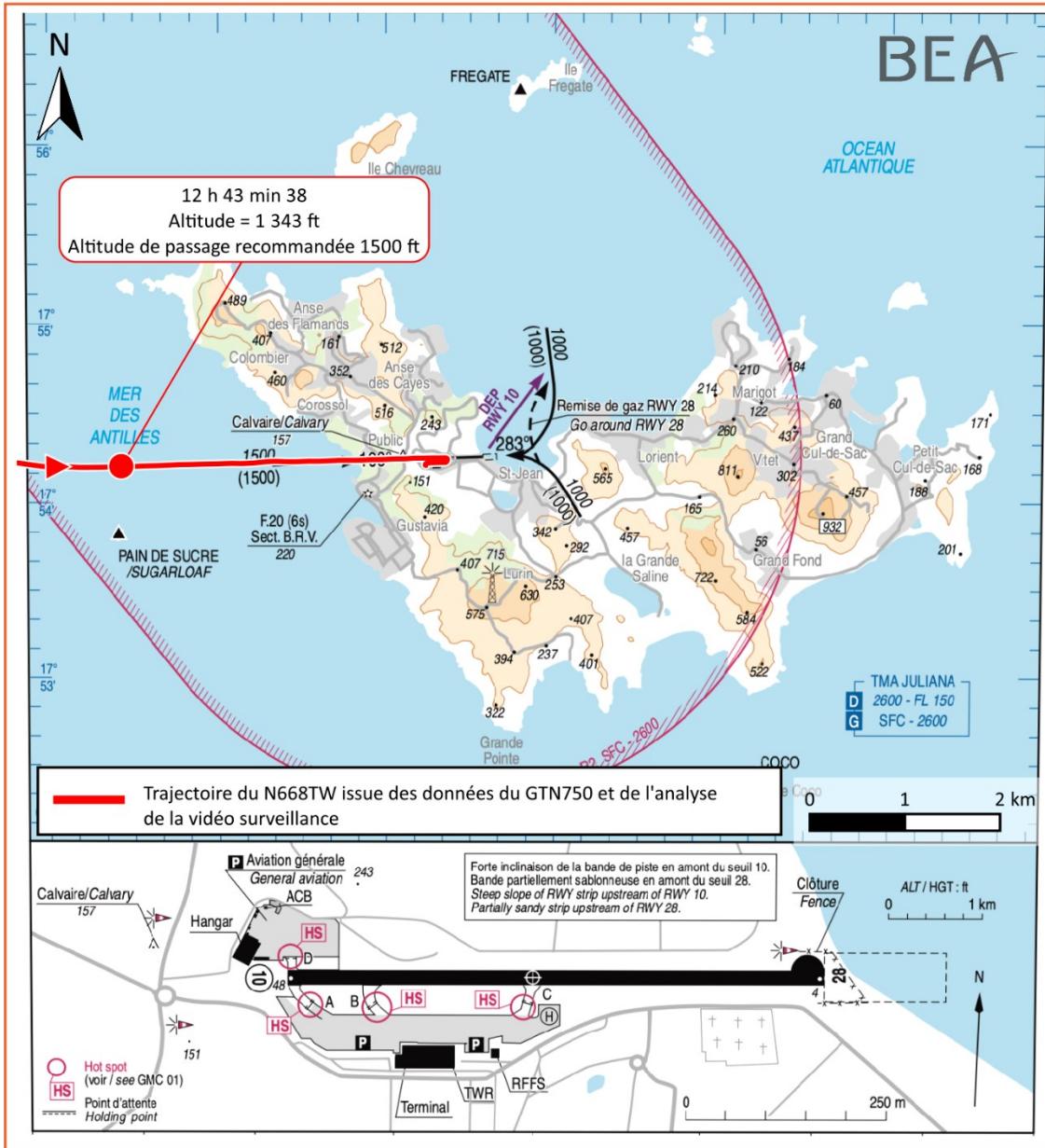


Figure 2 : extrait de la carte VAC de l'aéroport de Saint-Barthélemy (Source : SIA, annotations BEA)

L'aéroport est réservé aux pilotes autorisés et aux aéronefs de caractéristiques et de performances appropriées. L'AIP³ indique que les exploitants de transport commercial doivent déposer « *un dossier démontrant la compatibilité des performances à l'atterrissement avec la distance de piste disponible* ». Ce dossier doit ensuite être approuvé par la DSAC. Cette restriction d'usage est due aux particularités géographiques de l'aéroport : des reliefs sont présents au nord, à l'ouest et au sud-est de l'aéroport tandis qu'à l'est, la piste est limitée par la côte.

La trajectoire d'approche en piste 10 survole le col de la Tourmente situé à une altitude d'environ 130 ft⁴. Ce dernier est situé à 310 m des marques du point cible dont l'altitude est de 34 ft. En raison de ces différents reliefs, un plan fort doit être suivi en finale. Un calvaire est situé à proximité du col et culmine à une altitude de 157 ft comme indiqué sur la carte VAC.

³ Consultable depuis la médiathèque de la page dédiée à cette enquête de sécurité.

⁴ L'altitude de passage de l'avion lors de l'événement est comprise entre 140 et 150 ft environ.

D'après l'AIP et les informations fournies par Météo-France, les reliefs environnants provoquent des turbulences lors de l'approche en piste 10. Le capteur météorologique de l'aéroport est situé au seuil 28. L'agent AFIS dispose en outre d'une information de vent obtenue par une autre station de Météo-France située au niveau du col. Cette station n'étant pas certifiée, ses données de vent ne sont pas communiquées aux pilotes.

2.2 Renseignement sur les conditions météorologiques

Le METAR de 12 h 30 indique que la direction du vent était variable du 60° au 120° pour un vent moyen de 12 kt du 90°. La visibilité était supérieure à 10 km, avec une faible nébulosité et une base des nuages supérieure à 3 000 ft. La température était de 28 °C.

L'examen détaillé des mesures de vent fait par Météo-France sur la période de l'incident montre qu'au moment de ce dernier le vent moyen sur dix minutes était du 90 à 100°, variable entre le 70° et 100°. L'intensité était d'environ 14 à 15 kt, pouvant atteindre en rafale 16 à 21 kt.

2.3 Renseignement sur l'avion

Le PC12 est un avion monomoteur, certifié pour une exploitation monopilote. Il peut également être exploité en multipilotes, c'est le cas pour l'exploitant de cet incident. Il peut accueillir jusqu'à neuf passagers. Il est équipé d'un turbopropulseur Pratt & Whitney Canada développant 1 200 ch et sa masse maximale au décollage est de 4 100 kg. La vitesse d'approche du PC12 volet 15° est de 95 kt et la vitesse d'atterrissement est de 78 kt.

En plus de l'usuel indicateur de vitesse, le PC12 de l'incident présente sur son EFIS un système d'indication d'angle d'incidence. Ce bandeau, contrôlé par le système de mesure d'incidence, est composé d'un pointeur indiquant si la vitesse de l'avion est trop rapide (proche de la marque F) ou trop lente (proche de la marque S). Si le pointeur est centré sur le bandeau, l'avion évolue à 1,3 fois la vitesse de décrochage⁵.

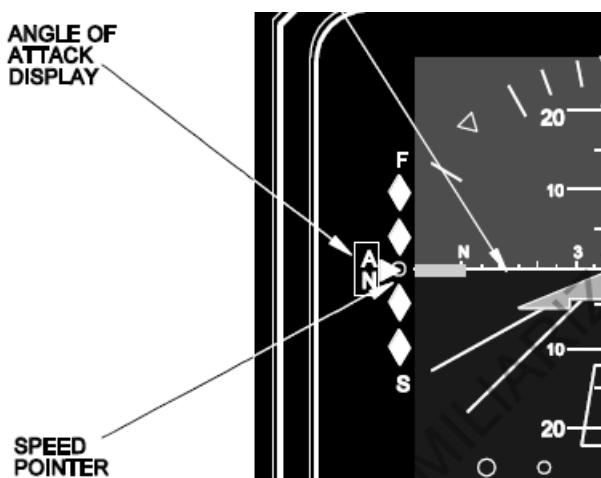


Figure 3 : indicateur d'incidence

2.4 Renseignements sur l'équipage

Lors du vol de l'incident, le PC12 était exploité par un commandant de bord et un copilote comme le veulent les procédures de la compagnie. Le commandant de bord était PF et le copilote PM.

⁵ Le calcul de la vitesse de décrochage prend en compte la configuration de l'avion.

2.4.1 Expérience et témoignage du commandant de bord

Le commandant de bord, âgé de 22 ans, est titulaire d'une licence de pilote commercial CPL(A) assortie de la qualification de classe PC12 SET et de la qualification de vol aux instruments IR. Au moment de l'incident, il totalisait environ 1 660 heures de vol, dont 660 h sur PC12. Il avait atterri 68 fois à Saint-Barthélemy en tant que PF, toutes sur PC12 et dans les trois mois précédent l'incident grave. Son dernier vol à destination de Saint-Barthélemy datait de la veille.

Le commandant de bord indique qu'en approche finale, au passage de la côte, l'avion a traversé des courants ascendants habituels. Le commandant de bord précise qu'il s'attendait à ensuite rencontrer des rabattants, mais ces derniers ont été plus forts qu'il ne l'avait anticipé. Il indique avoir corrigé la trajectoire. Il explique qu'après le col de la Tourmente et alors qu'il réduisait la puissance pour l'atterrissement, il a perçu un autre rabattant qui a amené l'avion sous le plan, à gauche de l'axe de piste et avec une inclinaison à gauche. Il a alors entendu un bruit sur sa gauche. Il indique avoir ensuite augmenté la puissance, rattrapé l'axe de piste avant de poursuivre l'approche et d'atterrir.

2.4.2 Expérience et témoignage du copilote

Le copilote, âgé de 30 ans, est titulaire d'une licence CPL(A) assortie de la qualification de classe PC12 SET et de la qualification de vol aux instruments IR. Au moment de l'incident grave, il totalisait 1 120 heures de vol, dont 550 h sur PC12. Il avait atterri 75 fois à Saint-Barthélemy en tant que PM, toutes sur PC12 et dans les trois mois précédent l'incident grave. Son dernier vol à destination de Saint-Barthélemy datait du 7 janvier 2024.

Le copilote indique que le vent était fort le jour de l'incident. En finale, au moment de franchir la côte, l'avion est passé au travers des courants ascendants puis descendants habituels. Il estime que les courants descendants étaient forts. Le commandant de bord a maintenu la trajectoire en augmentant la puissance. Le copilote indique qu'au passage du col, l'avion est parti vers la gauche. Il a alors vu s'allumer l'alarme PUSHER CAWS indiquant que le système de protection contre le décrochage (*stick-pusher*)⁶ était devenu inopérant⁷. Le copilote ajoute que l'alarme visuelle d'incidence limite s'est activée de manière intermittente. Au sol, le commandant de bord et lui ont constaté sur l'aile gauche que la sonde d'incidence était fissurée et le bord d'attaque rayé.

2.5 Procédures d'approche de l'exploitant sur l'aéroport de Saint-Barthélemy

Une approche stabilisée pour l'aéroport de Saint-Barthélemy est définie par la compagnie dans son manuel d'exploitation comme : configuration pleins volets, train d'atterrissement sorti, avion compensé pour voler avec l'indicateur d'incidence entre la position centrée (vitesse d'approche recommandée) et la première marque (losange) de vitesse faible.

D'après le manuel d'exploitation, seuls les commandants de bord peuvent être PF lors d'un atterrissage à Saint-Barthélemy.

⁶ Système destiné à protéger l'avion contre le décrochage, en générant un ordre à piquer avant que l'angle d'incidence ne devienne trop élevé.

⁷ Très probablement en raison de dommages causés sur la sonde AOA (*Angle Of Attack*) lors de la collision avec la végétation. La sonde AOA permet de mesurer l'incidence de l'avion.

À la date de l'incident grave, le manuel d'exploitation mentionnait les points suivants pour l'approche en piste 10 :

- l'avion doit passer travers le « pain de sucre » en configuration approche, stabilisé et à 1 500 ft ;
- l'approche doit se faire à assiette constante et la hauteur minimale de franchissement du relief est de 25 ft ;
- le toucher doit avoir lieu avant les « marques spéciales latérales »⁸. En outre, la reverse ainsi qu'un freinage normal doit être appliqué avant de passer le taxiway C ;
- il est interdit d'essayer de s'arrêter avant le taxiway C.

De plus, le manuel d'exploitation précise dans les spécificités de l'aéroport de Saint-Barthélemy que le plan de descente pour la piste 10 est compris entre 6 et 8° soit une pente entre 10,5 et 14 %.

Lors de la formation au sein de la compagnie à l'utilisation de l'aéroport de Saint-Barthélemy, la consigne donnée pour le suivi du plan en finale est de faire en sorte que le taxiway B soit toujours visible et légèrement au-dessus du col.

2.6 Renseignement sur la formation des pilotes

La carte VAC précise qu'un pilote ne peut atterrir à l'aéroport de Saint-Barthélemy que s'il justifie d'une aptitude reconnue sur le type ou la classe d'avion envisagé et délivrée par un instructeur préalablement à la desserte de l'aéroport. En transport commercial, la réglementation prévoit que le programme de formation est établi par l'exploitant puis approuvé par l'autorité de surveillance.

Pour Tradewind, les copilotes suivent une formation théorique d'une journée sur les particularités de l'aéroport de Saint-Barthélemy. Une formation pratique consistant en un atterrissage et une remise de gaz par approche est ensuite dispensée. Tradewind ne permet pas à ses copilotes d'être PF lors de vols à destination de Saint-Barthélemy.

Les commandants de bord suivent en plus un entraînement consistant en 15 à 25 atterrissages en instruction et sans passager. Après cet entraînement initial, le commandant de bord doit effectuer 25 atterrissages avec un instructeur lors de vols commerciaux en vue d'obtenir l'autorisation de transport de passagers à l'aéroport de Saint-Barthélemy. Une formation de remise à niveau est aussi dispensée annuellement à tout pilote desservant Saint-Barthélemy.

2.7 Analyse des données collectées

Les données enregistrées par le système de navigation Garmin GTN 750 ont permis de déterminer la trajectoire suivie par l'avion ainsi que sa vitesse sol. La fréquence d'échantillonnage de ces données est d'un point par seconde.

Les données du vol ont été comparées avec celles de trois vols réalisés avec le même avion, ayant atterri sur la piste 10 de l'aéroport de Saint-Barthélemy dans des conditions de vent comparables à celles de l'incident. Ces vols sont postérieurs à celui de l'incident et n'ont pas nécessairement été réalisés par les mêmes pilotes. La direction et les vitesses du vent à l'atterrissement pour ces vols sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

⁸ Marques situées sur la piste à 267 mètres du seuil 10. Il ne s'agit pas d'un marquage standard mais d'une spécificité de l'aéroport de Saint-Barthélemy.

	Approche	Direction moyenne du vent (°)	Vitesse moyenne du vent (kt)	Vitesse max du vent en rafale ⁹ (kt)
1	11/02/2024 9h22	50	12	20
2	11/02/2024 14h19	50	19	22
3	11/02/2024 17h27	60	14	20

Les données de Météo-France (voir § 2.2) indiquent qu'au moment de l'incident le vent moyen était du 090/100° avec une vitesse moyenne de 14 kt à 15 kt. Les rafales étaient de direction variable entre 70° et 110° pour une vitesse de 16 à 21 kt. La comparaison des différents plans d'approches et vitesses sol est présentée dans la **Figure** ci-dessous.

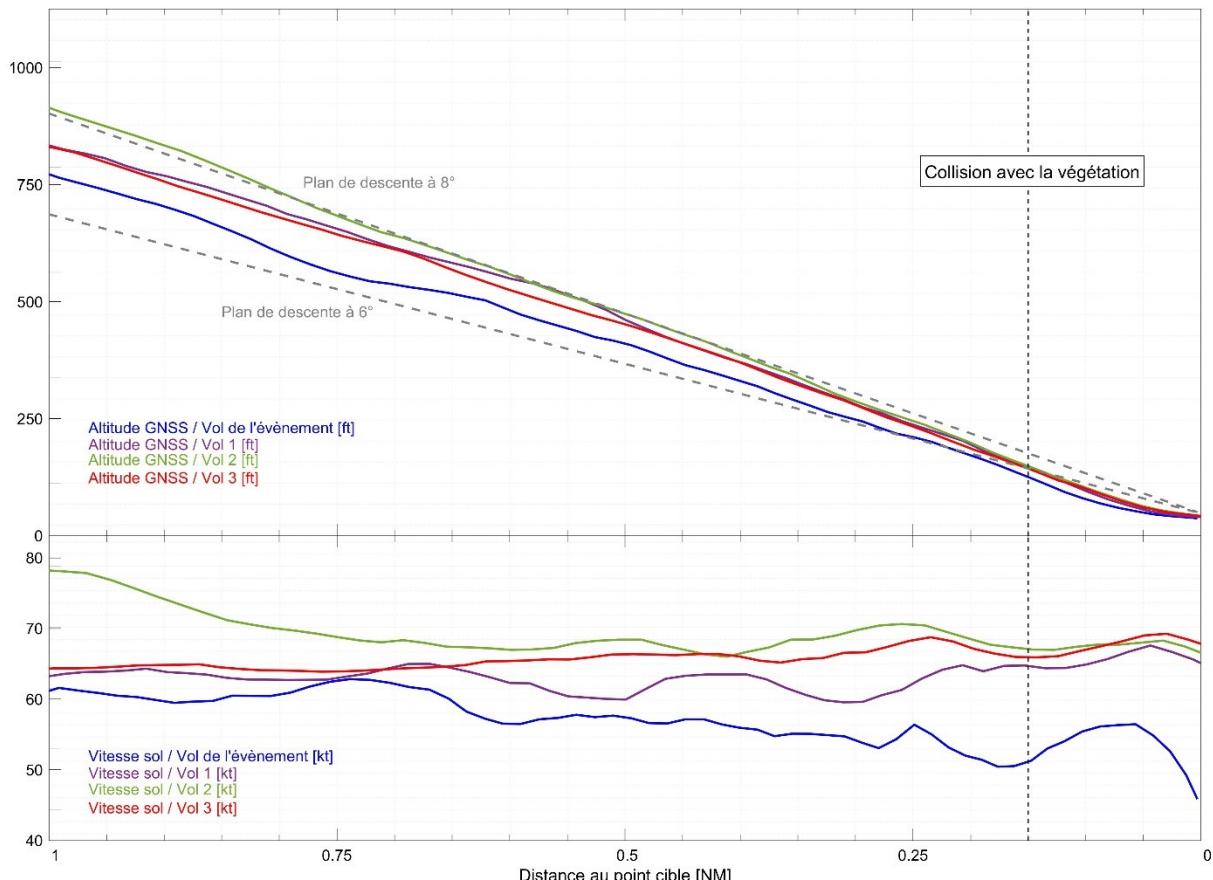


Figure 4 : comparaison des plans et vitesses sol d'approche de différents vols¹⁰ (Source : BEA)

Ces comparaisons soulignent que la plus basse des trajectoires étudiées est celle de l'incident grave.

À partir de la vitesse sol, du cap et du vent moyen sur dix minutes, fourni par Météo-France, des valeurs de vitesses air en finale ont été estimées pour les différents vols étudiés. Ces estimations indiquent qu'au passage du col de la Tourmente, la vitesse air du vol de l'incident était inférieure d'environ 10 kt à celle des autres vols.

⁹ Vitesse maximale du vent sur une minute prise à l'heure du toucher +/- 1 min.

¹⁰ L'origine de la mesure est prise au milieu des marques de point cible de la piste 10.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Lors de l'approche en piste 10 pour l'aéroport de Saint-Barthélemy, l'avion volait dans un environnement turbulent provoqué par un vent d'est soufflant en rafale. Le vol a suivi une trajectoire d'approche plus basse avec une vitesse air très probablement plus faible que celles suivies par d'autres vols dans des conditions de vent comparables.

En passant le col de la Tourmente, le commandant de bord a été confronté à de fortes rafales. L'avion s'est incliné sur la gauche tandis qu'il se trouvait à faible hauteur et le saumon de l'aile gauche a heurté un arbre. L'équipage a poursuivi l'approche et atterri sans autre incident.

Mesure prise par l'exploitant

À la suite de cet incident grave, TradeWind a mis à jour sa formation théorique et son manuel d'exploitation afin de préciser la procédure d'approche de la piste 10. Ainsi les informations suivantes ont été ajoutées :

- la pente de descente doit être accentuée quand la composante de vent de face dépasse 15 kt ;
- l'altitude minimale au passage de « gros ilet » (îlots situés environ 0,5 NM avant la côte) est de 500 ft AMSL ;
- l'altitude minimale au passage de la côte est de 250 ft AMSL ;
- l'avion doit passer le col à une altitude égale ou supérieure à celle du calvaire (soit 157 ft AMSL) ;
- à tout instant si un cisaillement de vent déstabilise l'approche, une remise de gaz doit être initiée.

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.