



Accident de l'avion CESSNA - F172 - N
immatriculé **F-GCNK**
survenu le 23 mai 2021
à Abzac (33)

Heure	Vers 17 h 15 ¹
Exploitant	Bordeaux Yvrac Aéro-Club
Nature du vol	Navigation
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, avion détruit

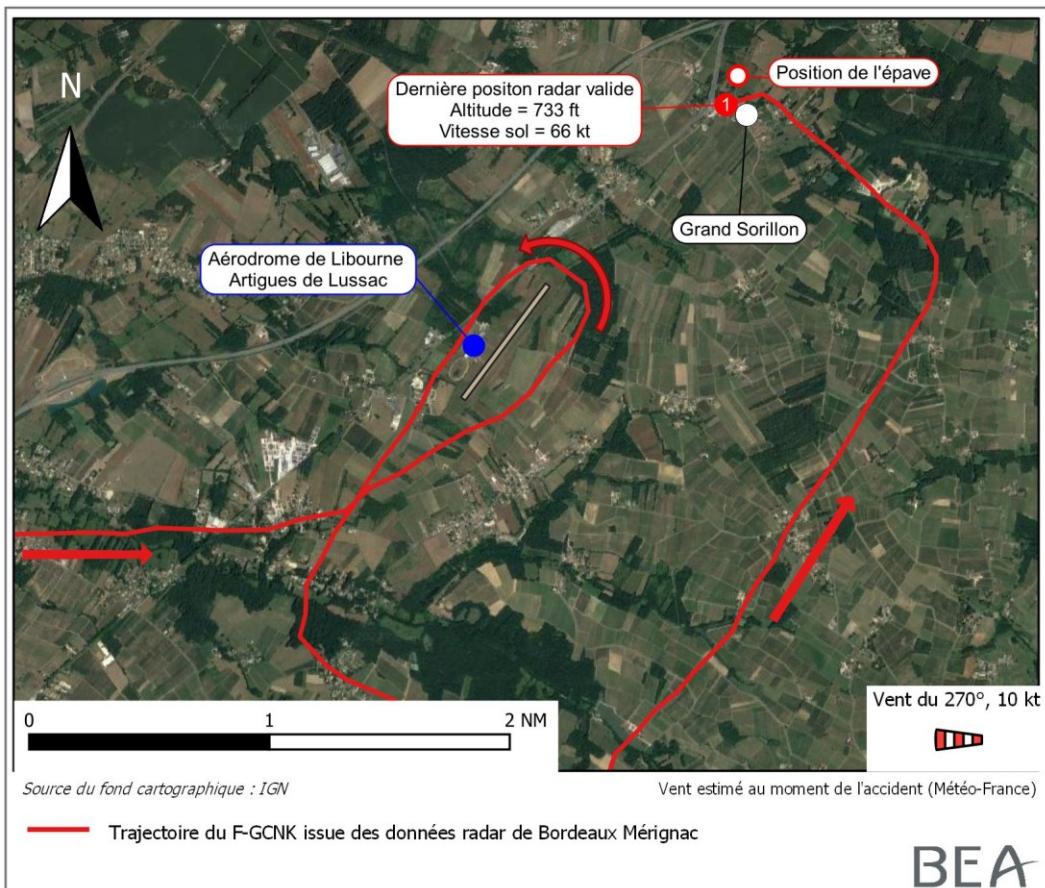
Perte de contrôle, collision avec le sol lors de l'approche

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et des données radar.

Le pilote décolle de l'aérodrome de Bordeaux-Yvrac (33) et effectue deux circuits d'aérodrome. Il se dirige ensuite vers l'aérodrome de Libourne - Artigues-de-Lussac (33) pour s'y entraîner. Il s'intègre dans le circuit d'aérodrome après avoir effectué une reconnaissance des installations. Lors du dernier virage pour la piste 22, le pilote perd le contrôle de l'avion qui entre en collision avec un arbre puis le sol.

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.



**Figure 1 : trajectoire de l'avion F-GCNK
à proximité de l'aérodrome de Libourne - Artigues-de-Lussac**

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 63 ans, était titulaire d'une licence PPL(A) délivrée le 5 novembre 2020 assortie d'une qualification SEP et d'un certificat médical valide. Il totalisait 99 heures de vol, dont 29 en tant que commandant de bord. Il cumulait 5 heures 15 de vol dans les trois derniers mois, dont 1 h 55 sur Cessna 172 et 2 h 37 en tant que commandant de bord.

L'autopsie n'a pas mis en évidence d'élément susceptible d'expliquer l'accident.

2.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France au moment de l'accident étaient les suivantes :

- vent de secteur ouest, 10 kt ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- nuages épars (SCT) cumulus vers 5 000 ft ;
- température 19 °C, température du point de rosée 8 °C ;
- QNH 1 017 hPa.

2.3 Trajectoire radar du F-GCNK

L'étude de la trajectoire du F-GCNK issue des données radar de Bordeaux-Mérignac montre que les vitesses moyennes dans la branche vent arrière et en étape de base sont cohérentes avec celles préconisées par le constructeur. La perte de contrôle est survenue pendant le dernier virage.

Entre le dernier point valide enregistré par le système radar et la trajectoire décrite par les témoins, la hauteur de l'avion a diminué soudainement d'environ 500 ft.

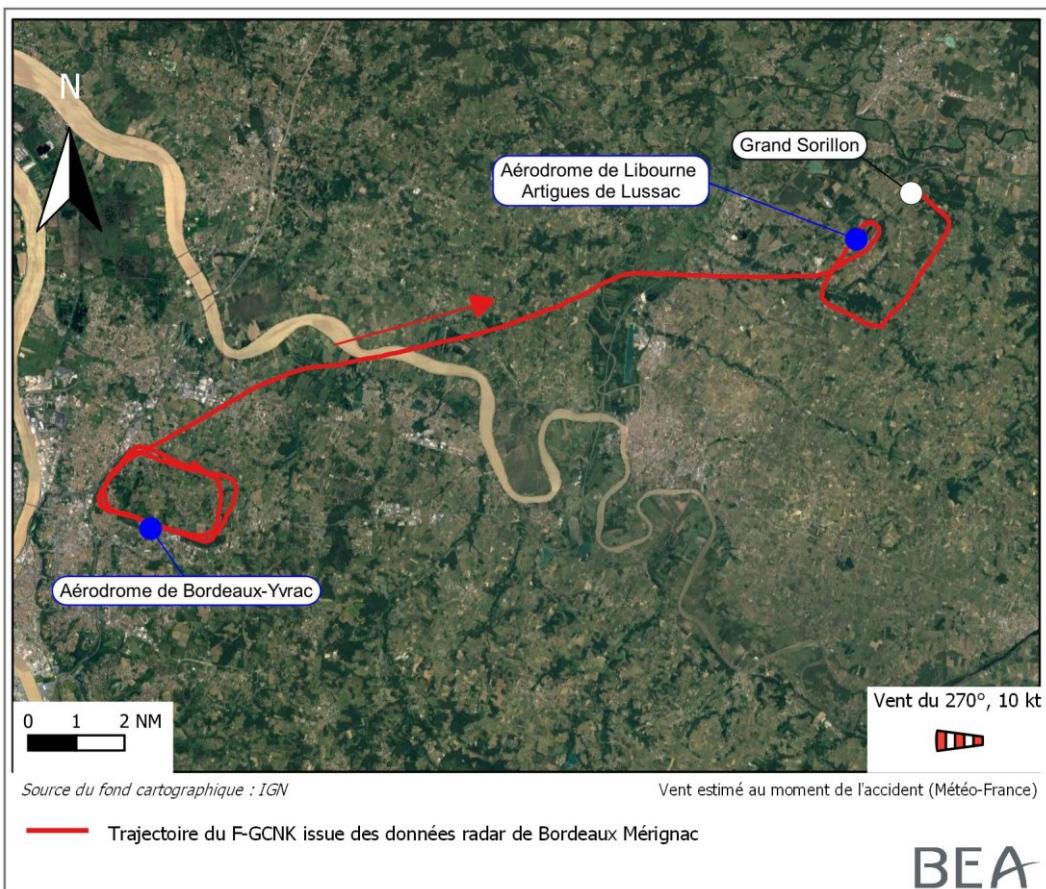


Figure 2 : trajectoire complète du F-GCNK

2.4 Témoignages

2.4.1 Témoins visuels

Plusieurs témoins, situés dans le hameau « Le Grand Sorillon » à proximité immédiate du site de l'accident, indiquent avoir vu l'avion fortement incliné, en virage à gauche à une vingtaine de mètres de hauteur.

Certains de ces témoins ont également rapporté avoir entendu des variations du régime du moteur. Quelques instants plus tard, ces mêmes témoins ont entendu le bruit de la collision avec le sol. Le lieu de l'accident est situé à environ 200 m au nord des premières habitations du hameau.

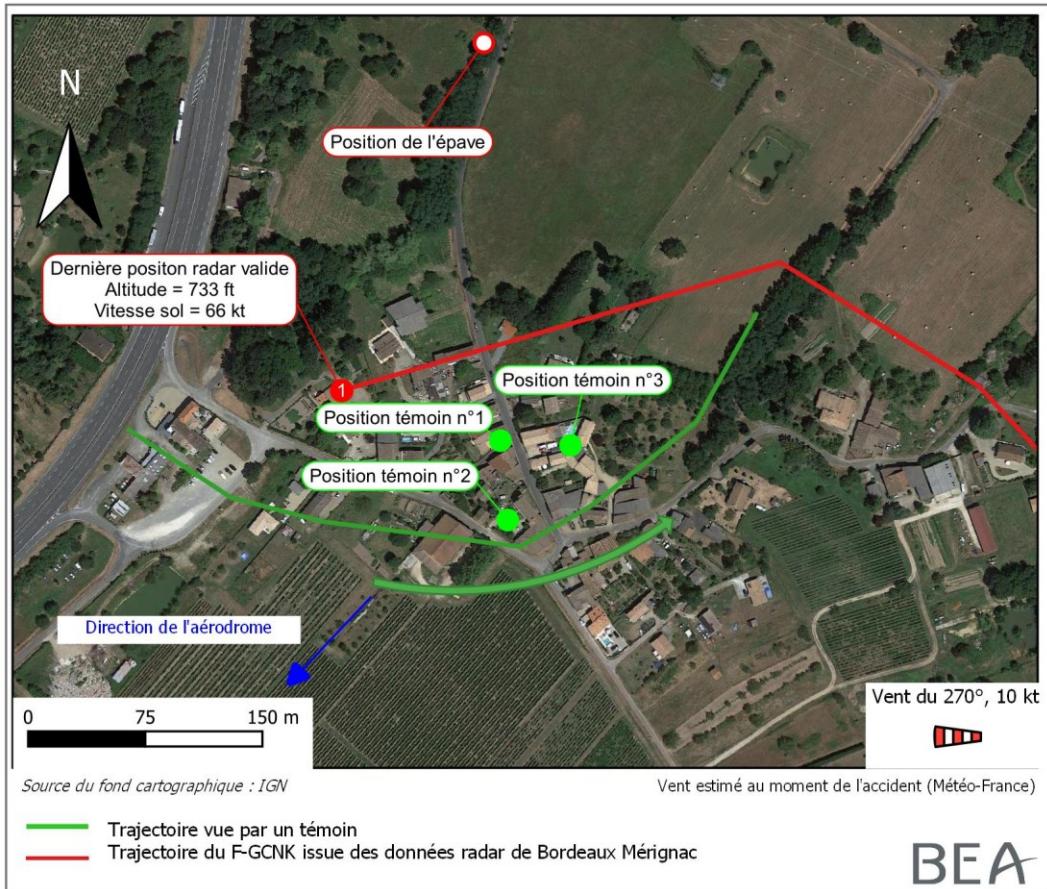


Figure 3 : position des différents témoins dans le hameau Le Grand Sorillon

2.4.2 Témoignages des membres de l'aéroclub

Le pilote volait régulièrement depuis l'obtention de son PPL. Le jour de l'accident, l'activité du pilote a été la suivante :

- le matin : le pilote a effectué un vol d'une durée de 45 min avec un Cessna 152 du club ;
- le midi : il a déjeuné avec un des instructeurs. Ce dernier n'a rien remarqué d'inhabituel. Le pilote lui a indiqué qu'il désirait effectuer des circuits d'aérodrome à Libourne - Artigues-de-Lussac en fin de journée.

Un autre membre du club a volé 50 min avec le F-GCNK en début d'après-midi le jour de l'accident. Il a indiqué n'avoir relevé aucune anomalie au cours de ce vol.

2.5 Renseignements sur le Cessna C172

Le Cessna F172-N est un avion quadriplace à aile haute, équipé d'un moteur Lycoming O-320H2AD développant la puissance maximale de 160 ch. Son envergure est de 11 m et sa longueur de 8 m. Le Cessna F172-N est équipé de doubles commandes. L'avion totalisait 12 360 heures de vol environ.

La chaîne de commande des ailerons est composée de câbles métalliques tendus, guidés par des poulies.

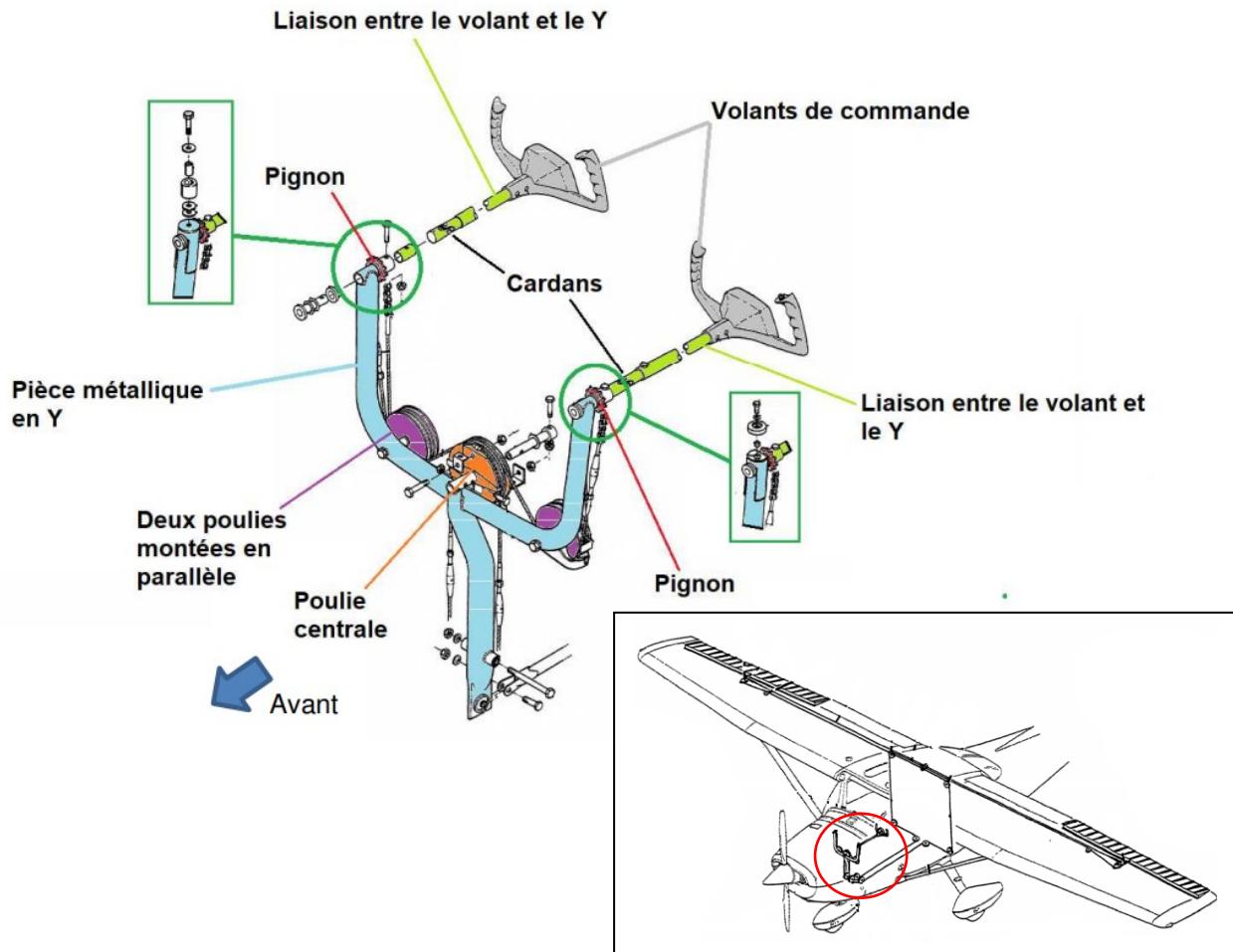


Figure 4 : composition du « Yoke » et sa liaison avec les volants de commande
 (Source : extrait du « 172 Parts Catalog », Control Yoke Installation)

L'ensemble désigné « Yoke » est l'organe de transmission principal, dans le poste de pilotage, de la commande des ailerons et des gouvernes de profondeur. Sa composition est détaillée sur la Figure 4 ci-dessus. Il est composé de :

- deux volants de commande comprenant chacun deux cornes et un tube de transmission ;
- une articulation entre le tube de transmission des volants et la pièce de liaison en Y au travers d'une liaison articulée (de type cardans) ;
- une pièce métallique en forme de « Y » permettant la transmission des commandes de roulis et de tangage au travers de câbles et de bielles.

L'interconnexion entre les deux volants de commande est illustrée en Figure 5 à suivre. Elle s'effectue au travers d'une boucle composée de câbles métalliques, reliés ensemble au moyen de tendeurs à vis ajustables. À l'extrémité supérieure de chaque branche du Y, la boucle d'interconnexion est reliée au tube métallique associé au volant de commande au travers d'une liaison chaîne/pignon.

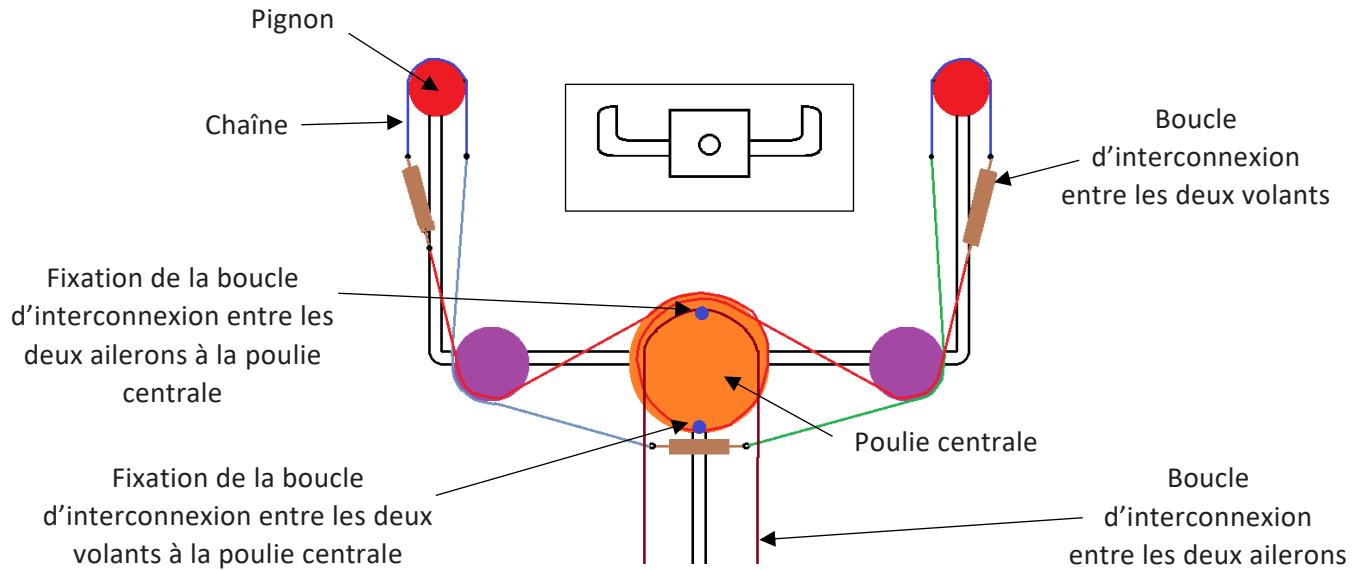


Figure 5 : schéma de principe de la boucle d'interconnexion entre les deux volants de commande / position de la boucle lorsque les volants de commande sont en position horizontale, ailerons au neutre (Source : BEA)

2.6 Examen du site

L'épave est retrouvée dans une haie en bordure d'un champ non cultivé longeant un chemin communal. La trajectoire finale suivie par le F-GCNK est orientée ouest-est. L'épave se situe au pied d'un chêne, composant la haie, dont la hauteur est estimée à environ 15 m. Dans le champ, plusieurs bosquets d'arbres sont présents, seul ce chêne comporte des traces d'interaction avec l'avion. Le tronc de l'arbre présente une coupure à une hauteur d'environ 3 m, correspondant vraisemblablement au contact avec une pale de l'hélice entraînée par le moteur. La puissance délivrée par le moteur ne peut pas être déterminée seulement par cette observation.

Les constats réalisés sur le site de l'accident montrent l'avion présentait une inclinaison en roulis à gauche très importante, avec une légère assiette à piquer juste avant l'impact.

2.7 Examen de l'épave

L'épave est complète et regroupée sur le site de l'accident.

L'avion est très fortement déformé, avec de multiples ruptures. Il a toutefois pu être établi que lors de la collision avec la végétation :

- les chaînes de commande des gouvernes de profondeur, de la gouverne de direction, des volets et du compensateur de profondeur étaient continues ;
- les volets étaient sortis à 10° ;
- la chaîne de la boucle assurant la liaison entre les deux volants de la commande des ailerons était ouverte au niveau du manche gauche, côté pilote ; les autres composants de la commande de roulis étaient continus.

Les indices relevés sur le groupe motopropulseur ne traduisent pas la transmission d'un couple moteur significatif à l'hélice. Il a toutefois été observé une coupure sur le tronc du chêne impacté pouvant correspondre à un dommage causé par l'hélice en rotation.

2.7.1 Examen de la chaîne de roulis

La pièce de liaison en Y est entière. Sa partie gauche présente de multiples déformations vers l'avant et des écrasements. Sa partie droite n'est pas déformée.

La partie droite ne présente pas d'anomalie. Sur la partie gauche, le volant de commande est séparé de la bielle longitudinale. L'embase du volant est rompue. La chaîne, située au sommet de la branche du Y, est ouverte et ses maillons sont déformés. Cette chaîne est ouverte en raison de la rupture de l'axe de liaison entre deux maillons. La surface externe de cette chaîne présente des traces de corrosion superficielle.

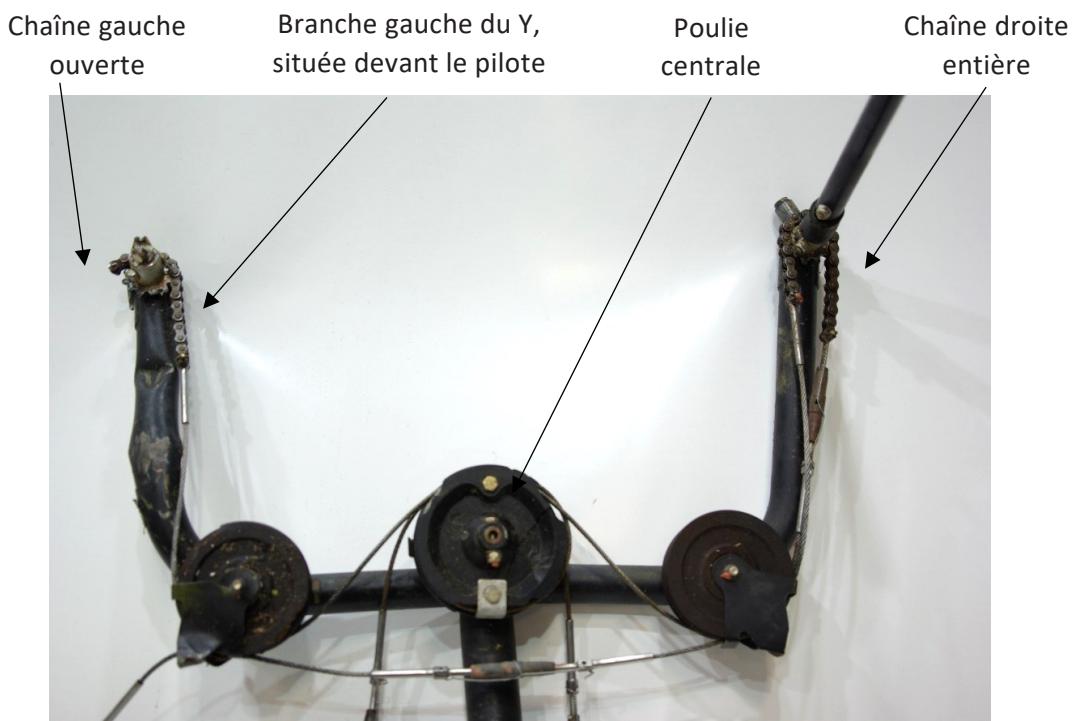


Figure 6 : partie supérieure de la pièce en Y (Source : BEA)

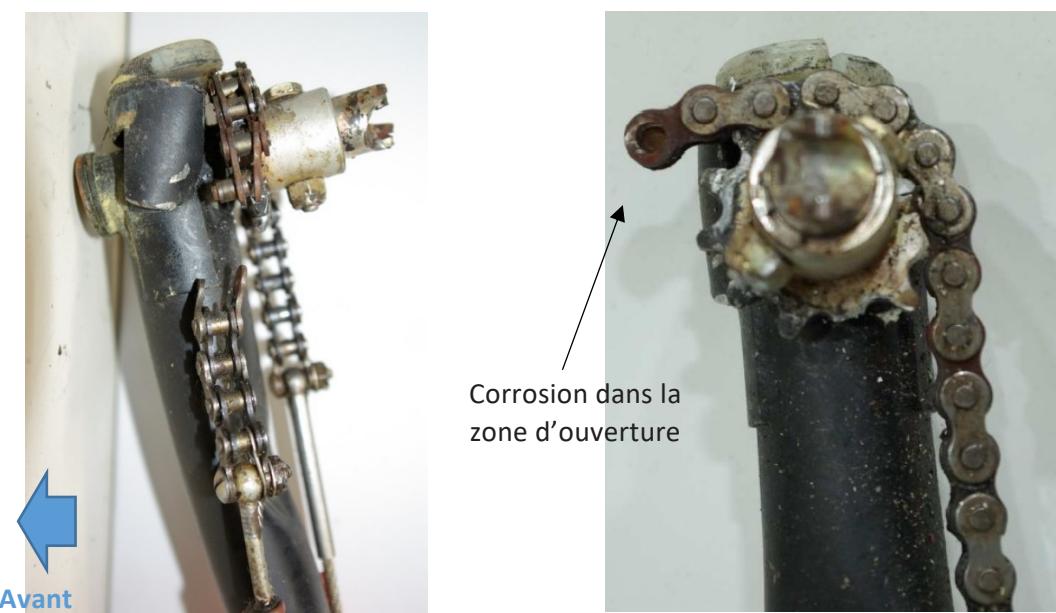


Figure 7 : vue détaillée de la chaîne gauche (Source : BEA)

Sur la chaîne gauche, la rupture de l'axe de liaison entre les maillons désolidarisés est consécutive à un phénomène brutal, par surcharge. D'autres maillons de cette chaîne présentent une restriction de débattement autour de leur axe manifestement en raison de la présence d'attaques de corrosion.

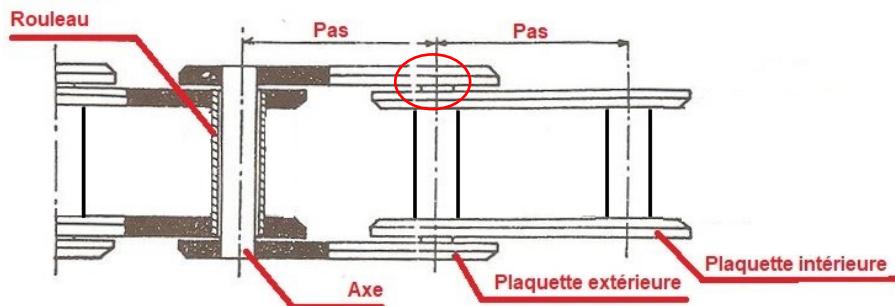


Figure 8 : Schéma d'une chaîne de vélo (Source : Citycle.com, modifié par le BEA)

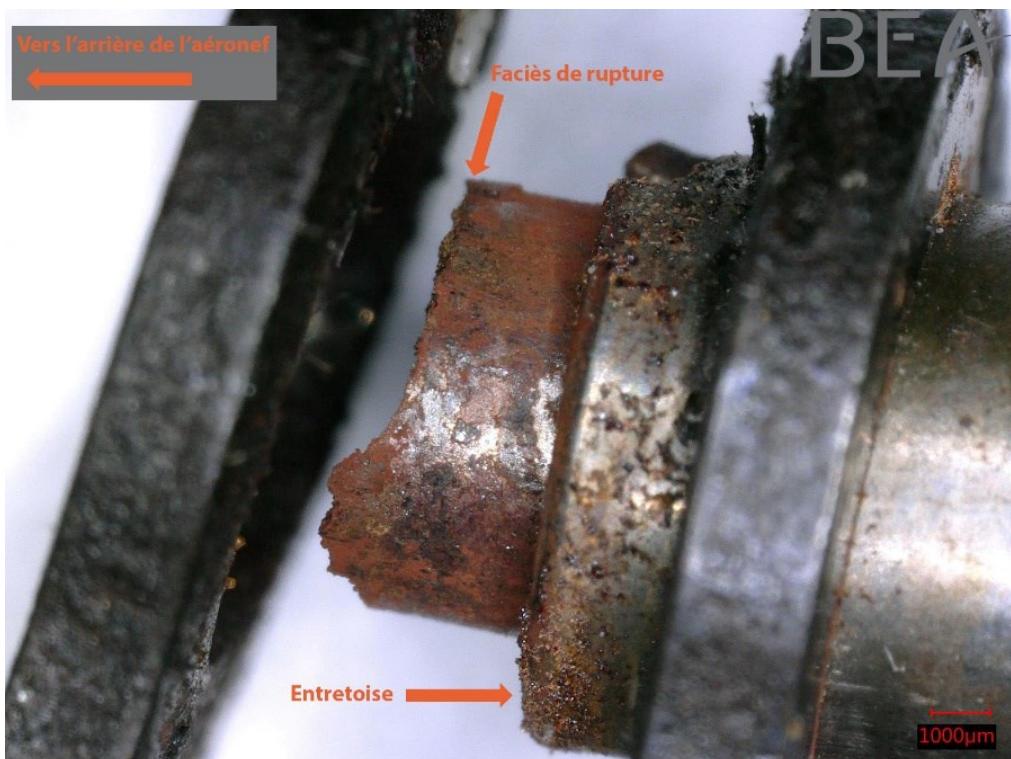


Figure 9 : détail de l'axe rompu de la chaîne gauche (Source : BEA)

Le pignon associé à la chaîne gauche a une dent rompue. La surface de la cassure est totalement matée, rendant cette dernière inobservables. Une dent voisine à celle rompue est déformée en flexion vers l'avant.

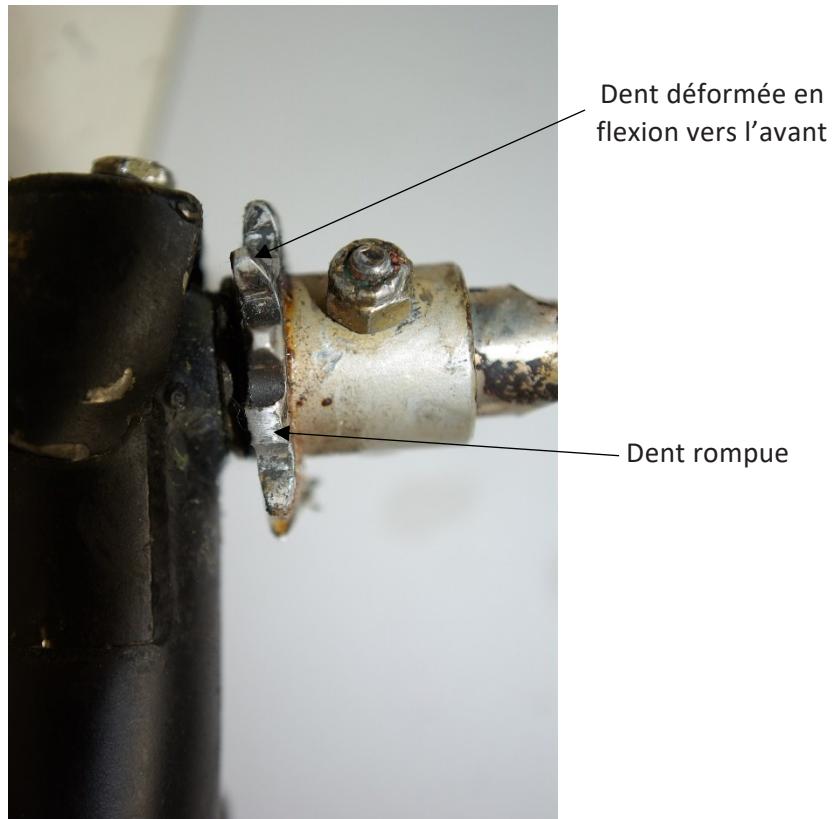


Figure 10 : pignon du volant gauche (Source : BEA)

2.7.2 Avis du constructeur

Textron Aviation indique que l'ouverture des chaînes a déjà été constaté sur des avions accidentés. Ces endommagements ont systématiquement été considérés comme consécutifs à l'accident, dus aux efforts engendrés lors de l'impact. Toutefois, les chaînes n'étaient pas corrodées comme celle du F-GCNK.

Le constructeur souligne que l'état de corrosion de la chaîne de roulis est inhabituel et que son remplacement était nécessaire.

Un état de corrosion important de la chaîne peut entraîner un durcissement de la commande des ailerons. Le pilote peut alors avoir des difficultés à agir sur celle-ci.

Ces indications sont précisées dans le manuel de maintenance en section 6.3 : « une résistance au mouvement du volant de commande » peut être due à une chaîne rouillée. L'acte de maintenance à effectuer pour corriger cette anomalie est le remplacement de la chaîne.

Le constructeur précise cependant que le seul état de corrosion de la chaîne de roulis ne pouvait provoquer un blocage de la chaîne de commande des ailerons. Il indique qu'il est possible que la corrosion sur la chaîne puisse altérer la liaison mécanique entre les maillons au point que la tension de la boucle de liaison entre les deux volants provoque l'ouverture de la chaîne. Le phénomène de corrosion aurait pu affaiblir les maillons de la chaîne ou provoquer l'usure des axes qui maintiennent les maillons solidaires. Ces endommagements auraient alors pu entraîner soit la rupture des axes, soit une déformation des orifices recevant ces axes, permettant ainsi une ouverture des maillons.

2.7.3 Maintenance

La section 2-10-00 du Manuel de maintenance² contient les recommandations d'inspection de Textron Aviation concernant les systèmes d'ailerons. Les inspections recommandées sont :

- Toutes les 100 h :
 - inspecter la structure des ailerons, les tiges de commande, les charnières, les masses d'équilibrage, la tringlerie, les boulons, les poulies et les supports de poulie ;
 - vérifier l'état, le fonctionnement et la fixation de ces composants.
- Toutes les 200 h :
 - inspecter les ailerons et les câbles associés – vérifier leur fonctionnement et les butées ;
 - vérifier la tension des câbles, leur cheminement, leur état (corrosion) ;
 - vérifier les tendeurs ;
 - vérifier le débattement des ailerons.

Le F-GCNK a volé 30 h depuis le dernier entretien réalisé du 11 au 12 mai 2021 dans le cadre d'une visite 200 heures. Le mécanicien ayant effectué la visite n'a relevé aucune anomalie au cours de cet entretien. Le compte rendu de cette visite fait référence au programme d'entretien BYAC Déclaratif Ed 1 Amd 0 qui fait lui-même référence au manuel de maintenance du constructeur.

Les travaux supplémentaires programmés et notés n'étaient pas en rapport avec la commande des ailerons. Les tâches à réaliser dans le cadre des visites 50 heures et 100 heures sont jointes au compte rendu, elles correspondent à celles spécifiées dans le manuel de maintenance du constructeur. Les tâches spécifiques à la visite 200 heures ne sont pas précisées. Dans les comptes rendus de visite 200 heures antérieures, réalisées par le même organisme, ces tâches étaient indiquées. Le compte rendu ne comporte pas d'éléments concernant l'état de la chaîne de commande des ailerons.

3 CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

Scénario

Lors du dernier virage en vue d'atterrir sur l'aérodrome de Libourne, le pilote a perdu le contrôle de l'avion. Ce dernier est descendu en virage à gauche, fortement incliné jusqu'au sol.

L'enquête n'a pas pu déterminer les causes exactes de cette perte de contrôle ni expliquer pourquoi le pilote n'a pas été en mesure de corriger l'inclinaison de l'avion.

S'il a été constaté une rupture de la chaîne de commande des ailerons au niveau d'un maillon fortement corrodé, cette ouverture complète de la chaîne est probablement consécutive à l'impact avec le sol. Cependant les examens menés au BEA ainsi que les échanges avec le constructeur n'ont pas permis de valider cette hypothèse ni d'écartier celle d'une ouverture en vol du maillon corrodé. Une telle ouverture entraînerait une diminution de la tension de la boucle de liaison entre les deux volants de commande pouvant empêcher toute action sur les ailerons qui seraient libres et se positionneraient dans le lit du vent relatif. Ce scénario n'a pas pu être vérifié.

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.

² Service Manual_1977 Thru 1986_Model 172 Series_Revision 3 du 1 juillet 1995, page 7.