



Accident survenu à l'autogire MAGNI GYRO M-24 plus
identifié **05TD**
le **8 mars 2022**
à **Guillestre (05)**

Heure	Vers 15 h 45 ¹
Exploitant	Privé
Nature du vol	Navigation
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, ULM détruit

**Perte de contrôle en vol en conditions turbulentes,
collision avec le sol, incendie**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et des données Open Glider Net (OGN) de l'ULM.

Le pilote décolle de l'aérodrome de Mont-Dauphin – Saint-Crépin (05) en piste 16 à 15 h 44 (voir **Figure 1**, point **①**) à destination de l'aérodrome de Gap-Tallard (05). Alors que l'autogire survole l'extrémité de la piste (point **②**), le pilote amorce un palier à une hauteur de l'ordre de 200 ft.

Une minute plus tard (point **③**), en direction du sud, l'autogire prend, selon les témoins, une attitude à cabrer puis se dirige vers le sol, en virage à droite, jusqu'à une hauteur de l'ordre de 50 ft (point **④**), avec une vitesse verticale élevée (de l'ordre de -2 000 ft/min). L'autogire reprend ensuite de la hauteur, en virage à gauche, puis continue de monter. Selon les témoins, l'autogire ne semble pas stabilisé tant en roulis qu'en tangage.

Une minute plus tard, vers 15 h 46, à une hauteur d'environ 280 ft, le pilote vire à droite pour suivre la vallée de la Durance en direction du lac de Serre-Ponçon, toujours en montée.

À 15 h 46 min 37, l'autogire atteint une hauteur maximum de 560 ft (point **⑤**). Selon les témoins, le pilote perd le contrôle de l'autogire qui bascule sur le dos, en direction du sol. L'autogire entre en collision avec le sol quelques secondes plus tard, puis prend feu.

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

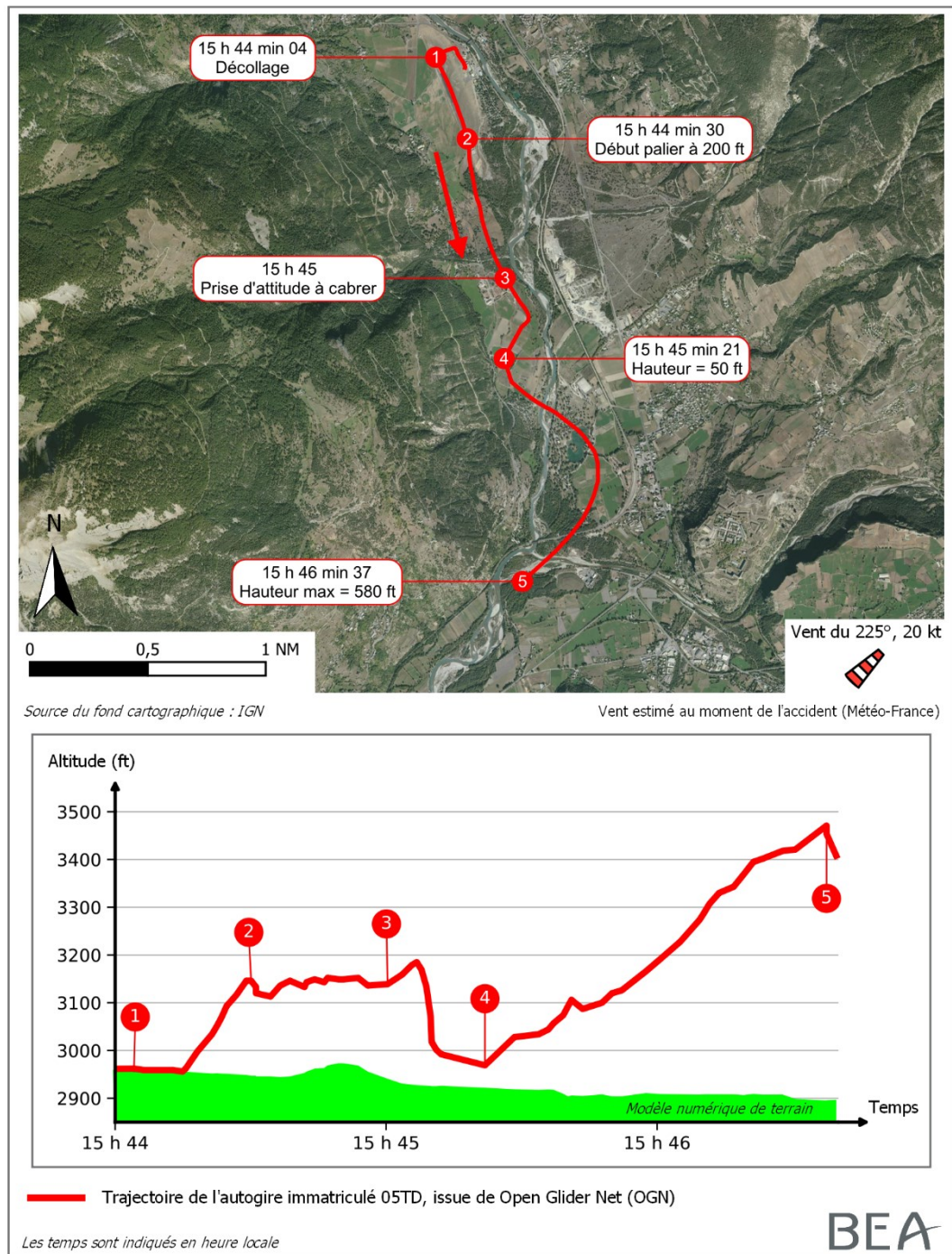


Figure 1 : trajectoire du 05TD (Source : BEA)

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le site de l'accident

Le site de l'accident se situe à l'intersection de trois vallées, à 2 900 ft d'altitude :

- au sud-ouest, la vallée de la Durance qui débouche sur le lac de Serre-Ponçon ;
- au nord, la vallée de la Durance également avec l'aérodrome de Mont-Dauphin – Saint-Crépin ;
- à l'est, les vallées du Guil et du Chagne.

Entre le lac de Serre-Ponçon et le site de l'accident, la vallée de la Durance se rétrécit en direction du nord.

2.2 Renseignements sur l'épave

L'épave se situe dans une clairière d'une zone boisée. Elle a complètement brûlé. Elle est encastrée entre deux arbres.

Avant la collision avec le sol, l'autogire a tranché et arraché des branches au sommet de certains arbres, à une hauteur évaluée entre sept et dix mètres au plus haut et quatre à cinq mètres au plus bas. Ces découpes sont la conséquence du passage du rotor tournant dans la végétation.

Des débris jonchent le sol depuis la zone de découpe des branches jusqu'à proximité de l'épave.

En raison d'éléments manquants et/ou fondus, il n'a pas été possible de confirmer la continuité des commandes de tangage et roulis. Seule la commande de direction a pu être vérifiée, elle était continue.

Étant donné les dommages liés à l'incendie, il n'a pas été possible de confirmer que l'autogire était complet au moment de la collision avec le sol.

2.3 Examen complémentaire

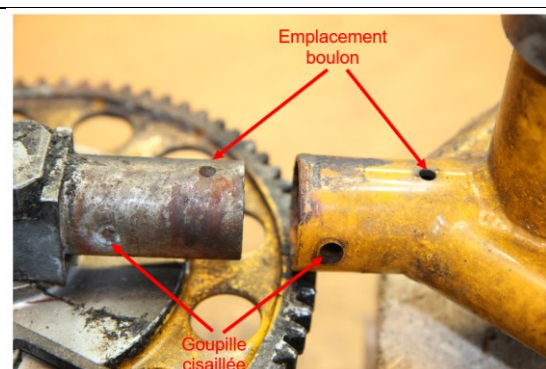
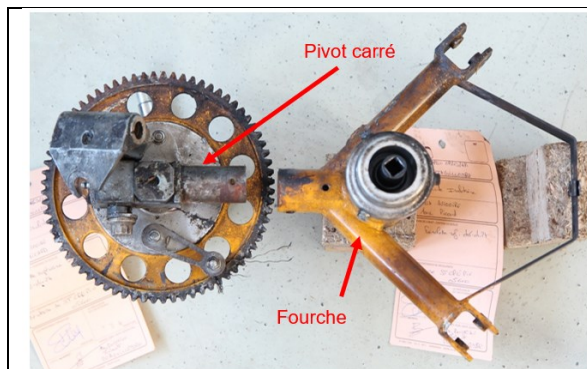
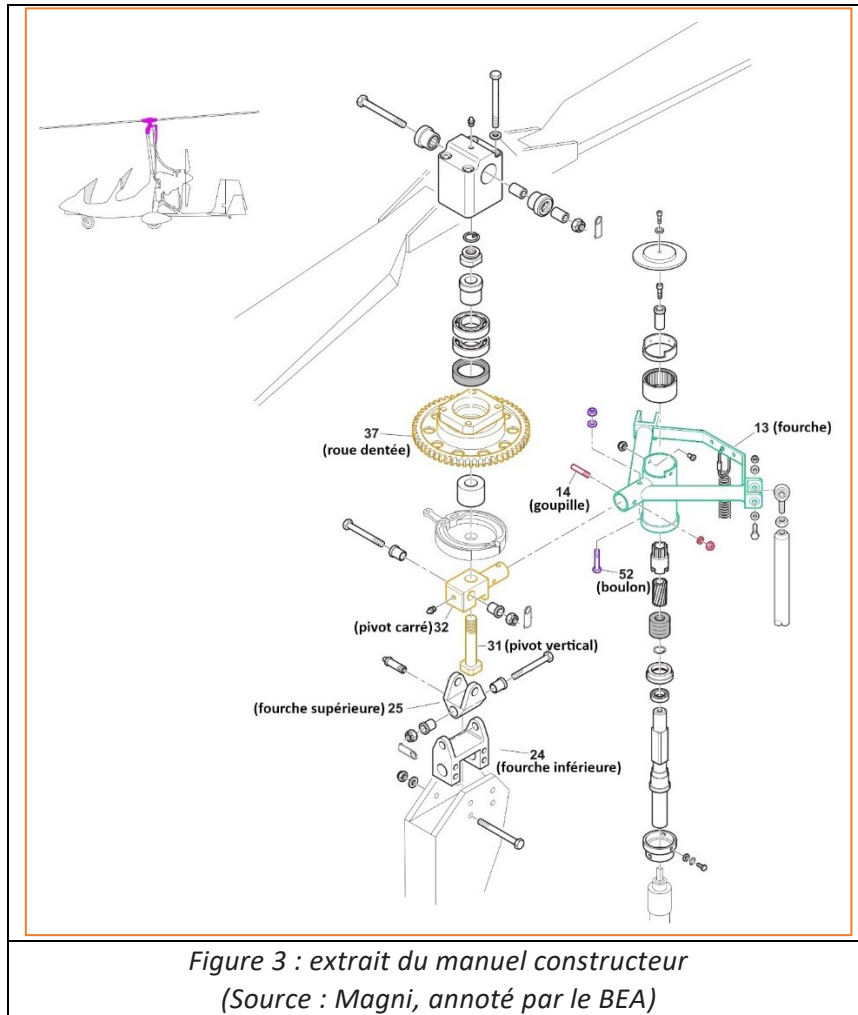
Le contrôle en tangage et roulis de l'autogire est commandé par le pilote à partir du manche ; le mouvement initié par celui-ci est transmis à une fourche au travers de biellettes.



*Figure 2 : tête rotor d'un autogire similaire
(Source : BEA)*

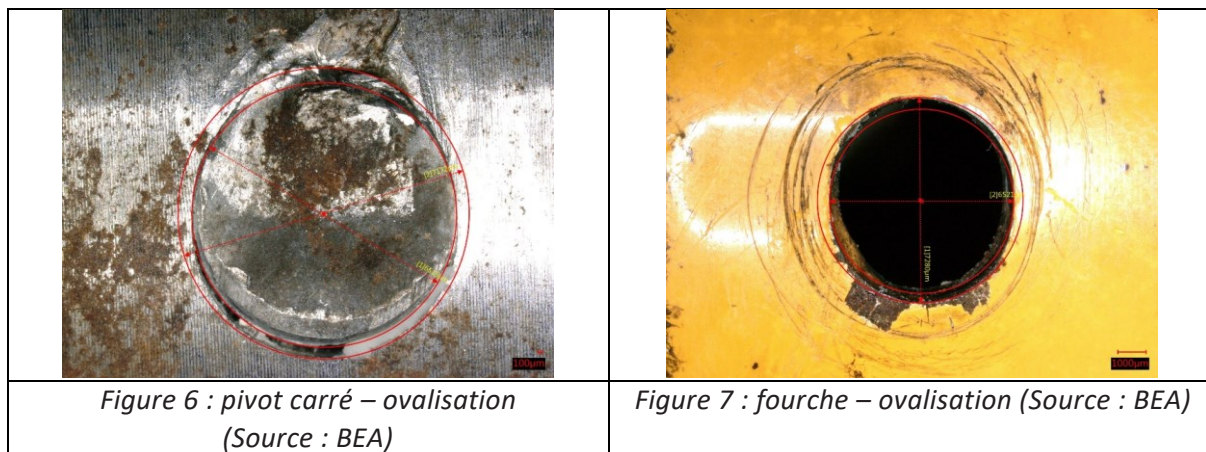
L'assemblage est ainsi constitué par :

- une fourche (élément de transmission des commandes de position du manche vers le rotor, référence n° 13) ;
- une roue dentée (couronne d'entraînement du rotor, référence n° 37) ;
- une goupille conique (référence n° 14), sa rondelle et son écrou ;
- un boulon (référence n° 52), assurant la fixation entre la fourche et le pivot carré (référence n° 32) (ensemble vis/rondelle/écrou auto freinant), installé tête en bas ;
- un pivot vertical (référence n° 31).



Le boulon était absent, il n'a pas été retrouvé sur le site de l'accident. La goupille était présente, mais était rompue à ses deux extrémités, à l'interface entre le tube de la fourche et le tube du pivot carré (assemblage mâle-femelle).

L'observation au laboratoire du BEA des alésages du pivot carré et de la fourche permettant les passages de la goupille et du boulon a montré qu'ils étaient ovalisés.



Les examens réalisés ne permettent pas de conclure sur l'origine et le processus de dégradation de l'assemblage ayant conduit aux défaillances observées.

Le boulon n'était pas présent lors de la collision de l'ULM avec le sol. Un jeu dans l'assemblage a pu provoquer des vibrations amenant à des ovalisations et un desserrage progressif de l'écrou. Les ovalisations peuvent aussi s'expliquer par un desserrage progressif de l'écrou ayant conduit à un phénomène vibratoire. Il est probable que le boulon, installé tête en bas, a été perdu en vol. Dans ces conditions, les efforts sont repris par la goupille uniquement. Sous l'effet des vibrations et des contraintes, il est alors possible que la goupille ait ovalisé ses alésages. Les dommages observés sur la goupille ne permettent pas de savoir si celle-ci s'est rompue par cisaillement en vol, ou par cisaillement lors de la collision avec le sol. L'absence de dommages similaires au niveau du boulon est cohérente avec une perte de celui-ci en vol, antérieurement au cisaillement de la goupille et, ainsi, avec un mécanisme de défaillance différent.

Des ruptures sur ces mêmes éléments (boulon et goupille) ont déjà été observées par le BEA lors de l'examen de l'épave du 21AGP².

Le constructeur précise qu'il n'a pas connaissance de rupture de ce type survenue en vol. Il a cependant déjà constaté ce type de rupture sur des épaves, dont le rotor est entré en collision avec le sol. De plus, il ne lui a jamais été rapporté de jeu sur la tête rotor au cours des inspections périodiques (toutes les 500 heures de vol). Enfin, le constructeur ajoute qu'il est probable que les ovalisations des alésages soient survenues lors de la collision avec le sol, car il n'a pas observé de déformation sur l'assemblage au cours des tests d'efforts statiques réalisés sur les commandes de vol dans le cadre de la certification par l'autorité de l'aviation civile britannique (BCAR section T³ – standards T399 et T397).

2.4 Renseignements sur l'autogire

L'autogire identifié 05TD était un Magni Gyro M-24 plus, avec une configuration des sièges : côte-côte, équipé d'un moteur Rotax 915 IS à injection d'une puissance d'environ 145 ch. Le pilote en était le propriétaire depuis quelques mois. L'ULM était basé sur l'aérodrome de Gap-Tallard. Avant l'acquisition de cet autogire, le pilote était le propriétaire d'un Magni Gyro M-24 Orion, équipé d'un moteur à carburateur de 110 ch.

² [Accident survenu au Magni M16 identifié 21AGP le 2 mars 2022 à Vaux-Saules \(21\).](#)

³ *British Civil Airworthiness Requirements*, exigences britanniques de navigabilité aérienne civile applicables aux autogires.

Quelques semaines avant l'accident, le pilote avait fait remplacer le rotor du 05TD par la société Averso aviation. Le rotor d'origine de Magni Gyro est composé de pales en composite, pour une surface du disque rotor de 57,70 m² (diamètre de 8,57 m). Le nouveau rotor, composé de pales Averso en aluminium, développait une surface du disque rotor de 59,45 m² (diamètre de 8,70 m). Le constructeur Magni indique qu'il n'a été consulté ni par le pilote ni par l'installateur, au sujet de cette modification. Il ajoute qu'il n'est pas favorable à une telle transformation, il assure que le rotor d'origine est stable.

Cette modification dite « majeure » avait fait l'objet d'une déclaration par le propriétaire pilote auprès de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC), conformément à la réglementation⁴.

Selon Averso, l'ajout de pièces d'adaptation conduit à une masse de rotor équivalente à celle du rotor d'origine. Le nouveau rotor ainsi équipé est légèrement plus lourd d'environ 200 g. Le centre de gravité des pales en aluminium est légèrement plus éloigné du pied de pale par rapport aux pales d'origine en composite, ce qui donne plus d'inertie. Selon Averso, les comportements des deux rotors sont similaires. Au moment de la modification, l'autogire n'avait cumulé que 35 heures de vol depuis sa mise en service. À la suite de la modification, neuf vols d'essai avaient été effectués. La vitesse du rotor était de l'ordre de 385 tr/min, soit environ 15 tr/min de moins que celle du rotor d'origine.

Toujours selon Averso, le pilote avait changé de rotor car les pales en aluminium sont moins sensibles aux chocs que celles en composite. Lors d'averses, les gouttes peuvent endommager les bords d'attaques (vitesse en bout de pale de l'ordre de 600 km/h). Le pilote avait déjà installé ce type de pale en aluminium sur un autogire précédent.

Selon Averso, le 05TD est le seul autogire Magni M-24 plus ayant été modifié avec ces pales Averso.

2.5 Renseignements météorologiques

Météo-France indique la présence de nuages bas vers 4 000 ft d'altitude au niveau du site de l'accident, ainsi qu'une masse d'air sec mais instable sur les 1 500 premiers pieds de hauteur.

Le vent avait pour caractéristiques :

- en surface : secteur sud 15 kt, rafales 25 kt ;
- à 300 ft de hauteur : secteur sud-ouest 20 kt ;
- à 600 ft de hauteur : secteur sud-ouest 25 kt.

La température était de 11 °C.

Météo-France estime que le lieu de l'accident se situait dans une zone de turbulence modérée à assez forte en surface et dans les très basses couches (jusqu'à 300 ft) à l'heure de l'accident. Cette turbulence était due, d'une part aux rafales en surface, d'autre part aux vents verticaux ascendants (au vent du relief) et descendants (sous le vent du relief) dans la zone. Il est possible que des rotors (tourbillons) se soient formés sous le vent du relief présent à l'ouest et au sud du lieu de l'accident, augmentant alors la turbulence jusqu'à la zone de l'accident. À 600 ft de hauteur, la turbulence était également modérée, mais légèrement plus faible qu'à 300 ft.

⁴ Article 11 de l'arrêté du 23 septembre 1998 relatif aux aéronefs ultralégers motorisés ([Version en vigueur le jour de l'accident](#)).

2.6 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 66 ans, était titulaire d'un brevet de pilote d'ULM autogire (classe 4) depuis 2010 et ULM multiaxes (classe 3) depuis 2020. Il était instructeur ULM depuis février 2021 et possédait une société de formation au pilotage des ULM de classe 4. Il totalisait plus de 1 000 heures de vol selon ses proches.

Un examen anatomopathologique a révélé la présence d'une athérosclérose évoluée des artères coronaires. De telles lésions peuvent altérer la fonction cardiaque en cas de stress et ainsi altérer le pilotage.

Note : les proches du pilote ont indiqué qu'ils n'avaient pas connaissance d'une pathologie cardiaque concernant le pilote.

2.7 Témoignages

Une amie du pilote indique que le pilote s'est posé le matin sur l'aérodrome de Mont-Dauphin - Saint-Crépin puis l'a amenée dans le 05TD faire un vol local d'environ 1 h 45. À l'issue du vol, ils ont déjeuné ensemble. Elle l'a raccompagné à l'aérodrome en début d'après-midi. Elle rapporte que le pilote a effectué la visite prévol de son autogire et un complément d'avitaillement avant de décoller. Elle précise qu'elle n'a pas assisté au décollage, mais qu'il y avait du vent et qu'elle est allée s'abriter dans sa voiture. Elle ajoute que le pilote fréquentait régulièrement l'aérodrome de Mont-Dauphin – Saint-Crépin.

Des pilotes d'hélicoptères et des pilotes de planeurs basés expliquent qu'au cours de l'après-midi, une brise de vallée d'une force de 20 à 25 kt s'est levée et qu'au niveau du site de l'accident le vent est turbulent avec des rotors à cause de la configuration géographique du lieu. Ils ajoutent qu'au moment du décollage de l'autogire, l'aérodrome était sous le vent du relief et par conséquent soumis à de forts rabattants.

Deux témoins situés à proximité du site de l'accident ont entendu le bruit du moteur jusqu'à la collision avec le sol.

L'installateur du nouveau rotor indique qu'il avait constaté, lors des vols d'essai, que le pilote avait quelques difficultés à contrer les effets secondaires⁵ liés à la puissance du moteur.

Enfin, un élève pilote, ayant volé avec le pilote dans le cadre d'un vol d'instruction la semaine précédant l'accident, indique que lors d'un tour de piste sur l'aérodrome de Sisteron – Vaumeilh (04), l'autogire avait été déstabilisé par une rafale. Il s'était incliné d'environ 30° et l'instructeur avait repris les commandes. Il avait mentionné à l'élève que la situation était dangereuse et qu'il fallait agir efficacement.

⁵ Couple cabreur/piqueur principalement.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Le pilote a décollé de l'aérodrome de Saint-Crépin – Mont-Dauphin avec un vent fort accompagné de rafales. Quelques minutes après le décollage, sous le vent du relief, au sud de l'aérodrome, l'autogire a probablement été soumis à des rabattants et s'est dirigé vers le sol, en virage. Le pilote a récupéré le contrôle de l'autogire à environ 50 ft du sol. Lors de la montée qui s'en est suivie, l'autogire ne semblait stable ni en roulis ni en tangage. Lorsqu'il est entré dans la vallée de la Durance, au sud de l'aérodrome, l'autogire a probablement été soumis non seulement à des rabattants, mais également à des rotors (tourbillons) liés à la configuration géographique du lieu. Le pilote a perdu le contrôle de l'autogire qui est entré en collision avec le sol. L'enquête n'a pas pu déterminer l'origine de la perte de contrôle.

Les examens complémentaires réalisés par le BEA sur l'assemblage de contrôle de tangage et roulis (fourche/pivot carré) ne permettent toutefois pas d'exclure un jeu anormal ou une désolidarisation totale ou partielle en vol, rendant l'autogire difficilement contrôlable ou incontrôlable.

Enfin, compte tenu de l'altération de la fonction cardio-vasculaire du pilote, probablement méconnue de lui, un malaise, engendré par le contexte particulièrement stressant dans lequel se déroulait le vol, ne peut être exclu.

Facteurs contributifs

Le choix du pilote de réaliser le vol en conditions turbulentes avec une faible expérience sur son nouvel autogire a pu contribuer aux deux pertes de contrôle en vol successives.

La Fédération Française d'ULM (FFPLUM) précise que la puissance importante du moteur sur cet autogire, en utilisation monoplace, permet de prendre une assiette de montée particulièrement importante. Dans les circonstances dans lesquelles l'accident s'est produit, le risque de « déchargement » du rotor était ainsi accru et a pu être accentué par des turbulences fortes, réduisant ainsi la marge de sécurité vis-à-vis d'un risque de battement du rotor. La bonne précaution dans cette configuration est de garder une pente de montée modérée avec suffisamment de vitesse.

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.



Annexe 1 : Observations formulées par l'autorité d'enquête de sécurité d'Italie (ANSV) sur le projet de rapport final du BEA

Après la phase de consultation du projet de rapport final, l'ANSV a demandé, conformément aux dispositions de l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale (Annexe 13 de l'OACI), à ce que les observations suivantes soient annexées.

Dans le rapport final, ces observations n'ont pas été prises en compte.

En vert, les phrases qui ont reçu des commentaires de l'ANSV, en rouge, les propositions de modifications de l'ANSV.

Section	Extract	ANSV proposed amendment
2.3	The bolt was not present when the microlight collided with the ground. Play in the assembly could have caused vibrations leading to out-of-round and gradual loosening of the nut. The out-of-round can also be explained by a gradual loosening of the nut leading to a vibratory phenomenon. It is likely that the bolt, installed upside down, was lost in flight. In these conditions, the loads are borne by the pin only. Under the effect of the vibrations and stresses, it is then possible that the pin caused the out-of-round of its bore holes. Based on the damage observed on the pin, it was not possible to know whether it sheared in flight, or as a result of the collision with the ground. The absence of similar damage to the bolt is consistent with the loss of the bolt in flight, prior to shearing of the pin, and thus with a different failure mechanism.	The bolt was not found on the accident site. Play in the assembly could have caused vibrations leading to out-of-round and gradual loosening of the nut. The out-of-round can also be explained by a gradual loosening of the nut leading to a vibratory phenomenon. In such a scenario, the bolt, installed upside down, could get lost in flight, which is not enough to lose pitch and roll control. In these conditions, the loads are borne by the pin only. Under the effect of the vibrations and stresses, it is then possible that the pin caused the out-of-round of its bore holes. Based on the damage observed on the pin, it was not possible to know whether it sheared in flight, or as a result of the collision with the ground. Out of round could have been caused also by the impact against the ground. The absence of similar damage to the bolt is consistent with the loss of the bolt in flight, prior to shearing of the pin, and thus with a different failure mechanism.
2.3	The manufacturer specified that it did not know of ruptures of this type occurring in flight. However, it had already observed this type of rupture on wreckage where the rotor had collided with the ground. Furthermore, it had never received reports of play in the rotor head during the scheduled inspections (every 500 flight hours). Lastly, the manufacturer added that it was probable that the out-of-round of the bore holes was produced on the collision	The manufacturer specified that it did not know of ruptures of this type occurring in flight. However, it had already observed this type of rupture on wreckage where the rotor had collided with the ground. Furthermore, it had never received reports of play in the rotor head during the scheduled inspections (every 500 flight hours). Lastly, the manufacturer added that it was probable that the out-of-round of the bore holes was produced on the collision with the

	with the ground as it had not observed deformation on the assembly during the static load tests carried out on the flight controls in the scope of the certification by the UK civil aviation authority (BCAR section T – standards T399 and T397).	ground as it had not observed deformation on the assembly during the static load tests carried out on the flight controls in the scope of the certification by the UK civil aviation authority (BCAR section T – standards T399 and T397). The above information makes more likely that the out-of-round of the bore holes are a direct consequence of the collision with the ground.
Scenario	The pilot took off from Saint-Crépin – Mont-Dauphin aerodrome in a strong wind with gusts. A few minutes after the take-off, downwind of the terrain, south of the aerodrome, the gyroplane was probably subject to downdrafts and entered a descending turn. The pilot recovered control of the gyroplane at around 50 ft from the ground. During the ensuing climb, the gyroplane did not seem to be stabilized in either roll or pitch. On entering the Durance valley south of the aerodrome, the gyroplane was probably subject not only to downdrafts, but also to rotors (vortices) due to the geographical configuration of the location. The pilot lost control of his gyroplane which collided with the ground. The investigation was not able to determine the cause of this loss of control.	The pilot took off from Saint-Crépin – Mont-Dauphin aerodrome in a strong wind with gusts. A few minutes after the take-off, downwind of the terrain, south of the aerodrome, the gyroplane was probably subject to downdrafts and entered a descending turn. The pilot recovered control of the gyroplane at around 50 ft from the ground. During the ensuing climb, the gyroplane did not seem to be stabilized in either roll or pitch. On entering the Durance valley south of the aerodrome, the gyroplane was probably subject not only to downdrafts, but also to rotors (vortices) due to the geographical configuration of the location, phenomena likely not correctly managed by the pilot, who lost control of his gyroplane which collided with the ground. <u>ANSV comment:</u> <i>The above narrative cannot be explained with a loss of the bolt in flight. The pilot apparently regained a certain amount of control, after the first descending turn, not possible in case of disconnection of the pitch/roll control in flight.</i>
Scenario	However, based on the additional examinations carried out by the BEA on the pitch and roll control assembly (yoke/square pivot), the total or partial separation of this assembly in flight, making the gyroplane uncontrollable, cannot be excluded. At the time of publication of this report, additional analyses are being carried out on the yoke/square pivot assembly.	However, based on the additional examinations carried out by the BEA on the pitch and roll control assembly (yoke/square pivot), the total or partial separation of this assembly in flight, making the gyroplane uncontrollable, cannot be excluded. Although it is not probable due to the gyro history. At the time of publication of this report, additional analyses are being carried out on the yoke/square pivot assembly.