

Accident de l'autogire MAGNI - M16 identifié 48BU

survenu le 18 janvier 2021
à Valmeinier (73)

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

Heure	Vers 14 h 45 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, autogire détruit

Interférence du rotor avec l'empennage arrière, perte de contrôle, collision avec le sol

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des observations sur site ainsi que des données issues du calculateur moteur de l'aéronef.

⁽²⁾ LF7332 Piste revêtue 18-36, altitude 5 600 ft.

Le pilote décolle vers 14 h 30 de l'altisurface (ALS) de Valloire Bonnenuit⁽²⁾ (73) pour un vol local d'une trentaine de minutes. Des témoins le voient passer à proximité de Valloire en direction du Mont Fourchon puis de Valmeinier et se diriger vers le sud vers la montagne de Roche Château et le Mont Thabor. Le corps du pilote et l'épave de l'autogire sont retrouvés le lendemain sur un plateau enneigé au nord du refuge de Terre Rouge.



Source : Géoportail

--- Trajectoire du 48BU observée par les témoins

BEA

Figure 1 : Carte de situation générale

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

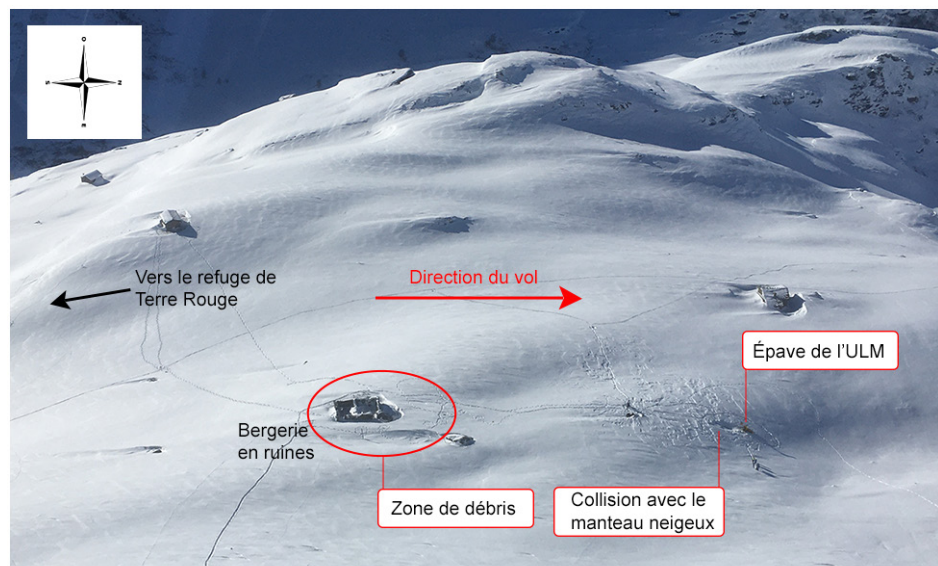
2.1 Examen du site et de l'épave

Le site de l'accident se situe à une altitude d'environ 2 190 m sur un plateau enneigé. L'épave se trouve à une centaine de mètres au nord d'une ancienne bergerie en ruine. Le refuge de Terre Rouge se situe au sud de cette dernière. Depuis le refuge jusqu'au site de l'accident, le relief s'élève rapidement (pente moyenne d'environ 16 %).

De nombreux débris de l'autogire sont présents autour de cette bergerie dans un rayon d'une vingtaine de mètres. Les débris correspondent aux parties verticales et supérieures de l'empennage arrière, ainsi que des fragments de fibre de verre provenant des pales de l'hélice propulsive. Le cône d'hélice a également été retrouvé dans cette zone avec les débris les plus légers après la bergerie.

La faible dispersion des débris autour de la bergerie semble indiquer une séparation en vol à une faible hauteur de survol de cette dernière.

Aucune trace de contact de l'autogire avec la bergerie n'a été détecté et aucun débris n'a été trouvé entre cette zone et l'épave.



Source : BEA

Figure 2 : Vue aérienne du site de l'accident

Le seul contact avec le manteau neigeux se situe quelques mètres en amont de l'épave. L'épave repose sur le flanc droit. Les déformations constatées sur la structure de l'autogire sont consécutives à la collision avec le sol.

L'intrados et le bord d'attaque des pales du rotor principal comportent plusieurs marques d'interférences :

- à l'extrémité des pales, des traces de couleur jaune similaire à celle de l'empennage ;
- à environ un tiers à partir du pied de pale, des traces d'impact correspondant au contact avec des pales de l'hélice propulsive.

Une seule des pales de l'hélice propulsive est toujours en place sur le moyeu et elle présente des endommagements à son extrémité. La deuxième pale, retrouvée à proximité de l'épave et rompue en pied de pale, présente des endommagements similaires à son extrémité. La troisième pale, qui s'est rompue en pied de pale, n'a pas été retrouvée en raison de l'enneigement du site. Les faciès de rupture des pieds des deux pales rompues sont visuellement similaires et compatibles avec des ruptures en flexion consécutives à l'impact.

2.2 Données issues du calculateur Rotax

L'autogire était équipé d'un calculateur moteur Rotax qui a été prélevé pour analyse. Ce calculateur enregistrait huit paramètres :

- les températures des gaz d'échappement des quatre cylindres ;
- la pression et la température de l'huile ;
- la température du circuit de refroidissement par eau ;
- le régime du moteur.

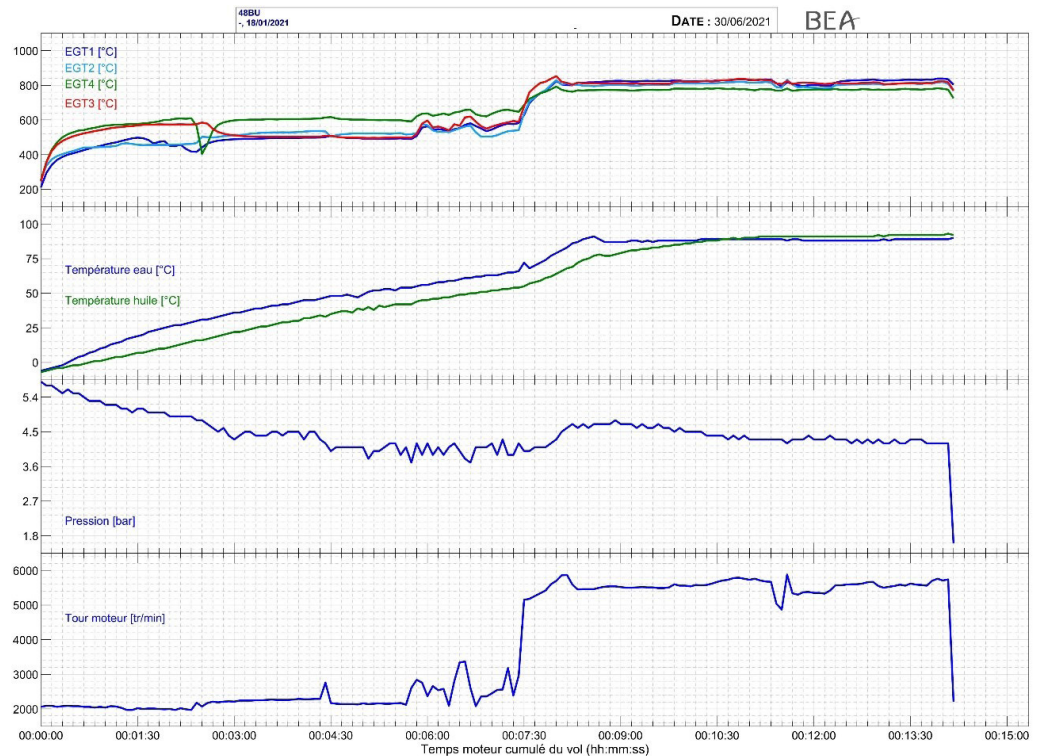


Figure 3 : Paramètres moteur du vol de l'accident

L'analyse de ces paramètres montre que :

- le moteur a fonctionné pendant 22 min depuis le démarrage de ce dernier ;
- 5 min 40 après le démarrage du moteur, période pendant laquelle le moteur est monté en température, le pilote a effectué les essais moteur (durée 1 min) ;
- le décollage a lieu 7 min 20 après le démarrage ;
- la durée du vol jusqu'à l'accident est de 6 min 40 ;
- durant le vol, aucune anomalie sur les paramètres pouvant indiquer une défaillance du moteur n'est visible ;
- au moment de l'accident, le régime moteur est proche du régime maximum.

2.3 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 70 ans, était titulaire d'une licence de pilote ULM avec les qualifications de classe pendulaire (depuis 2000), multiaxe (depuis 2004) et autogire (depuis 2018).

Le pilote, propriétaire de l'autogire (depuis 2018) et d'un autre ULM multiaxes, était venu depuis la Vendée jusqu'à Valloire par la route pour quelques jours de vacances. Il avait transporté son autogire sur une remorque. Il avait déjà réalisé deux vols depuis l'ALS de Valloire Bonnenuit les jours précédents.

L'expérience du pilote en l'absence de carnet de vol n'a pas pu être établie. Néanmoins selon les témoignages recueillis, le pilote volait régulièrement sur ses ULM. Il effectuait environ 200 heures de vol par an et avait réalisé plusieurs vols à destination de l'Italie, de la Croatie, du Sénégal et de la Tunisie.

Gérant d'une société d'ULM depuis dix ans, il réalisait également des vols de découverte avec ses ULM depuis une plate-forme ULM privée en Vendée.

2.4 Témoignages

Au cours du vol, l'ULM a été aperçu par trois témoins.

Le premier témoin, également pilote d'ULM, indique qu'il était en vacances avec le pilote et sa femme. Il précise que le pilote, arrivé la semaine précédente, avait réalisé deux vols au départ de l'ALS de Valloire Bonnenuit avant le vol de l'accident. Le jour de l'accident il a aidé le pilote à sortir l'autogire du hangar où il était stationné. Selon lui, le pilote avait prévu de faire un vol d'environ 30 minutes et n'avait pas envisagé d'atterrir ailleurs au cours du vol. Il précise que le pilote a décollé à 14 h 30 vers le nord, en direction de Valloire puis il l'a perdu de vue.

Le second témoin indique que vers 14 h 30 – 15 h 00 alors qu'il se trouvait au sommet du télésiège des Grandes Drozes à 2 200 m il a vu l'autogire se diriger vers le Mont Thabor puis le survoler en direction du sommet du Fourchon.

Le troisième témoin, qui est moniteur de parapente et réside à Valmeinier 1 800, voit l'ULM alors qu'il quitte son domicile vers 14 h 30 -14 h 45. Il précise qu'il le voit se diriger en palier vers le sud en direction du sommet de Roche Château en suivant la vallée. Selon lui, l'ULM est à environ 50 m au-dessus de sa position (altitude 1 850 m) et décalé d'environ 300 m horizontalement vers l'ouest. Il estime que l'ULM est à une hauteur d'environ 150 m par rapport du fond de la vallée.

Il précise que les conditions météorologiques à cet instant étaient CAVOK.

La femme du pilote indique qu'ils venaient régulièrement en vacances dans la région depuis plus de quinze ans. Elle précise que son mari avait suivi, il y a plusieurs années, la formation montagne en autogire avec un instructeur local, puis une fois l'expérience montagne acquise, il a volé avec son autogire et toujours seul à bord.

2.5 Renseignements sur l'aéronef

2.5.1 Autogire accidenté



Figure 4 : Autogire 48BU

Cet autogire de type MAGNI M16 Tandem Trainer R914 a été mis en service en novembre 2016. Il était motorisé par un moteur de type ROTAX 914 UL et une hélice tripale composite. Le rotor principal était composé d'une bipale composite. La masse à vide était de 260 kg et la masse maximale autorisée au décollage est de 450 kg.

L'autogire était entretenu par le propriétaire.

2.5.2 Généralités sur les autogires classés ULM

Un autogire est un aéronef dont la sustentation est assurée par un rotor libre. Lors d'un vol en translation, le rotor libre est entraîné par le vent relatif (principe de l'éolienne). Le groupe motopropulseur fournit la puissance nécessaire à la translation de l'autogire et n'actionne pas le rotor. L'empennage permet de contrôler l'autogire en lacet et de le stabiliser en tangage. Le manche cyclique incline la résultante aérodynamique du rotor et permet ainsi de monter, descendre, de virer à gauche et à droite.

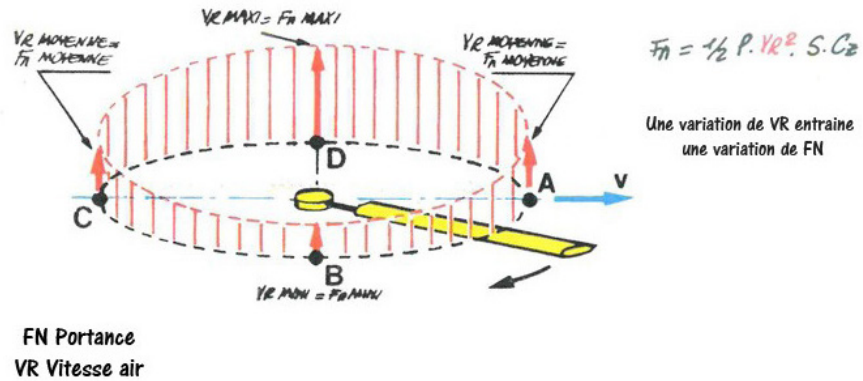
Le rotor des autogires classés ULM est composé d'un rotor bipale à balancier. Les deux pales sont solidaires et non articulées. Cependant elles peuvent se déformer par élasticité.

⁽³⁾ Le rapport du BEA sur l'accident du 31-HK le 7 juin 2008 https://www.bea.aero/fileadmin/user_upload/31-k080607-web.pdf comporte une annexe expliquant les principes de la dynamique du rotor des autogires. Le phénomène de battement est également décrit dans le rapport de l'accident de l'autogire 31LI du 5 juillet 2020 https://www.bea.aero/fileadmin/user_upload/BEA2020-0241.pdf

2.5.3 Phénomène de battement du rotor⁽³⁾

Sur une révolution du rotor, les pales ont un mouvement de battement dû à la combinaison des efforts auxquels elles sont soumises, en particulier la force de portance et la force centrifuge. Sur le rotor à balancier, l'équilibre de chaque pale est influencé par ses propres efforts mais aussi par les efforts de l'autre pale.

Conséquence de la variation de la vitesse relative VR



Source : *Théorie élémentaire de l'hélicoptère*, Cépaduès éditions

Figure 5: Variation de la portance en fonction de la vitesse

⁽⁴⁾ Pour les voilures tournantes, les efforts du rotor se transmettent à la cellule par l'articulation située sur le mat, ce qui peut entraîner un retard à la réaction de la cellule après une action sur le manche. Le chariot de l'autogire est libre d'osciller longitudinalement ou latéralement de la même façon qu'un pendule. Ce phénomène peut être amplifié par un sur-contrôle.

Lorsque le pilote modifie, par une action au manche, l'orientation du plan du rotor, la force de portance sur chaque pale change, ce qui entraîne du battement. De la même manière, lorsque la force centrifuge des pales du rotor change consécutivement à un changement de vitesse de translation de l'autogire ou par un phénomène aérologique, les pales battent pour trouver un nouvel équilibre. Pour les autogires, il est essentiel de maintenir une vitesse d'avancement pour assurer la portance. Ainsi, la vitesse air sur la pale avançante est plus grande que la vitesse air de la pale reculante. Dans ces conditions, le battement des pales entraîne un basculement du plan du rotor vers l'arrière. Le pilote doit continuellement adapter son effort sur le manche pour contrôler sa vitesse d'avancement et maintenir les tours rotors suffisants pour assurer la portance, en particulier lors des changements de trajectoire. Lorsque le phénomène de battement est important, la pale reculante peut heurter l'empennage et l'hélice propulsive. Le risque de heurt est accentué par le mouvement de balancier du chariot sous le rotor⁽⁴⁾.

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

Le pilote, après avoir décollé de l'altisurface de Valloire Bonnenuit, s'est dirigé au nord vers Valloire puis Valmeinier puis vers le sud dans la vallée en direction du refuge de Terre Rouge et du Mont Thabor. Arrivé en fin de vallée probablement à proximité du refuge le pilote a fait demi-tour. Il a pris un cap sensiblement au nord et s'est mis en montée en suivant le relief à faible hauteur.

Alors qu'il arrivait sur le plateau, à proximité de la bergerie en ruine, pour une raison non déterminée, le pilote a eu une action brusque (possiblement par réflexe face à un danger immédiat) sur la commande de pas cyclique. Cette action a déclenché un phénomène de battement des pales du rotor qui a détruit une partie de l'empennage vertical et endommagé les pales de l'hélice propulsive. Ces endommagements ont rendu l'ULM incontrôlable et le pilote n'a pas pu éviter la collision avec le sol enneigé.