

Rapport

Accident survenu le **7 juin 2008**
sur la **commune de Marignac Lasclares (31)**
à l'**autogire AutoGyro MT03 turbo**
identifié **31-HK**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
SYNOPSIS	3
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	3
1.1 Déroulement du vol	3
1.2 Tués et blessés	3
1.3 Dommages à l'aéronef	3
1.4 Renseignements sur le pilote	4
1.5 Renseignements sur l'aéronef	4
1.5.1 Autogire accidenté	4
1.5.2 Généralités sur les autogires classés ULM	5
1.5.3 Le battement rotor	5
1.5.4 Manœuvre pouvant induire une diminution du facteur de charge (Nz)	6
1.6 Conditions météorologiques	6
1.7 Enregistreurs de bord	6
1.8 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	6
1.9 Renseignements médicaux et pathologiques	7
1.10 Incendie	7
1.11 Questions relatives à la survie des occupants	7
1.12 Essais et recherches	7
1.12.1 Evaluation de la qualité de construction de l'empennage composite	7
1.12.2 Origine et chronologie de la rupture	7
1.13 Témoignages	8
2 - ANALYSE	9
3 - CONCLUSION	9

Synopsis

Date de l'accidentSamedi 7 juin 2008 à 8 h 10⁽¹⁾**Propriétaire**

Privé

Lieu de l'accident

Commune de Marignac Lasclares (31)

Exploitant

Privé

Nature du vol

Navigation

Personnes à bord

Pilote

Aéronef

ULM autogire MT03 Turbo

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le pilote, propriétaire de l'autogire, décide d'entreprendre un vol au départ de la plateforme ULM du Bois-de-la-Pierre (31). Cette plateforme, fréquentée par de nombreux pilotes d'autogires, est également la base du 31-HK. Le pilote du 31-HK est attendu sur l'aérodrome de Luchon où il doit livrer l'autogire à son futur propriétaire.

Des témoins présents au club indiquent que le pilote sort l'autogire du hangar, réalise une visite pré-vol puis décolle seul à bord en direction du sud-ouest. A environ deux milles marins, alors qu'il est en croisière à basse hauteur, des témoins voient des morceaux se détacher à l'arrière de l'autogire puis tomber. L'ULM pivote sur le dos par la droite. Il heurte le sol avec une forte pente et prend feu.

1.2 Tués et blessés

Le pilote est décédé.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef est détruit.

1.4 Renseignements sur le pilote

Homme, 46 ans

- ❑ UL autogire de 2007 avec emport passagers, 38 heures de vol, toutes sur type.
- ❑ PPL de 1982, qualification de classe SEPH et SEPT, de type C525 et BE90 à 200, IRME, pratique de la voltige avancée, 1 740 heures de vol, dont 1 450 en tant que commandant de bord.

Le pilote avait passé son brevet ULM et avait suivi une instruction au pilotage de l'autogire dispensée par l'importateur de ce dernier. Il volait régulièrement sur un Cessna Citation qui appartenait à sa société. Il pratiquait régulièrement la voltige aérienne sur un avion dont il était propriétaire.

1.5 Renseignements sur l'aéronef

1.5.1 Autogire accidenté

- ❑ Constructeur : AutoGyro Inh. Otma Birkner
- ❑ Type : MT03 Turbo
- ❑ Numéro de série : F07602
- ❑ Identification : 31-HK
- ❑ Mise en service : 12 avril 2007
- ❑ Moteur : Rotax 914 UL

L'autogire a été importé en mars 2007 par la société Air Copter.

Il a servi de démonstrateur pendant quelques mois avant d'être vendu en septembre 2007.

Il était régulièrement entretenu par l'importateur et basé dans un hangar du gyro-club du Bois-de-la-Pierre.



1.5.2 Généralités sur les autogires classés ULM

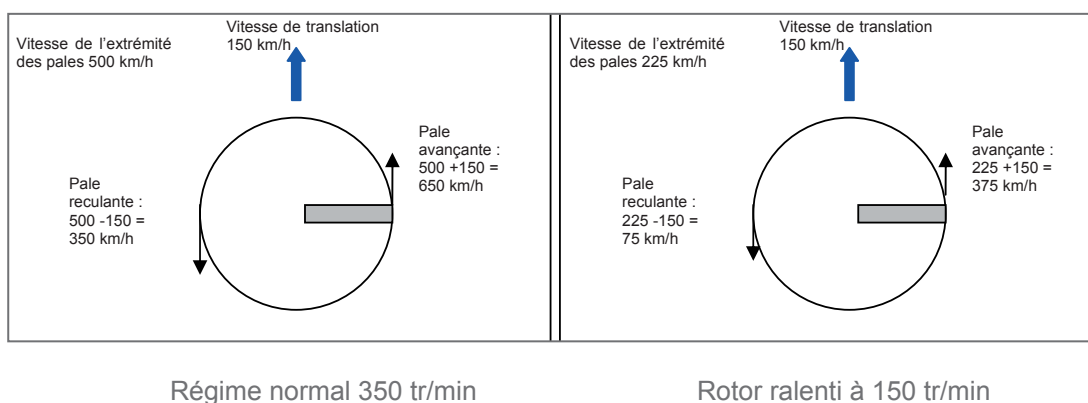
Un autogire est un aéronef dont la sustentation est assurée par un rotor libre. Lors d'un vol en translation, le rotor libre est entraîné par le vent relatif (principe de l'éolienne). Le groupe motopropulseur fournit la puissance nécessaire à la translation de l'autogire et n'actionne pas le rotor. L'empennage 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 et descendre et 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.

1.5.3 Le battement rotor

L'annexe du rapport rappelle les principes de la dynamique du rotor des autogires. Deux phénomènes peuvent expliquer le battement du rotor à la suite de la diminution du poids apparent normal :

- ❑ La diminution du poids apparent normal entraîne une diminution de la vitesse du rotor par conservation du moment cinétique. Le vent relatif généré par l'avancement en translation de l'autogire freine la pale avançante. La force centrifuge diminue, ce qui induit un mouvement de la pale avançante vers le haut. Le phénomène est accentué par la diminution de portance de la pale reculante lors d'une perte importante de vitesse du rotor par rapport à la vitesse de translation. Les schémas ci-dessous illustrent ce phénomène.



- ❑ Lorsque le poids apparent s'annule, la portance s'annule également. Le rotor étant toujours en rotation, l'annulation de la portance s'explique par une diminution de l'incidence des pales. Le flux d'air qui traverse le rotor et permet sa rotation ne génère plus qu'une résultante aérodynamique qui s'oppose au mouvement de la pale. Le rotor décélère rapidement. Comme précédemment, la force centrifuge diminue et permet l'apparition d'un battement.

Lorsque le phénomène de battement est important, la pale reculante peut heurter l'hélice propulsive et l'empennage. Le risque de heurt est accentué par le mouvement de balancier du chariot sous le rotor.

1.5.4 Manœuvre pouvant induire une diminution du facteur de charge (Nz)

En vol stabilisé, les actions sur le manche cyclique doivent être de très faible amplitude. Ces variations seront d'autant plus faibles que l'autogire vole rapidement. Si le pilote pousse brusquement et avec une grande amplitude sur le manche cyclique, le facteur de charge instantané diminue.

1.6 Conditions météorologiques

- ☐ Vent 280° / 8 à 10 kt
- ☐ Visibilité supérieure à 10 km
- ☐ Cu épars à 2 000 ft
- ☐ Température 12 °C
- ☐ Température du point de rosée 9 °C
- ☐ QNH 1022 hPa

Le pilote évoluait en condition de vol à vue.

1.7 Enregistreurs de bord

La réglementation n'impose pas l'emport d'enregistreurs pour ce type d'aéronef. L'ULM n'en était pas équipé.

1.8 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Le site de l'accident se situe à proximité du village de Marignac-Lasclares (31), dans un champ cultivé, en bordure d'une route départementale. Le terrain est plat et sec. Il ne présente aucun obstacle susceptible de perturber le vol. Il se situe à environ 2,5 NM dans le sud de la plate-forme ULM de départ.

En déplaçant dans le sens de la trajectoire, l'épave se compose de deux zones distinctes :

- ☐ Une zone, répartie sur une distance d'environ 150 mètres suivant un axe orienté nord-sud, comporte des débris de l'empennage arrière et de l'hélice propulsive. Cette distribution est cohérente avec la trajectoire de l'autogire décrite par les témoins. On observe successivement le long de cet axe :
 - la peau extérieure du plan fixe horizontal gauche,
 - la visière plexiglas du casque du pilote,
 - un raidisseur du plan fixe horizontal gauche,
 - des débris d'une pale d'hélice propulsive,
 - les deux principaux morceaux du plan fixe vertical gauche,
 - la peau intérieure du plan fixe horizontal gauche et la partie centrale de l'empennage comprenant le plan fixe vertical et la gouverne de direction (dont la poulie de commande est arrachée),
 - la partie droite de l'empennage comprenant le plan fixe vertical droit,
 - des débris d'une pale d'hélice propulsive.

La répartition des débris montre que les premiers morceaux qui se sont séparés de l'aéronef sont ceux de gauche puis ceux de la partie centrale et enfin les morceaux de droite. Dans cette zone, on retrouve la visière du casque du pilote.

- ❑ Une zone regroupée comporte le chariot, le moteur et le rotor sustentateur. Les commandes sont continues et toutes présentes sur l'épave. Cet ensemble a brûlé juste après l'impact. Seuls subsistent les éléments de structure métallique. Le câble liant les palonniers à la commande de direction est continu.

L'examen visuel des pales du rotor sustentateur confirme la présence d'un transfert de peinture rouge provenant de l'empennage arrière.

1.9 Renseignements médicaux et pathologiques

L'autopsie du pilote n'a révélé aucun élément susceptible d'expliquer l'accident.

1.10 Incendie

Après l'impact avec le sol, l'épave a brûlé.

1.11 Questions relatives à la survie des occupants

La violence de l'impact ne laissait aucune chance de survie au pilote.

1.12 Essais et recherches

Le CETIM (Centre technique des industries mécaniques) a réalisé un examen approfondi des pièces de l'empennage.

1.12.1 Evaluation de la qualité de construction de l'empennage composite

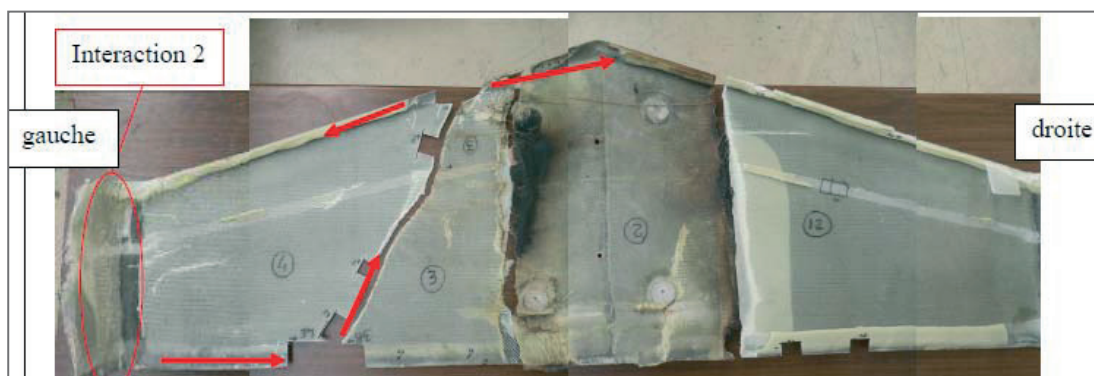
Les observations macroscopiques de l'ensemble des ruptures n'ont pas mis en évidence de défaut de fabrication.

Sur l'ensemble des surfaces rompues, le joint de colle qui permet de faire le lien entre l'extérieur et l'intérieur était présent et en contact avec les peaux intérieure et extérieure. Aucune observation ne révèle de faiblesse de la structure dans les zones rompues.

1.12.2 Origine et chronologie de la rupture

Les observations des débris de l'empennage montrent au moins deux interactions successives entre les pales et le plan fixe vertical gauche. La première interaction a eu lieu en haut du plan fixe, la seconde en bas. Lors des impacts, les pales avaient un mouvement ascendant. Cela explique l'absence d'endommagement du plan fixe vertical. Lors de ces deux interactions, le plan fixe vertical gauche était fixé et en position.

La deuxième interaction a provoqué la rupture de tout le plan fixe vertical gauche. Cette rupture s'est propagée de la gauche vers la droite le long du bord de fuite, puis à travers le plan horizontal gauche vers le bord d'attaque et le long de celui-ci.



Peau intérieure du plan fixe vue de dessus

Des ruptures sont observées sur le côté droit de l'empennage. Il est probable qu'elles résultent d'efforts liés à la rupture partielle de l'empennage du côté gauche.

La chronologie de ces ruptures est cohérente avec les observations relevées sur le site (voir paragraphe 1.8).

1.13 Témoignages

Un adhérent au gyro-club du Bois-de-la-Pierre indique que trois hangars sont utilisés par les trente-cinq membres du club pour y ranger les trois ULM multiaxes et huit autogires. Celui du pilote était stationné et bâché dans le hangar n° 1 depuis octobre 2007. La veille, le pilote lui avait expliqué qu'il avait vendu son autogire et devait le convoier vers l'aérodrome de Luchon (31). Il confirme que le pilote était le seul utilisateur de l'autogire. Il ajoute que le pilote fréquentait peu le club et n'avait pas de contact avec les autres membres. Il pense que le pilote accidenté avait volé environ trois heures depuis octobre 2007 sur son autogire.

Le conducteur d'un véhicule roulant sur la route à quelques centaines de mètres du site de l'accident indique que l'autogire « volait en ligne droite vers le sud, sans perte d'altitude, très rapidement ». Son attention a été attirée par la chute d'une partie de l'autogire. Il l'a ensuite vu piquer vers le sol en position dos, selon une pente importante. L'ULM a pris feu immédiatement après l'impact.

Un second témoin rapporte les mêmes informations en précisant que l'autogire effectuait des « zigzag » de droite à gauche. Il ajoute que sa hauteur de survol était d'environ cinquante mètres.

Ces deux derniers témoins ne pratiquent pas le vol en aéronef léger.

2 - ANALYSE

L'examen du site et les témoignages recueillis confirment la rupture en vol de l'empennage arrière alors que l'autogire était en croisière. L'arrachement de l'empennage a vraisemblablement actionné la gouverne de direction et accentué la perte de contrôle en roulis puis en tangage. Compte tenu de la faible hauteur de vol et des dommages occasionnés, il était impossible de reprendre le contrôle.

Les examens techniques réalisés permettent d'exclure une rupture antérieure à l'interaction entre les pales et le plan vertical gauche. Cette interaction est consécutive à un phénomène de battement du rotor, dû à des actions du pilote suivant l'axe de tangage.

Le pilote était expérimenté sur de nombreux types d'avions performants. Son expérience en tant que pilote d'avion, au regard du nombre d'heures effectuées en autogire, était prépondérante. La technique de pilotage d'un avion de voltige diffère beaucoup de celle d'un autogire notamment par l'amplitude et la vivacité des actions aux commandes. L'ergonomie des commandes d'un autogire (manche, palonnier et commande de puissance) rappelle celle d'un avion de voltige. Une action réflexe visant à rétablir une situation en vol inusuelle sollicitera naturellement les ressources les plus fortement ancrées d'un pilote.

Compte tenu de la direction du vent et de la hauteur de survol estimée, la position géographique de la visière du casque du pilote en tout début de zone de répartition des débris ne peut s'expliquer que par la désolidarisation de celle-ci juste avant la rupture en vol de l'empennage. Il est possible que la perte de la visière ait conduit le pilote à exercer un mouvement intempestif sur la commande de profondeur.

3 - CONCLUSION

L'accident résulte de la rupture en vol de l'empennage arrière consécutif à l'interaction entre ce dernier et les pales du rotor sustentateur. Cette interaction provient d'un battement du rotor induit par des actions rapides sur le manche suivant l'axe de tangage. Cette perte de contrôle en tangage a pu être engendrée par une réaction intempestive du pilote à la désolidarisation en vol de la visière de son casque.

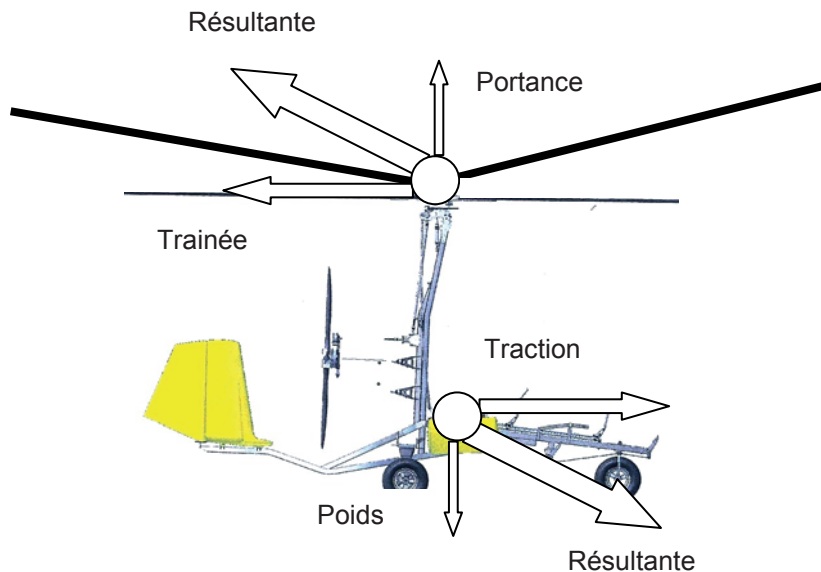
La faible expérience du pilote sur autogire a pu être un facteur contributif.

annexe

Aérodynamique simplifiée de l'autogire classé ULM

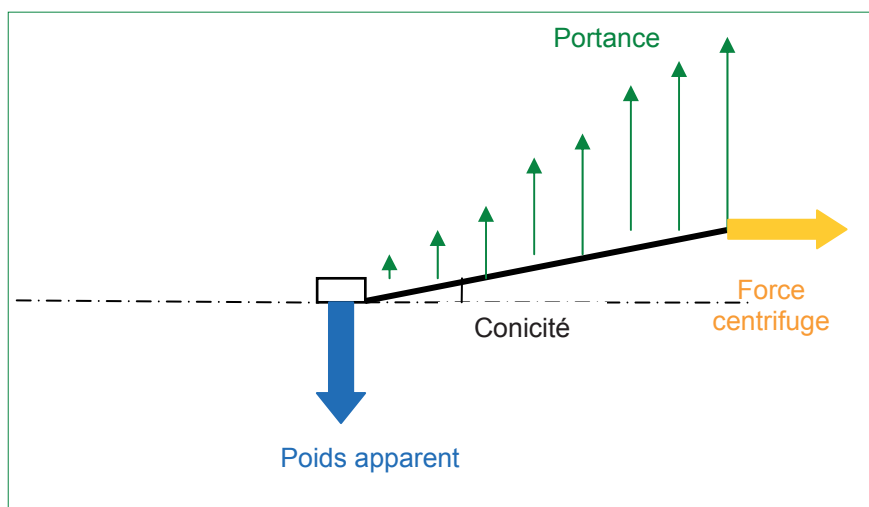
Équilibre des forces

On appelle « poids apparent » la somme du poids et de la force d'inertie dans le référentiel de l'autogire. La composante du poids apparent suivant l'axe de portance est le poids apparent normal. L'autogire étant immobile dans son propre référentiel, la portance est égale au poids apparent normal.



Conicité

Sur une pale, la portance croît à partir du moyeu vers l'extrémité de la pale. Or l'application du poids apparent de l'autogire prend son origine sur le moyeu. Il en résulte un angle entre le plan des pales à l'horizontale et les pales en rotation. La force centrifuge tend à s'opposer à la conicité en tirant sur la pale vers l'extérieur.



Représentation de la portance sur une pale du rotor

Principe de conservation du moment cinétique

Lorsqu'une masse est en rotation libre, le moment cinétique est conservé. Si le rayon de cette masse diminue, la vitesse de rotation augmente. La visualisation de ce principe peut être observée en patinage artistique lorsque le patineur resserre les bras.

Influence du facteur de charge

Sous l'effet d'une augmentation du poids apparent supporté par le disque rotor, la conicité augmente et le diamètre du rotor diminue. La vitesse de rotation et la force centrifuge augmentent jusqu'à obtention d'un nouvel équilibre. Inversement, en cas de diminution du facteur de charge, la vitesse de rotation du rotor diminue.

Sur le type d'autogire considéré, la vitesse de rotation diminue rapidement lorsque le poids apparent devient sensiblement inférieur à 1 G.

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

N° ISBN : 978-2-11-098709-9

