

## Accident de l'ULM autogire - AIR COPTER - DJP 2000 identifié 31LI

survenu le 5 juillet 2020  
à Sos (47)

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

Heure	Vers 12 h 00 <sup>(1)</sup>
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, autogire détruit

### Heurt de la gouverne de direction par le rotor principal, perte de contrôle en vol, collision avec le sol

#### 1 - DÉROULEMENT DU VOL

*Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et de l'exploitation d'une vidéo prise par un témoin.*

Le samedi matin, dans le cadre d'un week-end organisé par leur club sur la plate-forme ULM de Bretagne-d'Armagnac (32), huit ULM autogires et un ULM trois axes effectuent un survol de la région.

Le vol se déroule à une altitude comprise entre 1 100 et 1 500 ft avec un point tournant au niveau du village de Sos. Les autogires sont en formation en V et l'ULM trois axes est à l'extérieur de la formation. Le 31LI est positionné en dernier à gauche de la formation.

Lors du passage au point tournant, l'autogire tombe pratiquement à la verticale et entre en collision avec le sol.

#### 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

##### 2.1 Renseignements sur l'autogire

###### 2.1.1 Autogire accidenté

Autogire de construction amateur de type DJP2000, biplace en tandem, le 31LI était équipé d'un moteur Rotax 914 UL Turbo d'une puissance de 115 ch sur lequel était assemblée une hélice tripale en composite. Le rotor, en aluminium, mesurait 8,60 m de diamètre. Le 31LI a été mis en service en 2009. Le pilote a acheté l'autogire en mai 2016.



Source : site ArthurC AIRLINERS.NET

Figure 1 : Autogire DJP2000 31LI

### 2.1.2 Généralités sur les autogires

<sup>(2)</sup> L'empennage arrière du 31LI est composé d'un plan fixe horizontal, sur lequel est fixée la gouverne de direction en son milieu, entourée de deux plans fixes verticaux à ses extrémités.

Un autogire est un aéronef dont la sustentation est assurée par un rotor libre, bipale à balancier et entraîné par le vent relatif, dont les pales sont solidaires et non articulées et peuvent se déformer par élasticité. Le groupe motopropulseur fournit la puissance nécessaire à la translation de l'autogire mais n'entraîne pas le rotor. Le manche commande l'orientation du plan du rotor, afin d'incliner sa résultante aérodynamique pour cabrer, piquer, engager un virage à gauche ou à droite. L'empennage<sup>(2)</sup> permet de contrôler l'autogire en lacet et de le stabiliser en tangage.

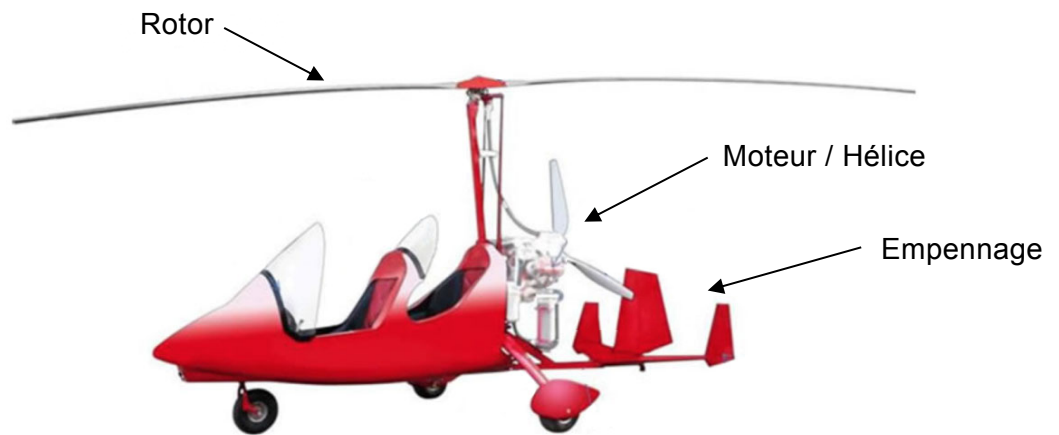


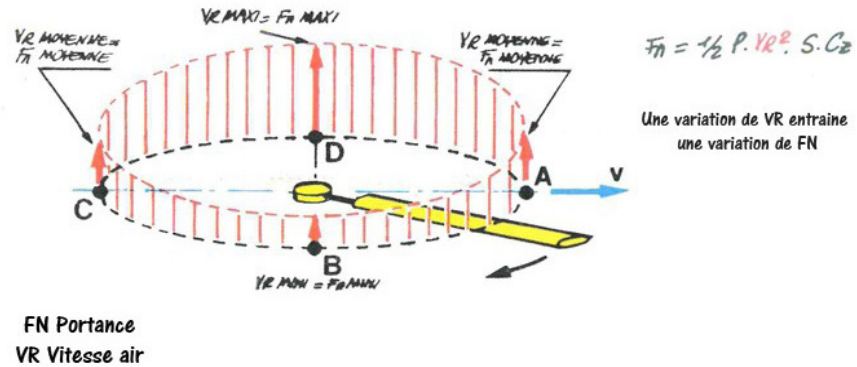
Figure 2 : Description autogire

(3) Le [rapport du BEA sur l'accident du 31-HK le 7 juin 2008](#) comporte une annexe expliquant les principes de la dynamique du rotor des autogires.

### 2.1.3 Le battement rotor<sup>(3)</sup>

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 3: Variation de la portance en fonction de la vitesse

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.

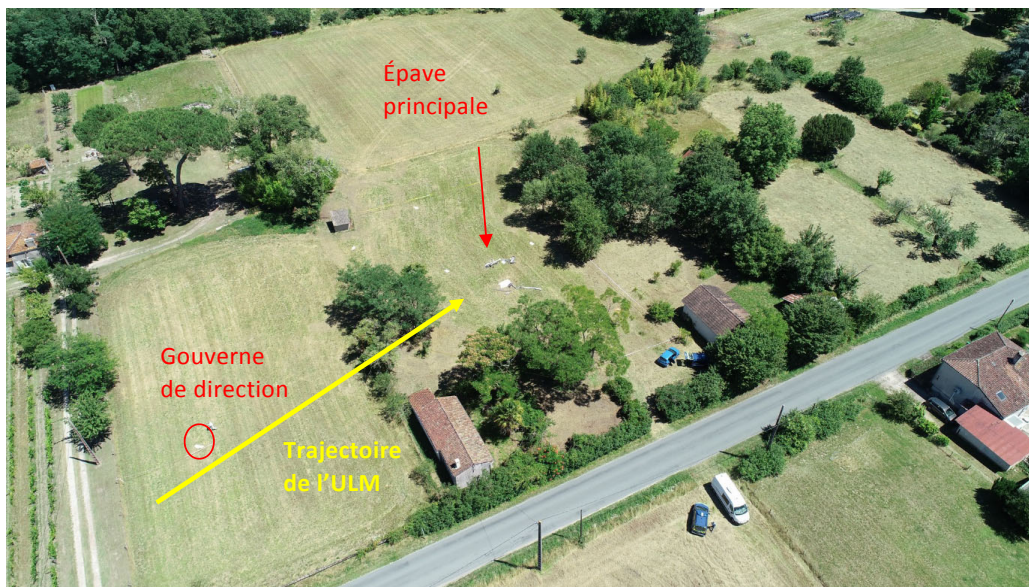
Le pilote doit continuellement adapter son effort sur le manche pour contrôler sa vitesse d'avancement et maintenir les tours rotors suffisants pour assurer la portance, en particulier lors des changements de trajectoire.

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<sup>(4)</sup>.

(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 exagéré par un sur-contrôle.

## 2.2 Site de l'accident

L'autogire est en plusieurs morceaux, répartis dans un rayon d'environ 50 m autour de la partie principale de l'épave, essentiellement sur l'axe de la trajectoire. Des éléments de la partie arrière ont été retrouvés en amont de l'épave sur la trajectoire finale de l'autogire.



Source : GTA

Figure 4 : Site de l'accident

## 2.3 Examen de l'épave

Le rotor est en place sur le mât, les pales portent toutes les deux sur leur bord d'attaque des traces blanches de contact avec des éléments extérieurs.



Figure 5 : Traces observées sur les pales du rotor principal



La dérive et la gouverne de direction portent chacune une trace de contact et sont déformées environ à mi-hauteur.

À l'exception de la gouverne de direction, les éléments de l'empennage portent des traces d'huile pulvérisée.



Figure 6 : Gouverne de direction

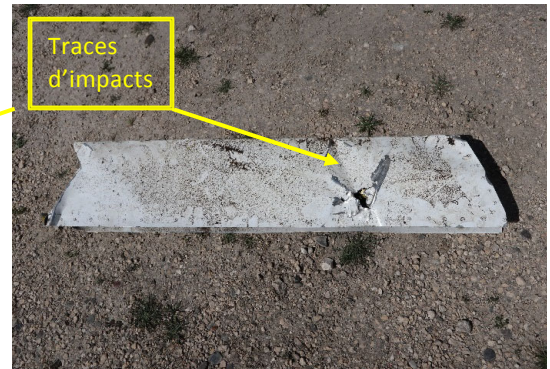


Figure 7 : Dérive recouverte d'huile

Les traces observées sur les pales du rotor (voir [Figure 5](#)) coïncident avec les déformations observées sur la dérive et la gouverne de direction, tant au niveau de la couleur déposée que de la position.

Le moteur est bloqué en rotation et l'hélice est détruite.

Les deux câbles de commande reliant les palonniers à la gouverne de direction sont rompus à la verticale de l'hélice. Les dommages constatés sur les autres commandes de vol sont consécutifs à l'impact avec le sol.

Ces observations montrent que le rotor principal est entré en contact avec la gouverne de direction en vol. Cette dernière s'est ensuite séparée de la cellule. Les câbles de commandes et la gouverne de direction ont probablement heurté les pales de l'hélice propulsive non carénée, ce qui a entraîné une fuite d'huile du moteur, la diminution de la vitesse de rotation du rotor puis la chute de l'appareil.

## 2.4 Expérience et renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 64 ans, détenait une licence de pilote d'autogire depuis juillet 2014. Il détenait également une licence de pilote ULM multiaxe depuis août 2006, et de pilote de paramoteur depuis août 2007. L'enquête n'a pas permis de déterminer l'expérience du pilote sur le 31LI et sur autogire.

## 2.5 Renseignements sur les conditions météorologiques

Les conditions étaient anticycloniques sur le sud-ouest de la France, le ciel était sans nuage. La masse d'air était sèche, convective avec un vent régulier de secteur ouest pour 5 à 10 kt entre le sol et 2 000 ft environ.

## 2.6 Témoignages

Parmi les pilotes en vol à ce moment-là, un seul pilote a vu un panache de fumée et l'autogire tomber, les autres pilotes étant situés devant. Les différents témoins au sol indiquent qu'au cours du vol, un grand bruit a retenti suivi d'un panache de fumée blanche venant de l'autogire.

## 2.7 Exploitation de la vidéo

Une vidéo des autogires en vol au moment de l'accident a été prise par l'un des témoins. On y entend un bruit, possiblement lié à l'accident de l'autogire 31LI. À cet instant, ce dernier n'est pas visible sur la vidéo. Lorsqu'il apparaît sur la vidéo, un élément, probablement la gouverne de direction, semble être partiellement détaché du reste de l'autogire. Cet élément paraît suivre l'autogire, comme s'il était resté lié à ce dernier. La gouverne de direction est probablement restée liée initialement à l'autogire par les câbles de commande de direction. Des changements du plan du rotor sont également perceptibles.

L'autogire 31LI disparaît quelques secondes du champ de vision de la caméra. Lorsque qu'il réapparaît, un panache de fumée blanche est visible et l'autogire commence à tomber vers le sol. Au moins deux éléments tombent également, moins rapidement que l'autogire.

Le panache blanc visible sur la vidéo est cohérent avec une projection d'huile sur les parties chaudes du moteur. Les deux éléments tombant vers le sol sont très probablement les morceaux de la gouverne de direction désolidarisés de l'autogire après la rupture des câbles de commande.

## 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 vol, le rotor principal est venu heurter la gouverne de direction de l'autogire, entraînant sa rupture. Cette interaction a résulté d'un battement du rotor qui a pu être induit par des actions rapides sur le manche suivant l'axe de tangage, un phénomène aérologique localisé, une turbulence de sillage d'un ou plusieurs aéronefs situés devant, ou une conjugaison de plusieurs de ces phénomènes. L'enquête n'a pas permis de déterminer l'origine exacte de ce battement du rotor. Compte tenu des dommages occasionnés, il était impossible au pilote de garder le contrôle de l'autogire et d'éviter la collision avec le sol.