À LA RECHERCHE DE L'AÉRONEF INSOLITE

Depuis quelques années, d'étranges oiseaux d'une élégante silhouette sillonnent les cieux autour de l'aérodrome d'Albertville. Ces engins mystérieux aux caractéristiques techniques et aéronautiques surprenantes suscitent immédiatement la curiosité.

Le premier autogire est né le 9 janvier 1923 grâce au génie de Juan de la Cierva. L'ingénieur espagnol a inventé un rotor articulé qui permit à l'appareil de voler sans avoir à souffrir de roulis incessant. Les bases du vol en autogire étaient établies. Ces appareils connurent un certain succès commercial, et même l'armée américaine en utilisa.

L'aventure européenne de l'autogire a commencé avec la diffusion des plans du Bensen (du nom de son créateur, ingénieur chez Sikorsky) de conception américaine. Pratiquement tous les autogires actuels dérivent de cette machine apparue en 1953. Quelques années auparavant, Vittorio Magni avait vu le jour près de Milan. Après une carrière dans l'aéronautique qui l'avait amené tout d'abord chez Agusta puis à la division hélicoptère de Montedison, il créa en 1964 Elitaliana, une entreprise spécialisée dans l'épandage aérien, puis VPM en 1977 qui, grâce ses pièces composites devint fournisseur d'Agusta et d'Aerea. VPM développa différents appareils dont le monoplace MT-5 et le biplace MT-7 dont les droits furent vendus à une compagnie espagnole. En 1996, VPM devint Magni-Gyro qui commercialise maintenant une gamme complète d'autogires. Il faut savoir que tous les autogires ne sont pas nés égaux. Libre à chacun de se faire une opinion. Pour ma part, j'ai uniquement volé en tant que passager sur un Magni et, sans souhaiter faire aucune publicité pour cette marque, je vais quand même l'utiliser comme exemple.

• Le rotor et balancier de l'autogire.

Mécanique du vol

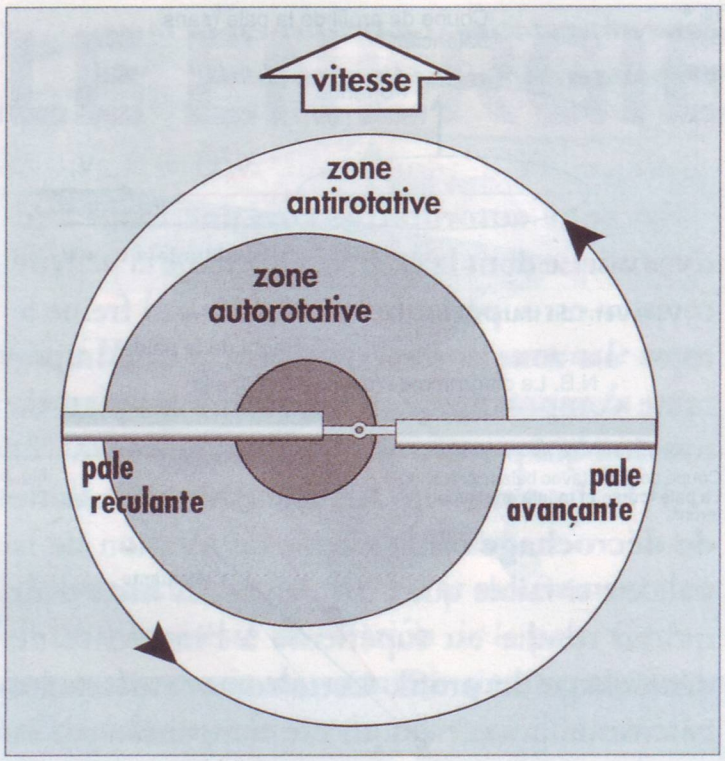
La complexité de l'aérodynamique du rotor relève d'une thèse de doctorat. Cependant l'explication de quelques principes fondamentaux permet de lever un peu le voile d'incompréhension qui entoure ce mécanisme.

Le disque rotor peut être partagé en trois parties. L'incidence du vent relatif (composé du vent rotor et du vent de translation) sur la partie proche de l'axe central (zone de décrochage) est très grande car cette partie qui tourne relativement lentement génère uniquement de la traînée, et pas de portance. Plus on s'éloigne du centre plus la vitesse de la pâle augmente, et l'incidence du vent relatif diminue tandis que de la portance est créée (zone autorotative). En bout de pale, la vitesse de rotation est tellement grande que l'incidence engendre une portance qui se trouve en avant de l'axe de rotation. Cette zone appelée zone antirotative (cf. Fig. 1) est le siège de la portance la plus importante. Chaque partie de la pale contribue donc différemment à la production de portance.

L'autogire est propulsé par une hélice qui remplit le même rôle que celle d'un avion. Placée le plus souvent à l'arrière, elle est chargée de créer un mouvement horizontal. Cette position permet aussi de mieux souffler la dérive et d'obtenir un meilleur contrôle. Le déplacement de l'appareil génère un vent relatif qui permet à la voilure tournante appelée rotor ou hélice sustentatrice, de tourner et d'assurer la portance de l'engin. Sitôt cette dernière établie, l'autogire décolle. Sur certains appareils, notamment ceux qui sont équipés d'un rotor lourd, un mécanisme permet le lancement du rotor favorisant ainsi la rotation. Ce prélanceur peut être mécanique, hydraulique ou électrique. Une fois la vitesse de 200 t/mn atteinte, le lanceur est désengagé et le pilote commence le roulage. La vitesse d'avancement de l'autogire alimente maintenant la rotation qui fait décoller la machine.

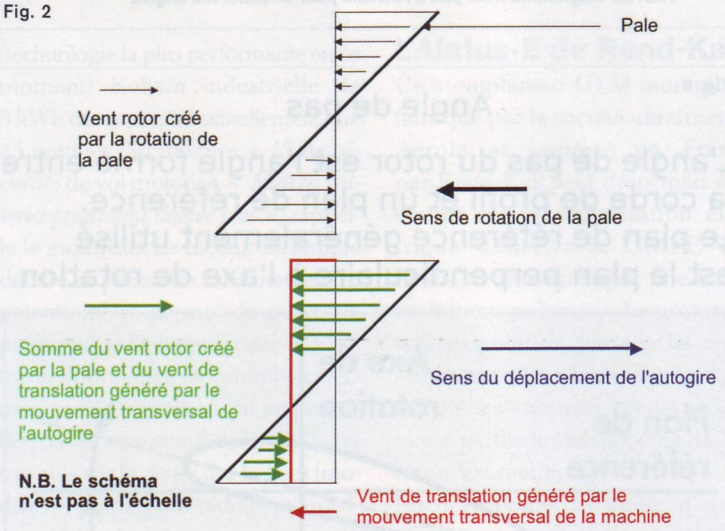
Différents systèmes de lancement existent. Sur le Magni, le moteur entraîne un arbre flexible qui commande le rotor par l'intermédiaire d'une couronne. Autrefois, les autogires n'étaient pas équipés de lanceur et les pilotes avaient besoin de très longues distances pour obtenir leur portance lors du roulage. Il arrivait même qu'ils fassent des allers-retours sur la piste. Une fois la portance établie, le pilote désengage le rotor qui est libre de tourner grâce à la poussée du vent de translation. Ce système peut autoriser des décollages quasiment verticaux. Il suffit d'engager le rotor qui soulève l'appareil qui se mettra en mouvement grâce à son hélice propulsive afin de poursuivre un vol normal.

Cependant la conception de l'autogire ne lui permet pas de voler en stationnaire contrairement aux hélicoptères. Sa caractéristique fondamentale est sa stabilité, c'est-à-dire sa capacité à garder ou à retrouver son



Les différentes régions du disque rotor pendant le vol en translation

© *L'autogire et sa technique*, Édition Rétine — Fig. 1



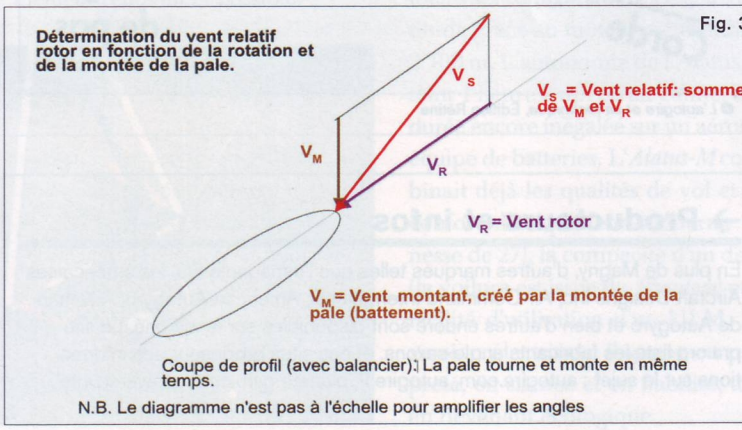


Fig. 4

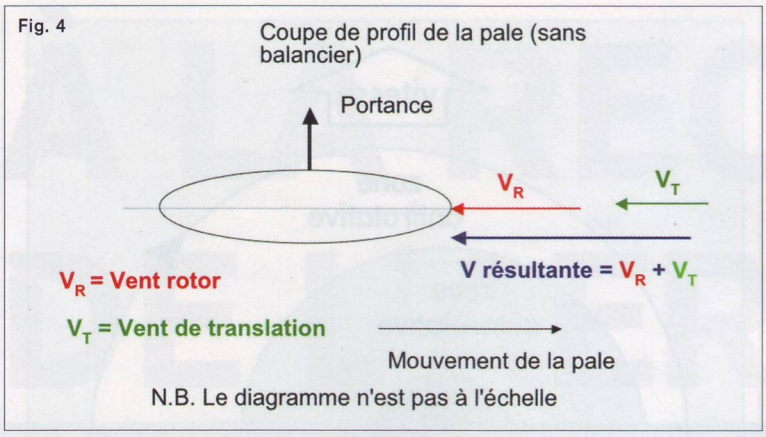


Fig. 5

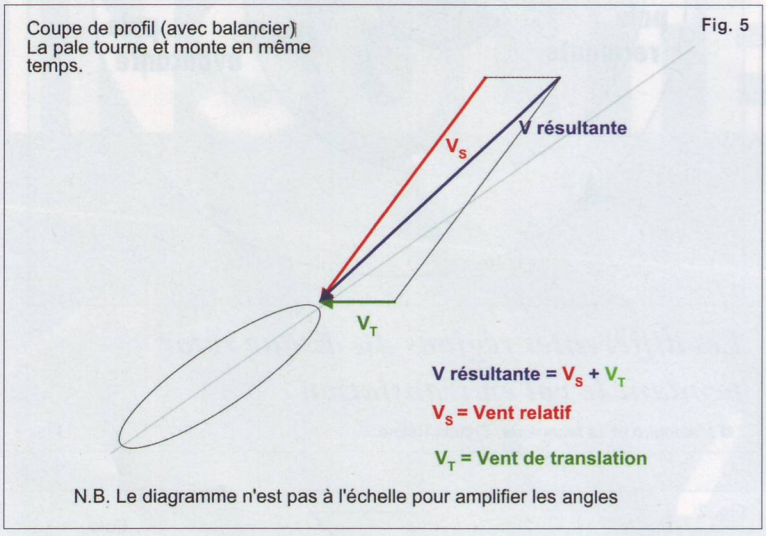
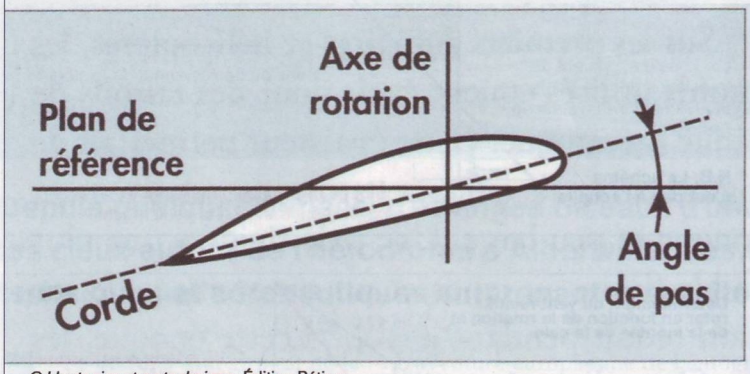


Fig. 6

Angle de pas

L'angle de pas du rotor est l'angle formé entre la corde de profil et un plan de référence. Le plan de référence généralement utilisé est le plan perpendiculaire à l'axe de rotation.



© *L'autogire et sa technique*, Édition Rétine

• En vol, avec les Bauges en arrière-plan.

• Le tableau de bord.

plan de vol après que son équilibre ait été altéré par un facteur externe comme une turbulence. De nombreux accidents ont contribué de par le monde à donner à ces engins une réputation sulfureuse. Les adeptes de l'autogire argumentent qu'en théorie ces machines présentent des qualités de vol et de sécurité supérieures à n'importe quel autre aéronef.

Précis théorique

Au début, les autogires avaient un rotor fixe sur leur pivot. Ce système générait un déséquilibre fondamental. En effet, en tournant, les pales créent leur propre vent relatif (de sens opposé au mouvement de la pale) qui produit de la portance. Ce vent relatif est appelé vent rotor. Sans vent et sans vitesse transversale, la portance est identique sur chaque pale. Mais si l'engin se met à avancer, il faut additionner une composante de vent de translation (on assume par simplification qu'il n'y a pas de vent isobarique). Dans cette situation, la pale avançante subit un vent de translation qui s'additionne au vent relatif rotor qu'elle produit. La somme des deux vents est dirigée vers l'arrière. La portance en est amplifiée (cf. Fig. 2). Le vent rotor créé par l'autre pale s'oppose au vent de translation puisque cette pale en tournant s'éloigne du sens du mouvement de l'appareil. La portance sur la pale est diminuée (cf. schéma 1). En conséquence, la pale avançante génère plus de portance que l'autre et le déséquilibre qui se met en place pouvait renverser la machine. Ce phénomène est amplifié par l'effet de précession gyrosco-

→ Producteurs et infos

En plus de Magny, d'autres marques telles que l'espagnole Ela, les américaines Aircraft-Designs Inc, Air-Command-International, American-Autogyro, l'allemande Autogyro et bien d'autres encore sont disponibles sur le marché. Le site pra.org liste les fabricants anglo-saxons, et ces sites proposent des informations sur le sujet : autogire.com, autogire.fr, planete-gyro.com ou averso.info

• Dernier virage.

• Finale.

• L'aérodrome d'Albertville, avec une visibilité totale.

→ Lectures supplémentaires

- *L'autogire et sa technique* de Xavier Averso et Jean Fourcade (éditions Rétine) fournit dans un style clair et avec de nombreux graphiques, une excellente compréhension de l'aérodynamique de l'autogire. De plus, cet ouvrage donne un cours théorique remarquable sur le pilotage de la machine. Une référence ;
- Le site américain de Magni-Gyro (magnigyro.com) offre une série d'articles de Greg Gremminger sur les caractéristiques des autogires. L'auteur est membre d'un comité pour le développement d'un standard pour le design et les performances des autogires (Gyroplane ASTM standard F-2352), qui a été accepté par la FAA pour les *Light Sport Aircraft* (LSA). Tout importateur ou constructeur d'autogire doit donc le respecter pour proposer des appareils dans la catégorie LSA. Pour ceux qui lisent l'anglais, Greg Gremminger développe une batterie de tests en vol destinés à aider le pilote à déterminer les limites opérationnelles de son autogire.

pique. Durant le vol en translation, la pale avançante qui tourne à très grande vitesse (dans le sens des aiguilles d'une montre) va monter. Ce principe est connu des pilotes d'avion. L'hélice en tournant génère une force vers la gauche qui doit être contrée au palonnier droit.

Le montage du rotor sur un balancier a résolu ce problème. Avec ce système, la pale avançante, qui possède plus de portance comme on vient de voir, peut monter tout en tournant (battement de la pale). Le vent relatif sera maintenant un peu plus vertical (cf. Fig. 3) faisant diminuer l'angle d'incidence (cf. Fig. 4 et 5). Ceci aura pour effet de réduire la portance.

L'effet inverse se produit pour la pale descendante. Comme la pale descend en tournant, l'angle d'incidence augmentera et la portance aussi. Ainsi s'établit un équilibre entre les pales qui empêche l'autogire de se renverser. Pour décoller, le pilote n'aura qu'à tirer le manche pour augmenter l'angle d'incidence du rotor et la machine s'élèvera sans difficulté tout en gardant son équilibre.

Les rotors sont beaucoup moins sensibles aux turbulences. Tout d'abord la surface alaire des deux pales est très inférieure à celle des ailes d'un avion. Deuxièmement, la vitesse angulaire du rotor est bien plus grande que celle d'une aile d'avion. Le bout des pales peut atteindre des vitesses comprises entre 200 et 270 nœuds. En conséquence, une rafale de 30 nœuds, voire beaucoup plus, sera proportionnellement assez négligeable et affectera peu les pales.

Comme le rotor tourne, il possède une grande énergie cinétique. Il se comporte comme un gyroscope et résiste au changement de son plan de rotation. Les pilotes d'autogire expliquent ce phénomène d'anti-turbulence en disant que le rotor hache ou cisaille les rafales qui voudraient perturber l'équilibre de la machine. On peut aussi interpréter ce principe physique en disant que du fait du profit de chaque pale, le rotor suit les turbulences. On remarque le même phénomène quand on vole en hélicoptère.

On pourrait croire que ce principe physique empêche tout contrôle de la direction de l'autogire. Puisque le rotor se comporte comme un gyroscope, pourquoi, lorsque le pilote manœuvre le manche, le rotor s'incline-t-il ? Il faut se rappeler que le pilote contrôle l'angle de pas de la pale (angle formé entre la corde du profil et le plan perpendiculaire à l'axe de rotation, cf. Fig. 6). Il lui suffit d'altérer légèrement cet angle et de laisser les pales corriger l'incidence de l'ensemble avec un décalage de 90°. Les pales tourneront dans un plan différent et la direction des forces s'en trouvera modifiée. L'inverse est également vrai. Du fait de l'axe de battement (axe perpendiculaire à l'axe de rotation qui permet aux pâles du rotor de monter et de descendre pendant leur mouvement de rotation) aucune force gyroscopique ne peut-être transmise au rotor et donc au manche.

Une aile d'avion décroche quand son incidence augmente au-delà d'un seuil. Ce n'est pas tout à fait le cas d'un rotor d'autogire. Si une panne moteur survient, la machine cessera d'avancer et commencera à chuter. À ce moment, la vitesse de chute crée un vent relatif qui vient frapper les pales et en-

• En très courte finale.

• Avant l'arrondi.

• Au parking.

tretient l'autorotation. Imaginez un petit moulin à vent qui tourne quand on souffle sur ses pales perpendiculairement au plan de rotation. Les pales ne devraient pas décrocher car elles continuent à tourner et donc à générer de la portance. Cependant, sur le décrochage, les opinions divergent. Certains auteurs argumentent qu'à très basse vitesse, le décrochage est possible, d'autres affirment l'inverse. Par contre, l'autogire n'a pas de finesse. Si une panne moteur survient, il est communément admis que la machine se posera pratiquement à la verticale de la pointe des pieds. Il faudra aussi que le pilote fasse preuve d'expertise lors de l'arrondi.

Le rotor possède un autre avantage. Les avions accumulent de l'énergie quand ils avancent. Si le moteur s'arrête, cette énergie est restituée sous forme de vitesse et de perte d'altitude. Ceci permet à un avion de planer pour tenter un atterrissage de fortune. Nous avons vu que lors d'une descente, le rotor continue à « porter » la machine. Il emmagasine aussi de l'énergie quand il tourne. Cette énergie est restituée lorsque le pilote commence son arrondi. À ce moment, le rotor n'est plus alimenté en vent relatif du fait de son ralentissement. Par contre, comme il continue de tourner et ralentit progressivement, il fournit toujours de la portance qui permet de rester suspendu un instant avant que la machine ne descende verticalement les derniers centimètres pour permettre un atterrissage normalement en douceur (suivant l'expérience du pilote) et dans un mouchoir de poche.

Fort de toutes ces connaissances théoriques, je me suis porté volontaire pour ajouter une expérience pratique aéronautique à mon vécu de pilote. Ceci malgré l'aspect inhabituel (je reste diplomate) de l'autogire. Joe l'Irlandais a volontiers accepté de me faire découvrir de nouvelles sensations.

Baptême de l'air

Une fois affublé d'un casque muni d'écouteurs, je me suis installé dans le M-16 Magni. J'ai vérifié de nombreuses fois ma ceinture de sécurité ! Joe a démarré le Rotax 914. Première sensation étrange pour un pilote d'avion de tourisme, l'hélice se trouve derrière. Au point d'arrêt, le moteur est amené à 3 000 t/mn et les allumages sont vérifiés. Les commandes essayées, la

• Atterrissage.

• Joe l'Irlandais.

Le Magni M-16

Masse à vide	266 kg
Masse max	450 kg*
Motorisation :	Rotax 914 turbo.
Puissance max.	115 ch (5 mn)
V croisière	86 nœuds
Réservoir	66 l
Autonomie	4 heures
Plafond	15 000 pieds

*maximum autorisé par la législation ULM française

vérification à bord et la sécurité extérieure sont effectuées. Après les appels radio réglementaires, l'appareil s'aligne sur la piste.

Après l'alignement, Joe met le manche en avant et embraye la pré-rotation. Deuxième sensation bizarre : quelque chose tourne au-dessus de ma tête, et de plus en plus vite. À 120 t/mn, le manche est mis en butée arrière. 200 t/mn, le rotor est débrayé et la puissance enclenchée progressivement. La machine démarre et 30 mètres plus loin, alors que l'hélice sustentatrice tourne à 320 t/mn, l'autogire décolle tout seul. Les premières minutes sont tendues. Où est mon espace clos si rassurant ? L'air me fouette le visage et j'ai du mal à regarder où je veux. Mais assez vite, je me relaxe et je commence à profiter le paysage et à effectuer des prises de vues. Je prends plaisir à cette nouvelle liberté aérienne d'autant plus que je ne pilote pas. L'appareil évolue avec aisance dans le ciel. Le rotor tourne continuellement à 400 t/mn. Nous traversons les turbulences calmement, comme l'avait prédit la théorie ingurgitée.

Finalement, Joe amène son appareil en vent arrière à 100 km/h et 4 200 t/mn au moteur. Pour passer en base et commencer sa descente, le pilote réduit la puissance. Il faut savoir que l'on ne doit jamais rendre la main pour perdre de l'altitude contrairement au pilotage d'un avion. Si le pilote mettait le rotor dans cette configuration, l'angle d'incidence du vent relatif deviendrait négatif car il toucherait la face supérieure de la pale et cette dernière s'arrêterait rapidement. Sans aucune portance, la machine plongerait son pilote vers la mort.

Nous sommes en finale toujours à la même vitesse. À 1 mètre du sol, l'arrondi est effectué délicatement. L'appareil se pose pratiquement sur place, tout en douceur. Je comprends maintenant pourquoi les pilotes d'autogires parlent de leur activité avec tant d'enthousiasme et de passion. Joe m'a même avoué qu'il était de plus en plus « accro » à son appareil et aux sensations qu'il procure. J'ai découvert une nouvelle liberté en ressentant au plus profond de mon corps des éléments qui nous font voler et qui me fascinent. ■

Merci à Joe l'Irlandais et Aymé Pilleux et tout particulièrement à Jean Fourcade pour ses corrections.

La mécanique rotor est d'une grande simplicité en comparaison de la compréhension et de la guérison des leucémies. En devenant donneur de moelle osseuse, vous aidez les docteurs à sauver des vies. Plus d'infos sur mon site http://desirs.ailes.free.fr ou sur www.dondusang.net