

## Rapprochement dangereux entre un avion commercial au décollage et un avion léger à l'arrivée, sans alarme TCAS

<b>Aéronefs</b>	1. Avion ATR 42-300 immatriculé F-GKNB 2. Avion Mooney 20 (M20) immatriculé F-GNGG
<b>Date et heure</b>	Mardi 1 <sup>er</sup> juin 2010 à 9 h 17 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitants</b>	1. Airlinair 2. Club
<b>Lieu</b>	A proximité de l'aérodrome de Brive-la-Roche (19)
<b>Nature des vols</b>	1. Transport public régulier de passagers 2. Privé
<b>Conséquences et dommages</b>	Aucun
<b>Personnes à bord</b>	1. 2 PNT + 1 PNC, 10 passagers 2. 1 pilote

<sup>(1)</sup>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.

### DEROULEMENT DU VOL

Un ATR 42-300 débute le roulage pour décoller en piste 32 de l'aérodrome de Brive-la-Roche à destination de Paris-Orly. Le commandant de bord, alors PF, effectue les actions avant décollage ainsi que son briefing décollage pendant la phase de roulage. Pendant ce temps, le pilote d'un M20 qui avait décollé de Limoges à destination de Brive s'annonce à cinq milles marins sur un radial 320° de l'aérodrome. L'agent AFIS l'informe<sup>(2)</sup> qu'un ATR est prêt au décollage. L'équipage de l'ATR entend cet échange radio mais n'y prête pas attention. Il met en puissance puis décolle en respectant la trajectoire de départ aux instruments imposée par la procédure compagnie. Passant 1 200 pieds en montée vers le FL 100 en route vers le VOR de LMG, le CDB lève les yeux et aperçoit le M20 qu'il estime face à lui au même niveau. Il interrompt sa montée et redescend un peu. Le pilote du M20, qui surveille l'ATR, interrompt sa descente. L'équipage de l'ATR voit le M20 passer légèrement au-dessus de lui, sur sa gauche.

Le copilote de l'ATR a indiqué avoir immédiatement regardé son TCAS après le croisement et ne pas y avoir vu le M20. Aucune alarme sonore n'a été entendue dans le poste.

Le CDB de l'ATR s'est entretenu sur la fréquence de Brive avec le pilote du M20. Il lui a fait part de sa surprise et lui a demandé s'il avait un transpondeur. Ce dernier lui a confirmé qu'il avait affiché 7000 depuis qu'il avait quitté la fréquence de Limoges environ trois minutes plus tôt. Le copilote a confirmé qu'après cet échange un identifiant est apparu sur le TCAS derrière la position de l'ATR.

### RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

#### Conditions météorologiques

Une masse d'air faiblement anticyclonique, en provenance de l'ouest, nord-ouest, traverse la France. Des stratocumulus et des altocumulus sont présents en marge sud du secteur chaud d'une perturbation.

La visibilité au sol était supérieure à 10 kilomètres. Des stratocumulus épars étaient présents à 1 800 pieds.

La présence de nuages bas pouvait affecter la détection d'un trafic.

<sup>(2)</sup>Le service d'information de vol d'un aérodrome (AFIS) doit communiquer aux aéronefs « les renseignements en sa possession et portant sur le trafic dont la présence est connue dans la circulation d'aérodrome ou en train d'effectuer une approche aux instruments ». Le M20 n'était pas encore dans la circulation d'aérodrome lorsqu'il a reçu l'information de trafic.

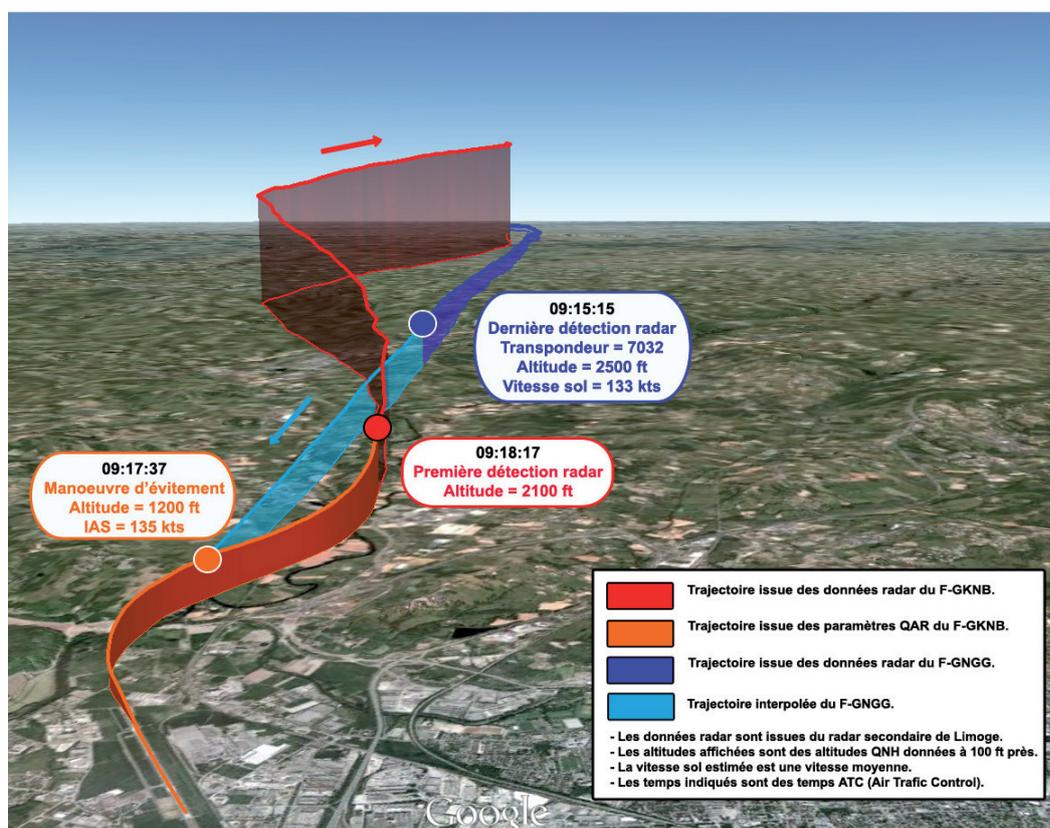
## Trajectoires

Alors qu'il était en contact avec le SIV de Limoges, le pilote du M20 a successivement affiché sur son transpondeur les codes mode C 7051, 7000 puis 7032. Ceci a été confirmé par l'enregistrement du radar de Limoges. Le contact radar a été perdu au moment où le pilote a quitté la fréquence du SIV en collationnant la demande du contrôleur d'afficher le code 7000. A ce moment, l'altitude du M20 était d'environ 2 500 pieds. Par la suite, le M20 n'a plus été détecté par le radar. La perte de l'écho a eu lieu environ 2 minutes avant le point de rapprochement minimum. La trajectoire du M20 après la perte de l'écho radar a été déduite du témoignage des pilotes.

La trajectoire de l'ATR a été reconstituée en 2 étapes : pour la portion du vol en dehors de la couverture radar, la position de l'ATR a été calculée par intégration de paramètres contenus dans l'enregistreur de maintenance (QAR) ; la trajectoire ainsi établie a été raccordée à la trajectoire enregistrée par le radar de Limoges. La détection de l'ATR par le radar intervient lorsqu'il passe 2 100 pieds en montée, une minute après le point de rapprochement minimum.

## STRATÉGIE D'ÉVITEMENT DU PILOTE VFR

Le pilote du M20 n'a pas eu la même perception du rapprochement que l'équipage de l'ATR. Il indique qu'il avait maintenu le contact visuel avec l'ATR depuis son décollage. Il avait prévu de s'intégrer en vent arrière 32 au nord des installations en passant sous l'ATR en montée. Il ne s'attendait pas à voir l'ATR interrompre sa montée.



### Procédure préconisée par l'exploitant

En raison de l'impossibilité de maintenir la pente publiée (9 %) en monomoteur, la compagnie a déposé un dossier à la DGAC afin d'exploiter des ATR 42-300 au départ de Brive-la-Roche. Ce dossier précise les conditions opérationnelles permettant l'exploitation de vols de transport public de passagers. Elles prévoient des limitations météorologiques (visibilité et plafond) et une trajectoire de décollage différente de celle publiée par le SIA. Parmi les consignes publiées dans le manuel d'exploitation de la compagnie, on relève les suivantes :

- au passage de l'extrémité de piste l'OPL annonce « fin de piste » ;*
- le CDB demande « heading 015° (corrigé de la dérive) » pour prendre la Rm 015 ;*
- poursuivre Rm 015 jusqu'à intercepter le QDR 337 de RH (QDM 337 de LMG) et poursuivre la montée vers LMG ;*
- cette trajectoire nécessite une pente minimum de 5 % et l'altitude de sécurité entre RH et LMG est de 3 500 ft.*

### Réglementation

L'aérodrome de Brive-la-Roche est un aérodrome non contrôlé AFIS, situé en espace aérien de classe G. La règle qui y prévaut en matière d'anticollision est « voir et éviter ». L'agent AFIS assure notamment le service d'information de vol au bénéfice des aéronefs évoluant dans la circulation d'aérodrome. En cela, il doit communiquer aux aéronefs les « renseignements en sa possession et portant sur le trafic dont la présence est connue dans la circulation d'aérodrome ou en train d'effectuer une approche aux instruments ».

L'enregistrement des radiocommunications montre que l'agent AFIS a délivré une information de trafic au pilote du M20 concernant la présence d'un ATR au départ ; en revanche, il n'a pas fait d'information de trafic à l'équipage de l'ATR.

### Emport transpondeur

Le M20 était équipé d'un transpondeur avec alticodeur. L'emport d'un transpondeur est obligatoire en France pour évoluer dans les espaces aériens de classe B, C et D. En espace aérien de classe G, son emport n'est pas obligatoire, toutefois, la réglementation précise que lorsqu'un avion en est équipé il doit être en fonctionnement code 7000.

### Absence de détection radar sur certaines approches

La surface du territoire français métropolitain est couverte par au moins un radar. En revanche, cette couverture ne débute pas toujours à partir du sol, du fait de la présence de relief entre les radars et les aérodromes. En conséquence, la détection radar à basse altitude au voisinage d'aérodromes, dont certains accueillent du trafic commercial, n'est pas assurée.

<sup>(3)</sup>TCAS, Traffic  
Collision Avoidance  
System

### TCAS<sup>(3)</sup> et transpondeur

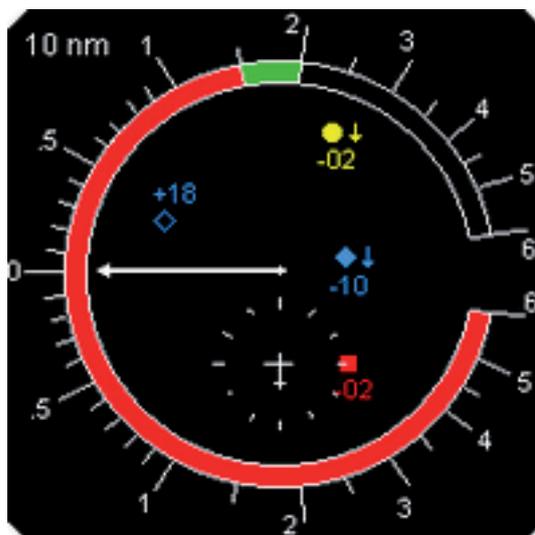
Un TCAS est un système de bord indépendant dont le rôle est d'informer le pilote de la présence d'avions équipés de transpondeurs SSR potentiellement en conflit. Le TCAS interroge les transpondeurs de tous les avions du voisinage. En se basant sur les réponses reçues, le système évalue la distance oblique, l'altitude (lorsqu'elle est disponible) et le relèvement du trafic environnant. Le TCAS peut délivrer des « avis de trafic (TA) ». Ils ont pour but d'aider le pilote lors de la recherche visuelle de l'avion intrus, et de lui demander de se préparer à un avis de résolution potentiel. Le TCAS peut également délivrer des « avis de résolution (RA) », qui sont des manœuvres d'évitement dans le plan vertical vis-à-vis d'un ou plusieurs avions intrus.

Les RA sont inhibés lorsque la hauteur radiosonde de l'avion équipé est inférieure à 900 ft en descente et 1 100 ft en montée. En revanche les TA sont toujours actifs.

Le TCAS est capable de gérer une situation à risques multiples : il peut traiter simultanément jusqu'à 30 « intrus » avec une portée nominale de 14 milles marin pour les avions équipés d'un transpondeur mode A/C et 30 milles marins pour ceux en mode S.

Lorsque le transpondeur d'un intrus n'est pas en fonction (OFF ou SBY), le TCAS ne peut détecter cet intrus et ne peut donc donner ni avis de trafic ni avis de résolution. Lorsqu'il est sur ON, il ne transmet pas d'information d'altitude, donc seul un avis de trafic est possible. Lorsqu'il est sur ALT, les deux avis peuvent être générés.

Les aéronefs et les avis sont présentés sur un écran, incluant également l'indicateur de vitesse verticale instantanée (IVSI). Sur l'affichage, un RA est représenté par un arc rouge, qui indique la plage de vitesses verticales à éviter. Un arc vert situé à côté de l'arc rouge indique au pilote qu'il doit manœuvrer l'avion pour atteindre la vitesse verticale requise représentée par l'arc vert. Des haut-parleurs situés dans le poste de pilotage avertissent l'équipage des avis TCAS au moyen d'alarmes vocales.



<sup>(4)</sup>Ni le test du TCAS de l'ATR, ni celui du transpondeur du M20 n'ont révélé de dysfonctionnement après l'incident.

## Simulation des alarmes TCAS

En supposant que le code 7000, mode C était affiché sur le transpondeur du M20, que les équipements fonctionnaient<sup>(4)</sup> et que la trajectoire du M20 corresponde à celle extrapolée (page 2), un avis de trafic aurait été généré environ 15 secondes avant le croisement. Aucun avis de résolution n'aurait été généré car la hauteur radiosonde de l'ATR était inférieure à 1 100 pieds.

## CONCLUSION

L'incident est dû au choix de la stratégie d'espacement mise en œuvre par le pilote de l'avion léger, sans tenir compte des possibles altérations de trajectoires commandées par l'équipage de l'avion commercial.

Ont contribué à l'incident les facteurs suivants :

- un excès de confiance dans le TCAS, une surveillance extérieure tardive et la difficulté d'appliquer le concept « voir et éviter » sur un départ aux instruments de la part de l'équipage de l'ATR ;
- l'absence d'alarme TCAS sans panne avérée des systèmes.

## ENSEIGNEMENTS

### Vol VFR

La stratégie de séparation du pilote du M20 reposait sur une surveillance constante de l'ATR et un espacement vertical par rapport à ce dernier. Il ne s'attendait pas à une modification de sa trajectoire verticale et pensait que l'équipage avait connaissance de sa position. Cette stratégie s'est révélée défailante du fait de la difficulté de prédire la trajectoire verticale choisie par le pilote de l'ATR ainsi que la limitation sensorielle consistant à évaluer une pente de montée en ne percevant qu'une assiette.

### Vol commercial

La procédure de l'exploitant prévoit dans le paragraphe sur les conditions particulières : « en VMC redoubler la surveillance extérieure ». Elle ne précise pas qui est chargé de cette fonction dans la répartition des tâches. De plus, cette procédure n'est pas connue des pilotes extérieurs à la compagnie.

La plupart des aérodromes desservis par du transport public régulier de passager sont situés en espace aérien contrôlé de classe D où le transpondeur est obligatoire. Tous les aéronefs y sont systématiquement détectés impliquant une grande confiance dans le TCAS<sup>(5)</sup> de la part des pilotes. Cependant certains aérodromes sont situés en EANC<sup>(6)</sup>. Les pilotes ne s'attendent pas à rencontrer des aéronefs sans transpondeur.

### Remarque service d'information

L'agent AFIS a informé le pilote du M20 du décollage imminent de l'ATR en réponse à son premier message. Il explique qu'il pensait avoir informé également l'équipage de l'ATR<sup>(7)</sup> mais ne l'a pas fait. D'après la réglementation, il n'y était pas obligé dans la mesure où le M20 n'était pas encore dans la circulation d'aérodrome.

<sup>(5)</sup>L'emport du TCAS est obligatoire pour les avions de plus de 19 passagers ou 5.7 tonnes effectuant du transport public de passagers.

<sup>(6)</sup>EANC : Espace Aérien Non Contrôlé.

<sup>(7)</sup>La connaissance de la présence d'un autre trafic l'aurait vraisemblablement conduit à augmenter sa vigilance extérieure.

## RECOMMANDATION DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

### Recommandation n° FRAN-2012-001

En EANC où s'applique la règle « voir et éviter »<sup>(8)</sup>, le TCAS constitue un ultime rempart contre les collisions, efficace uniquement lorsque les aéronefs sont équipés d'un transpondeur en fonction. Toutefois, l'emport d'un transpondeur n'est pas obligatoire pour les aéronefs évoluant en régime de vol VFR en EANC (espaces F et G).

En pénétrant dans ces espaces, et notamment aux abords des aérodromes situés en EANC, les pilotes d'avions de transport, en régime IFR, sont exposés au rapprochement d'aéronefs en régime VFR, indétectables par d'autre moyen que le contact visuel. Celui-ci est malaisé du fait des trajectoires VFR libres et de leur faible vitesse d'évolution. Les pilotes d'avions de transport s'appuient sur toute information facilitant l'anticollision dans les portions d'espace les séparant des espaces aériens contrôlés. Les avions en IFR suivent souvent des trajectoires définies, avec des équipages dont la charge de travail à proximité des aérodromes de départ ou d'arrivée ne permet pas une surveillance extérieure efficace.

Les pilotes d'aéronefs légers doivent s'attendre à évoluer en présence d'avions de transport rapides lorsqu'ils approchent d'aérodromes situés en EANC et accueillant du transport public régulier. Ils doivent donc s'assurer qu'ils seront facilement détectables en vérifiant leur transpondeur, s'ils en sont équipés.

La protection des trajectoires d'accès aux aérodromes accueillant du transport public diminuerait le risque de collision entre vols commerciaux en IFR et vols VFR.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC protège les trajectoires IFR des aéronefs, équipés de TCAS, effectuant du transport public, en conditionnant l'accès à ces zones à l'utilisation de la radio et du transpondeur.**

<sup>(8)</sup>Les limites du concept « voir et éviter » sont soulignées dans l'étude du BEA relative aux abordages. En particulier, l'inadéquation de ce concept a été retenue comme cause probable dans un rapport du BEA (f-vg990212).