

Rapport

Accident survenu le **24 septembre 2013**
peu après le décollage de **Lyon-Bron (69)**
à l'avion **Cessna Riley Turbine Eagle 421**
immatriculé **N556MB**



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

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

Les enquêtes de sécurité

Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.

Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ	2
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	6
ORGANISATION DE L'ENQUETE	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	8
1.1 Déroulement du vol	8
1.2 Tués et blessés	9
1.3 Dommages à l'aéronef	9
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le personnel	10
1.5.1 Renseignements sur le pilote aux commandes, assis en place avant droite	10
1.5.2 Renseignements sur le passager assis en place avant gauche	10
1.6 Renseignements sur l'aéronef	11
1.6.1 Cellule	11
1.6.2 Moteurs	11
1.6.3 Masse et centrage	12
1.6.4 Vitesses pertinentes de l'avion	12
1.6.5 Procédure en cas de panne moteur après décollage sur bimoteur léger	13
1.6.6 Réglage aérodynamique de l'avion en direction	13
1.6.7 Maintenance	14
1.7 Renseignements météorologiques	14
1.8 Aides à la navigation	14
1.9 Télécommunications	14
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	14
1.11 Enregistreurs de bord	15
1.12 Renseignements sur le site, l'épave et les moteurs	15
1.12.1 Le site	15
1.12.2 L'épave	15
1.12.3 Groupes turbopropulseurs	16
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.14 Incendie	17

1.15 Questions relatives à la survie des occupants	18
1.16 Essais et recherches	18
1.16.1 Circuit carburant	18
1.16.2 Groupes motopropulseurs	18
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	19
1.17.1 Réglementation américaine pour les avions immatriculés N	19
1.17.2 Conditions d'exploitation en France	19
1.18 Renseignements supplémentaires	19
1.18.1 Témoignages	19
1.18.2 La place du pilote aux commandes	20
2 - ANALYSE	21
2.1 Scénario	21
2.1.1 Jusqu'à la rotation	21
2.1.2 Comportement de l'avion à l'envol	21
3 - CONCLUSION	22
3.1 Faits établis par l'enquête	22
3.2 Cause de l'accident	23

Glossaire

AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AFM	Airplane Flight Manual - Manuel de vol
AGL	Au-dessus du sol
AMEL	Airplane multiengine land
ASFC	Au-dessus de la surface
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
CTA	Certificat de Transport Aérien
CTR	Zone de contrôle
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile (France)
FAA	Federal Aviation Administration (Etats-Unis)
FAR	Federal Aviation Regulation
HPA	High Performance Aircraft - Avion à hautes performances
IFR	Règles de vols aux instruments
IR	Instrument Rating - Qualification de vol aux instruments
MTOW	Maximum Take-Off Weight - Masse maximale certifiée au décollage
MEP	Multi Engine Piston - Multi-moteur à pistons
METAR	Message d'observation météorologique régulière d'aérodrome
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
SEP	Single Engine Piston - Qualification de classe monomoteur à piston
SID	Standard Instrumental Departure - Départ normalisé aux instruments
STC	Supplemental Type Certificate - Certificat supplémentaire de type
TAF	Message de prévision météorologique régulière d'aérodrome
TMA	Région terminale de contrôle
TSN	Time Since New - Temps total de fonctionnement
TSO	Time Since Overhaul - Temps de fonctionnement depuis la révision générale
VAC	Carte d'approche et d'atterrissement à vue
Vmca	Vitesse minimale de contrôle air
Vr	Vitesse de rotation
Vyse	Vitesse de meilleur taux de montée sur un moteur
VFR	Règles de vol à vue
VMC	Visual Meteorological Conditions - Conditions météorologiques de vol à vue

Synopsis

Perte de contrôle en vol après le décollage, collision avec le sol, incendie

Aéronef	Avion Cessna Riley Turbine Eagle 421 (RT421CP), immatriculé N556MB
Date et heure	24 septembre 2013 à 8 h 45 ⁽¹⁾
Exploitant	Société
Lieu	Aérodrome de Lyon-Bron (69)
Nature du vol	Aviation générale, voyage, aviation d'affaires
Personnes à bord	Un pilote et trois passagers
Conséquences et dommages	Pilote et passagers décédés, avion détruit

⁽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.

Le pilote et trois passagers décollent à 8 h 44 de l'aérodrome de Lyon-Bron à destination de l'aérodrome d'Aix-les-Milles (13). Le roulement au décollage se passe normalement. Dès le décollage, l'avion dévie à gauche, oscille en roulis, puis vire à gauche et monte peu. Peu après l'extrémité de piste, l'avion chute, entre en collision avec le sol et prend feu.

L'accident est survenu probablement à la suite d'un vol dissymétrique dès la rotation, que le pilote n'a pas été en mesure de maîtriser.

La cause initiale la plus probable est un réglage inapproprié du trim de direction avant le décollage.

La faible expérience du pilote sur cet avion fortement motorisé ainsi que la faible hauteur atteinte n'ont pas permis au pilote de comprendre puis de gérer rapidement la situation et d'éviter la perte de contrôle.

ORGANISATION DE L'ENQUETE

Conformément aux dispositions internationales, le BEA a associé à cette enquête ses homologues étrangers :

- National transportation safety board (NTSB, États-Unis), État de construction et d'immatriculation.
- Bureau de la sécurité des transports (BST, Canada), État de construction des moteurs.
- Service suisse d'enquête de sécurité (SESE, Suisse), État dans lequel des opérations d'entretien ont été réalisées sur cet avion.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Note : les éléments suivants sont issus des radiocommunications, des témoignages et de l'étude du site de l'accident.

Le mardi 24 septembre 2013, le pilote du Cessna RT421CP, immatriculé N556MB, assis en place avant droite décolle en IFR de la piste 34 de l'aérodrome de Lyon-Bron à destination de celui d'Aix-les-Milles avec trois passagers.

Un des passagers est assis en place avant gauche. Il est titulaire d'une licence de pilote mais ne détient pas les qualifications requises pour piloter cet avion.

Le père du pilote et un autre passager sont assis à l'arrière, dos au sens de la marche. Le père du pilote, propriétaire de l'avion⁽²⁾, l'utilise à des fins professionnelles et privées. Le jour de l'accident, en tant que chef d'entreprise, il doit pour des raisons professionnelles se rendre dans la région d'Aix-en-Provence. L'autre passager arrière, un de ses employés, l'accompagne à son rendez-vous professionnel.

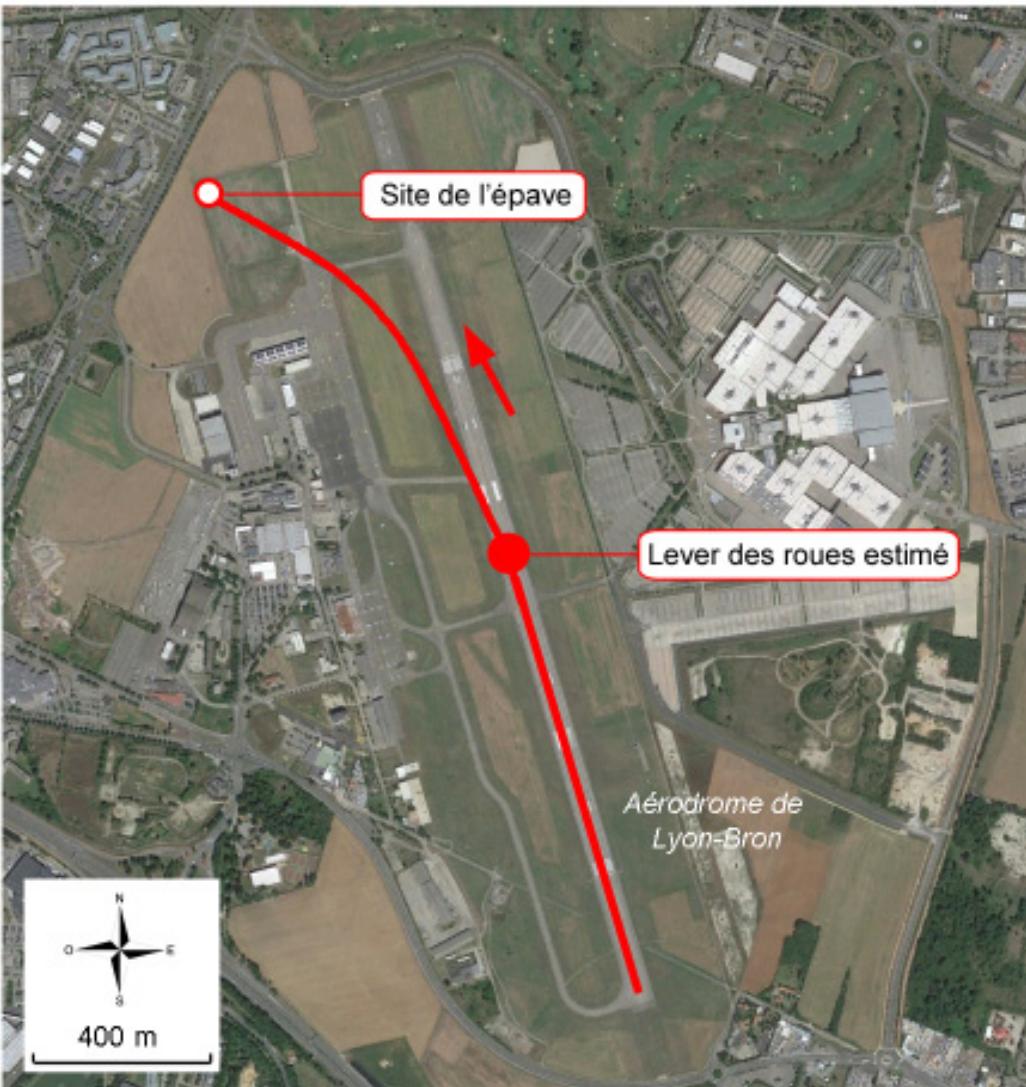
Après avoir fourni pendant le roulage la clairance de départ ROMAM 2 P, le contrôle de Lyon-Bron transmet au pilote avant qu'il s'aligne l'instruction suivante : « *virage droite dans le vent arrière, puis cap 180, en montée 5 000 ft* ». La clairance est correctement collationnée. Avant l'autorisation de décollage, le contrôleur fait une information de trafic sur un avion en début de vent arrière. Le pilote indique avoir l'avion en vue puis le contrôleur autorise le Cessna à décoller. Le pilote décolle à 8 h 44 de la piste 34.

À la fin de la rotation, juste après avoir quitté le sol, l'avion se met à dévier à gauche de l'axe de piste avec une faible pente de montée. Arrivé au niveau de l'extrémité de la piste, alors qu'il se trouve à environ 200 ft / sol, il amorce un virage à gauche à faible vitesse, train sorti. L'inclinaison augmente et l'avion prend une forte assiette à piquer. Environ 25 secondes après le lever des roues⁽³⁾, il entre en collision avec le sol dans les limites de l'enceinte de l'aérodrome et prend feu.

Un camion de lutte contre l'incendie du service de secours de l'aérodrome intervient sur le site et maîtrise rapidement le feu.

⁽²⁾Officiellement, le N556MP était la propriété de la société Sacha Aviation Inc. Owner Trustee domiciliée aux Etats-Unis. De fait, par l'intermédiaire d'une société sise au Royaume-Uni, il appartenait au père du pilote.

⁽³⁾Calcul effectué à partir de la distance parcourue et de la vitesse de décollage.



Source du fond cartographique : Google Earth

— Trajectoire du N556MB estimée à partir des témoignages

BEA

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune
Membres d'équipage	1	-	-
Passagers	3	-	-
Autres personnes	-	-	-

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion est détruit et a brûlé presque en totalité. Seule a subsisté la partie du fuselage en arrière de l'aile.

1.4 Autres dommages

Le grillage de la clôture d'enceinte de l'aérodrome est endommagé par l'incendie sur une dizaine de mètres. Par ailleurs des ruches ont été détruites dans l'incendie.

1.5 Renseignements sur le personnel

L'enquête a pu établir que le pilote aux commandes était la personne installée en place avant droite⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾À l'arrivée des secours, un téléphone portable se trouvait dans la main du pilote assis sur le siège avant gauche, ce qui exclut l'hypothèse qu'il fût aux commandes.

1.5.1 Renseignements sur le pilote aux commandes, assis en place avant droite

Le carnet de vol et les documents du pilote ont été détruits par l'incendie. L'enquête n'a pas permis de déterminer précisément son expérience aéronautique ni les circonstances qui l'ont conduit à prendre place à droite.

Homme, 21 ans

- licence européenne PPL (A) délivrée par la France en juillet 2010, avec une SEP ;
- licence américaine (USA) Private Pilot délivrée par la FAA (USA) le 16 octobre 2012, basée sur la licence PPL(A) française, avec les qualifications AMEL et IR ;
- certificat américain sanctionnant l'entraînement sur Cessna RT421CP avec vol à haute altitude sur HPA daté du 7 décembre 2012 ;
- aptitude médicale AESA classe 2 avec port de verres correcteurs.

Expérience

- heures totales déclarées au bureau des licences le 22 mai 2012 : 151 heures de vol, dont 104 en tant que commandant de bord ;
- heures totales déclarées à la date du 27 août 2013⁽⁵⁾ : 410 heures de vol ;
- sur type, calculées à partir du carnet de route de l'avion : 12 heures environ.

⁽⁵⁾Le carnet de vol du pilote n'ayant pas été retrouvé après l'incendie, les heures de vol effectuées à cette date sont celles déclarées au médecin aéronautique qui a effectué le renouvellement d'aptitude médicale de classe 2.

1.5.2 Renseignements sur le passager assis en place avant gauche

Homme, 50 ans

- licence européenne PPL (A) délivrée par la France en juillet 2010 avec une SEP ;
- aptitude médicale de classe 2 avec port de verres correcteurs.

Expérience

- heures totales : 579 heures de vol, dont 477 en tant que commandant de bord ;
- heures sur type : 3 heures avec un instructeur ;
- dans les 3 derniers mois : 5 heures dont 3 sur type avec un instructeur ;
- dans les 30 derniers jours : aucune.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Le Cessna 421C Golden Eagle est un avion léger pressurisé, mono-pilote, bimoteur à pistons. Remotorisé avec deux turbopropulseurs PT6A-135, son appellation est Cessna RT421CP. Il peut accueillir jusqu'à six personnes pour une masse maximale certifiée au décollage (MTOW) de 3 447 kg.

Il était basé à Lyon-Bron. Le jour de l'accident il était exploité en aviation générale.

Sous immatriculation américaine, l'utilisation de ce modèle d'avion ne requiert pas de qualification de type, ce qui serait le cas sous immatriculation européenne. Le pilote doit détenir une qualification AMEL sur sa licence FAA ainsi que les autorisations spécifiques HPA et haute altitude.

1.6.1 Cellule

Constructeur	Cessna
Type	RT421C
Numéro de série	421C0468
Immatriculation	N556MB
Mise en service	1978
Certificat de navigabilité	Valide le jour de l'accident
Propriétaire	Société Sacha Aviation Inc Owner Trustee basée aux USA
Utilisation à la dernière opération de maintenance (visite annuelle réalisée le 2 mai 2013)	3 661 heures de vol

1.6.2 Moteurs

Le N556MB était équipé à l'origine de deux moteurs atmosphériques à pistons GTSIO-520-F-K construits par TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS délivrant une puissance de 375 cv chacun.

Il a ensuite été modifié suivant une procédure agréée (STC)⁽⁶⁾ dans les années 70 par la FAA en remplaçant les deux moteurs à pistons par deux turbopropulseurs PT6A-135 produits par Pratt & Whitney Canada.

Cette modification a été réalisée par la société américaine Riley. Elle fournit une puissance de deux fois 750 cv, c'est-à-dire deux fois plus que la puissance de la version initiale antérieure.

La remotorisation du N556MB est la version la plus puissante installée sur un Cessna 421C.

Le moteur gauche a été monté sur l'avion lors de sa dernière opération de maintenance (visite annuelle effectuée le 2 mai 2013). La dernière grande visite de ce moteur a été réalisée par Dallas Airmotive, à 3 675 heures depuis neuf.

À cette date, le moteur droit était déjà installé sur cet avion. La dernière grande visite de ce moteur a été réalisée par Pratt & Whitney Engine Service en novembre 1988.

⁽⁶⁾STC : Document délivré par la FAA conférant l'autorisation de modifier un aéronef ; par extension, l'AESA emploie une terminologie similaire, STC devenant Supplementary Type Certificate.

Lors de la visite annuelle du 2 mai 2013, les informations disponibles sur le fonctionnement des moteurs étaient les suivantes :

	Moteur gauche	Moteur droit
Numéro de série	92147	92110
TSN relevé à la dernière opération de maintenance (Visite Annuelle), le 2 mai 2013	4 202 heures 3 978 cycles	3 324 heures Nombre de cycles illisibles
TSO relevé à la dernière opération de maintenance, le 2 mai 2013	527 heures	2 214 heures

1.6.3 Masse et centrage

La contenance maximale des réservoirs de l'avion est de 1 304 litres de carburant. Avant le décollage, un avitaillement de 782 l de Jet A1 avait été effectué. Cette quantité correspond à la contenance des deux réservoirs principaux. L'enquête n'a pas pu déterminer la quantité de carburant présente dans les deux réservoirs auxiliaires. Par conséquent, la masse de l'avion au décollage n'a pu être déterminée avec certitude. Compte tenu de la quantité de carburant nécessaire pour effectuer le voyage aller-retour vers Aix-les-Milles en IFR⁽⁷⁾, la masse estimée au décollage devait être proche de la masse maximale certifiée.

⁽⁷⁾Environ 850 litres.

La connaissance de la répartition des quatre personnes à bord et de leur faible nombre de bagages permet de penser que le centrage de l'avion était dans les limites définies par le constructeur.

1.6.4 Vitesses pertinentes de l'avion

1.6.4.1 La Vmca

Sur un avion bimoteur lorsqu'un moteur est en panne, le moment en lacet généré par la traction asymétrique doit être contré par une action du pilote sur les commandes, principalement sur les palonniers. Lorsque la vitesse de l'avion diminue, l'effet aérodynamique sur la dérive et la gouverne de direction décroît et la déflection du palonnier doit augmenter. Il existe une vitesse (Vmca) en-deçà de laquelle le pilote ne peut plus empêcher la rotation en lacet, la gouverne de direction étant totalement braquée. Sa valeur a été démontrée lors d'essai en vol dans les conditions de centrage et de masse les plus défavorables, lorsque le moteur critique⁽⁸⁾ est en panne et que l'autre moteur délivre la puissance maximale.

⁽⁸⁾Sur bimoteur, le moteur critique correspond au moteur qui, s'il tombe en panne, affecte le plus les qualités de vol de l'avion. Concrètement, l'avion part en lacet du côté du moteur mort. L'effet sera plus violent si c'est le moteur critique qui tombe en panne. Sur cet avion, il s'agit du moteur gauche.

Remarque : aux vitesses inférieures à la VMCA, l'avion s'engage en lacet et s'incline du côté du moteur en panne. Le pilote ne peut maîtriser à nouveau l'avion qu'en réduisant la puissance du moteur en fonctionnement ou en augmentant la vitesse par changement de l'assiette de l'avion, ou les deux.

⁽⁹⁾La société Riley, détentrice du STC, n'existe plus.

La documentation personnelle du pilote retrouvée à bord indique une Vmca de 95 kt. Aucun manuel de vol correspondant à ce type d'avion, modifié sous STC, n'a pu être récupéré dans le cadre de l'enquête⁽⁹⁾.

1.6.4.2 Vr

C'est la vitesse préconisée à laquelle le pilote fait la rotation en conditions standard. La documentation personnelle du pilote retrouvée à bord indique une Vr de 95 kt.

Ceci montre qu'en cas de panne moteur à la rotation ou peu après, la réaction du pilote doit être rapide et adéquate.

1.6.5 Procédure en cas de panne moteur après décollage sur bimoteur léger

La procédure classique prévoit de retrouver la symétrie du vol en agissant sur le palonnier, de rentrer le train, d'identifier le moteur en panne, de l'arrêter et de mettre son hélice en drapeau, tout en gardant une vitesse supérieure à la Vmca et de préférence égale à la Vyse en N-1.

1.6.6 Réglage aérodynamique de l'avion en direction

Les avions sont généralement équipés de systèmes de compensation (compensateurs ou trims) des gouvernes de vol qui permettent aux pilotes de maintenir les gouvernes dans une position permettant l'équilibre de l'avion. Lorsque le compensateur est correctement réglé, l'avion conserve alors son attitude dans l'air (assiette en tangage, inclinaison en roulis, dérapage en lacet) : les efforts aux commandes sont annulés.

Sans ces systèmes, le pilote serait contraint d'appliquer des efforts sur les commandes de vol qui seraient rapidement insupportables.

Cet avion est équipé d'un compensateur ou trim aérodynamique sous forme de surface mobile articulée au bord de fuite de la gouverne de direction.

La commande mécanique du trim, sous la forme d'une roue, est située à l'arrière du pylône central entre les deux sièges avant et agit sur le volet relié par des câbles.

Une commande électrique sous la forme d'un bouton poussoir située à l'extrémité de la poignée droite du volant de pilotage en place gauche agit sur ce même volet en actionnant un servomoteur électrique agissant sur les câbles. Cette commande de trim électrique est doublée par la commande mécanique, commande secondaire en cas de défaillance du trim électrique.

Le trim électrique n'est pas doublé en place droite. Le pilote en place droite n'a donc accès qu'à la commande mécanique secondaire du trim.

La check-list de l'avion prévoit la vérification du bon fonctionnement du trim électrique et le réglage adéquat du trim pour le décollage.

Un réglage au neutre, repéré par une marque, est prévu par le constructeur pour le décollage. Si cette position n'est pas respectée, le pilote devra, pour maintenir la symétrie du vol, appliquer un effort inhabituel sur le palonnier. Celui-ci sera d'autant plus important que la vitesse augmentera et que le curseur sera éloigné de la position neutre.

Par conséquent, un réglage inadéquat du compensateur de direction créera lors du décollage, en plus de l'effet de surprise, un dérapage sur l'axe de lacet provoquant de fait un roulis induit⁽¹⁰⁾ dans le même sens.

⁽¹⁰⁾Le roulis induit est un mouvement secondaire de rotation autour de l'axe de roulis provoqué par une rotation autour de l'axe de lacet.

Ce réglage inadéquat du trim de direction, hormis l'action sur le trim électrique sur le volant de gauche, peut également être la conséquence d'un contact physique effectué par inadvertance sur la roue du trim mécanique de direction, lors de l'installation aux places avant⁽¹¹⁾.

1.6.7 Maintenance

L'examen de la documentation de maintenance n'a pas fait apparaître d'anomalies.

1.7 Renseignements météorologiques

Le METAR de Bron de 9 h 00 UTC indique un vent variable de 2 kt, une visibilité supérieure à 10 km, une température de 17 °C et le point de rosée à 13 °C, sans changement significatif dans les deux heures.

Juste avant le décollage, le contrôleur transmet au pilote « 240°, 5 kt ».

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

L'aérodrome de Lyon-Bron est réservé aux aéronefs munis de radio et de transpondeur. Les communications y sont enregistrées.

Au moment de l'accident, le pilote était en contact radio avec le contrôleur tour. Auparavant, il l'avait été avec le contrôleur sol.

Le contrôleur sol indique qu'il a donné l'autorisation de rouler pour le seuil 34 par la voie « T3 » vers le point d'arrêt « A4 ».

Pendant le roulage de l'avion, il a fourni la clairance de départ « ROMAM 2P à 3000 ft », départ standard (SID) en piste 34 pour un départ en IFR, en coordination avec l'approche de Lyon-Saint Exupéry qui gère l'espace situé immédiatement au-dessus de la CTR de Bron.

Suite à un léger retard lors du roulage, le contrôleur sol a contacté l'approche de Lyon-Saint Exupéry pour un changement de clairance. L'approche a donc transmis la clairance suivante : « *virage à droite après le décollage, dans la vent arrière cap au sud vers 5 000 ft* ». Celle-ci a été ensuite transmise à l'avion par le contrôleur tour juste avant le décollage.

Le collationnement de l'autorisation de décollage est le dernier message émis par le N556MB.

Le radar de l'aérodrome de Lyon-Saint Exupéry, situé à 3,5 NM dans l'est, n'a pas enregistré la trajectoire de l'avion en raison de la faible hauteur du vol.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Lyon-Bron est ouvert à la circulation aérienne publique. Il se trouve à une altitude de 659 ft, dans une CTR de classe D sous la TMA1 de Lyon-Saint Exupéry (espace aérien de classe C) dont le plancher est situé à 2 500 ft.

Il dispose d'une piste revêtue orientée 163°/343° d'une longueur de 1 820 mètres.

⁽¹¹⁾L'accès à bord de l'avion s'effectue par la porte unique d'accès à bord située sur le flanc arrière gauche de l'avion. Pour s'installer aux postes de pilotage, les pilotes doivent passer entre la console et les sièges.

Il dispose également de quatre bretelles pour rejoindre la piste. La bretelle « A1 » se situe au niveau du seuil de la piste 16 la plus au nord, la « A2 » traverse la tour à 1 200 mètres du seuil 34, la « A3 » à 900 mètres du seuil 34 et la « A4 » au niveau du seuil 34, la plus au sud.

L'armement de la tour était assuré par un contrôleur sol et un contrôleur tour.

L'aérodrome dispose d'un service de secours incendie de niveau 5, H 24 et de niveaux 6 et 7 sur demande.

1.11 Enregistreurs de bord

L'avion n'était pas équipé d'enregistreur de bord. La réglementation ne l'impose pas pour ce type d'avion.

Toutefois, l'emport d'enregistreurs de bord sur les avions à turbomachines de masse maximale certifiée au décollage égale ou inférieure à 5 700 kg et dont le premier certificat de navigabilité individuel aura été délivré après le 1^{er} janvier 2016 est recommandé par l'Annexe 6 à la Convention relative à l'aviation civile internationale sur l'exploitation technique des aéronefs. Par ailleurs, plusieurs recommandations de sécurité ont été émises par des autorités d'enquête pour étendre l'emport d'enregistreur à d'autres types d'aéronefs.

Ce sujet est actuellement étudié par l'AESA au travers d'une tâche réglementaire⁽¹²⁾.

⁽¹²⁾ RMT.0271 et .272
In flight recording for
ight aircraft.

1.12 Renseignements sur le site, l'épave et les moteurs

1.12.1 Le site

L'avion s'est immobilisé en limite nord de l'aérodrome, à l'intérieur de son enceinte, en bordure de la clôture, à 400 mètres environ au nord-ouest de l'extrémité de la piste.



Vue aérienne du site de l'accident

1.12.2 L'épave

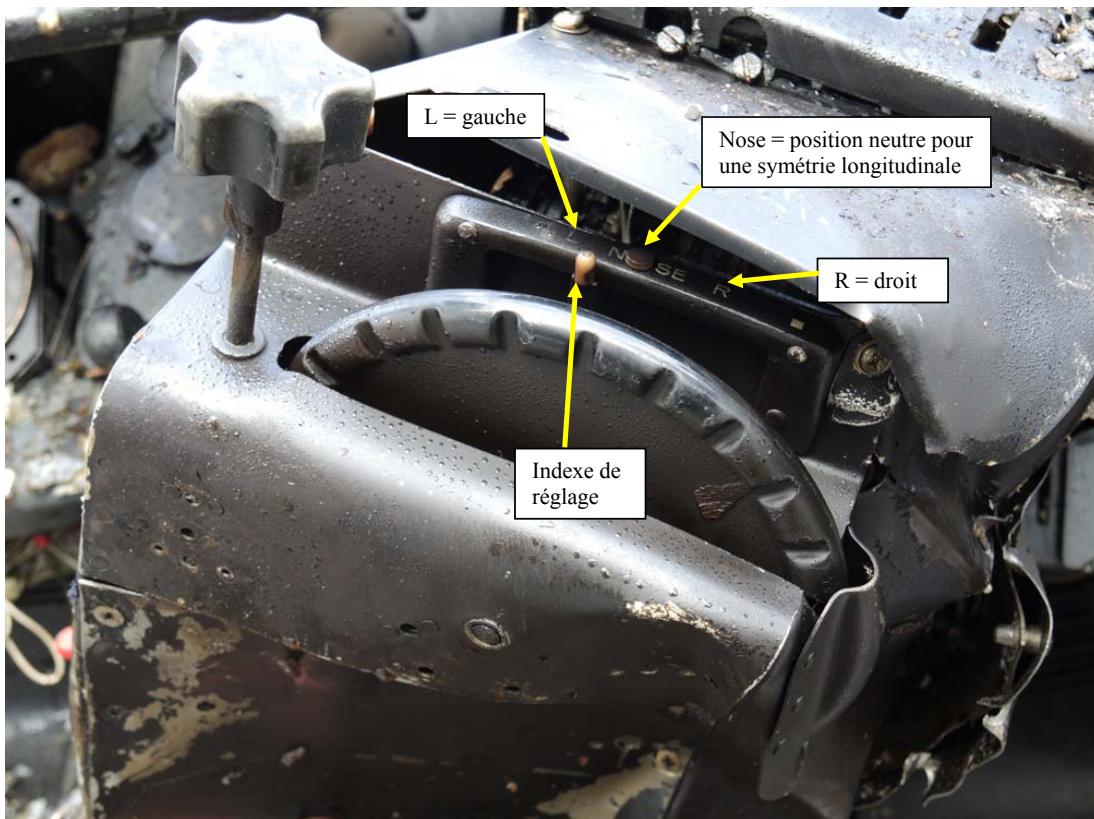
L'épave est regroupée, située sur une surface d'environ dix mètres par dix. Elle a été fortement endommagée par le feu à l'exception de la partie du fuselage en arrière du bord de fuite des ailes.

principale de l'épave est orientée au cap 300°. Les deux ailes sont déformées de façon similaire : les parties situées à l'extérieur des moteurs sont fléchies vers l'avant. L'empennage est peu endommagé et désolidarisé du reste de la cellule.

Les commandes de tangage et de lacet (profondeur et direction) sont continues du poste de pilotage jusqu'aux gouvernes. La commande de roulis (ailerons) venant du poste de pilotage est rompue par surcharge en deux endroits, au niveau de l'emplanture de chaque aile. L'état d'endommagement de la cabine n'a pas permis l'examen des commandes de vol au niveau des volants et des palonniers.

Les volets sont en position rentrés, conformément à la procédure de décollage, et le train d'atterrissement est sorti, position cohérente avec la position de la commande en cabine.

Le trim de direction a été retrouvé réglé « nez à gauche » (cf. figure ci-dessous)



Réglage du trim de direction

1.12.3 Groupes turbopropulseurs

L'examen visuel des deux moteurs ne fait apparaître aucun endommagement préalable à l'accident.

L'examen visuel des instruments de bord montre une dissymétrie des paramètres entre les deux moteurs : ceux du moteur gauche sont tous à zéro alors que ceux du moteur droit ne le sont pas.

Sur le site de l'accident, le sélecteur carburant du moteur gauche semble sur la position « off ». Le sélecteur du moteur droit est sur la plage verte, position normale en fonctionnement (« Right Main »).

Les moteurs sont équipés d'hélices tripales. L'examen visuel de ces hélices montre une légère dissymétrie : les pales du moteur gauche sont faiblement endommagées (deux sur trois sont presque intactes), indiquant peu de rotation à l'impact. Celles du moteur droit sont légèrement déformées, indiquant une rotation plus significative sur ce moteur.



Hélice droite légèrement déformée vers l'avant



Hélice gauche avec une pale intacte

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Des examens médicaux et biologiques ont été réalisés sur les deux pilotes en place avant ainsi que sur le propriétaire de l'avion. Ils n'ont pas mis en évidence d'élément susceptible d'expliquer l'accident.

1.14 Incendie

L'avion s'est embrasé à l'impact et l'incendie a détruit la partie du fuselage situé à l'avant du bord de fuite des ailes. L'incendie a été rapidement circonscrit par le service de sécurité dès son arrivée.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

La violence de l'impact et l'incendie n'ont laissé aucune possibilité de survie aux occupants de l'avion.

1.16 Essais et recherches

Les sélecteurs carburant, les deux moteurs et leurs hélices ont été prélevés pour être examinés. Ces examens ont été réalisés à DGA EP (Saclay) et chez le constructeur

Pratt & Whitney Canada au Canada. Ils ont permis d'établir les constatations suivantes :

1.16.1 Circuit carburant

Le circuit carburant comporte deux sélecteurs (un par moteur).

Chaque sélecteur comporte trois positions :

- une plage verte qui permet au moteur d'être alimenté par le réservoir principal de l'aile (position « *ON* ») ;
- une plage jaune (secours) qui permet au moteur d'être alimenté par le réservoir principal de l'aile opposée (position « *Crossfeed* ») ;
- une plage rouge entraînant la coupure de l'alimentation du moteur (position « *OFF* »).

L'examen des circuits carburant n'a pas montré de dysfonctionnement antérieur au crash.

Des traces de carburant ont été retrouvées dans les deux circuits jusqu'aux moteurs.

De plus, le constructeur des moteurs indique que, si un sélecteur est positionné sur « *OFF* » à la mise en route, le moteur ne fonctionnera pas assez longtemps pour effectuer le roulage.

1.16.2 Groupes motopropulseurs

Ces examens ont montré que les deux moteurs étaient en rotation à l'impact, avec des indices de puissance très limitée et un couple relativement faible.

Le moteur droit semblait avoir une vitesse de rotation légèrement supérieure à celle du moteur gauche.

Avant l'impact avec le sol, aucun endommagement mécanique dans le générateur de gaz et le réducteur n'empêchait ou ne perturbait le fonctionnement des moteurs.

Le calage des pales des deux hélices correspondait à un calage « *petit pas* ».

Sur les instruments de bord prélevés, seul l'examen des indicateurs de pression d'huile des moteurs a révélé des traces laissées par les aiguilles sur le fond du cadran lors de l'impact. Il montre une pression à zéro sur le moteur gauche et très faible sur le droit.

Tous les endommagements constatés sur les ensembles propulsifs sont consécutifs à l'accident.

Les examens réalisés n'ont pas mis en évidence d'élément susceptible d'expliquer l'événement. Cependant, ils permettent d'affirmer qu'à l'impact, les deux moteurs fournissaient peu de puissance, qu'ils étaient proches du ralenti et que les hélices étaient en position « *petit pas* ».

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Réglementation américaine pour les avions immatriculés N

Aux États-Unis, la référence réglementaire applicable en matière de licences et de qualifications est la FAR 61. La validité de la qualification de vol aux instruments est soumise à des conditions d'expérience récente de moins de six mois ou à un contrôle en vol. La revue des heures notées par le pilote dans le carnet de route de l'avion permet de conclure que la licence du pilote et sa qualification aux instruments étaient en cours de validité au moment de l'accident.

Cette réglementation américaine classe le Cessna RT421CP dans la catégorie des bimoteurs terrestres. Elle ne requiert pas de qualification de type. Trois formations additionnelles sont néanmoins nécessaires :

- avion complexe (train rentrant, hélice à pas variable notamment) ;
- HPA (avion équipé d'un moteur délivrant plus de 200 cv) ;
- avion pressurisé capable de voler à haute altitude.

1.17.2 Conditions d'exploitation en France

Ces conditions s'appliquent également aux avions immatriculés aux États-Unis et exploités en France⁽¹³⁾. Le pilote, qui détenait un certificat sanctionnant l'entraînement sur Cessna RT421CP, satisfaisait à ces exigences de formation et avait piloté une douzaine d'heures cet avion en France et à l'étranger dans le cadre des activités de son père.

⁽¹³⁾Au moment de l'accident, un pilote possédant des titres aéronautiques délivrés par les États-Unis pouvait exploiter en France un aéronef immatriculé aux États-Unis. Aucune formalité préalable ou contrôle du titre n'était effectué par la DGAC car la réglementation nationale ne le prévoyait pas, sauf en cas d'exploitation professionnelle.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignages

Plusieurs témoins ont vu l'avion décoller avant la moitié de la piste, s'élever sur une trajectoire à faible pente sans dépasser 200ft, dévier à gauche de l'axe, avoir des oscillations en roulis puis virer à gauche avant de « *piquer du nez* ». L'un d'entre eux précise avoir eu « *l'impression que l'avion semblait faire demi-tour* ».

Le contrôleur précise que « *tout de suite après la rotation, l'avion s'est décalé sur la gauche de l'axe de piste, avec une vitesse plus lente que d'habitude, et un taux de montée plus faible. Arrivé au niveau du seuil de la piste 16, il a amorcé un virage à gauche, à très basse hauteur, à faible vitesse, train sorti, puis un virage serré en piquant du nez instantanément* ».

1.18.2 La place du pilote aux commandes

1.18.2.1 Usage

Le Manuel du pilote d'avion (16^{ème} édition, page 34) indique que « *le pilote occupe généralement le siège de gauche. C'est de cette place qu'est assuré l'accès à toutes les commandes. Le plus souvent, les commandes sont doublées pour permettre l'entraînement avec un instructeur* ».

La mention « *l'accès à toutes les commandes* » sans plus de précision indique de façon usuelle que le pilote doit pouvoir manœuvrer les commandes primaires pour piloter avec les commandes de roulis, de tangage, de lacet et de puissance.

1.18.2.2 Témoignage d'un pilote instructeur bimoteur

Un pilote instructeur multimoteur qui vole sur Cessna indique que le 421C Golden Eagle permet l'accès aux commandes primaires de vol en place droite et donc de piloter à cette place. Il ajoute qu'il s'installe régulièrement à cette place quand il fait des vols d'instruction mais seulement après avoir acquis une connaissance d'autant plus importante que l'avion est complexe, pour les raisons suivantes :

- Sur le N556MB (*photo ci-après*), le démarreur, les commandes de dégivrage, les fusibles sont positionnés sur la console à gauche du siège de gauche, sous l'avant-bras gauche du pilote assis en place gauche et les indications écrites pour chacun ne sont pas lisibles de la place droite une fois sanglé. Il est donc nécessaire de connaître « *par cœur* » la fonction des fusibles. Le panneau d'alarmes est situé à l'extrémité gauche de la planche de bord. Le pilote en place gauche a les informations primaires de vol sur un écran « *glass cockpit* ».



Tableau de bord du N556MB

Il ajoute que le pilote en place droite n'a accès qu'aux roues de trim manuel.

Pour ces raisons, le pilote instructeur confirme que, même si le pilotage à droite est réglementaire et possible sur cet avion, la position ergonomique la plus appropriée est la place gauche.

Le pilote aux commandes était récemment qualifié sur cet avion et n'était pas instructeur. L'enquête n'a pas pu déterminer la raison pour laquelle le pilote s'est installé en place droite.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario

2.1.1 Jusqu'à la rotation

Le vol prévu est un vol court, au profit du propriétaire de l'avion, également père du pilote, qui se rend à une réunion professionnelle avec un collaborateur.

Après unavitaillement en carburant, le pilote, peu expérimenté sur cet avion complexe, s'installe en place droite pour une raison inconnue et laisse la place de gauche à un pilote non qualifié.

Le trim de direction retrouvé « nez à gauche » sur l'épave conduit à penser que, lors de l'exécution des check-lists, le réglage et la vérification du trim de direction ne sont probablement pas réalisés.

Après le collationnement de la clairance de décollage et l'alignement, le pilote affiche la puissance de décollage.

La piste de décollage de Bron d'une longueur de 1 820 mètres ne présentait pas de restriction particulière pour l'avion ni pour le pilote qui la connaissait bien, l'avion y étant basé. Le pilote ayant pris la décision d'effectuer la rotation, ceci indique qu'aucun dysfonctionnement technique n'a été perçu avant la rotation.

2.1.2 Comportement de l'avion à l'envol

Alors que le vent est faible, la déviation à gauche et les oscillations en roulis observées par les témoins traduisent probablement une difficulté de contrôle par le pilote. Celle-ci peut résulter d'une dissymétrie aérodynamique provenant soit d'une différence de puissance, affichée ou subie, entre les deux turbines, soit d'un réglage inapproprié du compensateur de direction. Ce réglage serait alors probablement consécutif à l'oubli de vérification du réglage du trim.

En l'absence d'indice de dysfonctionnement constaté sur les moteurs, le réglage inapproprié du trim de direction avant le décollage, apparaît l'explication la plus probable.

2.1.3 Après l'envol

Constatant que l'avion dévie, le pilote réagit alors probablement en appuyant sur le palonnier droit pour corriger le dérapage à gauche de l'avion. Cette situation correspond à celle d'une panne d'un moteur telle qu'elle est enseignée en formation bimoteur. Il est ainsi possible que le pilote ait pensé à la survenue d'une panne du moteur gauche.

Dans cette hypothèse, appliquant alors la procédure prévue en cas de panne du moteur gauche enseignée lors de sa formation, le pilote aurait réduit la commande du moteur suspecté « *mort* » (moteur gauche). Dans le cas d'une panne du moteur gauche, cette action ne devrait provoquer aucun changement dans le comportement de l'avion, confirmant la bonne identification du moteur en panne. Dans ce scénario, le moteur gauche n'étant en réalité pas « *mort* », la réduction de la commande de puissance accentue instantanément le dérapage à gauche.

Ne comprenant pas que l'avion ne réagisse pas comme lors de l'entraînement à la panne d'un moteur, le pilote aurait alors diminué la puissance du moteur droit pour essayer de contrer le dérapage. La diminution rapide de vitesse aurait ainsi amené l'avion à décrocher puis à heurter le sol avec les deux moteurs en fonctionnement, au ralenti.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

Le pilote aux commandes détenait les licences et qualifications nécessaires pour effectuer le vol.

Le pilote était installé en place avant droite dans un avion bimoteur, monopilote, qui pouvait être physiquement et réglementairement piloté de la place droite.

Le pilote possédait une expérience limitée sur cet avion complexe fortement motorisé.

L'avion possédait un certificat de navigabilité en état de validité.

La masse de l'avion était probablement proche de la masse maximale et le centrage dans les limites de centrage certifiées.

La configuration des volets (rentrés) pour le décollage était conforme aux préconisations du constructeur.

L'avion n'était pas équipé d'enregistreurs, la réglementation ne l'impose pas.

L'avion a été très endommagé par l'impact et l'incendie qui s'en est suivi.

Le compensateur de direction a été retrouvé réglé à gauche.

Les autres examens techniques réalisés n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement susceptible d'avoir contribué à l'accident.

Les conditions météorologiques du matin du 24 septembre 2013 sur l'aérodrome Lyon-Bron n'ont pas été contributives à l'accident.

L'avion a dévié à gauche dès l'envol, avec des oscillations en roulis puis un virage à gauche au niveau du seuil de piste opposé sans avoir dépassé la hauteur de 200 ft.

La faible hauteur atteinte par l'avion n'a pas permis au pilote de sortir de la situation de perte de contrôle et d'éviter la collision avec le sol.

3.2 Cause de l'accident

L'accident est survenu probablement à la suite d'un vol dissymétrique dès la rotation, que le pilote n'a pas été en mesure de maîtriser.

Les examens techniques et les observations de l'épave n'ayant pu apporter d'indices d'un quelconque dysfonctionnement des moteurs et des systèmes, la cause initiale la plus probable est un réglage inapproprié du trim de direction avant le décollage.

La faible expérience du pilote sur cet avion complexe fortement motorisé ainsi que la faible hauteur atteinte n'ont pas permis au pilote de comprendre puis de gérer rapidement la situation et d'éviter la perte de contrôle.

BEA

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

10 rue de Paris
Zone Sud - Bâtiment 153
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

