

Sortie longitudinale de piste à l'atterrissage

Aéronef	Avion Beechcraft 58 « Baron » immatriculé F-GKZA
Date et heure	16 juillet 2015 vers 18 h 00 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Lieu	Aérodrome de Toussus-le-Noble (78)
Nature du vol	Aviation générale, voyage
Personnes à bord	Pilote, un passager
Conséquences et dommages	Appareil légèrement endommagé

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

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Le pilote décolle de Nantes (44) avec un passager en fin d'après-midi pour un vol VFR à destination de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

Il indique s'intégrer à Toussus-le-Noble par le point S, réaliser une arrivée semi-directe vers l'étape de base et effectuer une finale en piste 07L en configuration volet DOWN et vitesse stabilisée d'environ 85 kt.

Lors du roulement à l'atterrissage, le pilote ressent un manque d'efficacité des freins et sa trajectoire s'infléchit vers la gauche.

L'avion percute plusieurs feux d'extrémité de piste au seuil 25R, sort de piste puis s'immobilise dans l'herbe environ 33 mètres après la fin de piste.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 32 ans, est titulaire d'une licence de pilote professionnel (CPL) assortie d'une qualification de vol aux instruments multimoteur (IR-ME), d'instructeur (FI), d'une qualification de classe Multimoteurs à pistons délivrée en 2010 sur avion de type Diamond DA-42.

Le pilote a effectué un vol de lâcher avec un instructeur sur Beechcraft 58 le 5 juin 2015 au matin avant de partir aux commandes de l'avion l'après-midi pour un voyage.

Son carnet de vol indique un vol IFR vers l'aérodrome de Melun (77) d'une durée de 30 minutes, comprenant une approche aux instruments et un atterrissage, puis un vol retour en VFR d'une durée de 24 minutes vers l'aérodrome de Toussus-le-Noble avec un atterrissage.

Ce vol est inscrit dans la colonne « *Commandant de bord* » sur le carnet de vol du pilote et aucune mention ni signature d'un instructeur ne fait état d'une formation sur Beechcraft 58.

⁽²⁾Règlement (UE)
n° 1178/2011 de
la Commission du
3 novembre 2011
(Part-FCL) § FCL.710.

Au moment de l'incident, le pilote totalisait 2 243 heures de vol dont 10 heures et 7 atterrissages sur Beechcraft 58. Le jour de l'évènement, il effectuait son troisième atterrissage sur l'aérodrome de Toussus-le-Noble aux commandes du Beechcraft 58, mais le seul avec une température supérieure à 25 degrés.

De plus, il pilote régulièrement des avions de type Piper Cheyenne (bi-turbopropulseurs disposant de reverse) sous immatriculation américaine.

2.2 Règlementation applicable et formation effectuée sur la variante Beechcraft 58

Les avions de type Beechcraft 58 et ceux de type Diamond DA-42 sont des variantes qui font partie de la classe MEP terrestre.

La règlementation européenne⁽²⁾ impose au pilote de suivre une formation aux différences avant de pouvoir piloter une autre variante d'aéronef au sein d'une qualification de classe MEP ou de type. Cette formation comprend une partie théorique et une partie pratique.

Son contenu est usuellement déterminé par l'instructeur qui la délivrera et est adaptée à la variante concernée ainsi qu'à l'expérience du pilote sur d'autres variantes de la même classe d'avions.

Le vol de lâcher était le préalable aux locations prévues du Beechcraft 58 et avait été demandé par le propriétaire de l'avion.

Il ajoute ne pas avoir eu de formation théorique proprement dite, mais un briefing de l'instructeur effectué au pied de l'avion avant le vol.

2.3 Conditions météorologiques

Les conditions reportées par l'ATIS de Toussus-le-Noble à l'heure de l'évènement étaient les suivantes :

- vent : 150° pour 10 à 15 kt ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- cumulonimbus aux alentours ;
- température + 35° ;
- point de rosée + 11° ;
- QNH 1011 ;
- QFE 992.

2.4 Avion

L'examen de l'avion n'a pas mis en évidence d'anomalie du système de freinage.

En revanche, chaque pneu du train principal comporte un méplat cohérent avec une roue bloquée en rotation.

L'examen des traces sur la piste montre des traces de blocage des roues : une trace du pneu gauche à 300 mètres avant la fin de piste puis la trace du pneu droit (cf. figure 1).

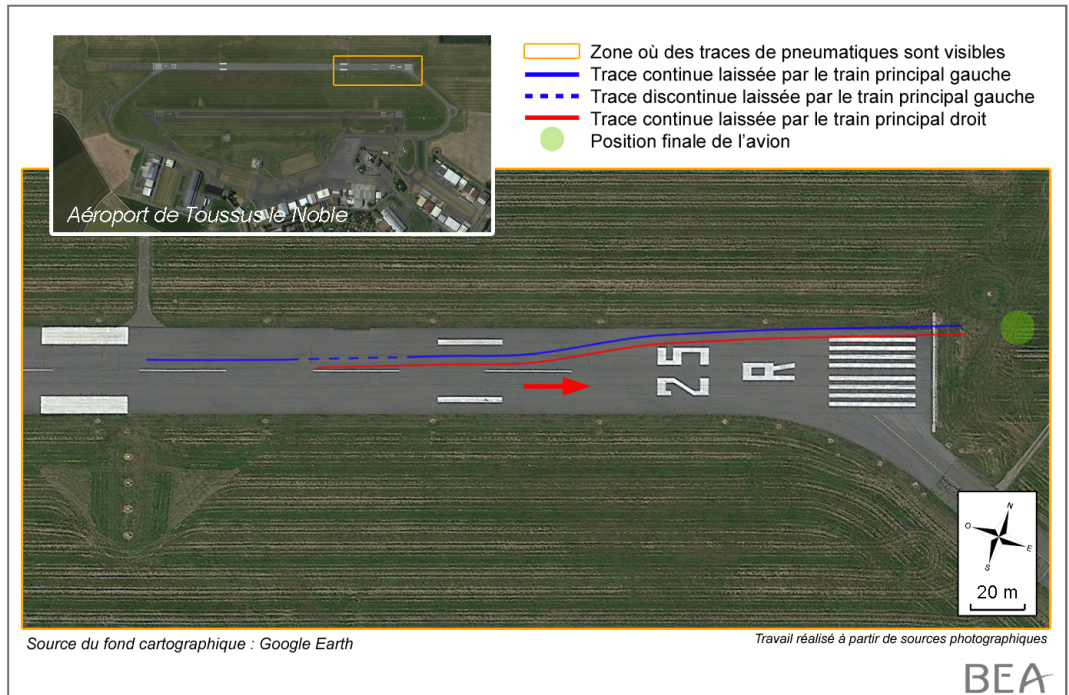


Figure 1 : traces des pneus gauche et droit

2.5 Performances d'atterrissage

La figure 2 ci-dessous résume la trajectoire estimée de l'avion dans le plan vertical, en fonction du témoignage du pilote et des relevés effectués sur la piste, comparée avec la trajectoire utilisée par le constructeur pour déterminer les distances d'atterrissage publiées dans le manuel de vol.

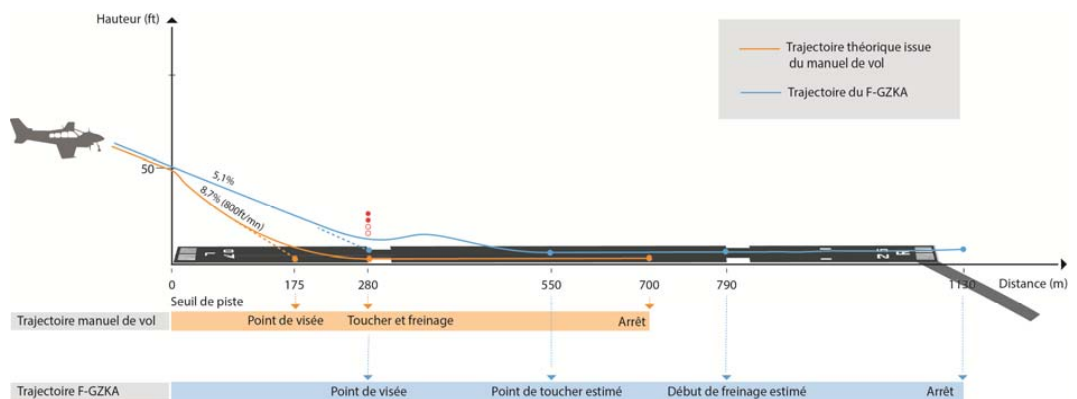


Figure 2 : paramètres ayant influencé la distance d'atterrissage réelle

2.5.1 Performances déterminées par le constructeur

En tenant compte des conditions de configuration et de masse estimées à l'atterrissage⁽³⁾, le manuel de vol, chapitre performances, indique une distance d'atterrissage (depuis le passage d'une hauteur de 50 ft jusqu'à l'arrêt complet) d'environ 700 mètres.

⁽³⁾Piste sèche ; température 35° ; volets DOWN, masse à l'atterrissage 4 800 lbs ; vent effectif nul.

Le manuel de vol précise que cette distance est calculée aux conditions de l'utilisation d'une piste en dur, horizontale et sèche, avec la puissance nécessaire pour maintenir un taux de descente de 800 ft/mn et d'un freinage maximum.

La piste 07L de l'aérodrome de Toussus-le-Noble dispose d'une longueur disponible de 1 100 mètres pour l'atterrissage et elle est légèrement descendante (0,97 %).

En aviation générale, aucune marge n'est réglementairement nécessaire par rapport aux tableaux de performances figurant dans le manuel de vol.

Néanmoins, certains organismes exploitant des Beechcraft 58 en aviation générale (écoles de pilotage par exemple) ont inséré des marges supplémentaires de longueur de piste nécessaire lors de l'atterrissage, par exemple un coefficient multiplicateur de la distance d'atterrissage de 1,42⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾Source ENAC.

2.5.2 Norme de certification FAR 23

Il est très difficile pour un pilote de s'arrêter dans les limites de la distance d'atterrissage annoncée par le manuel de vol. Celle-ci est déterminée dans des conditions particulières liées aux règlements de certification des avions monopilote (FAR23 pour le Beechcraft 58). Les vols visant à mesurer cette distance d'atterrissage sont réalisés par des pilotes d'essai aguerris, avec des conditions de réalisation ne correspondant pas à la réalité des vols.

Ainsi une étude, réalisée en 2009 par la FAA⁽⁵⁾ concernant les normes de certification FAR23, comporte des recommandations pour faire évoluer les futures normes de certification américaines des avions monopilote (FAR23).

Cette étude s'appuie sur les données des accidents survenus entre 1994 et 2003 et collectés par le NTSB. Il en ressort que les événements de sortie de piste sont la première cause d'accident causant des blessures (graves ou légères) sur avion bimoteur à pistons.

Cette étude recommande⁽⁶⁾ de donner des informations aux pilotes dans le manuel de vol concernant les méthodes de détermination utilisées lors de la certification de type, pour chaque modèle spécifique d'avion. Cela peut être de simples règles empiriques ou calculées analytiquement. Néanmoins, les pilotes doivent être informés que les longueurs de piste minimums sont mesurées par des « *atterrissages durs contrôlés* » et que la plupart des atterrissages normaux nécessiteront plus de longueur de piste. Les pilotes utilisent usuellement une technique plus douce d'atterrissage, différente de l'« *atterrissage dur contrôlé* » utilisé lors des essais de certification.

2.5.3 Paramètres pouvant dégrader la distance d'atterrissage réelle

Plusieurs paramètres peuvent augmenter la distance d'atterrissage réelle par rapport à celle figurant dans le manuel de vol :

Pente d'approche suivie en-dessous de 50 ft

Le constructeur a indiqué dans le manuel de vol que le pilote doit, à 50 ft, réduire la puissance de façon à descendre avec un taux de 800 ft/mn tout en maintenant la vitesse constante, soit une pente d'environ 8,8 %.

⁽⁵⁾FAA (Federal Aviation Administration) – Part 23 - Small airplane Certification study – Recommendations for General Aviation for the next 20 years - Novembre 2009
https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/air/directorates_field/small_airplanes/media/CPS_Part_23.pdf

⁽⁶⁾page 60 § 5.1.6.

⁽⁷⁾PAPI :
Precision Approach
Path Indicator.

⁽⁸⁾420 mètres de
roulement sont
nécessaires pour
s'arrêter d'après le
manuel de vol.

⁽⁹⁾Source ATO ENAC.

Cette approche ne correspond pas aux pratiques généralement enseignées par les écoles de pilotage. Habituellement, les pilotes suivent un plan constant depuis la stabilisation en courte finale jusqu'à l'atterrissage avec un point d'aboutissement fixe de la trajectoire, souvent matérialisé par un système d'aide visuelle (par exemple PAPI⁽⁷⁾ calibré sur un plan d'approche constant de 5,2 %).

En calculant la différence entre le point d'aboutissement réel et celui prévu par le constructeur, le BEA estime une augmentation de la distance nécessaire d'environ 100 mètres par rapport au manuel de vol.

☐ **Technique d'arrondi**

Le pilote indique être remonté légèrement lors de l'arrondi puis avoir touché peu avant la moitié de la piste. Il restait alors environ 600 mètres de piste utilisable, ce qui est suffisant pour arrêter l'avion avec un freinage immédiat.⁽⁸⁾

☐ **Pente de la piste**

Le manuel de vol n'indique pas de correction de distance d'atterrissage en fonction de la pente de la piste. Certaines écoles de pilotage utilisant des Beechcraft 58 recommandent dans leur manuel d'exploitation de majorer les distances d'atterrissage de 5 % pour 1 % de piste descendante limitée à 2 % de pente.⁽⁹⁾

En considérant la pente descendante de la piste 07L d'environ 1 %, la distance d'atterrissage serait augmentée de 5 % soit 35 mètres.

☐ **Freinage tardif**

Le pilote indique ne pas avoir freiné tout de suite après le toucher et avoir laissé rouler l'avion quelques secondes afin de dégager la piste sur la seule bretelle qui est en bout de piste.

La première trace de pneumatique sur la piste correspond à un blocage du train gauche, à environ 300 mètres de la fin de piste, soit environ 250 mètres après le milieu de la piste (point supposé de toucher des roues).

À une vitesse sol résiduelle de 75 kt (38,5 m/s), il s'est donc écoulé environ six secondes entre le touché des roues et le début du freinage.

☐ **Technique de freinage**

Le pilote explique avoir appuyé fortement sur les freins lorsqu'il a vu le bout de piste arriver, mais que l'avion s'est décalé rapidement sur la gauche. Le pilote avait la sensation que le freinage de l'avion n'était pas efficace.

Les marques de pneumatique observées sur la piste et les méplats constatés sur chaque pneu indiquent un blocage des roues expliquant la perte de contrôle de la direction de l'avion au sol.

Lors du blocage, seul un relâchement de la pression sur les pédales de frein puis la reprise graduelle du freinage permettent de retrouver le contrôle directionnel de l'avion.

Des pilotes et instructeurs habitués au Beechcraft 58 expliquent que l'avion est assez sensible au blocage des roues et nécessite une technique rigoureuse de freinage si l'on veut respecter les performances du manuel de vol sans toutefois bloquer les roues et risquer de conduire à un éclatement des pneumatiques :

- ❑ il est nécessaire de freiner immédiatement mais modérément tout en maintenant le manche en butée arrière afin de garder les trains principaux en charge, puis d'augmenter la pression sur les freins au fur et à mesure que la vitesse diminue jusqu'à avoir atteint la vitesse de roulage souhaitée.

Cette technique n'a pas été utilisée par le pilote qui indique ne pas en avoir eu connaissance.

❑ **Température du sol**

La température extérieure et l'ensoleillement très élevés tout au long de la journée ont entraîné une élévation importante de la température du revêtement de la piste.

Des calculs et essais⁽¹⁰⁾ effectués par un constructeur de pneumatiques ont montré qu'il existe une dégradation du niveau d'adhérence du pneu en fonction de l'augmentation de la température de surface de la piste et de la température de l'air. Cette dégradation est d'autant plus marquée que la vitesse est importante.

Il est à noter que les normes de certification des avions ne prennent pas ce facteur en compte dans le calcul des performances à l'atterrissage.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

La sortie de piste longitudinale résulte d'un atterrissage long et d'un freinage tardif.

Une connaissance imprécise de la distance d'atterrissage du manuel de vol et des conditions associées a entraîné une sous-estimation de la distance de piste nécessaire.

Une formation aux différences insuffisante n'a pas permis au pilote de prendre conscience qu'il était nécessaire d'appliquer des techniques d'atterrissage et de freinage adaptées à la situation.

En particulier, les pilotes peuvent ne pas être informés que les longueurs de piste minimums sont mesurées par des « *atterrissages durs contrôlés* » et que la plupart des atterrissages usuels nécessiteront plus de longueur de piste.

Lors de la formation aux différences, les instructeurs doivent donc aborder précisément les paramètres de pilotage et de freinage à utiliser sur le type d'avion lors de l'atterrissage sur piste courte.

Cet évènement est à rapprocher de l'accident survenu au Beechcraft 58 immatriculé N458PL sur l'aérodrome du Plessis-Belleville (60) le 19 mars 2013.⁽¹¹⁾

⁽¹⁰⁾Modèle thermomécanique recalé sur des mesures réalisées sur machine et sur avion sur un pneu radial aéronautique de dimension 14 pouces (données Pneumatiques MICHELIN).

⁽¹¹⁾<https://www.bea.aero/les-enquetes/les-evenements-notifies/detail/event/eclatement-dun-pneu-lors-du-roulement-a-latterrissage-sortie-longitudinale-de-piste-en-instruction/>