

REC info

REC, BEA
Bât 153 Aéroport
F 93352 Le Bourget

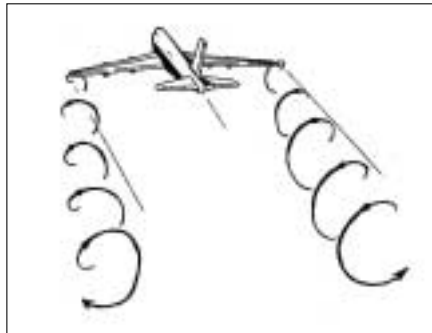
N°Azur 0 810 000 334

La **turbulence de sillage** induite par un aéronef gros porteur engendre parfois des dommages graves pour l'aéronef léger qui le suit. Certains spécialistes l'appellent "la **force invisible**". Rappelons tout d'abord que cette turbulence, souvent associée à un intervalle insuffisant entre deux aéronefs dans l'espace et dans le temps, décrit simplement l'accident. La cause de ce dernier réside parfois dans l'ignorance des caractéristiques de ce phénomène, plus généralement dans une moindre prise en compte de son importance ou une non-perception de l'aéronef qui le provoque.

Qu'est-ce que la turbulence de sillage (ou "wake vortex turbulence") ? Lorsqu'un aéronef est en vol, un phénomène parasite prend naissance "au niveau des extrémités gauche et droit" de la surface portante. Dans ces zones, des mouvements de l'air apparaissent depuis l'intrados (zone de surpression) vers l'extrados (zone de dépression). Ils génèrent des tourbillons marginaux constituant la turbulence de sillage. Ces tourbillons

- existent lorsque l'aéronef est porté par l'air,
- sont particulièrement prononcés aux faibles vitesses de l'aéronef (phase de décollage, d'approche et d'atterrissage),
- sont importants si la charge alaire est élevée et si l'allongement est faible (envergure relativement faible par rapport à la corde de profil, avion d'arme par exemple),
- peuvent persister plusieurs minutes après le passage de l'aéronef en atmosphère calme.

Les récits et les schémas insérés dans les pages suivantes évoqueront d'autres propriétés.



Comment rester éloigné d'un tel danger ? Dès le début de sa formation, le pilote s'entraîne à la prise de décision : il acquiert généralement des informations visuelles concrètes et courantes, ensuite il les interprète, enfin il détermine une solution puis l'exécute. Ce processus mental est plus complexe pour esquiver la turbulence de sillage puisque ce phénomène est invisible et relativement rare. Le pilote doit considérer alors une information parfois imprécise (observation d'un aéronef lourd très éloigné, intuition basée sur une information de trafic, etc.), ensuite il envisage l'existence possible d'un secteur dangereux avant d'imaginer la position et le déplacement des tourbillons, enfin il définit une solution d'évitement puis la met en œuvre. L'entraînement en vol à une telle démarche mentale n'est pas toujours possible : il peut arriver que la confrontation à une telle situation ne se soit jamais présentée durant toute une progression en double commande. Ici réside l'intérêt de mettre les connaissances fondées sur la pratique de chacun à la disposition de tous.

Les trois premiers récits ont été transmis à la DNA (Direction de la Navigation Aérienne). D'autres, relatifs à la turbulence de sillage, au souffle des réacteurs ou à celui du rotor d'un hélicoptère en stationnaire, paraîtront dans de prochaines éditions. Des livres spécialisés et des articles de journaux peuvent apporter des connaissances complémentaires.

Continuez à nous faire parvenir des comptes rendus de situations inhabituelles, ils seront utilisés pour contribuer à la prévention des accidents !

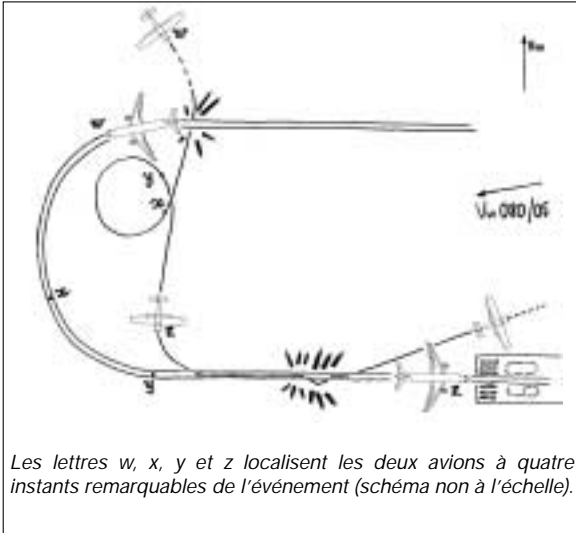
Remarques :

Les conseils de sécurité qui résultent directement de la lecture des textes sélectionnés ne sont pas explicités. Seuls, quelques commentaires ou propositions de réflexions sont portés en italique.

1. Interaction avec la turbulence de sillage d'un avion de transport

Il y a quelques années, le pilote d'un monomoteur de tourisme et ses trois passagers sont passés près d'un accident : une perte de contrôle non loin du sol. La masse de l'Airbus A320 et sa vitesse en approche le jour de l'incident sont ici inconnues (ordres de grandeur : masse 70 tonnes, vitesse de référence en finale 140 nœuds).

" En cette fin d'après midi, je retourne vers l'aéroport sur lequel je suis basé. Il est associé à une CTR et à une TMA de classe D. Le QFU 09 est en service. Les conditions météo sur l'aérodrome sont : vent 080° / 5 kt, visibilité supérieure à 10 km, base des nuages à plus de 2 000 pieds de hauteur. Mon transpondeur fonctionne en mode C. La position approximative des deux aéronefs est indiquée dans le schéma ci-joint.



Alors que j'approche de l'aérodrome à une hauteur de 1 500 pieds, le contrôleur m'indique qu'un A320 en approche à vue parcourt la branche vent arrière devant moi, plus haut, de ma gauche vers ma droite. Un peu plus tard, je reçois à peu près le message suivant : "XX vous pouvez rejoindre la base gauche 09, numéro 2 derrière l'A320 en numéro 1 virant en base gauche devant vous sur votre droite". J'indique que je ne le vois pas. Je vise une étape de base assez éloignée me permettant de rejoindre la finale à une hauteur de 1 500 pieds et je ralentis vers

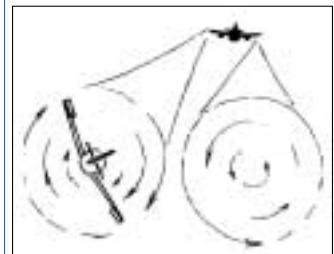


La turbulence de sillage descend d'environ 1 000 pieds à la vitesse de 500 pieds/min. le long de la trajectoire de tout aéronef.

100 nœuds. Je prévois qu'une manœuvre de retardement me sera demandée. Quelques instants plus tard, je traverse une turbulence. Elle me semble peu violente mais de grande amplitude. Comme je pense être plus bas que l'avion de transport, j'attribue ce phénomène à des cumulus.

Dans le doute, une manœuvre de retardement peut aussi être effectuée à l'initiative d'un pilote en communication avec le contrôleur.

En m'indiquant que l'A320 vire en finale sur l'ILS, le contrôleur me demande d'effectuer "un 360 de retardement", ce que j'exécute aussitôt. A la fin de cette manœuvre, je suis autorisé à rejoindre la finale. J'observe alors l'Airbus en finale à la même altitude que moi. Je songe à la turbulence de sillage de l'avion de transport : elle pourrait bien me gêner.



Des pertes de contrôle sont survenues lors de 360 effectués en finale.

Je passe en dernier virage alors que le n° 1 est en courte finale. Je réduis ma vitesse vers 80 nœuds, les volets étant réglés en position approche (premier cran). Soudain, mon avion est secoué. Il part en roulis à droite, puis en glissade à droite. Je mets le manche et le palonnier en butée à gauche, sans résultat. L'anémomètre indique une vitesse convenable, je trouve les commandes alternativement dures et molles, les volets claquent. Le phénomène est très bref et très brutal. Le contrôle de mon avion me revient rapidement, j'ai cependant perdu environ 500 pieds. L'air est de nouveau calme. J'interromps l'approche en altérant la trajectoire vers le nord. Lorsque j'annonce mon problème au contrôleur, il me propose d'effectuer un autre virage de retardement. Je préfère intégrer un nouveau circuit d'aérodrome. Le vol se termine sans autre difficulté.

Plus tard, je tente de rencontrer le contrôleur pour évoquer cet événement. Malheureusement, il vient d'être relevé. J'imaginai que l'organisme du contrôle veillait aux espacements entre aéronefs. "

Note : En utilisant la Réglementation de la Circulation aérienne (RCA 1, 2 et 3) et les connaissances d'un instructeur, chaque pilote peut établir ses propres pratiques en ce qui concerne la turbulence de sillage lorsque, à bord d'un aéronef léger en VFR, il suit un aéronef lourd. Ces pratiques peuvent être résumées sous la forme d'un tableau. Celui qui est donné ici en exemple, est forcément incomplet.

	Aérodrome contrôlé	Aérodrome non contrôlé AFIS	Aérodrome non contrôlé auto information
Départ	L'organisme de contrôle établit la séparation en tenant compte de l'utilisation de pistes parallèles... Le pilote peut demander à s'affranchir de la séparation. Le pilote surveille les mouvements des gros porteurs...	L'organisme AFIS fournit des informations de trafic... Le pilote évite la turbulence de sillage par altération de trajectoire ou attente...	Le pilote détecte les aéronefs lourds... Le pilote évite la turbulence de sillage par altération de trajectoire ou attente...
Arrivée	L'organisme de contrôle doit fournir des informations de trafic en précisant le type de l'aéronef précédant... Le pilote évite la turbulence de sillage par altération de trajectoire ou attente...		

2. Confusion entre organisme de contrôle et organisme AFIS

L'auteur de ce récit est âgé de 22 ans. Il compte 85 heures de vol et vient d'obtenir la licence de pilote privé avion.

"Je viens de faire une escale sur un aérodrome fréquenté par des avions de transport. Je prépare mon avion pour le vol retour : mise en route, roulage, actions et vérifications avant décollage.

J'annonce à la radio : "XX je suis prêt à m'aligner au seuil 04.

- Pour info, un biréacteur de transport en finale, un autre trafic en base, rappelez prêt alignement !"

Je venais pourtant de dire que j'étais prêt à m'aligner ! Je ne comprends plus, je doute de ce que je sais. Ai-je bien entendu ? Me suis-je bien exprimé ? Pendant que le biréacteur est à l'arrondi, l'opérateur me demande : "XX quelles sont vos intentions ?

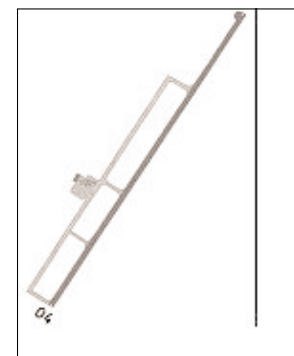
- XX j'attends que les deux avions se soient posés et je m'aligne derrière.

- XX rappelez prêt alignement ! "

Le biréacteur roule déjà sur le sol. J'interprète cette dernière consigne comme "rappelez aligné !" Je ne collationne pas et je m'aligne. J'entends alors à la radio que le second trafic m'observe et qu'il interrompt son approche. Au moment où je décolle, un autre biréacteur de transport survole les installations. Je me souviens seulement à ce moment-là que ces aéronefs laissent derrière eux de la turbulence de sillage. Comme un léger vent souffle du nord, j'utilise la partie gauche de la piste, puis effectue la montée initiale légèrement à gauche de l'axe. Le reste du trajet s'est déroulé sans difficulté.

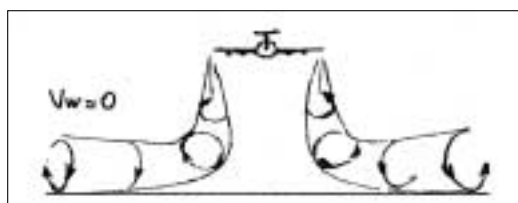
Arrivé à destination, j'ai analysé ce qui s'était passé : je croyais que la fréquence était tenue par un contrôleur de la navigation aérienne, alors qu'elle était tenue par un agent AFIS. Ce dernier avait appliqué une phraséologie qui se rapportait à sa fonction. Cette particularité correspondait aux horaires publiés dans l'atlas VAC.

Probablement parce que j'utilise habituellement un aérodrome où le trafic est très faible (piste non revêtue, auto-information), mes connaissances au sujet de la réglementation aérienne comme celles qui se rapportent à la turbulence de sillage comprennent encore bien des lacunes. "

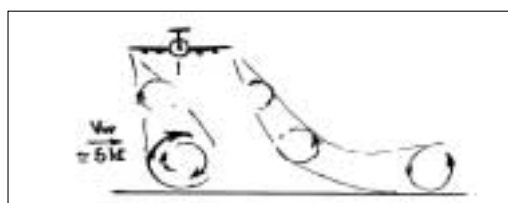


Utilité de la mention du suffixe Tour ou Info à la suite du nom de l'emplacement.

Il s'agit surtout de savoir utiliser en vol les connaissances acquises au sol.



Lorsque les tourbillons descendent près du sol, ils tendent à s'écarter de part et d'autre de la trajectoire de l'aéronef lourd qui les génère.



Un léger vent traversier peut maintenir un tourbillon à la verticale de la route de l'aéronef et éloigner l'autre. Ce dernier peut affecter l'axe d'approche d'une piste parallèle.

3. Arrivée d'un avion léger entre deux aéronefs de transport

Comme beaucoup de comptes-rendus REC, ce récit suggère des réflexions relatives à l'organisation d'un vol et à la cohabitation d'aéronefs de performances différentes près d'installations communes. En reprenant la chronologie de l'événement, les aspects relatifs à une éventuelle turbulence de sillage peuvent être envisagés avec l'aide de livres spécialisés ou avec l'appui d'un instructeur.

" Je termine mon voyage vers un aérodrome muni d'une piste revêtue longue de 2 200 m et disposant d'une procédure d'approche Locator-ILS au QFU face à l'ouest. A l'époque de l'événement, il est contrôlé en espace aérien de classe E et ne dispose pas d'image radar. Mon avion, le F-XX, possède un VOR pour tout instrument de radionavigation.



L'ATIS transmet le QFU face à l'ouest en service, avec un vent du 270° pour 10 kt et une visibilité de 8 000 m. Le premier contact radio est établi à environ cinq minutes de l'aérodrome.

Comme prescrit par le contrôleur, je rappelle avant de rejoindre le début de la branche vent arrière. Le contrôleur me demande alors d'effectuer un 360 de retardement afin de laisser passer un bi-turbopropulseur militaire de transport en exercice de remise des gaz, puis de m'intégrer en numéro deux en vent arrière. Je comprends que ce bi-turbopropulseur en entraînement évolue en VFR et qu'il doit parcourir la branche vent arrière pour se rendre vers le locator et effectuer une nouvelle approche.

Un tel bi-turbopropulseur peut voler à des vitesses relativement faibles et sa masse au décollage est d'une cinquantaine de tonnes.

Lorsque je suis à mon tour en branche vent arrière, je propose au contrôleur mon atterrissage en numéro un et un dégagement rapide de la piste. Il me demande de poursuivre la vent arrière toujours en numéro deux. En configuration approche, à environ 75 kt, je perds de vue l'avion militaire sensiblement plus rapide.

Quelques minutes plus tard, le contrôleur me demande de virer en base et de préciser ma position. Je réponds que je suis à une hauteur de 1 000 pieds, à quatre minutes des installations que je n'ai plus en vue. Comme me l'a montré un pilote professionnel, j'affiche sur mon récepteur VOR la fréquence de l'ILS. J'imagine qu'à ce moment-là l'avion militaire est en courte finale.

Peu de temps après, un F-YYZZ s'annonce sur la fréquence et demande à se reporter directement en finale à vue, ce qui lui est accordé. Il indique alors qu'il passe le locator à une hauteur de 2 000 pieds. Pendant ce temps, je parcours l'étape de base à 1 000 pieds. J'interroge le contrôleur sur la possibilité de passer en finale, ce qui m'est aussitôt accordé. Voici à quelques mots près la teneur des radiocommunications :

- F-YYZZ, quelle est la position de l'avion léger ?
- (contrôleur) F-XX, avez-vous en vue le F-YYZZ ?
- F-XX, je viens de voir passer un biréacteur environ 500 pieds plus haut, je n'ai pas eu le temps de relever son immatriculation !
- (contrôleur) F-YYZZ, avez-vous l'avion léger en vue ?
- F-YYZZ, négatif, je suis à deux nautiques du seuil.
- F-XX, je décale ma trajectoire au nord de l'axe pour le cas où un autre avion me suivrait.

Peu après j'indique que je suis en vue de la piste et du biréacteur qui vient d'atterrir. Je suis autorisé à atterrir à mon tour. Une ou deux minutes après celles du biréacteur, les roues de mon avion touchent la piste sans difficulté. Je stationne l'avion sur le parking et me rends à la vigie.

En fin de vol, je ne situais plus la position du bi-turbopropulseur. Il avait atterri quelques dizaines de secondes avant le biréacteur. Certaines radiocommunications m'avaient échappé. Le pilote du biréacteur avait sollicité un atterrissage sans délai en raison d'une contrainte commerciale. A aucun moment, je n'ai pensé qu'une turbulence de sillage pouvait affecter mon avion. Le contrôleur, récent dans sa fonction, était resté momentanément seul à la vigie au moment de mon arrivée. "

4. Interaction avec la turbulence de sillage d'un hélicoptère

Un aéronef léger peut être soudainement destabilisé lorsqu'il coupe la ligne des tourbillons marginaux laissés par un aéronef lourd, ici un hélicoptère.

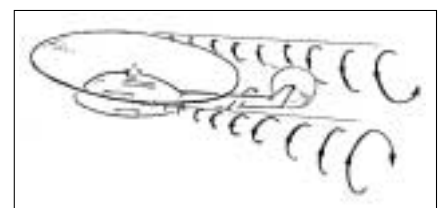
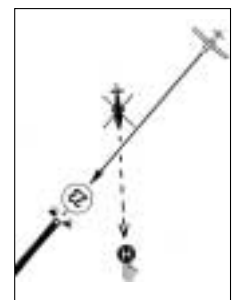
" Vers 10 heures du matin, j'arrive sur un aérodrome de taille importante. Les conditions météorologiques sont excellentes avec un vent calme. Le contrôleur m'autorise pour une arrivée directe en finale 23.

Alors que je passe la hauteur d'environ 700 pieds en finale, il me demande si j'ai "le visuel sur un hélicoptère plus bas, situé à une heure, cap au sud, en finale sur le H". Je réponds quelques instants plus tard que je l'observe. Je suis alors autorisé pour l'atterrissage en 23. En très courte finale, mon avion est soudainement destabilisé par quelques "coups de tabac". L'air redevient plus calme et j'atterris sans autre difficulté.

Quelques jours plus tard, un pilote d'hélicoptère chevronné me confirme que la brève destabilisation de mon avion est fort probablement due au passage dans l'air turbulent laissé par l'hélicoptère. Ce dernier était de taille moyenne. Je ne peux pas préciser le type. Que se serait-il passé si nos trajectoires avaient été parallèles ? Depuis lors, je suis attentif à tous les documents qui évoquent la turbulence de sillage. "

Que faire si aucune aide à l'atterrissage n'est utilisable ?

Le biréacteur venait probablement d'être transféré sur la fréquence TWR.



Un hélicoptère génère une turbulence de sillage comparable à celle d'un avion beaucoup plus lourd (voir accident du 8 janvier 1998 survenu à l'ULM identifié 83-IA).

REC info est aussi disponible sur le site internet du BEA dans les pages REC à l'adresse www.bea.aero (vignette REC sur la page d'accueil). Un courrier électronique peut être envoyé au REC à l'adresse : rec@bea-fr.org

Ce document est destiné à être reproduit, diffusé, affiché. Des extraits peuvent être utilisés dans d'autres publications à condition que le but poursuivi soit la prévention des accidents et que l'origine de l'extrait soit précisée.

Le REC a été créé en concertation avec le SFACT, la FFA, la FFVV, la FFPLUM, l'ANPI, l'AOPA, le SNIPAG, le GFH-SNEH, France Voltige ainsi que divers regroupements de pilotes professionnels de l'aviation générale.