



**RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE**  
**A05C0123**



**COLLISION EN VOL**

**ENTRE LE WACO UPF-7 N2369Q  
ET LE WOLF-SAMSON N985PW  
À MOOSE JAW (SASKATCHEWAN)  
LE 10 JUILLET 2005**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

## Rapport d'enquête aéronautique

### Collision en vol

entre le Waco UPF-7 N2369Q  
et le Wolf-Samson N985PW  
à Moose Jaw (Saskatchewan)  
le 10 juillet 2005

Rapport numéro A05C0123

### *Sommaire*

Trois avions immatriculés aux États-Unis participent à un combat tournoyant simulé à l'aéroport de Moose Jaw / Air Vice Marshal C.M. McEwen dans le cadre du spectacle aérien connu sous le nom de Saskatchewan Air Show. L'équipe de voltige, les Masters of Disaster, évolue à bord de trois avions biplans : un Waco UPF-7 (immatriculé N2369Q, numéro de série 5387), un Wolf-Samson (immatriculé N985PW, numéro de série WS001) et un Pitts Special (immatriculé N99MF, numéro de série 3004). La présentation comprend également un numéro au sol avec un camion appelé Shockwave qui est propulsé par un réacteur.

Vers 16 h 17, heure normale du Centre, les trois biplans exécutent une série de croisements et de poursuites lors d'un combat tournoyant simulé. Tandis que le camion propulsé par un réacteur va se positionner à la ligne limite du spectacle aérien établie à 500 pieds, les trois avions effectuent une manoeuvre en vue d'entreprendre une série de croisements centrés sur le camion. Au cours de la manoeuvre, le Waco et le Wolf-Samson entrent en collision à proximité de l'axe du spectacle, aux environs de la ligne limite du spectacle aérien établie à 1500 pieds. Les deux biplans prennent feu et s'écrasent entre la ligne limite de 1500 pieds et la piste extérieure. Les deux pilotes sont tués sur le coup; les deux avions sont détruits. Tous les débris tombent à l'écart de la foule, en direction de la piste extérieure. La mise en oeuvre immédiate des procédures d'urgence empêche les spectateurs de se diriger vers le lieu de l'incendie.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

### *Équipe de voltige*

L'équipe de voltige des Masters of Disaster avait été formée en 2002. Leur numéro de voltige demandait que trois biplans effectuent des manoeuvres de combat aérien appelé combat tournoyant. Pendant ces manoeuvres, les biplans devaient exécuter des croisements qui donnaient l'illusion aux spectateurs d'une quasi-collision. Lors du numéro, un camion propulsé par un réacteur était également poursuivi au sol par les biplans.

Les croisements des biplans étaient prévus de manière à offrir un espacement de sécurité qui était assuré visuellement grâce à des règles établies. Pour chaque ensemble de manoeuvres, les pilotes avaient un « contrat » établi. Dans la terminologie des spectacles aériens, un contrat est une entente conclue entre plusieurs pilotes qui précise comment chaque pilote va accomplir la manoeuvre et à quel pilote il revient d'établir l'espacement visuel. Un contrat comporte également une entente sur la façon d'interrompre une manoeuvre qui ne se passe pas comme prévu.

### *Avions accidentés*

Le biplan Waco avait été construit en 1940 selon les plans d'un Waco UPF-7. Il portait le numéro de série 5387. Il avait été largement modifié et renforcé pour faire des numéros de voltige. Il était équipé d'un moteur Pratt & Whitney R-985 et d'un réacteur General Electric J-85 monté sous le fuselage. Le poste de pilotage avait été déplacé vers l'arrière.

Le Wolf-Samson était une réplique du biplan Wolf-Samson d'origine et il avait été immatriculé en 1993. Il était propulsé par un moteur Pratt & Whitney R-985.

Les deux biplans étaient très maniables et disposaient d'une puissance amplement suffisante pour le numéro de voltige prévu. Tous les aéronefs ont des limites de conception qui réduisent la visibilité du pilote. Comme l'aile supérieure des biplans est montée en avant et au-dessus du pilote, elle crée un important angle mort supplémentaire dans le champ de vision du pilote (figure 1). Dans le cas du Waco, la modification du poste de pilotage avait permis de diminuer l'importance de l'angle mort. Toutefois, grâce à la maniabilité intrinsèque des deux avions, les pilotes de l'équipe de voltige pouvaient faire apparaître rapidement l'espace masqué par l'avant de l'appareil ou par les ailes, et ils pouvaient ainsi repérer rapidement les autres participants. De plus, les avions étaient équipés de générateurs de fumée. Les pilotes de l'équipe de voltige utilisaient la fumée pour déterminer rapidement la position des autres participants.

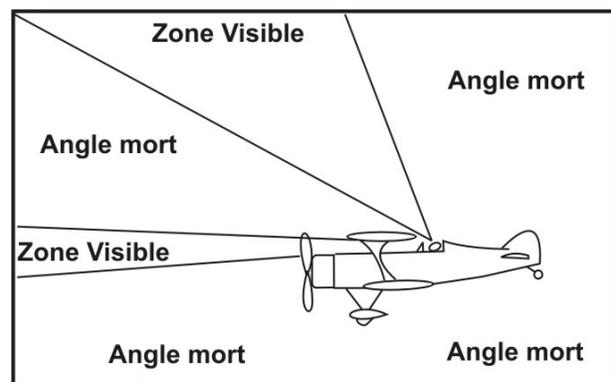


Figure 1. Angles morts dans un biplan classique

Une perte temporaire du contact visuel entre participants est jugée acceptable si les manoeuvres sont effectuées comme prévu, car les participants savent quand et où le contact visuel sera rétabli. Les manoeuvres doivent être prévues de façon à ce que la perte temporaire de contact visuel ne compromette pas la sécurité.

Les deux biplans étaient équipés d'une radio. L'utilisation des radios était limitée pendant la présentation, car les pilotes estimaient que les messages radio étaient peu fiables en raison du bruit élevé dans l'avion ouvert.

### *International Council of Air Shows*

L'International Council of Air Shows (ICAS)<sup>1</sup> a été fondé en 1968 en tant qu'association commerciale et professionnelle chargée de protéger et de promouvoir les intérêts des professionnels oeuvrant dans le milieu nord-américain des spectacles aériens alors en plein essor. D'après l'information sur le site Web de l'ICAS<sup>2</sup> :

[Traduction]

L'ICAS est l'autorité en matière de spectacles aériens, soit le représentant organisationnel des spectacles aériens, des participants aux spectacles aériens, des organisateurs de spectacles aériens et des fournisseurs de services de soutien pour les spectacles aériens qui se déroulent aux États-Unis et au Canada. Grâce à son assemblée annuelle et à ses publications professionnelles, sans oublier ses programmes de sécurité et de promotion de l'industrie, l'ICAS est un chef de file reconnu dans le domaine des spectacles aériens, un centre d'échanges de renseignements sur les spectacles aériens ainsi qu'un réseau complet de professionnels des spectacles aériens.

L'ICAS a mis sur pied un Programme d'évaluation de la compétence en voltige aérienne (ÉCVA). Il s'agit d'un programme de qualification des pilotes civils les autorisant à effectuer de la voltige aérienne dans le cadre de spectacles aériens publics aux États-Unis et au Canada. Le *Manuel d'ÉCVA*<sup>3</sup> de l'ICAS renferme les normes et les procédures que doivent utiliser les évaluateurs de la compétence en voltige aérienne lorsqu'ils procèdent à une évaluation et font des recommandations à la Federal Aviation Administration (FAA) et/ou à Transports Canada en matière de compétence et de sécurité en voltige aérienne. Les évaluateurs du programme ÉCVA sont des personnes qualifiées provenant du milieu des spectacles aériens. Ils évaluent le niveau de compétence et de sécurité des pilotes de spectacles aériens et font des recommandations à la FAA ou à Transports Canada quant à la délivrance de l'attestation appropriée de compétence en voltige aérienne.

---

<sup>1</sup> Voir l'annexe B pour la signification des sigles et abréviations.

<sup>2</sup> [www.icashq.org](http://www.icashq.org)

<sup>3</sup> *Manuel d'ÉCVA*, International Council of Air Shows, Inc., 6<sup>e</sup> révision.

L'attestation de compétence en voltige aérienne est renouvelée tous les ans par un évaluateur du programme ÉCVA qui examine un des numéros de voltige du candidat. Il existe quatre niveaux d'attestation. Le niveau de l'attestation correspond à l'altitude minimale à laquelle le titulaire est autorisé à voler. Une attestation de niveau 1 autorise le titulaire à évoluer jusqu'au sol; elle lui permet également de modifier son numéro de voltige sans avoir à subir une nouvelle évaluation après le renouvellement annuel de son attestation. Le programme ÉCVA n'exige pas spécifiquement que chaque numéro de voltige du candidat soit évalué. Les dossiers de qualification de compétence en voltige aérienne des pilotes de l'équipe des Masters of Disaster indiquent que leur numéro de voltige n'avait pas été examiné dans le cadre de leur examen de qualification.

### *Pilotes des avions accidentés*

Le pilote du Waco possédait un brevet de pilote professionnel valide. En février 2005, il avait subi une évaluation de sa compétence en voltige aérienne en vue de renouveler son attestation de niveau 1. L'attestation renouvelée autorisait le pilote à effectuer les manoeuvres du numéro de voltige présenté à Moose Jaw. Le pilote possédait également une qualification d'évaluateur du programme ÉCVA. Il avait participé à des centaines de spectacles aériens en plus de 35 ans de carrière.

Le pilote du Wolf-Samson possédait un brevet de pilote de ligne valide. En août 2004, il avait subi une évaluation de compétence en voltige aérienne en vue de renouveler son attestation de niveau 1. L'attestation renouvelée autorisait le pilote à effectuer les manoeuvres du numéro de voltige présenté à Moose Jaw. Le pilote avait participé à des centaines de spectacles aériens en plus de 28 ans de carrière.

### *Plan du site du spectacle aérien*

Le plan du site du spectacle aérien est présenté à l'annexe A. Deux lignes de limite du spectacle aérien étaient utilisées. La ligne des 500 pieds était pour les aéronefs à vitesse moins élevée, comme les biplans; la ligne des 1500 pieds était pour les aéronefs à vitesse plus élevée. Les virages en direction des spectateurs devaient être terminés avant d'atteindre ces lignes. Les lignes de limite du spectacle aérien sont établies pour s'assurer que, en cas d'accident, les débris vont tomber à l'écart des spectateurs. L'axe du spectacle était basé sur l'emplacement des spectateurs, et il est représenté par la ligne perpendiculaire aux deux lignes de limite du spectacle aérien. Dans le présent rapport, l'aire située à gauche de l'axe du spectacle, d'après la position des spectateurs, est appelée « partie gauche »; l'autre moitié est appelée « partie droite ».

## *Conditions météorologiques*

Les conditions météorologiques observées à Moose Jaw à 16 h 19, heure normale du Centre (HNC)<sup>4</sup>, étaient les suivantes : vent du 190° à 8 noeuds; plafond avec couvert nuageux à 20 000 pieds; visibilité de 15 milles terrestres; calage altimétrique de 29,86; température de 23 °C; point de rosée à 15 °C.

Le vent poussait la fumée des avions vers les spectateurs, ce qui les empêchait de bien voir le spectacle. Les pilotes participant au spectacle n'ont été gênés d'aucune façon par la fumée, car le vent poussait la fumée à l'écart de leurs trajectoires de vol.

## *Manoeuvre à l'origine de l'accident (Dairy Turn)*

Le virage appelé Dairy Turn (figure 2) est une manoeuvre préétablie qui précède immédiatement une série de croisements et de poursuites pendant lesquels le camion propulsé par un réacteur se déplace sur la piste. À partir d'un point situé à l'extérieur de la ligne limite de 1500 pieds dans la partie droite, le pilote du Wolf-Samson se met en virage en descente à droite pour sortir du virage aux abords de la ligne limite de 1500 pieds et parallèlement à cette ligne. Le pilote du Pitts arrive également par la partie droite à basse altitude le long de la ligne limite de 500 pieds, suivi de près par le Waco. Après avoir franchi l'axe du spectacle, le pilote du Pitts fait un virage serré à 90°, fortement incliné à droite, qui l'éloigne des spectateurs. Puis il fait un autre virage serré à 90°, vers la gauche cette fois, en poussant sur le manche et sans modifier son angle d'inclinaison. Le pilote du Waco suit le Pitts dans son premier virage à 90° à droite, puis il incline fortement son avion sur la gauche vers le Pitts pour donner l'impression qu'il le suit. Toutefois, le pilote du Waco ne prend pas la direction du Pitts mais continue plutôt droit devant en s'éloignant de la foule, à la rencontre du Wolf-Samson en virage. Puis le Waco s'incline à droite et fait un virage serré à droite en direction du Wolf-Samson, passant entre le Wolf-Samson et les spectateurs. La manoeuvre veut donner l'illusion d'un accident évité de justesse au moment où le Waco et le Wolf-Samson se croisent à proximité de l'axe du spectacle.

---

<sup>4</sup>

Les heures sont exprimées en HNC (temps universel coordonné moins six heures).

Pour les autres membres de l'équipe de voltige, le contrat pour assurer un espacement de sécurité voulait que le pilote du Wolf-Samson établisse le contact visuel avec le Waco et maintienne visuellement l'espacement. Le pilote du Waco était censé effectuer la manoeuvre comme prévu. Depuis que le numéro de voltige avait été mis au point, il était arrivé à plusieurs reprises que le Waco se trouve trop loin derrière le Pitts pendant la poursuite le long de la ligne limite de 500 pieds. Le retard qui en résultait dans le virage vers le Wolf-Samson n'avait jusque là causé aucun problème aux participants.

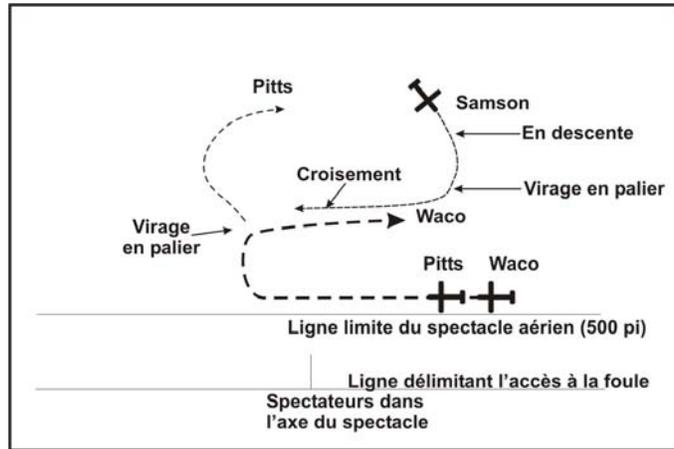


Figure 2. Le Dairy Turn d'origine

L'enquête a révélé que le croisement avait été modifié récemment (figure 3). Dans cette variante, le Waco croise la trajectoire prévue du Wolf-Samson avant de faire le virage serré à droite. Lors du croisement modifié des deux biplans, c'est le Wolf-Samson qui se trouve entre le Waco et les spectateurs. L'examen d'un enregistrement vidéo réalisé lors d'une présentation récente de l'équipe de voltige a montré que la manoeuvre avait été modifiée. Il n'a pas été possible de savoir si le contrat garantissant un espacement de sécurité avait également été modifié.

Des enregistrements vidéo de la manoeuvre à l'origine de l'accident étaient disponibles. Plusieurs enregistrements vidéo montraient la manoeuvre depuis les abords de l'axe du spectacle et avaient été réalisés perpendiculairement aux lignes de limite du spectacle. Une vidéo montrait la manoeuvre depuis la partie gauche et avait été réalisée le long de la ligne limite de 1500 pieds. Les mesures prises par les deux pilotes ont pu être déterminées à partir de ces enregistrements vidéo. De plus, les vidéos réalisées par les spectateurs avaient une bande sonore.

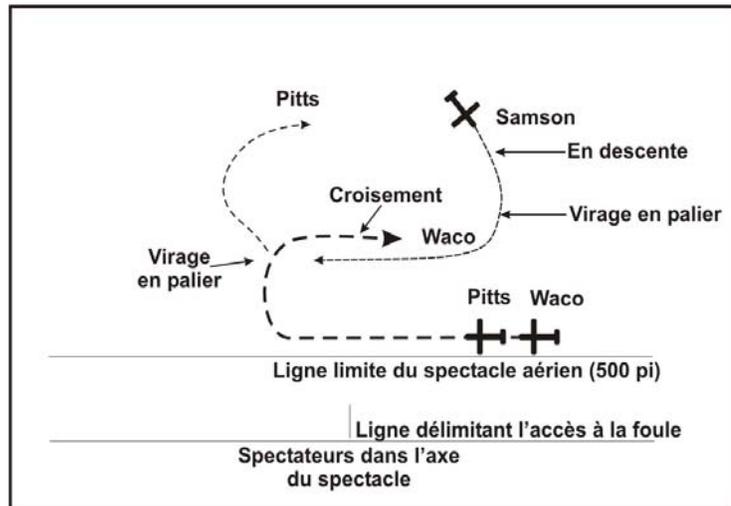


Figure 3. Le Dairy Turn modifié

### Mesures prises par le pilote du Wolf-Samson

Le pilote du Wolf-Samson a effectué un virage à droite vers les spectateurs en arrivant, dans la partie droite, de l'extérieur de la ligne limite de 1500 pieds (figure 4). En approchant de la ligne limite de 1500 pieds, il s'est mis en montée tout en conservant son angle d'inclinaison. La montée s'est poursuivie jusqu'à la collision. Il n'a envoyé aucun message radio pour dire qu'il se mettait en montée. De plus, il n'y a eu aucun mouvement de l'avion susceptible d'indiquer que le pilote essayait d'établir le contact visuel avec le Waco et tentait d'assurer l'espacement. Un examen minutieux de plusieurs

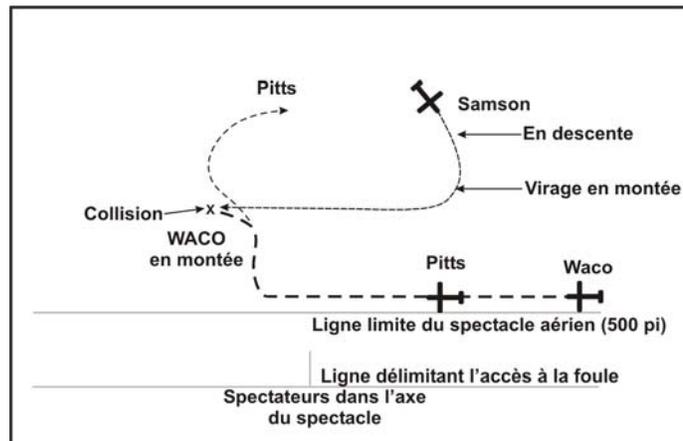


Figure 4. Séquence de l'accident

enregistrements vidéo du virage montre que le pilote du Wolf-Samson pouvait voir le Pitts franchir l'axe du spectacle et dégager à droite, sans le Waco tout proche. Toutefois, les enregistrements vidéo montrent également qu'il aurait été impossible au pilote du Wolf-Samson de voir le Waco dans le dernier virage à 90 degrés sans faire bouger les ailes ou la partie avant du biplan.

### Mesures prises par le pilote du Waco

Le pilote du Waco est arrivé par la partie droite, à la poursuite du Pitts, le long de la ligne limite de 500 pieds (figure 4). Aux environs de l'axe du spectacle, il a fait un virage serré à 90° en éloignement des spectateurs pour suivre le Pitts. Toutefois, il était nettement derrière le Pitts. Puis il s'est fortement incliné à gauche et s'est mis en montée. Il a conservé une forte inclinaison, et l'avion a entrepris un virage à gauche, alors que l'on entend le bruit du réacteur qui augmente de puissance. Les enregistrements vidéo montrent que, dès le début de l'inclinaison à gauche, le pilote du Waco ne pouvait pas voir le Wolf-Samson. L'inclinaison a été maintenue jusqu'au moment de la collision. Comme dans le cas du pilote du Wolf-Samson, aucun message radio n'a été reçu du pilote du Waco, et il n'y a eu aucun mouvement de l'avion pouvant indiquer une tentative d'établir le contact visuel avec l'autre participant et pour assurer l'espacement.

### État des épaves

L'annexe A montre le champ de débris des deux avions. Le champ débute de 200 à 300 pieds à gauche de l'axe du spectacle, à l'extérieur de la ligne limite de 1500 pieds. Les débris du Wolf-Samson indiquent que la trajectoire de vol de l'avion formait un angle peu prononcé avec la ligne limite de 1500 pieds. Quant au Waco, les débris montrent qu'il avait commencé à virer à gauche en éloignement du Wolf-Samson. Le sillon laissé par l'épave du Waco mesurait environ 1200 pieds de longueur. Une pale de l'hélice du Wolf-Samson était enfoncée dans la casserole d'hélice du Waco, ce qui, selon les renseignements vidéo, indique que les deux biplans volaient sur le ventre au moment de la collision.

Les deux biplans ont été détruits dans l'accident. Les structures en bois recouvertes de toile ont brûlé dans l'incendie qui a éclaté après l'impact. Les épaves ont été examinées dans la mesure du possible, et aucune anomalie antérieure à l'impact n'a été décelée. L'examen des épaves ainsi que l'information fournie par les enregistrements audio et vidéo indiquent que les deux pilotes avaient la maîtrise de leur avion au moment de la collision.

### *Processus d'autorisation et de surveillance*

Dans le cadre du processus d'autorisation, les organisateurs du spectacle aérien avaient soumis à Transports Canada une trousse d'information, conformément à l'article 623.01 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). La trousse contenait une description du comité des opérations aériennes formé pour surveiller le spectacle aérien. Elle contenait également le plan complet des opérations aériennes précisant les procédures de sécurité. Transports Canada avait examiné la trousse d'information, y compris le plan des opérations aériennes, et avait confirmé que les participants civils étaient dûment qualifiés pour faire les numéros prévus et que les organisateurs disposaient d'un plan approprié pour le spectacle aérien.

Transports Canada avait délivré, conformément au RAC, un certificat d'opérations aériennes spécialisées à la ville de Moose Jaw, lui permettant d'organiser le spectacle Saskatchewan Centennial Air Show 2005. Le certificat précisait les conditions que devait respecter le titulaire du certificat. Le certificat mentionnait notamment que la ville de Moose Jaw devait voir à ce que cette manifestation aéronautique spéciale se déroule en toute sécurité. Chaque participant civil était autorisé individuellement dans le certificat et était tenu de signer le document, reconnaissant ainsi qu'il comprenait parfaitement toutes les conditions figurant dans le certificat et qu'il allait les respecter. En vertu du RAC, l'organisateur d'un spectacle aérien doit s'assurer qu'un système de sonorisation ou tout autre moyen de communiquer avec les spectateurs est disponible et que le commentateur a été dûment breffé et préparé afin d'aider au contrôle de la foule dans une situation d'urgence.

Les vecteurs énergétiques des aéronefs pendant les présentations sont un point important de l'examen de Transports Canada. Les présentations doivent être conçues de façon à ce que les vecteurs énergétiques des aéronefs soient dirigés à l'écart des zones primaires réservées aux spectateurs, à une distance de sécurité en cas d'accident. Pour atteindre en partie cet objectif, les aéronefs ont été classés en plusieurs catégories en fonction de leur type et de leur vitesse vraie, et ils doivent respecter les distances minimales des lignes de limite du spectacle aérien précisées au tableau 1 de l'article 623.07 du RAC. Les avions accidentés étaient considérés comme des aéronefs de catégorie III. Ils devaient donc respecter une ligne limite de 500 pieds lors de leurs figures de voltige. Pour faciliter l'examen des vecteurs énergétiques, chaque pilote de voltige doit fournir ce qui suit, conformément à l'article 623.02 du RAC : une liste séquentielle de toutes les manoeuvres; les distances par rapport aux spectateurs; les points d'arrivée et de départ; les directions du vol par rapport aux zones de spectateurs; les vitesses maximale et minimale pour toute la présentation; et les altitudes minimales de chaque manoeuvre.

La trousse d'information renfermait les exigences relatives aux listes séquentielles des Masters of Disaster dans deux documents. Le premier document contenait neuf petites descriptions des manoeuvres des Masters of Disaster. La manoeuvre à l'origine de l'accident (le virage appelé Dairy Turn) était décrite comme suit : [Traduction] « L'avion 1, l'avion 2 et l'avion 3 effectuent pendant trois minutes une série de croisements et de poursuites lors d'un combat tournoyant simulé. » Le second document portait sur un numéro de voltige en solo effectué par l'un des participants. Ce document contenait les renseignements suivants : [Traduction] « Point le plus rapproché de la foule : 500 pieds; altitude minimale exigée : 2500 pieds; direction du vol par rapport aux spectateurs : à gauche, à droite, vers le haut et vers le bas, et vitesses maximale et minimale : 200 et 0. » Même si ce n'était pas précisé, il y a tout lieu de croire qu'il s'agissait de vitesses exprimées en milles à l'heure. De plus, le second document précisait que cette information était identique à celle portant sur la présentation des Masters of Disaster. Aucune description visuelle ni schéma ne figurait dans la trousse d'information, mais leur présence n'était pas obligatoire.

Transports Canada a recours à un système de gestion des risques pour déterminer le cycle de contrôle des spectacles aériens au Canada. Le spectacle aérien de Moose Jaw était assujéti à un cycle de contrôle de trois ans, et il avait fait l'objet d'un contrôle en 2004; en conséquence, les inspecteurs de Transports Canada n'ont surveillé aucune partie du spectacle de 2005.

## *Analyse*

### *Virage Dairy Turn*

Le virage Dairy Turn, tel qu'il avait été conçu et exécuté à l'origine, n'avait causé aucun problème lorsque le Waco s'était trouvé trop loin derrière le Pitts, car le Waco effectuait un virage entre le Wolf-Samson et les spectateurs. Dans cette figure, les trajectoires de vol ne se croisaient pas et permettaient au pilote du Waco d'établir le contact visuel avec le Wolf-Samson ou sa fumée pendant le second virage à 90°. Cette variante de la manoeuvre donnait une illusion de danger à la foule, mais les participants pouvaient facilement assurer la sécurité pendant l'exécution de la figure.

La version modifiée du Dairy Turn s'est toutefois traduite par deux croisements des trajectoires de vol et, donc, par deux points de collision possibles (figure 3). Le premier point de collision possible était le plus dangereux des deux, car les trajectoires se croisaient à 90°, d'où la possibilité que chacun des deux avions soit incliné du côté opposé à l'autre. La synchronisation de cette manoeuvre exigeait que chaque pilote établisse le contact visuel avec l'autre pilote. Comme le montre la figure 3, la manoeuvre devient dangereuse si le Waco a quelques secondes de retard. Il s'agit d'une importante différence par rapport à la manoeuvre d'origine. Le risque de collision n'était plus une simple illusion pour les spectateurs. La manoeuvre modifiée ne permettait pas d'assurer la sécurité, à moins que l'un des pilotes ait établi le contact visuel avec l'autre. Compte tenu du risque accru, il aurait fallu que les deux pilotes aient un contrat bien clair.

### *Mesures prises par le pilote du Wolf-Samson*

Le pilote du Wolf-Samson s'est mis en montée et est resté en montée, mais cela ne faisait pas partie de la manoeuvre prévue. Pour expliquer cette montée, il se peut que le pilote ait conclu que le Waco était en retard et que, comme il n'avait pas le Waco en vue, il y avait un risque imminent de collision. La montée du Waco lui aurait permis de passer devant et au-dessous de l'autre avion. Si, d'après le contrat, le pilote du Wolf-Samson devait assurer l'espacement, les mesures qu'il a prises auraient permis d'établir un espacement vertical entre les deux avions. Toutefois, les mesures qu'il a prises ne lui ont pas permis de rétablir le contact visuel à un point critique de la manoeuvre. Le contact visuel était le seul moyen d'assurer un espacement de sécurité.

### *Mesures prises par le pilote du Waco*

La montée du pilote du Waco donne à penser que le pilote a conclu que son retard à virer en direction du Wolf-Samson avait créé un risque imminent de collision si la manoeuvre se poursuivait comme prévu. Si, d'après le contrat, le pilote du Waco devait assurer l'espacement, les mesures qu'il a prises auraient permis d'établir un espacement vertical entre les deux avions. Toutefois, les mesures qu'il a prises ne lui ont pas permis de rétablir le contact visuel à un point critique de la manoeuvre. Le virage ultérieur vers la gauche pourrait être une manoeuvre d'évitement et le signe que le pilote ne savait pas très bien si la sécurité était assurée.

### *Influence de la météo*

Le vent poussait la fumée des avions à l'écart des participants. Ils avaient donc une vue dégagée de l'espace aérien où se déroulait le spectacle. Il est possible que le vent ait eu tendance à pousser le Wolf-Samson en cours de virage vers la ligne limite de 1500 pieds, et il se peut que le pilote ait eu à conserver son angle d'inclinaison plus longtemps que d'habitude, d'où une plus longue période sans contact visuel avec le Waco.

### *Utilisation des radios*

Les biplans étaient des avions ouverts et cela nuit à la compréhension des messages radio; toutefois, si l'un des deux pilotes avait envoyé un message radio, cela aurait peut-être permis d'assurer qu'un seul pilote monte pour garantir l'espacement.

### *Sécurité du public*

Les annonces faites immédiatement par le commentateur à l'aide du système de sonorisation ont probablement empêché tout déplacement des spectateurs vers le lieu de l'accident, ce qui a permis d'accroître la sécurité du public après l'accident.

L'importance du champ de débris du Waco indique que l'énergie après la collision aurait été suffisante pour que des débris atteignent la zone des spectateurs si le vecteur énergétique avait été dirigé vers la ligne de limite du spectacle aérien. Le virage appelé Dairy Turn n'était pas décrit dans la liste séquentielle; en conséquence, le risque qu'il présente un vecteur énergétique inapproprié n'avait pas pu être correctement évalué. S'il est peu probable que le Dairy Turn ait

pu donner un tel vecteur, le champ de débris indique toutefois clairement combien il est important que Transports Canada procède à un examen critique de la liste séquentielle des manoeuvres lors du processus d'approbation d'un certificat d'opérations aériennes spécialisées. Le peu de renseignements fournis pour les autres manoeuvres de la liste séquentielle aurait également empêché de faire une évaluation de la gestion des vecteurs énergétiques.

Comme la présentation n'avait pas lieu en vue du renouvellement annuel de l'attestation de compétence en voltige aérienne des participants, il n'y avait aucun représentant de Transports Canada au spectacle aérien.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

- LP 78/2005 – *Failed Rudder Control Cable and Aileron* (Examen du câble rompu de la commande de direction et des ailerons);
- LP 79/2005 – *Failed Rudder Control Cable* (Examen du câble rompu de la commande de direction);
- LP 82/2005 – *Document Analysis* (Analyse de documents).

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. La manoeuvre appelée Dairy Turn avait été modifiée de façon telle que le contact visuel pouvait être perdu temporairement immédiatement avant le croisement des trajectoires de vol des avions. Cette modification rendait la synchronisation critique et ajoutait deux points potentiels de collision.
2. Les manoeuvres effectuées immédiatement avant la collision indiquent que les participants n'avaient pas un contrat clair pour la manoeuvre modifiée. Les mesures prises par un des pilotes ont annulé celles prises par l'autre, et aucun des deux pilotes n'a pris de mesures efficaces pour rétablir le contact visuel.
3. Il y a eu perte de synchronisation de la manoeuvre lorsque le Waco a viré tardivement dans l'axe du spectacle.

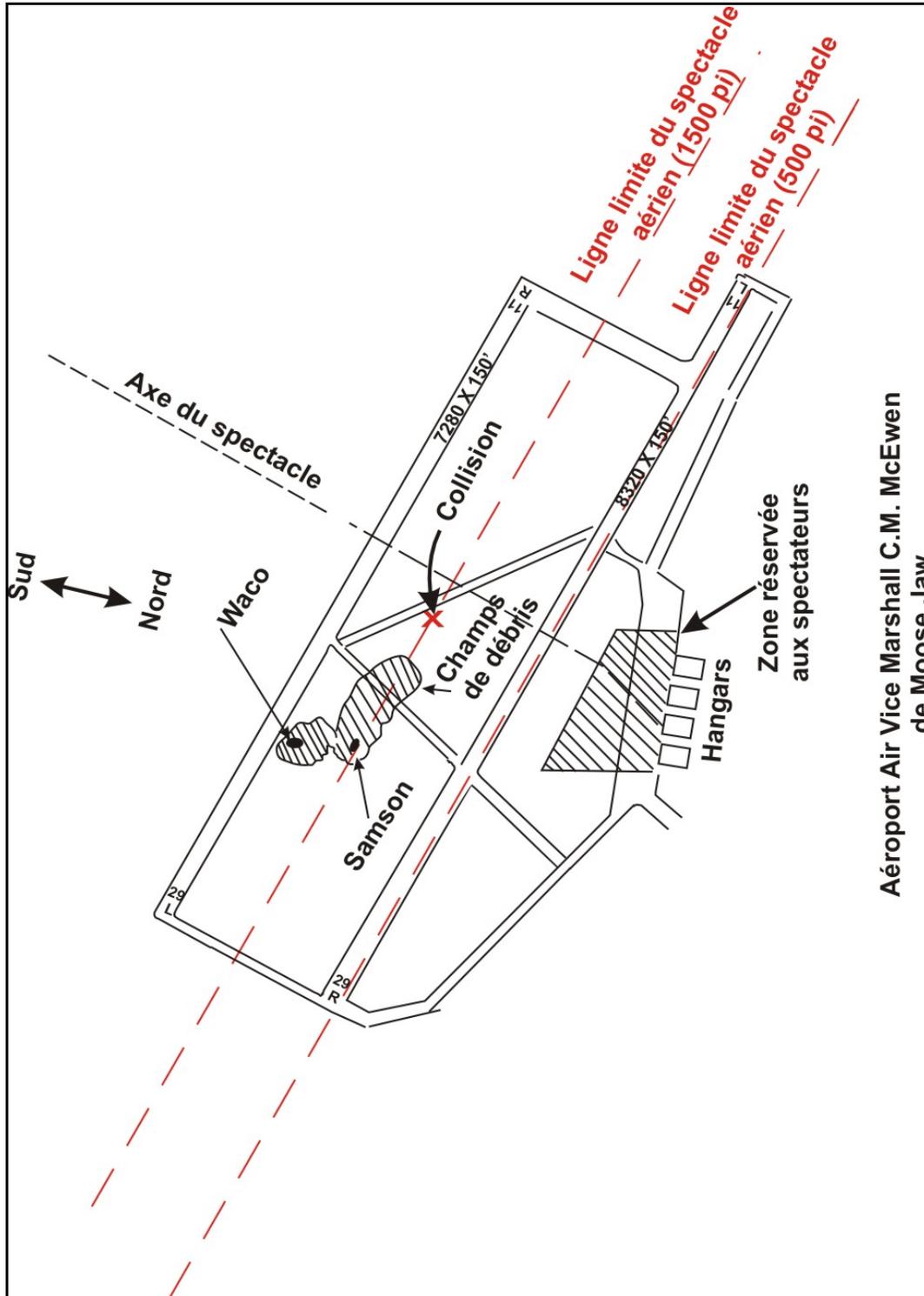
### *Fait établi quant aux risques*

1. Les renseignements sur la séquence des manoeuvres fournis à Transports Canada n'étaient pas suffisamment détaillés pour permettre un examen complet de la gestion des vecteurs énergétiques de la présentation.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 22 février 2006.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*

Annexe A – Aéroport de Moose Jaw / Air Vice Marshall  
C.M. McEwen (Saskatchewan)



## *Annexe B – Sigles et abréviations*

BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
ÉCVA	Programme d'évaluation de la compétence en voltige aérienne ( <i>Aerobatic Competency Evaluation</i> ou ACE)
FAA	Federal Aviation Administration des États-Unis
HNC	heure normale du Centre
ICAS	International Council of Air Shows
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>
°	degré
°C	degré Celsius