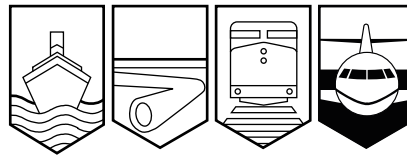


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A01O0200



COLLISION AVEC UN CÂBLE

BALLON AEROSTAR RX-7 C-GFLH
À GLOUCESTER (ONTARIO)
LE 14 JUILLET 2001

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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 sur un accident aéronautique

Collision avec un câble

Ballon Aerostar RX-7 C-GFLH
Gloucester (Ontario)
le 14 juillet 2001

Rapport numéro A01O0200

Sommaire

Le ballon Aerostar RX-7, portant le numéro de série RX7-3337, à bord duquel se trouvaient l'aérostier et deux passagers, s'est posé dans un champ situé immédiatement au nord du chemin Leitrim à Gloucester (Ontario) après avoir effectué un vol publicitaire combiné à un vol de tourisme. Une ligne électrique se trouvait au sud du chemin. Une fois au sol, l'aérostier a stabilisé le ballon, et deux équipiers ont guidé le ballon au sol pour le rapprocher du chemin. L'aérostier a commencé les procédures de dégonflage pendant qu'un équipier tenait la nacelle et que l'autre tentait d'attraper les cordes de la couronne. C'est à ce moment qu'une forte rafale de vent provenant du nord a soulevé le ballon au-dessus du sol avec une équipière toujours agrippée au ballon. Le ballon a alors commencé à dériver vers les câbles électriques aériens. L'équipière a lâché la nacelle et est tombée au sol d'une hauteur de 10 à 15 pieds. L'aérostier a allumé les brûleurs pour tenter de passer au-dessus des câbles électriques aériens, mais avant qu'il n'ait pu atteindre une altitude suffisante le ballon a dérivé et s'est pris dans les câbles électriques. Un arc électrique très intense s'est produit, la nacelle a pris feu et peu de temps après, le ballon est descendu au sol. Les câbles de liaison de la nacelle ont brûlé au point qu'ils se sont détachés de l'enveloppe, laissant l'enveloppe dériver vers le sud où elle s'est immobilisée sur une antenne horizontale. L'aérostier et une passagère ont été grièvement brûlés; la seconde passagère a péri électrocutée. L'équipière a subi des blessures légères quand elle est tombée au sol. L'accident s'est produit avant le coucher du soleil, vers 20 h 9, heure avancée de l'Est, dans des conditions météorologiques de vol à vue.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'aérostier avait vérifié les conditions météorologiques trois fois avant le décollage. Les prévisions météorologiques à destination pour l'aéroport international d'Ottawa / Macdonald-Cartier (Ontario) émises le 14 juillet 2001 à 16 h 31, heure avancée de l'Est (HAE)¹, valables à partir de 17 h le 14 juillet jusqu'à 14 h le 15 juillet, faisaient état des conditions suivantes : vents du 280 °V à 10 noeuds; visibilité de plus de 6 milles terrestres (sm); couche de nuages fragmentés à 3 000 pieds au-dessus du sol (agl); et, de façon temporaire, entre 17 h et 20 h, visibilité de 6 sm dans des averses de pluie légère. Les observations météorologiques effectuées à l'aéroport Macdonald-Cartier à 20 h étaient les suivantes : couche de nuages fragmentés à 4 500 pieds agl; seconde couche de nuages fragmentés à 9 000 pieds agl; visibilité de 20 sm; vents du 320 °V à 10 noeuds avec des rafales pouvant atteindre les 15 noeuds et température de 20 °C. On a noté la présence d'averses dans un rayon de 5 sm. Les remarques incluses dans l'observation faisaient état de cumulus bourgeonnants encastrés dans les couches de nuages ainsi que d'averses de pluie au nord-nord-est. La station d'observation météorologique se trouve à environ 3 km à l'ouest-nord-ouest du lieu de l'accident. Des personnes habitant juste à l'est du lieu de l'accident ont signalé qu'il s'était mis à pleuvoir et que des rafales de vent s'étaient fait sentir à peu près au moment où une panne d'électricité s'est produite, soit au moment de l'accident.

Le ballon avait quitté le parc Jacques-Cartier à Hull (Québec) pour effectuer un vol publicitaire ainsi qu'un vol de tourisme au-dessus des terrains où se déroulaient les Jeux de la Francophonie. Au décollage, les vents, mesurés par les équipiers, soufflaient du nord-nord-ouest à environ 3 noeuds. Les conditions météo ont été favorables au vol durant la plus grande partie du vol, mais vers la fin du vol, l'aérostier a observé des conditions météorologiques défavorables à l'est de sa trajectoire de vol. Lorsque le ciel a commencé à se couvrir, l'aérostier a décidé de poser le ballon le plus vite possible. Il a indiqué que les vents à l'atterrissage soufflaient de 4 à 6 noeuds (7 mi/h) et qu'ils avaient été relativement constants tout au long du vol.

Le champ choisi pour l'atterrissage était bordé au sud (côté vent arrière) par le chemin et par des câbles électriques aériens. Il y avait de petites roches et une tour dans le champ. Des mottes de terre et des renseignements fournis par un témoin oculaire ont permis de confirmer que l'atterrissage avait été cahoteux mais que la nacelle n'avait pas basculé. La première motte de terre se trouvait à environ 700 pieds (sur la trajectoire de vol) au nord-ouest des câbles électriques aériens. Le ballon s'est immobilisé à environ 600 pieds (sur la trajectoire de vol) des câbles électriques aériens.

L'aérostier a stabilisé le ballon, et les équipiers ont guidé le ballon au sol pour le rapprocher du chemin. Il est courant pour des équipiers de guider le ballon au sol pour pouvoir le récupérer plus facilement. La seconde aire d'atterrissage, où le dégonflage devait avoir lieu, se trouvait à environ 240 pieds (sur la trajectoire de vol) du côté vent debout des câbles électriques aériens. L'aérostier a fermé les brûleurs et les robinets principaux des bouteilles de propane et a vidé les

¹ Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné [UTC] moins quatre heures).

conduites de leur propane. L'aérostier avait ouvert la soupape sommitale pour dégonfler l'enveloppe mais une rafale de vent a soulevé le ballon. L'aérostier a ouvert les robinets principaux des bouteilles de propane et a rallumé les brûleurs dans l'espoir de franchir les câbles électriques aériens, mais sans succès.

L'aérostier avait obtenu sa licence de pilote de ballon en mai 1993. Le carnet de route de l'aérostier révèle qu'il avait reçu sa formation sur un ballon Aerostar RX-8 et qu'il avait subi une vérification sur un ballon Aerostar RX-7. Il totalisait environ 500 heures de vol, la plupart sur le type de ballon en cause dans l'accident. Il avait subi un examen médical de catégorie 3 le 17 août 2000 et il n'avait aucun antécédent de problème de santé. Il portait ses lunettes au moment de l'accident, conformément à une restriction sur sa licence l'obligeant à porter des lunettes.

L'examen des dossiers du ballon révèle qu'il était entretenu conformément à la réglementation. Le ballon totalisait environ 91 heures de vol depuis sa mise en service initiale.

Un examen des restes du ballon n'a révélé aucune anomalie qui aurait pu contribuer à l'accident. Lors de l'examen de la soupape sommitale de l'enveloppe effectuée sur le lieu de l'accident, seul le ressort de rappel numéro 11B a été trouvé dans sa pochette. La soupape sommitale est un volet de dégonflage commandé par une corde attachée à la nacelle et qui est accessible à partir de la nacelle. Lorsque les 14 ressorts de rappel se trouvent dans leur pochette respective et que le panneau de manoeuvre est fermé, on considère que la soupape sommitale est fermée. L'aérostier a indiqué qu'il n'avait relâché que deux des ressorts de rappel lorsque le ballon a été brusquement soulevé dans les airs. L'enquête n'a pas révélé comment tous les ressorts de rappel, sauf un, se sont retrouvés en position ouverte, mais il se peut que les ressorts se soient ouverts quand l'enveloppe s'est séparée de la nacelle.

Les brûleurs ont été branchés à une source de carburant ordinaire pour faire l'objet d'un test. La seule anomalie relevée durant l'essai concernait le mouvement de rappel d'une des poignées des vannes de commande. On a déterminé que cette anomalie était le résultat d'une interférence provoquée par la fonte d'une tige de guidage dans la poignée lors de l'incendie. La conduite d'alimentation allant de la bouteille de propane horizontale à son brûleur respectif a été trouvée débranchée au niveau du raccord d'entrée de propane du brûleur. Cette défaillance s'est produite durant la séquence d'impact avec les câbles électriques aériens, aucune fuite de carburant ni aucun incendie n'ayant été observé ou signalé avant l'impact. Le personnel d'intervention d'urgence a signalé que l'incendie après l'impact avait surtout produit des flammes bleues ainsi que quelques flammes jaunes. Les flammes bleues indiquent que du propane brûlait, alors que les flammes jaunes provenaient du rotin de la nacelle en feu. Les robinets principaux des bouteilles de propane ont été trouvés en position ouverte.

L'enveloppe est composée de 12 panneaux qui sont attachés à des sangles de charge verticales et horizontales, lesquelles transfèrent le poids de la nacelle à l'enveloppe. Les panneaux sont fabriqués à partir d'un tissu indéchirable en nylon enduit. La partie inférieure de l'enveloppe avait fondu au niveau de l'ouverture de l'enveloppe. La jupe, fabriquée à partir de nylon indéchirable et doublée d'un tissu en nomex résistant au feu, est devenue friable sous l'effet de la chaleur et s'est rompue en petits morceaux qui ont été trouvés un peu partout sur le lieu de l'accident. La sangle de charge horizontale, à laquelle les câbles de liaison de la nacelle étaient fixés, a brûlé ou a fondu et la sangle s'est détachée de l'enveloppe. Un examen de la fiche

technique n° A15CE du certificat de type, sur laquelle figurent les exigences de certification du ballon Aerostar RX-7, a révélé qu'il n'existe aucune norme d'inflammabilité pour les matériaux qui entrent dans la fabrication de ce ballon.

On a effectué des calculs pour déterminer la masse brute du ballon au décollage. Les calculs ont révélé qu'au moment du décollage du parc Jacques-Cartier, le ballon avait une masse inférieure d'environ 230 livres à sa masse maximale brute de 1 480 livres. D'autres calculs ont été effectués pour établir la masse approximative du ballon au moment où il a été soulevé dans les airs par une rafale de vent. Ces calculs, qui tenaient compte du poids de l'équipière agrippée au ballon, ont indiqué que la masse du ballon était inférieure d'environ 190 livres à sa masse brute au moment de l'accident.

Le ballon est entré en contact avec une ligne électrique composée de poteaux de 45 pieds auxquels sont fixés trois conducteurs électriques montés sur des isolateurs. Un conducteur est fixé au sommet du poteau, tandis que les deux autres sont fixés de chaque côté du poteau à trois pieds et demi en contrebas du conducteur fixé au sommet. Lorsque la nacelle s'est trouvée emmêlée dans les câbles électriques aériens, le conducteur inférieur situé du côté du chemin a été tiré vers le conducteur fixé au sommet du poteau sous l'effet de la portance de l'enveloppe, provoquant un arc électrique phase à phase. La tension phase à phase de cette ligne électrique est de 27 680 volts, et la tension phase à neutre est de 16 000 volts. Un système d'enregistrement à la centrale électrique révèle que le ballon est entré en contact avec les câbles électriques à 20 h 9 min 39 s.

Le manuel de vol du ballon à air chaud Aerostar RX-7 fait état de nombreuses précautions à prendre quand on utilise un ballon à proximité de câbles électriques aériens. Il faut notamment² :

S'assurer qu'il n'y a aucun câble électrique aérien sur l'aire d'atterrissage. Allouer au moins 100 pieds de distance horizontale entre le ballon et les câbles électriques aériens ou les autres obstacles dangereux se trouvant du côté vent arrière du ballon pour chaque mi/h de vent. De préférence, effectuer tous les atterrissages du côté vent arrière de tels obstacles après les avoir survolés à une altitude de sécurité. Redoubler de prudence si les vents soufflent par rafales, s'ils sont chauds ou instables.

Ces conseils varient pour chaque vol selon le niveau d'expérience, la charge transportée et les rafales. L'aérostier doit faire preuve de jugement pour assurer la sécurité du vol.

Les mesures prises sur le lieu de l'accident indiquent que le ballon s'est immobilisé à environ 240 pieds des câbles électriques aériens. On estime qu'au moment de l'accident les vents soufflaient du nord-nord-ouest de 4 à 6 noeuds (7 mi/h). Pour se conformer au manuel de vol du ballon, il aurait fallu poser le ballon à au moins 700 pieds du côté vent debout des câbles

² Aerostar International Inc., *Hot Air Balloon Flight Manual: Aerostar (Raven) Model RX-7 Hot Air Balloon*.

électriques aériens et l'immobiliser à cet endroit. Le premier atterrissage, avant que l'on guide le ballon plus près du chemin, s'est fait à environ 600 pieds des câbles électriques aériens.

Le paragraphe 3.28 de la section III du manuel de vol précise la procédure à suivre pour éviter les obstacles dangereux :

Dans le cas d'une situation extrême où il existe un risque imminent de contact avec des obstacles dangereux qui pourraient causer des blessures graves ou mortelles :

1. Adopter une vitesse de descente pour un atterrissage immédiat en utilisant le dispositif de dégonflage ou en ouvrant le volet de dégonflage rapide.

Le paragraphe 1.5 de la section 1 du manuel de vol, Équipement de protection, précise que des casques pour tous les passagers doivent se trouver à bord du ballon et que les occupants doivent porter ces casques dans certaines circonstances :

Chaque passager doit avoir un casque et doit le porter pendant les procédures d'urgence décrites à la section 3 et lorsque l'aérostier le juge nécessaire. Les lignes directrices de base recommandées pour l'utilisation des casques sont les suivantes :

1. Le port du casque est facultatif pendant les décollages et les atterrissages avec des vents de moins de 10 mi/h.
2. Le port du casque est obligatoire pendant les décollages et les atterrissages avec des vents de 10 mi/h ou plus.
3. Le port du casque est obligatoire pendant le vol à basse altitude, y compris pendant le décollage et l'atterrissage lorsque les vents soufflent par rafales ou sont instables.

Le port du casque est fortement recommandé à tout le moins dans les situations décrites ci-dessus. La décision finale concernant le port du casque pour les occupants revient à l'aérostier. L'aérostier doit appliquer les lignes directrices en fonction de son expérience et de la situation du moment. Avant le vol, les passagers doivent recevoir des consignes de sécurité sur la bonne utilisation des casques.

Aucun des occupants du ballon ne portait de casque, et aucun casque n'a été retrouvé dans l'épave du ballon.

On a récupéré les données enregistrées par le système de positionnement mondial (GPS) à bord du ballon lors des neuf derniers vols effectués par le ballon accidenté et l'aérostier. Au cours d'au moins cinq de ces vols, le ballon s'est posé près d'une route ou bien il a été guidé au sol pour le rapprocher d'une route; il n'a pas été possible de déterminer s'il y avait des câbles électriques aériens près de ces routes.

Analyse

Lors du premier atterrissage, le ballon s'est posé à environ 600 pieds du côté vent debout des câbles électriques aériens, soit une distance quelque peu inférieure aux 700 pieds recommandés dans le manuel de vol, compte tenu des vents. Le ballon a ensuite été stabilisé, puis on l'a guidé au sol vers une seconde aire d'atterrissage qui se trouvait à environ 240 pieds du côté vent debout des câbles électriques aériens. L'information recueillie au cours de l'enquête a révélé qu'après un atterrissage, il est courant de guider les ballons au sol vers un endroit plus favorable à leur récupération. Cette procédure doit être effectuée en tenant compte des obstacles, surtout des câbles électriques aériens. On doit aussi tenir compte des conditions météorologiques, particulièrement des vents. Les données relatives aux vols précédents enregistrées par le GPS du ballon indiquent que certains de ces vols se sont terminés par un atterrissage réussi près d'une route ou encore qu'on a guidé le ballon au sol vers une route, sans problème. Puisque le fait de se poser ou de se faire guider près d'une route était une pratique courante pour l'aérostier, ce dernier n'a probablement pas évalué les risques que représentait la proximité des câbles électriques aériens. Le processus de prise de décisions de l'aérostier et son jugement ont sans doute été influencés par l'aspect routinier de la procédure. Il n'existe pas de formation officielle sur la prise de décisions destinée aux aérostiers, mais une trousse éducative sur la prise de décisions du pilote est disponible auprès de Transports Canada.

L'examen du ballon n'a révélé aucune anomalie qui aurait pu contribuer à l'accident. Immédiatement après l'ouverture de la soupape sommitale par l'aérostier, une rafale de vent a soulevé le ballon, ses occupants ainsi qu'une équipière et a fait dériver le ballon vers les câbles électriques aériens. L'aérostier a immédiatement évalué la situation et a conclu qu'il devait prendre de l'altitude pour faire passer le ballon au-dessus de la ligne électrique pour éviter le contact avec les câbles électriques. Au lieu d'adopter une vitesse de descente pour un atterrissage immédiat en utilisant le dispositif de dégonflage ou en ouvrant le volet de dégonflage rapide conformément au manuel de vol, l'aérostier a décidé de rallumer les brûleurs pour tenter de faire passer le ballon au-dessus des câbles électriques.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Du fait des conditions météorologiques connues, l'aire d'atterrissage finale se trouvait trop proche de la ligne électrique pour permettre à l'aérostier de réagir en toute sécurité à la rafale de vent.
2. Le ballon est entré en contact avec des câbles électriques aériens, ce qui a provoqué un arc électrique et un incendie qui a détruit le ballon et a causé des blessures graves et des blessures mortelles.

Faits établis quant aux risques

1. Lorsque l'aérostier s'est rendu compte que le ballon se dirigeait vers des câbles électriques aériens, il a tenté de gagner de l'altitude au lieu de se poser immédiatement, ce qui ne respectait pas la procédure décrite dans le manuel de vol.
2. Il n'existe aucune norme d'inflammabilité applicable aux matériaux utilisés dans la fabrication des ballons.
3. Aucun des occupants ne portait de casque au moment de l'accident, ce qui a augmenté les risques de blessures.

Autres faits établis

1. Aucune formation officielle sur la prise de décisions n'est offerte aux aérostiers.

Mesures de sécurité

Il n'existe pas de formation officielle sur la prise de décisions destinée aux aérostiers, mais une trousse éducative sur la prise de décisions du pilote (TP 13897) est disponible auprès de Transports Canada pour l'industrie de l'aviation. Distribuée via CD-ROM, cette trousse éducative a pour but d'aider les pilotes à prendre de meilleures décisions en les initiant aux concepts, aux principes et aux pratiques liées à la bonne prise de décisions.

L'Aviation civile de Transports Canada publie le bulletin *Sécurité aérienne — Ultra-léger et ballon*. Ce bulletin fait peau neuve et devrait être publié au cours du troisième trimestre de 2002 et porter le titre *Sécurité aérienne — Aviation de loisir*.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée par le Bureau le 9 octobre 2002.