



## Recommandation A01-04 du BST

### Évaluation des systèmes : Considérations liées à une meilleure résistance au feu

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada recommande que comme condition préalable à la certification, tous les systèmes de bord situés dans la partie pressurisée d'un aéronef, y compris leurs sous-systèmes, leurs composants et leurs branchements, soient évalués afin de s'assurer que les systèmes susceptibles d'attiser un incendie en cours s'ils subissent une défaillance sont conçus de façon à réduire le risque de défaillance par suite d'un incendie.

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien	<a href="#">A98H0003</a>
Date à laquelle la recommandation a été émise	28 août 2001
Date de la dernière réponse	Mars 2018
Date de la dernière évaluation	Mars 2023
<a href="#">Évaluation</a> de la dernière réponse	Attention entièrement satisfaisante
<a href="#">État</a> du dossier	Fermé

### Résumé de l'événement

Le 2 septembre 1998, un McDonnell Douglas MD-11 (vol 111 de Swissair) effectue un vol entre l'aéroport John F. Kennedy à New York (New York) et Genève en Suisse. Environ une heure après le décollage, l'équipage déroute le vol vers Halifax (Nouvelle-Écosse) en raison de la présence de fumée dans le poste de pilotage. Alors qu'il manœuvre pour se préparer à atterrir à Halifax, l'avion heurte le plan d'eau près de Peggy's Cove (Nouvelle-Écosse), tuant les 229 occupants qui se trouvent à bord. L'enquête a permis de révéler que l'équipage a perdu la maîtrise de l'appareil en raison d'un incendie qui s'est déclaré dans le secteur du plafond, devant et derrière la cloison du poste de pilotage.

Le 28 août 2001, le Bureau a publié des recommandations provisoires sur la sécurité aérienne dans le cadre de son enquête (A98H0003) sur cet événement.

## Justification de la recommandation

C'est une pratique bien établie dans l'industrie de l'aviation d'envisager les conséquences de la défaillance d'un système pendant le processus de certification. L'article 25.1309 des Federal Aviation Regulations (FAR) exige la tenue d'une analyse de sécurité d'un système dans le cadre du processus de certification du système en question. Une telle analyse a pour but de confirmer que le système a bien été conçu et posé en faisant appel à une méthode à sûreté intégrée. Cette approche garantit que des défaillances de l'équipement n'empêcheront pas un aéronef de voler et de se poser en toute sécurité. En règle générale, cette analyse ne comprend pas d'évaluation des conséquences de la défaillance d'un système par suite d'un incendie. À titre d'exemple, la certification de circuits d'oxygène dont la conception fait appel à des matériaux ayant des propriétés différentes, sans égard à la façon dont cette combinaison pourrait nuire à l'intégrité du système en cas d'exposition à un incendie, peut permettre à une défaillance latente de persister. De même, si un circuit de conditionnement d'air est constitué de matériaux différents (par exemple des gaines en aluminium munies d'embout en élastomère), il se peut qu'un incendie en vol provoque la défaillance d'un embout en élastomère avant celle des conduites en aluminium de ce même circuit. La défaillance du matériau de l'embout pourrait se traduire par l'arrivée d'air forcé dans un incendie en cours, ce qui aurait pour effet d'attiser ce dernier. Une évaluation des conséquences d'une défaillance d'un système en présence d'un incendie et la conception de systèmes de bord de façon à retarder des défaillances qui risquent fort d'intensifier un incendie en vol offrirait un moyen de défense additionnel en limitant l'envergure et la progression des incendies en vol.

Le Bureau est d'avis que la défaillance de matériaux dans certains systèmes de bord provoquée par un incendie risque d'intensifier le processus de combustion et d'aggraver les conséquences d'un incendie en vol. C'est pourquoi le Bureau a recommandé que

comme condition préalable à la certification, tous les systèmes de bord situés dans la partie pressurisée d'un aéronef, y compris leurs sous-systèmes, leurs composants et leurs branchements, soient évalués afin de s'assurer que les systèmes susceptibles d'attiser un incendie en cours s'ils subissent une défaillance sont conçus de façon à réduire le risque de défaillance par suite d'un incendie.

### **Recommandation A01-04 du BST**

## Réponses et évaluations antérieures

### Novembre 2001 : réponse de Transports Canada

Dans sa réponse du 8 novembre 2001, Transports Canada est d'accord avec le fait que tout système se trouvant dans la partie pressurisée d'un aéronef devrait être évalué avant d'être certifié pour s'assurer que ce système ne contribue pas à un incendie en vol en cours. Le Manuel de navigabilité aérienne canadien, à l'article 525.869, précise que les exigences de protection contre les incendies des circuits électriques, des circuits pneumatiques à dépression et des

circuits d'oxygène ainsi que les activités de certification courantes nécessitent l'évaluation des systèmes où des risques d'incendie spécifiques sont susceptibles de se produire.

L'article 25.1309 des FAR des États-Unis exige qu'une analyse de la sécurité des systèmes soit effectuée comme partie intégrante du processus de certification pour s'assurer que les défaillances d'équipement ne compromettent pas la sécurité de l'aéronef. La FAA a demandé au groupe de travail sur l'harmonisation du câblage (Wire Systems Harmonization Working Group) d'indiquer si les méthodes de conformité à l'article 25.1309 des FAR devraient être rendues obligatoires.

Les organismes de navigabilité aérienne mènent présentement des projets d'envergure de concert avec l'industrie afin d'élaborer des normes d'inflammabilité améliorées qui réduiront au minimum la probabilité que des matériaux puissent propager un incendie lorsqu'ils sont soumis à des menaces d'incendie réalistes. La Federal Aviation Administration (FAA) est en train d'envisager des mesures correctives pour améliorer les normes sur les matériaux, revoir la conception des disjoncteurs et établir des essais d'isolant de câblage plus poussés. Toutes ces mesures contribueront au principe de l'analyse systématique indiqué dans la recommandation.

Transports Canada continuera à collaborer avec la FAA pour clarifier toute modification additionnelle à la norme de certification actuelle dans le but de promouvoir la conception et l'installation de systèmes selon le principe de la sûreté intégrée. Transports Canada passera en revue les dispositions du *Règlement de l'aviation canadien* pertinentes à la protection des systèmes contre les incendies à la lumière des résultats des projets de recherche en cours et harmonisera toute modification nécessaire avec les autres organismes de navigabilité aérienne.

### **Mars 2002 : évaluation par le BST de la réponse (intention satisfaisante)**

Dans sa réponse, Transports Canada convient de l'intention de la recommandation. Toutefois, Transports Canada a indiqué qu'il exige déjà que les circuits électriques, les circuits de dépression et les circuits d'alimentation en oxygène soient certifiés contre des risques d'incendie spécifiques. Le fait de ne pas étendre ces mesures constituerait un statu quo qui, selon la recommandation du BST, est une lacune de sécurité. Transports Canada a poursuivi en déclarant que la FAA a demandé au groupe de travail sur l'harmonisation du câblage d'indiquer si les méthodes de conformité à l'article 25.1309 des FAR devraient être rendues obligatoires. Ces deux énoncés ne permettent pas de savoir si Transports Canada convient de l'intention de la recommandation et de la lacune de sécurité sous-jacente, ni de connaître les mesures exactes prises pour corriger la lacune. Le personnel a communiqué avec Transports Canada pour tenter de clarifier sa position. Transports Canada a indiqué que, même si le Ministère, la FAA et les Joint Aviation Authorities (JAA) européennes se sont fermement engagés à collaborer pour atteindre les objectifs de la recommandation, les détails du plan d'action sont toujours inconnus. Par conséquent, le personnel surveillera l'évolution du plan d'action pendant que Transports Canada collaborera avec ses partenaires en matière de réglementation pour traiter cette lacune de sécurité. En se fondant sur l'information fournie, on estime que cette réponse dénote une **intention satisfaisante**.

### **Mars 2002 : suivi exercé par le BST**

Le personnel du BST surveillera étroitement l'évolution des délibérations de Transports Canada et de la FAA afin de déterminer si le plan d'action traite des lacunes de sécurité dont il est question.

Le présent dossier est classé **actif**.

### **Décembre 2005 : réponse de Transports Canada**

Comme on peut le lire dans la réponse du Ministre à la recommandation, Transports Canada continuera de participer au comité de consultation en matière de réglementation aérienne (Aviation Rulemaking Advisory Committee) de la FAA et aux activités d'harmonisation pertinentes, le but étant de revoir les exigences canadiennes afin de les harmoniser avec les normes internationales.

### **Juillet 2006 : évaluation par le BST de la réponse (attention en partie satisfaisante)**

La mise à jour des activités de Transports Canada du 14 décembre 2005 ne comprend pas de renseignements autres que ceux contenus dans la réponse initiale reçue le 9 novembre 2001. Transports Canada a déclaré qu'il continuerait de discuter avec la FAA afin d'harmoniser le Règlement de l'aviation canadien avec les normes internationales. Les mesures prévues ou prises permettront de corriger en partie la lacune de sécurité, sans toutefois la corriger grandement ou l'éliminer.

En conséquence, le Bureau estime toujours qu'une **attention en partie satisfaisante** a été accordée à la lacune.

### **Juillet 2006 : suivi exercé par le BST**

Le personnel du BST communiquera avec Transports Canada pour obtenir une mise à jour des activités en ce qui a trait à la lacune de sécurité décrite dans la recommandation A01-04.

Le présent dossier est classé actif.

### **Février 2007 : réponse de Transports Canada**

Dans sa mise à jour des activités du 7 février 2007, Transports Canada réitère son intention de continuer de participer au comité de consultation en matière de réglementation aérienne de la FAA et aux activités d'harmonisation pertinentes, le but étant de revoir les exigences canadiennes afin de les harmoniser avec les normes internationales..

### **Juillet 2007 : évaluation par le BST de la réponse (attention en partie satisfaisante)**

La réponse de Transports Canada indique que le plan d'action consiste à réviser les exigences canadiennes afin de les harmoniser avec les normes internationales. Tout comme dans ses

réponses précédentes, Transports Canada n'a pas indiqué clairement dans quelle mesure les normes internationales en question seraient modifiées pour atténuer les risques indiqués dans la recommandation. Les mesures prévues ou prises permettront de corriger en partie la lacune de sécurité, sans toutefois la corriger grandement ou l'éliminer.

En conséquence, le Bureau estime qu'une **attention en partie satisfaisante** a été accordée à la lacune.

#### **Octobre 2007 : suivi exercé par le BST**

Le personnel du BST communiquera avec Transports Canada pour obtenir des précisions sur la façon dont l'harmonisation des exigences canadiennes avec les normes internationales permettra de régler la lacune de sécurité décrite dans la recommandation A01-04.

Le présent dossier est classé **actif**.

#### **Mars 2008 : réponse de Transports Canada**

Dans sa réponse, Transports Canada revient à sa position de départ, c'est-à-dire que le Manuel de navigabilité aérienne canadien, à l'article 525.869, précise que les exigences de protection contre les incendies des circuits électriques, des circuits pneumatiques à dépression et des circuits d'oxygène ainsi que les activités de certification courantes nécessitent l'évaluation des systèmes où des risques d'incendie spécifiques sont susceptibles de se produire.

En outre, Transports Canada indique qu'il estime que le dossier de cette recommandation est fermé pour les raisons suivantes :

- il n'y a pas de lacune de sécurité au Canada;
- aucune autre mesure ne sera prise ou est nécessaire;
- tout autre changement dans ce domaine ne sera apporté que par la suite d'une harmonisation de la réglementation internationale.

#### **Août 2008 : évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)**

Dans sa réponse, Transports Canada réitère que le Manuel de navigabilité aérienne canadien, à l'article 525.869, est suffisant et que des changements relatifs aux exigences de protection contre les incendies des circuits des aéronefs ne seront apportés que par la suite d'une harmonisation internationale. Aucune mesure n'a été prise ni proposée pour corriger le fait que pas tous les systèmes de bord situés dans la partie pressurisée d'un aéronef sont évalués afin de s'assurer que leur défaillance n'attise pas un incendie en cours, tel qu'indiqué dans la recommandation A01-04. Par conséquent, le Bureau estime maintenant qu'une **attention non satisfaisante** a été accordée à la lacune.

### **Août 2008 : suivi exercé par le BST**

Le personnel du BST continuera de surveiller les événements présentant des lacunes semblables et de faire part de ses préoccupations à Transports Canada au sujet de la lacune décrite dans la recommandation A01-04.

### **Septembre 2009 : examen par le BST de l'état du dossier (évaluation : attention en partie satisfaisante; état du dossier : en veilleuse)**

Dans son plus récent énoncé de position en ce qui concerne les lacunes identifiées dans la recommandation A01-04, Transports Canada indique que « les conceptions de bases existantes sont entièrement satisfaisante en ce qui concerne le feu et les températures dangereuses », ainsi que « aucune partie dans les conceptions de bases ont été identifiées comme une lacune de sécurité ». Cette recommandation est maintenant classée.

Par conséquent, la recommandation demeure **en partie satisfaisante**.

Le Bureau conclut également que, étant donné que Transports Canada ne prévoit pas d'actions futures, des réévaluations continues n'apporteraient aucuns nouveaux résultats.

Le personnel de la Direction des enquêtes (Air) du BST ne fera pas de suivi auprès des activités de Transports Canada afin de s'assurer que les systèmes susceptibles d'attiser un incendie en cours s'ils subissent une défaillance soient conçus de façon à réduire le risque de défaillance par suite d'un incendie.

### **Mai 2017 : examen par le BST de l'état du dossier (évaluation : attention en partie satisfaisante; état du dossier : actif)**

Le Bureau a demandé que la recommandation A01-04 soit examinée afin de déterminer si l'état du dossier de lacune était approprié. Une évaluation initiale a permis de déterminer que la lacune de sécurité soulevée dans la recommandation A01-04 devait être réévaluée.

Nous avons transmis une demande de renseignements additionnels à Transports Canada (TC) et procéderons à une réévaluation une fois que nous aurons reçu la réponse de TC.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A01-04 demeure **en partie satisfaisante**.

En conséquence, l'état du dossier de la recommandation A01-04 est rendu **actif**.

## **Réponse et évaluation les plus récentes**

### **Mars 2018 : réponse de Transports Canada**

TC est d'accord en principe avec la recommandation<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Les réponses présentées sont celles des intervenants du BST dans le cadre de communications écrites et sont reproduites intégralement. Le BST corrige sans indiquer les erreurs typographiques dans le contenu qu'il

Le paragraphe 525.869 (tel que modifié en mai 2009) du Manuel de navigabilité précise les exigences de protection contre les incendies pour les systèmes électriques, les systèmes pneumatiques à dépression et les systèmes d'oxygène, et les pratiques de certification courantes nécessitent l'évaluation des systèmes où des risques d'incendie spécifiques sont susceptibles de se produire. Plus précisément, le paragraphe 525.869 indique ce qui suit :

**525.869 Protection contre l'incendie : installations**

(a) Éléments constitutifs de l'installation électrique :

(modifié 2009/05/11)

(1) Les éléments constitutifs de l'installation électrique doivent satisfaire aux exigences applicables de protection contre l'incendie et la fumée tel qu'exigé à 525.831 c) et 525.863.

(modifié 2009/05/11)

(2) L'équipement qui se trouve dans les zones à risque de feu et qui sert dans les situations d'urgence, doit être au moins ignifuge.

(modifié 2009/05/11)

(3) Les éléments constitutifs de l'EWIS doivent respecter les exigences de 525.1713.

(modifié 2009/05/11)

(b) Chaque conduite et chaque raccord d'un système pneumatique à dépression qui sont situés du côté sortie de la pompe et pourraient contenir des vapeurs ou des liquides inflammables doivent satisfaire aux exigences du 525.1183 si la conduite ou le raccord se trouve dans une zone à risque de feu. Les autres éléments constitutifs des systèmes pneumatiques à dépression situés dans des zones à risque de feu doivent être au moins ignifuges.

(c) Les équipements et les conduites d'oxygène doivent :

(1) être situés ailleurs que dans une zone à risque de feu;

(2) être protégés de la chaleur que peut être dégagée dans une zone à risque de feu ou qui peut s'en échapper, et

(3) être installés de sorte que l'oxygène qui pourrait s'en échapper ne puisse pas causer la combustion d'accumulations de graisse, de liquide ou de vapeurs inévitables en service normal ou résultat d'une défaillance ou d'un défaut de fonctionnement du système.

TC estime que le risque sous-jacent à cette recommandation a été atténué et ne prévoit aucune autre mesure. D'autres changements à cet égard ne seront apportés que dans le contexte de l'harmonisation de la réglementation internationale.

## Mars 2023 : évaluation par le BST de la réponse (attention entièrement satisfaisante)

Dans sa plus récente réponse, Transports Canada (TC) a indiqué qu'il est d'accord en principe avec la recommandation.

Au cours de l'enquête sur l'accident du vol 111 de Swissair (A98H0003), le BST a formulé plusieurs recommandations, dont certaines portaient sur les normes de résistance au feu et d'inflammabilité du câblage, des matériaux et des systèmes d'aéronef. De nombreuses mesures réglementaires et industrielles ont été prises au fil des ans pour corriger les lacunes de sécurité relevées dans ces recommandations :

- De nouvelles normes d'inflammabilité ont été publiées par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis (titre 14 du *Code of Federal Regulations*, partie 25.856) en 2003, par TC (norme 525.856 du *Règlement de l'aviation canadien* [RAC]) en 2004 et par l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA) (spécification de certification 25.856) en 2009. Ces normes exigent que les matériaux d'isolation soient soumis à un essai d'inflammabilité plus rigoureux, qui comprend de nouvelles exigences en matière d'inflammabilité portant sur la propagation des flammes. Par conséquent, les aéronefs fabriqués ou immatriculés au Canada, aux États-Unis et en Europe ne sont plus fabriqués ou réparés avec des matériaux d'isolation thermique et acoustique MPET ou AN-26.
- Le paragraphe 525.1357 du *Manuel de navigabilité* canadien indique la protection nécessaire contre les défauts de câblage d'aéronef, tandis que l'alinéa 525.1351(b)(4) exige que le circuit électrique fasse l'objet d'essais qui confirmeront que des courants transitoires causés par des défauts électriques ne créeront pas un risque d'incendie. En 2009, TC a modifié le chapitre 525 de la partie V – *Manuel de navigabilité*, concernant les avions de la catégorie transport, en établissant un nouveau sous-chapitre H : *Systèmes d'interconnexion du câblage électrique* (EWIS), lequel contient des exigences de certification complètes, y compris une évaluation des scénarios de défaillance des EWIS et les répercussions que cela pourrait avoir sur les autres systèmes.
- TC a participé à l'Aging Transport Systems Rulemaking Advisory Committee (ATSRAC). Ce comité a été chargé de [traduction] « proposer les modifications nécessaires aux Federal Aviation Regulations et aux documents d'orientation connexes pour garantir que les systèmes non structurels des avions de transport sont conçus, entretenus et modifiés de manière à assurer, de façon continue, leur sécurité opérationnelle tout au long de la vie utile des avions ».
- TC a adopté une grande partie des recommandations de l'ATSRAC, en particulier celles concernant l'obligation qu'ont les titulaires d'un document d'approbation de la conception de certains avions de transport de rédiger et de publier des instructions relatives au maintien de la navigabilité des EWIS au moyen de la procédure améliorée d'analyse de zones MSG-3 v2005.1 (ou d'une version ultérieure).
- Dans sa dernière réponse, TC fait référence aux modifications apportées au paragraphe 525.869 du MNAC en mai 2009. Ces modifications précisent les exigences de protection contre les incendies pour les systèmes électriques, les systèmes pneumatiques à dépression et les systèmes d'oxygène, et les pratiques de certification courantes nécessitent



l'évaluation des systèmes où des risques d'incendie spécifiques sont susceptibles de se produire.

TC est d'avis que les exigences actuelles du paragraphe 525.869 du *Manuel de navigabilité* sont suffisantes. TC a également réitéré que tout changement supplémentaire concernant les exigences de protection contre l'incendie pour les systèmes d'aéronef serait apporté à la suite d'une harmonisation internationale.

Le Bureau estime que les mesures prises par TC et par la FAA ont été corrigé efficacement la lacune de sécurité relevée dans la recommandation A01-04. De plus, le Bureau reconnaît que des mesures similaires ont été adoptées par l'AESA. Il convient de noter que l'AESA a publié les trois règles suivantes d'accès facile pour les moyens acceptables de mise en conformité (AMC) pour la navigabilité des produits, des pièces et des appareils (*Easy Access Rules for Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances*) : AMC 20-21 – Programme to Enhance Aeroplane Electrical Wiring Interconnection System (EWIS) Maintenance, AMC 20-22 – EWIS Training Programme, et AMC 20-23 – Development of Electrical Standard Wiring Practices documentation. Ces AMC sont fondés sur les recommandations que l'ATSRAC a formulées à la FAA, ainsi que sur les règlements et les circulaires d'information applicables de la FAA.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation A01-04 dénote une **attention entièrement satisfaisante**.

### **État du dossier**

Le présent dossier est **fermé**.