



Circulaire consultative (CC)

Procédures relatives à l'installation, l'étalonnage et la corrélation des enregistreurs de données de vol (FDR)

Dossier N°	5009-6-551	CC N°	551-002
SGDDI N°	530586-V3	Édition N°	01
Direction d'émission	Certification des aéronefs	Date d'entrée en vigueur	2004-12-01

1.0	INTRODUCTION.....	2
1.1	Objet.....	2
1.2	Directives d'applicabilité.....	2
1.3	Description des changements.....	2
1.4	Abrogation.....	2
2.0	RÉFÉRENCES.....	2
2.1	Documents de référence.....	2
2.2	Document annulé.....	2
3.0	DÉFINITIONS.....	2
4.0	GÉNÉRALITÉS.....	3
5.0	ESSAIS DE VÉRIFICATION DE L'INSTALLATION.....	3
6.0	RESSOURCE À L'ADMINISTRATION CENTRALE.....	6

1.0 INTRODUCTION

1.1 Objet

La présente Circulaire consultative (CC) a pour objet l'approbation de toute installation initiale ainsi que des installations subséquentes des systèmes d'enregistreurs de données de vol (FDR), et il peut être considéré comme le moyen mais pas le seul pour démontrer la conformité aux exigences relatives à l'étalonnage et à la corrélation énoncée à l'article 551.100 du Manuel de navigabilité (MN). Le fonctionnement requis d'un système d'enregistreur de vol nouvellement installé doit être démontré suite à une série d'essais au sol et en vol de façon à s'assurer que tous les paramètres sont inscrits selon les limites requises de précision dans la totalité de leur plage d'application.

1.2 Directives d'applicabilité

Le document présent s'applique à tout le personnel de Transports Canada, aux délégués ainsi qu'à l'industrie.

1.3 Description des changements

Le document présent, anciennement connu sous le nom de AMA n° 551.100, est publié de nouveau comme CC. Sauf pour quelques modifications mineures d'ordre rédactionnel, le contenu demeure le même.

1.4 Abrogation

Le document présent ne comporte pas de clause abrogatoire. Par contre il sera revu périodiquement afin de s'assurer de la pertinence de son contenu.

2.0 RÉFÉRENCES

2.1 Documents de référence

Les documents de référence suivants sont destinés à être utilisés conjointement avec le document présent :

- (a) Partie VI Sous-partie 25 du Règlement de l'aviation canadien (RAC) — *Équipement et maintenance des aéronefs*;
- (b) Chapitre 551 du Manuel de navigabilité (MN) — *Équipement de bord et normes relatives aux installations*; et
- (c) Publication Transports Canada TP 13140F — *Normes relatives à la configuration des enregistreurs de vol* ».

2.2 Document annulé

À partir de la date d'entrée en vigueur du présent document, l'AMA n° 551.100 en date du 1^{er} décembre 1998 est annulé.

3.0 DÉFINITIONS

Les définitions suivantes sont applicables à la présente Circulaire consultative au MN:

Étalonnage : L'application d'une mesure précise connue à une dimension physique dont la précision n'a pas été vérifiée, afin de détecter et de définir toute variation relative à ses normes de performance. L'étalonnage comporte des ajustements, l'inscription des mesures qui ont été corrigées ainsi que l'inscription des mesures qui ne nécessitent aucune correction.

Corrélation : Le processus de comparaison des données enregistrées par l'enregistreur de données de vol (FDR) par rapport aux données actuelles correspondantes provenant des instruments de vol et des indicateurs de position des gouvernes pendant une partie déterminée d'un profil de vol ou pendant des vérifications au sol effectuées à cette fin.

Données analogiques : Transfert de données entre le matériel remplaçable en première ligne (LRU) et les circuits spécialisés au moyen d'une tension variable.

Données numériques : Transfert de données entre les différents matériels remplaçables en première ligne (LRU) au moyen de données digibus telle que l'ARINC 429.

Essai : Un moyen de démontrer la conformité à la réglementation en utilisant un aéronef d'essai dont la configuration est analogue à celle de l'aéronef qui doit être certifié, en fonction d'une infrastructure aérienne au sol et en vol.

Simulation : L'utilisation d'un laboratoire installé et muni de composants avioniques, d'un montage d'essai de matériels remplaçables en première ligne (LRU) comparable à l'aéronef à bord duquel un système d'enregistreur de données de vol doit être certifié. Le montage d'essai peut être contrôlé par un système informatique incluant des signaux d'entrée analogiques et discrets, de manière à créer des conditions d'exploitation telles un cabrage à 90 degrés ou d'autres conditions qui ne peuvent être vérifiées en vol ou bien qu'elles sont difficiles à vérifier à bord de l'aéronef. La configuration du montage d'essai doit s'effectuer de façon à ce que des entrées d'ordinateur ou des signaux d'entrée analogiques au système gouvernent les instruments et les images-écran de sorte que les caractéristiques de l'aéronef soient bien reproduites. Tout matériel remplaçable en première ligne (LRU) et tout composant avionique installée dans le montage d'essai doivent être conformes à une norme de production ou représenter un produit standard de série.

Stimulation : L'utilisation d'un matériel d'essai attribuable à une norme connue de façon à entraîner les systèmes de bord à produire des résultats spécifiques.

4.0 GÉNÉRALITÉS

Les critères d'exploitation du FDR sont énoncés dans la norme 625.33 du RAC qui détermine des paramètres, des plages, des précisions, des intervalles d'échantillonnage et des résolutions.

5.0 ESSAIS DE VÉRIFICATION DE L'INSTALLATION

Les essais de vérification de l'installation doivent comprendre des essais au sol ou en vol ou les deux et leur ampleur variera en fonction du classement de l'installation, qu'elle soit initiale ou subséquente. En général, chaque paramètre doit être vérifié dans la totalité de ses plages d'application, le nombre de points d'essai à vérifier reposant sur la source de données et sur le processus de fonctionnement de cette source de données. Le nombre minimal de points d'essai est défini ci-dessous. On peut obtenir par simulation, stimulation, essai au sol, essai en vol ou une combinaison des deux méthodes, les points d'essai exigés en fonction d'un paramètre donné.

(a) Installation initiale du FDR

(i) **Essais au sol** - Les essais suivants doivent être effectués en vue d'une certification d'installation initiale d'un FDR.

- 1) Introduire les données documentaires définitives par le panneau d'entrée des données de vol, s'il est déjà installé (ou à partir d'un dispositif équivalent, eg. une horloge du poste de pilotage configurée et câblée de façon convenable ou un marqueur d'événements) afin d'indiquer le début des essais.
- 2) Pendant que le système FDR est en marche, effectuer un contrôle d'étalonnage de tous les paramètres et signaux discrets. Tout capteur ou transducteur doit être exploité dans la totalité de sa plage et tout signal discret à partir de son interrupteur en état de marche ou d'arrêt. Certains points d'essai spécifiques doivent être enregistrés de façon à permettre la restitution des données et confirmer ainsi les valeurs obtenues.

- 3) Dans certains cas tels que l'écoulement de carburant, les couples de rotation et le rapport de pression moteur, les capteurs qui ne semblent pas pratiques pourraient être stimulés par un équipement d'essai approprié.
 - 4) Lorsque le résultat d'un capteur est indiqué sur les instruments du poste de pilotage ou sur l'image-écran ou les deux, la corrélation entre la valeur indiquée et le point d'étalonnage prédéterminé doit être établie.
 - 5) Lorsque aucune indication provenant d'un capteur ne figure au poste de pilotage ou lorsque l'indication présente une très faible résolution pour établir une corrélation (eg. la position des gouvernes, les calculateurs de gouvernes de profondeur, les aérofreins), les dispositifs de mesure d'angle tels que les inclinomètres doivent être utilisés afin de fixer les points d'essai préétablis requis pour un étalonnage.
 - 6) Au moins cinq points d'essai doivent être vérifiés pour chaque paramètre non-linéaire et trois pour chaque paramètre linéaire. Les points d'essai doivent inclure les valeurs supérieures, inférieures et de transition (eg. zéro à gauche avec un écart latéral dextre) et confirmer les dénominations portant sur la direction vers/de nord, sud, est, ouest ou l'intensité plus, moins, etc. Dans le cas de paramètres provenant des commandes du poste de pilotage munis d'un positionnement discret (eg. commandes des gaz, volets), chaque cran de position doit être vérifié.
 - 7) Lorsque la vérification d'étalonnage et de corrélation de l'essai au sol est complétée, le FDR doit être retiré de l'aéronef pour une analyse de données. Parallèlement à cette analyse, une copie de bande réceptrice convenable ou un téléchargement de disques et bandes doit être obtenu sur-le-champ en vue d'une évaluation subséquente des données déjà enregistrées.
 - 8) Dans le but de faciliter l'évaluation des données enregistrées, la période de temps alloué à l'essai au sol peut être indiquée clairement sur le FDR de façon à ce que l'identification et l'évaluation des données relatives à l'essai au sol puissent être reprises plus tard pendant l'évaluation subséquente des données enregistrées portant sur l'essai en vol [cf. « Essais en vol », sous-alinéa (ii)(6)].
- (ii) **Essais en vol** - L'essai en vol doit être effectué en dernier et même s'il doit être d'une durée minimale, on doit néanmoins disposer d'une période de temps suffisante pour déterminer s'il y a eu dégradation des données enregistrées par rapport aux données de corrélation et d'étalonnage au sol.

La certification de l'essai en vol relative à l'installation initiale du FDR doit inclure les points d'essai de tous les paramètres et doit porter sur une plage d'altitudes incluant l'altitude maximum homologuée de l'aéronef. En plus des points d'essai enregistré au moyen d'un marqueur d'événements, le programme d'essai doit inclure autant que possible les points suivants :

- 1) Les lectures instrumentales et les enregistrements du tableau de bord ou de l'affichage électronique ou les deux effectués à divers intervalles pendant le vol dans le but de déterminer la corrélation des données des paramètres requis;
- 2) à moins que le programme d'essai ne soit effectué dans le cadre d'un segment de l'essai au sol, le fonctionnement de l'équipement et des systèmes dans tous les modes et dans la totalité des plages d'application de façon à engendrer les divers signaux discrets ainsi que les paramètres variables à enregistrer;

- 3) à moins que le programme d'essai ne soit effectué dans le cadre de l'essai au sol, les coupures et les rétablissements de l'alimentation en électricité pour démontrer la tolérance du FDR aux phénomènes transitoires et aux interruptions d'alimentation;
 - 4) Le fonctionnement des émetteurs radio et de l'appareillage électrique (eg. pompes, solénoïdes, moteurs, ventilateurs) afin de démontrer la résistance du système FDR au brouillage électronique;
 - 5) La mise en oeuvre d'un profil de vol pour démontrer la tolérance du FDR aux vibrations et accélérations;
 - 6) Lorsque la vérification de l'essai en vol est complétée, le FDR doit être retiré de l'aéronef pour une évaluation de l'enregistrement. Parallèlement à cette évaluation, une copie de bande réceptrice convenable ou un téléchargement de disques et bandes doit être obtenu sur-le-champ en vue d'une évaluation subséquente des données déjà enregistrées.
- (b) Installations subséquentes du FDR
- (i) **Essais au sol** - Les essais suivants doivent être effectués en vue d'une certification d'installations subséquentes d'un FDR.
 - 1) Introduire les données documentaires définitives par le panneau d'entrée des données de vol s'il est déjà installé (ou à partir d'un dispositif équivalent, eg. une horloge du poste de pilotage configurée et câblée de façon convenable ou un marqueur d'événements) afin d'indiquer le début des essais.
 - 2) Pendant que le FDR est en marche, effectuer une vérification de chaque paramètre de façon à obtenir des données d'étalonnage et de corrélation suffisantes. Il est acceptable de contrôler et d'enregistrer un nombre réduit de paramètres de points d'essai. Pour toute donnée provenant d'un digibus, un minimum de deux points d'essai est requis et dans le cas de données analogiques, on en requiert trois de manière à pouvoir enregistrer les valeurs extrêmes et de transition ainsi que les points de dénotation portant sur la direction vers/de nord, sud, est, ouest ou l'intensité plus, moins, etc.
 - (ii) **Essais en vol** - Les essais en vol ne sont pas requis pour les installations subséquentes du FDR.
- (c) **Paramètres complémentaires ou signaux discrets ou les deux** - Si l'on ajoute de nouveaux paramètres et de nouveaux signaux discrets au FDR existant, une recertification d'essai est requise. Si l'enregistreur existant peut s'adapter au changement sans modifier les composants du FDR (eg. si les modifications de logiciel du bloc d'acquisition de données de vol ne sont pas requises), une confirmation d'un rendement satisfaisant doit être établie au moyen d'un essai au sol et en vol seulement sur les entrées de données complémentaires du FDR suivie d'une évaluation subséquente des données convenablement enregistrées. Si les nouveaux paramètres et signaux discrets proviennent de systèmes se trouvant déjà à bord de l'aéronef mais qui requièrent un câblage électrique complémentaire ou certaines modifications aux câbles et accessoires existants, un programme ayant trait à l'interférence électromagnétique (EMI) doit être mis en oeuvre.
- Lorsque des modifications importantes de logiciel ou de type architectural ou les deux sont requises en vue d'augmenter la liste de paramètres ou des entrées de signaux discrets du FDR, une recertification totale sera nécessaire accompagnée de tests d'essai de tous les paramètres et signaux discrets requis pour une installation initiale tel que défini dans 5 (a)(i) et (ii).

- (d) **Documentation** - Un rapport préparé dans le but de se conformer au sous-alinéa 551.100 d)(4)(i)(A) du MN doit définir le système d'installation du FDR ainsi que l'équipement installé; il doit aussi contenir un enregistrement des résultats de tous les essais au sol et en vol incluant les étalonnages et les corrélations. L'installateur doit conserver une copie des données relatives aux essais au sol et en vol.

Pour chaque installation subséquente, l'installateur doit conserver une copie de toutes les données relatives à l'étalonnage et la corrélation des essais au sol.

Tout retard de traitement de données relevé entre le système d'acquisition des entrées du FDR et la production de l'enregistrement du FDR doit être appuyée sur des documents. Se reporter à l'annexe A du document ED-55.

Pour faciliter la restitution et l'analyse des données enregistrées, l'information suivante doit aussi être établie :

- Nombre de bits par mot FDR
- Nombre de mots FDR par sous-trame
- Nombre de secondes par sous-trame
- Nom du paramètre
- Nombre de sous-frames (emplacement du paramètre)
- Nombre de mots-paramètres
- Nombre de bits (mot compris)
- Nom du compteur de cycles super-frames (s'il y a lieu)
- Nombre de cycles super-frames (s'il y a lieu)
- Valeur avec signe
- Plage de données brutes
- Coefficients polynomiaux
- Données tabulaires
- Équation prédéterminée
- Description de conversion
- Unités (e.g. degrés, radians, pieds, nœuds, G)
- Convention de signe
- Interprétation discrète

Remarque :

Les lignes directrices pour toute documentation concernant les configurations des enregistreurs de vol se retrouvent dans le document TP 13140E publié par Transports Canada et qui s'intitule : « Normes relatives à la configuration des enregistreurs de vol ».

6.0 RESSOURCE À L'ADMINISTRATION CENTRALE

Pour obtenir plus de renseignements veuillez communiquer avec :

- Coordinateur des politiques et des normes (AARDH/P)
- Téléphone : (613) 990-3923
- Télécopieur : (613) 996-9178
- Courriel : AARDH-P@tc.gc.ca

Chef, Normes réglementaires
Direction de la Certification des aéronefs

Original signé par Maher Khouzam

Maher Khouzam