



Canadian Association of Rocketry Association canadienne de fuséonautique

Processus de certification de niveau 4

CAR/ACF

Processus de certification de niveau 4 de fusées hautes puissances.

Révision actuelle : v1.7 David Buhler

car l4 fr process document_1.7 20200331.docx

Historique des révisions:

Copyright 2023 Association canadienne de fuséonautique

Septembre 2003 , Ian M. Stephens - rév. 1.22 juin 2009 , David Buhler – rév. 1.5

Sept 2009, David Buhler - rev 1.6 Sept 2009, David Buhler rev1.61

Janv. 2017, David Buhler rev1.62 (mise à jour de l'adresse uniquement)

Juin 2023, BP Levesque (traduction)

1. Introduction

L'Association canadienne de fuséonautique a été créée en 1965 en tant que défenseur du loisir des modèles réduits de fusées. Au cours des trois dernières décennies, le loisir s'est développé pour englober les types de moteurs de fusées et des performances qui n'étaient pas disponibles pour le modélisateur au début du CAR/ACF. En réponse à cette croissance, le CAR/ACF propose un processus de certification qui permet aux particuliers d'acheter et d'utiliser des moteurs de fusées dont les contraintes physiques et les performances dépassent les limites des modèles réduits de moteurs de fusées traditionnels. Les moteurs de fusée qui dépassent les définitions des moteurs de fusées modèles réduits et les modèles qui utilisent ces moteurs sont collectivement appelés fusées à haute puissance HPR.

La certification pour les **fusées de Haute Puissance** consiste de 3 niveaux progressifs:

- Le **niveau 1** permet l'achat et l'usage de moteur à impulsion de classe H.
- Le **niveau 2** permet l'achat et l'usage de moteur à impulsion solide et hybride de classe I.
- Le **niveau 3** permet l'achat et l'usage de moteur à impulsion solide et hybride de classe J,K,L.

Les procédures de certification de niveau 1, 2 et niveau 3 sont décrites dans le document **Programme de certification Niveau 1-2-3 HPR**.

- La certification de niveau 4 nécessite des examens en cours de la conception et de la construction de la fusée de certification avant le vol, en plus d'un vol de démonstration. Le processus de certification de niveau 4 est beaucoup plus complexe que le processus de certification de niveaux 1, 2 et 3.

Veuillez noter que la certification de haute puissance CAR/ACF n'est qu'une considération lors de l'achat et de l'utilisation de moteurs de fusées de haute puissance. La conformité aux règlements fédéraux locaux, de RNCAN (Ressources naturelles Canada) et de TC (Transports Canada) est également requise.

La certification de haute puissance est destinée à fournir un indice de la compétence du modélisateur pour éviter les violations flagrantes des bonnes pratiques de modélisation et du fonctionnement sécuritaire de la fusée. Le programme n'est pas infaillible. Une seule démonstration des compétences d'un modélisateur ne garantit pas des performances sûres constantes. Le programme de certification ne remplace pas l'application de pratiques de manipulation sécuritaires et de bon sens.

2. Présentation de la certification de niveau 4.

Une certification de niveau 4 (L4) permet à un membre d'acheter et de faire voler des fusées avec des moteurs à impulsion M, N et O. La certification de niveau 4 est une proposition sérieuse et n'est pas prise à la légère par l'Association canadienne de fuséonautique ou par Transports Canada. Les projets de niveau 4 sont généralement de grande envergure, lourds et complexes. Les procédures sont assez formelles et bien qu'un bref aperçu du processus de certification soit présenté ici, veuillez vous reporter à la section 4, Procédure de certification pour plus de détails.

Un membre doit d'abord documenter son projet de niveau 4 proposé, puis envoyer le document à deux membres du L4CC pour leur approbation. Communiquez avec le représentant provincial du CAR/ACF pour obtenir de l'aide dans l'identification des membres L4CC. Les membres du L4CC examinent le projet et signent S'ILS APPROUVENT. Au moins un membre du L4CC doit inspecter physiquement le projet dans un état presque complet avant d'être approuvé pour le vol. Une fois que les deux membres du L4CC ont signé le projet, le membre peut alors tenter son vol de niveau 4. Lors d'une tentative de vol de niveau 4, la documentation soumise au L4CC doit être mise à la disposition du RSO en chef de l'événement de lancement. Le RSO a le dernier mot quant à savoir si le vol de niveau 4 peut avoir lieu lors de son lancement. Le vol doit être assisté par un membre du L4CC et seul un membre du L4CC peut signer le vol accordant le statut de certification de niveau 4. Il est de la responsabilité des MEMBRES d'envoyer les documents requis signés au siège social du CAR/ACF.

3. Exigences minimales

3.1 Exigences relatives aux lanceurs.

Le lanceur qui souhaite obtenir la certification de niveau 4 doit répondre aux exigences minimales suivantes :

1. **18 ans**- La personne souhaitant obtenir une certification haute puissance doit être âgée d'au moins 18 ans au moment de la certification. Un permis de conduire ou un certificat de naissance est une preuve d'âge acceptable.
2. **Membre du CAR/ACF**- La personne doit être membre en règle de l'Association canadienne de fuséonautique (CAR) au moment de la certification. Une preuve d'adhésion au CAR/ACF sera demandée avant la tentative de certification. Les preuves acceptables d'adhésion comprennent la carte de membre du CAR/ACF, un chèque annulé indiquant le paiement des frais d'adhésion ou la participation à un événement du CAR/ACF où le statut de membre est vérifié et indiqué sur le matériel de l'événement.
3. **Certifié niveau 3**- Toute personne tentant d'obtenir la certification CAR/ACF de niveau 4 doit déjà avoir obtenu la certification de niveau 3 (5120 N-s) avant son vol de niveau 4.
4. **Deux vols précédents avec récupération électronique**- Toute personne tentant la certification CAR de niveau 4 doit présenter la preuve d'au moins 2 vols à des impulsions de niveau 3 (640.01 à 5120.00 Ns) qui intègrent la récupération électronique. Voir la documentation et le processus d'homologation électronique.

3.2 Exigences relatives aux fusées.

La fusée utilisée pour le vol de niveau 4 doit répondre à certaines exigences minimales :

1. **Construit par soi-même** - La fusée de certification doit être substantiellement construite par le lanceur de la certification. Les personnes utilisant des fusées avec des composants "préfabriqués" substantiels devront démontrer des connaissances de construction appropriées à la satisfaction du comité de certification L4. Seul le constructeur de la fusée peut utiliser cette fusée pour une tentative de certification. Les fusées construites par des personnes autres que le lanceur lors de certification sont spécifiquement interdites. Les fusées de certification peuvent être construites à partir de kits disponibles dans le commerce et peuvent contenir des composants construits selon les spécifications du lanceur en certification mais fabriqués par d'autres. Les projets d'équipe pour les tentatives de certification sont spécifiquement interdits.
2. **En une seule étape** - Les fusées à plusieurs étages (stages) sont spécifiquement interdites pour les vols de certification de niveau 4.
3. **Mécanisme de déploiement redondant** - La fusée doit contenir un mécanisme redondant pour effectuer l'événement de récupération initial. Cela signifie qu'ils ne doivent partager aucun composant tel que batterie, dispositif pyrotechnique, câblage ou altimètre. Pour la récupération d'événement unique, le parachute principal doit avoir des mécanismes d'éjection redondants. Pour les systèmes de récupération de drogue principale, le parachute de drogue doit avoir plusieurs mécanismes pour assurer le déploiement de la drogue. Les charges d'éjection du moteur peuvent être utilisées comme mécanisme d'éjection redondant, mais les fusées dépendant principalement de l'éjection du moteur pour tout événement de récupération sont spécifiquement interdites.
4. **Désarmer les appareils pyrotechniques** - La capacité doit exister pour désarmer de l'extérieur tous les dispositifs pyrotechniques de la fusée. Dans ce contexte, « désarmer » signifie la capacité de rompre physiquement la connexion entre un dispositif pyrotechnique et la source d'alimentation de son allumeur et de court-circuiter le dispositif pyrotechnique. Il ne suffit pas d'éteindre le dispositif commandant la ou les pièces pyrotechniques.
5. **Code de sécurité des fusées hautes puissances** - La fusée doit être conforme à tous égards à

toutes les restrictions imposées par le Code de sécurité haute puissance du CAR/ACF et par Transports Canada.

6. **Moteur certifié** - Les moteurs utilisés pour les tentatives de certification doivent être certifiés par le CAR/ACF, MCI, la National Association of Rocketry (NAR) ou Tripoli Motor Testing et être acceptés par RNCAN ou couverts par un permis d'importation général délivré par RNCAN. Les moteurs hybrides utilisés doivent être approuvés par TC. Les désignations du fabricant, et non les données des tests de certification, seront utilisées pour identifier l'adéquation au niveau de certification tenté (par exemple, un H128 est un H, un G75 est un G).
7. **Impulsion pour le vol de certification**- Le vol de certification aura un moteur avec un minimum de 5120.01Ns. Bien qu'il soit possible d'utiliser un moteur N ou O pour un vol de certification, il est suggéré que le lanceur construit sa fusée et utilise un moteur de classe d'impulsion M pour son vol de certification.

3.3 Exigences en matière de documentation

La fusée utilisée pour le vol de niveau 4 doit répondre à certaines exigences minimales :

1. **Formulaire de demande de certification de niveau 4 du CAR/ACF** - Ce formulaire est utilisé par le constructeur et le L4CC pour s'assurer que toutes les procédures de certification sont suivies.
2. **Dossier de documentation**- Un dossier de documentation doit être préparé comprenant au moins des dessins, des listes de matériaux, des prévisions de performances, des prévisions de CG et de CP et au moins une photographie du constructeur travaillant sur le projet. Plus d'informations sur les exigences du contenu de documentation sont disponibles plus loin dans ce document.
3. **Ensemble de systèmes de récupération** - Ce document peut être inclus dans le dossier de documentation.
4. **Formulaire de saisie de données L4** - Un formulaire de saisie de données L4 sera rempli et fourni au L4CC pour examen au moins 30 jours avant la tentative de vol.
5. **Carte de données de vol** - Une carte de données de vol sera remplie et remise au LCO avant la tentative de vol.
6. **Affidavit de certification HPR** - le formulaire est transmis au QG CAR pour le traitement de la certification. Au moins un membre de l'équipe L4CC du dépliant doit signer en tant que témoin du vol.

4. Procédure de certification

Le processus de certification de niveau 4 comporte 11 étapes spécifiques. L'intention de ce processus est de s'assurer que le constructeur a la certitude que sa conception et sa construction fonctionnent à la suite de l'examen de la conception et de la construction par des fusées expérimentées du comité de certification L4 (L4CC).

4.1 Formulaire de demande de certification L4

Le constructeur remplira le formulaire de certification L4. Ce formulaire capture les informations clés et fournit une carte pour le reste du processus de certification L4.

4.2 Préparer la documentation L4

Ce dossier de documentation présentera le L4CC à la conception du constructeur, aux méthodes de construction prévues et aux performances prévues. Le L4CC examinera le dossier et le formulaire de certification L4. Les informations requises dans ce formulaire seront couvertes dans la section Aperçu du dossier de documentation L4.

4.3 Contacter le comité de certification L4 (L4CC)

Une fois que la trousse de documentation L4 est prête, le constructeur doit soit communiquer avec deux

membres du L4CC pour qu'ils examinent le projet, soit communiquer avec son représentant provincial du CAR/ACF pour que deux membres du L4CC soient affectés à l'examen du projet. Ces deux membres L4CC deviendront l'équipe L4CC du constructeur. Le constructeur fournira ensuite à l'équipe L4CC une copie de la trousse de documentation L4 et du formulaire de certification L4. Si nécessaire, le constructeur inclura une enveloppe pré-adressée suffisamment affranchie pour le retour du formulaire de certification L4 (et de la trousse de documentation si désiré).

4.4 Approbation de conception L4CC

L'équipe L4CC examinera le dossier de documentation L4 et, si nécessaire, contactera le constructeur pour obtenir des éclaircissements. Une fois que l'équipe L4CC est satisfaite, elle approuve la conception en signant la section Conception approuvée du formulaire de certification L4.

4.5 Construction

Une fois la conception approuvée, le lanceur peut commencer la construction. Il est important qu'à quelques moments de la construction, des photos soient prises du constructeur en train de construire des parties de la fusée. Pendant le processus de construction, l'équipe L4CC doit à un moment donné inspecter la fusée avant qu'elle ne soit terminée. Le but de l'inspection est de vérifier, à la satisfaction de l'équipe L4CC, que la fusée est construite d'une manière adaptée aux contraintes rencontrées lors d'un vol L4. L'inspection peut se faire de deux manières :

1. **Inspection physique** - le constructeur peut présenter la fusée pour inspection physique à un membre de l'équipe L4CC avant son assemblage final.
2. **Forfait Construction** - le constructeur peut préparer un dossier de construction avec des descriptions détaillées des techniques de construction, y compris des photos et des schémas, le cas échéant. Si un dossier de construction est utilisé, il doit être inclus dans le dossier de documentation L4. Des informations spécifiques sur le contenu requis dans ce document peuvent être trouvées dans la section Aperçu de la page de documentation L4.

Dans les deux cas, le membre de l'équipe L4CC qui inspecte la construction signera la section Inspection de la construction du formulaire de certification L4.

4.6 Ensemble de systèmes de récupération

Avant le vol de certification, le constructeur fournira à l'équipe L4CC un ensemble des systèmes de récupération. Le contenu requis peut et doit être inclus dans le document de certification L4. Les informations spécifiques requises sont couvertes dans le L4P. Un membre de l'équipe L4CC, après avoir examiné le dossier de systèmes de récupération avec le constructeur, complètera et signera la section approbation des systèmes de récupération du formulaire de certification L4.

4.7 Construction complète

Le constructeur peut maintenant terminer la construction de la fusée.

4.8 Ensemble de documentation L4 terminé pour l'équipe L4CC

Une fois la fusée terminée, le constructeur va maintenant compléter le dossier de documentation L4 et préparer deux copies pour l'équipe L4CC. Un membre de l'équipe L4CC examinera le dossier avec le constructeur avant le vol de certification. Une copie du dossier de documentation L4 sera également mise à la disposition du chef RSO de l'événement avant le vol. Un membre de l'équipe L4CC signera la section du dossier de documentation complet de la certification L4 de.

Le constructeur passe maintenant à "lanceur".

4.9 Inspection pré-vol de la fusée

Au moins un membre de l'équipe L4CC doit inspecter physiquement la fusée prête à voler avant le vol. De plus, le RSO en chef de l'événement de lancement inspectera de façon général physiquement la fusée et examinera également le dossier de documentation L4. Le chef RSO a le dernier mot quant à savoir si le vol de certification peut avoir lieu ou non lors de leur lancement.

Deux signatures sont requises dans la section Inspection pré-vol de la fusée du formulaire de certification

L4, une signature doit être un membre de l'équipe L4CC, mais l'autre peut être n'importe quel membre certifié CAR/ACF niveau 3 ou niveau 4. Les personnes signant la section Inspection pré-vol de la fusée du formulaire de certification L4 doivent avoir inspecté physiquement la fusée avant le vol et agiront en tant que témoins de vol pour le vol de certification.

4.10 Vol de certification

Une fois que la fusée a été autorisée à voler, le dépliant peut alors monter la fusée sur le pad assigné. Le dépliant doit s'assurer que la carte de données de vol est remise au LCO de service avant de se diriger vers une plate-forme. Il n'est pas nécessaire de faire inspecter la fusée par le Duty RI, montrez simplement au Duty RI le formulaire de certification L4 signé.

Le vol de certification doit répondre à toutes les exigences suivantes :

1. La fusée doit avoir au moins un moteur avec une impulsion totale supérieure à 5120 N/s (impulsion M),
2. Le vol doit être effectué alors qu'une autorisation de lancement valide de Transports Canada est en vigueur,
3. La fusée doit effectuer un vol stable et sûr,
4. La fusée doit pleinement déployer son système de récupération,
5. La fusée doit rester intacte, sans séparation des pièces qui ne déploient pas leur propre système de récupération,
6. La fusée doit être retournée pour inspection après vol.

Si la fusée récupérée est clairement visible mais non récupérable (comme accrochée dans des lignes à haute tension ou dans un endroit inaccessible), le lanceur peut diriger les témoins de vol vers l'emplacement de la fusée pour une inspection visuelle à cet endroit.

4.11 Remplir le formulaire de certification L4

Une fois le vol terminé et que la fusée a subi son inspection après vol, le formulaire de certification L4 sera rempli. Les témoins de vol signeront la section d'approbation finale du formulaire de certification L4 certifiant que le vol a satisfait aux exigences ci-dessus et qu'ils ont examiné le dossier de documentation L4 et qu'à leur connaissance, il est complet et acceptable. Les témoins de vol signeront la section des témoins de vol confirmant un vol réussi et une récupération.

L'un ou l'autre des témoins de vol peut rejeter la tentative de certification si, à leur avis : le vol n'a pas démontré la capacité du dépliant à lancer avec succès une fusée haute puissance de niveau 4 ; ou, la fusée n'a pas entièrement satisfait à toutes les exigences de vol pour la certification de niveau 4.

Une fois le formulaire de certification L4 rempli, le dépliant transmettra au siège de la CAR ce qui suit :

- Formulaire de certification L4, avec toutes les sections signées,
- Formulaire de saisie de données L4,
- Ensemble de documentation L4,
- Dossier de systèmes de récupération L4 (peut être inclus dans l'ensemble de documentation L4),
- Dossier de construction L4 (peut être inclus dans l'ensemble de documentation L4).
- Des frais de traitement de 5 \$

Le dépliant peut avoir plusieurs copies signées à conserver comme preuve temporaire de la certification de niveau 4. Le dépliant recevra par la poste une carte de membre du CAR/ACF mise à jour indiquant sa nouvelle certification de niveau 4.

5. Présentation du dossier de documentation L4

La préparation du dossier de documentation L4 est un élément essentiel du programme de certification L4. La documentation oblige le constructeur à envisager des techniques de conception et de construction adaptées aux niveaux de poussée des moteurs de niveau 4 (impulsion M, N et O). La documentation permet également à l'équipe L4CC d'examiner la conception et la construction des constructeurs et de s'assurer que le constructeur construit une fusée sûre et conforme au code de sécurité CAR/ACF HPR.

Il existe cinq sections principales qui constituent un dossier de documentation L4 complet :

1. Formulaire de certification L4, avec toutes les sections signées,
2. Formulaire de saisie de données L4, I
3. Ensemble de documentation L4,
4. Dossier de systèmes de récupération L4 (peut être inclus dans l'ensemble de documentation L4),
5. Dossier de construction L4 (peut être inclus dans l'ensemble de documentation L4).

Les deux formulaires L4 peuvent être téléchargés à partir du site web du CAR/ACF, vous pouvez contacter votre représentant provincial de CAR pour obtenir des copies ou écrire à :

*CAR/ACF
71 Bermudes Close NW Calgary, AB T3K 1G4*

et demander des copies du formulaire de certification L4 et du formulaire de saisie de données L4.

Notez que le dossier de systèmes de récupération L4 et le dossier de construction L4 n'ont pas besoin d'être des documents distincts, ils peuvent tous deux être intégrés dans un seul dossier de documentation L4.

Le reste de cette section passera en revue les informations requises pour chacune des trois sections écrites du constructeur.

5.1 Dossier de documentation

Au minimum, l'ensemble de documentation contiendra les informations suivantes :

- un dessin à l'échelle de la conception de la fusée montrant les dimensions principales, le centre de pression calculé et le centre de gravité attendu dans la configuration de vol de niveau 4,
- une description du profil de vol prévu utilisant le(s) moteur(s) prévu(s), montrant, au minimum, des estimations pour :
 - o altitude maximale prévue
 - o accélération maximale attendue • vitesse maximale attendue
 - o vitesse lorsque la fusée quitte le système de lancement
- une liste de contrôle avant le lancement couvrant la préparation et la configuration de la fusée et du moteur, ainsi que les procédures pour les anomalies de tir suspendu / raté
- une liste de contrôle post-récupération pour "sécuriser" la fusée en cas de panne, y compris les étapes nécessaires pour désarmer les pièces pyrotechniques, retirer les allumeurs non tirés, etc.

5.2 Ensemble de systèmes de récupération

L'ensemble des systèmes de récupération doit être présenté à l'équipe L4CC avant le vol de certification. Au minimum, ce dossier doit contenir les composants suivants :

- Une description des composants du système de récupération, y compris le type d'électronique, où la redondance est employée, le type et la taille des dispositifs pyrotechniques et les tailles des parachutes et/ou des banderoles utilisés ;
- Un schéma de câblage du système de contrôle d'éjection. Ce schéma doit montrer le câblage entre les dispositifs d'éjection, les "interrupteurs" de désarmement et l'électronique de commande et/ou les sources d'alimentation;
- Description du taux de descente attendu avec le dispositif de récupération principal déployé et une explication de la façon dont le taux de descente a été déterminé, ou une description expliquant pourquoi le dispositif de récupération principal est dimensionné de manière appropriée pour la fusée de certification (telle que la recommandation du fabricant, etc.);
- Documentation décrivant comment le fonctionnement de base du système de récupération a été démontré avant le vol de certification. L'utilisation d'appareils électroniques non testés n'est pas autorisée. Cela peut être accompli par l'une des deux méthodes suivantes :
 - o Le constructeur peut documenter un vol d'essai de niveau 3 en utilisant les composants de

- récupération destinés à être utilisés dans le vol de certification de niveau 4, y compris l'électronique d'éjection primaire à utiliser dans le vol de certification ; ou
- o Le constructeur peut documenter les essais au sol de l'électronique de récupération.

Ce document peut être soit un document autonome, soit être intégré au dossier de documentation L4.

5.3 Forfait construction

Bien que le lot de construction ne soit obligatoire que dans le cas où l'équipe L4CC ne peut pas inspecter physiquement la fusée pendant la phase de construction, le constructeur est fortement encouragé à tenir un dossier de construction dans le cadre du dossier de documentation L4. Ce forfait doit comprendre au minimum:

- descriptions des techniques de construction utilisées, telles que la façon dont les cloisons ont été construites, les tubes coupés à longueur, etc.
- descriptions des matériaux utilisés pour les ailettes, les cellules, les coupleurs, les cloisons et le moteur
- des descriptions des adhésifs utilisés et des explications sur leur lieu d'utilisation,
- les descriptions de tous les renforts, tels que les cellules en fibre de verre,
- des photos en gros plan des zones critiques, telles que les attaches aileron - cellule / tube moteur,
- photos du constructeur travaillant sur la fusée.

Ce document peut être un document autonome ou incorporé dans la documentation L4.

6. Éléments administratifs

6.1 Certification Tripoli et NAR

Le CAR/ACF a conclu un accord de réciprocité avec les deux principales associations de fusées aux États-Unis, la Tripoli Rocketry Association (TRA) et la National Association of Rocketry (NAR). Cet accord permet aux certifications TRA et NAR HPR d'être honorées lors des lancements CAR/ACF. Les membres TRA et NAR doivent présenter une preuve de leur niveau de certification et une preuve d'adhésion actuelle avant le lancement et ils peuvent voler jusqu'à leur niveau de certification actuel, mais pas au-delà.

Les membres canadiens de Tripoli souhaitant bénéficier d'un droit acquis CAR/ACF doivent :

- Payer une cotisation au CAR/ACF.
- Fournir une preuve de certification.
- Passer l'examen de certification CAR/ACF.

Les membres du CAR/ACF qui sont également membres de la TRA ou de la NAR peuvent voir leur niveau de certification mis à jour à la suite d'une certification de niveau 4 de la CAR réussie.

6.2 Tentatives de certification infructueuses

Les tentatives et les échecs de certification ne seront pas suivis par un individu, et les tentatives de certification échouées ne "comptent pas contre" un individu. Les formulaires envoyés au CAR/ACF sur les tentatives de certification de niveau 4 échouées seront utilisés pour suivre l'efficacité du programme de certification de niveau 4 du CAR/ACF. Ils seront également utilisés pour suivre la fréquence et le type de pannes. Ces informations seront utilisées pour améliorer les procédures de certification au fil du temps et aider les membres du L4CC à fournir de meilleurs conseils.