CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION QUATRE

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 3

OCOM C440.01 – DÉCRIRE LES MODÈLES RÉDUITS DE FUSÉES

Durée totale : 60 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans la publication A-CR-CCP-804/PG-002, *Norme de qualification et plan du niveau quatre*, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant de l'enseigner.

Créer des transparents à partir des figures qui se trouvent à l’annexe A.

Photocopier les documents se trouvant aux annexes B et C pour chaque cadet.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L’exposé interactif a été choisi pour cette leçon afin de présenter l'information de base sur les modèles réduits de fusées et de résumer les points d’enseignement.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit être en mesure de décrire les parties d’un modèle réduit de fusée, le profil de vol d’un modèle réduit de fusée et les mesures de sécurité relatives à un modèle réduit de fusée.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets connaissent les parties d’un modèle réduit de fusée, la façon dont fonctionnent les moteurs de modèle réduit de fusée et les mesures de sécurité reliées aux modèles réduits de fusée afin de pouvoir planifier le profil de vol de leur modèle réduit de fusée.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Décrire les parties d'un moteur de modèle réduit de fusée**

Durée : 15 min Méthode : Exposé interactif

Les moteurs de modèle réduit de fusée comprennent six parties principales :

- le boîtier du moteur,
- une tuyère en argile,
- un propulseur à poudre noire,
- une composition de retardement,
- une charge d'éjection, et
- un allumeur.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-1 qui se trouve à l'annexe A.

BOÎTIER DU MOTEUR

Le boîtier contient l'ensemble du moteur et à la bonne pression. Sans pression, le carburant brûlera sans produire de poussée efficace. Si le boîtier n'est pas assez solide et la pression monte trop, le moteur explose. Le boîtier de moteur peut être fait de papier, de carton, de plastique ou d'aluminium. Les boîtiers en papier sont faits de papier roulé pour former un tube solide de carton.

TUYÈRE EN ARGILE

La tuyère dirige le gaz qui est formé par la réaction de l'oxydant vers l'arrière de la fusée. La tuyère est formée de façon à ce que les gaz accélèrent lorsqu'ils passent dans la tuyère et fournisse une poussée efficace. Les tuyères peuvent être faites d'argile, de céramique ou de métal.

PROPULSEUR

Le propulseur est une substance qui brûle réellement ou est oxydée. Cette réaction entre l'oxydant et le carburant produit du gaz et de la chaleur, ce qui fournit l'énergie pour la fusée.

Les modèles réduits de fusée utilisent de la poudre noire comme oxydant et carburant. La poudre noire est mélangée avec d'autres composants et compactée ou moulée en forme solide à l'intérieur du boîtier de moteur. Ces moteurs sont faciles à utiliser et sécuritaires à transporter car les composants ne nécessitent pas d'emballage spécial et il est très peu probable que les moteurs s'allument accidentellement.

Le propulseur brûle à un rythme prescrit et projette la fusée dans l'atmosphère. Le propulseur brûle plus fortement à l'envol et avec moins de vigueur vers la fin de l'étage de propulsion. On peut voir la représentation dans le graphique de durée par rapport à la poussée.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-2 qui se trouve à l'annexe A.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

La poussée moyenne est calculée en divisant l'impulsion totale par la durée de combustion du propulseur.

Selon la profondeur du trou d'allumage, les moteurs de fusée peuvent faire leur combustion de deux façons différentes. Les trous peu profonds dans le propulseur provoquent une combustion frontale où le propulseur brûle d'une extrémité à l'autre. Les moteurs qui ont besoin de plus de force ascensionnelle ont des trous profonds dans le propulseur, ce qui fait que le carburant brûle vite et entraîne une force ascensionnelle supplémentaire plus tôt dans le vol.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-3 qui se trouve à l'annexe A.

Les moteurs des modèles réduits de fusée sont étiquetés avec un code de classification en trois parties (p. ex., « B6-4 ») qui décrit les paramètres de rendement du moteur. Ce code doit être bien compris pour choisir le moteur adéquat pour le modèle réduit de fusée. La première partie du code de moteur est une lettre qui désigne la classe d'impulsion totale du moteur (le « B » dans B6-4). La taille du moteur est déterminée par la quantité de propulseur et la taille du boîtier. Lorsque la taille du moteur augmente, la lettre du code du moteur passe à la lettre de l'alphabet suivante et le moteur est deux fois plus puissant que celui de la lettre précédente (p. ex., les moteurs de la série A ont une force de 1.26 à 2.5 Newton-secondes et les moteurs de la série B ont une force de 2.5 à 5 Newton-secondes). L'impulsion totale est la puissance totale produite par le moteur. L'impulsion totale est la mesure du changement de vitesse que le moteur peut impartir à la fusée, mesurée en Newton-secondes. Un moteur ayant une impulsion totale plus importante peut pousser une fusée plus haute et plus rapidement et peut soulever des fusées plus lourdes que les moteurs avec une impulsion totale moindre. Le tableau suivant donne les gammes d'impulsion totale et le rendement typique pour chaque classe de fusée.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-4 qui se trouve à l'annexe A.

COMPOSITION DE RETARDEMENT

Lorsque la combustion du propulseur est terminée, la composition de retardement commence à brûler pour permettre à la fusée de voler à une vitesse de balistique maximale en vol ou à l'apogée. Lors de la combustion de la composition de retardement, une fumée est échappée, ce qui permet de repérer la fusée dans son vol. La durée de combustion de la composition de retardement peut varier de 3 à 10 secondes et est liée au poids et à la taille de la fusée. Une fusée plus lourde et plus lente requiert une durée de combustion plus courte car elle ne se déplace pas dans l'air aussi rapidement qu'une fusée plus petite et plus légère qui a le même code de classification du moteur. Il est important de calculer le retardement car le déploiement du parachute en haute vitesse, avant ou après l'apogée, peut entraîner la destruction du parachute.

CHARGE D'ÉJECTION

Le parachute ou le serpentin est déployé par la charge d'éjection. Cette charge de poudre noire s'allume immédiatement lorsque la composition de retardement est complètement brûlée. Elle dégage le parachute ou le serpentin de la pointe avant de la fusée.

ALLUMEUR

L'allumeur utilise un fusible électrique pour allumer le propulseur. Une source électrique fournit l'alimentation au panneau de contrôle et à l'interrupteur de contrôle. Lorsque l'interrupteur de contrôle est activé, l'allumeur s'allume, ce qui allume le propulseur.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS :

Q1. De quel matériau le boîtier d'un moteur de modèle réduit de fusée peut-il être fait?

Q2. Pourquoi un modèle réduit de fusée a-t-il besoin d'une charge d'éjection?

Q3. De quelle façon un allumeur fonctionne-t-il?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Papier, carton, plastique ou aluminium.

R2. Pour déployer le parachute ou le serpentin.

R3. Lorsque l'interrupteur de contrôle est activé, l'allumeur s'allume, ce qui allume le propulseur.

Point d'enseignement 2 **Décrire les pièces d'un modèle réduit de fusée**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

Un modèle réduit de fusée est composé des pièces suivantes :

- la coiffe,
- le corps-tube,
- les ailettes,
- l'ergot de lancement,
- la butée du moteur,
- le dispositif de retenue du moteur,
- le sandow, et
- le parachute.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-5 qui se trouve à l'annexe A.

COIFFE

La coiffe aide la fusée à fendre l'air pendant le vol. Il est important que la coiffe soit aérodynamique pour créer le moins de résistance lorsqu'elle se déplace dans l'air. Il y a plusieurs styles de coiffe différents, certains sont conçus pour des vitesses précises. La coiffe est installée sur le corps-tube pour qu'elle puisse être facilement éjectée afin de déployer le parachute. Elle a un point de fixation sur une extrémité du sandow et peut être faite de plastique, de bois, de Styrofoam™, de fibre de verre ou de fibre de carbone.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CORPS-TUBE

Toutes les parties de la fusée se fixent au corps-tube ou sont contenues à l'intérieur de celui-ci. Le tube doit être rigide pour maintenir sa forme pendant le vol et peut être fait de carton, de plastique, de fibre de verre ou de fibre de carbone.

AILETTES

Les ailettes aident à stabiliser la fusée pendant le vol. Elles sont habituellement placées près du moteur et généralement faites de balsa, de plastique, de carton, de fibre de verre ou de fibre de carbone. Elles doivent être fixées solidement et précisément sur le corps-tube car un mauvais alignement entraînerait un vol imprévisible. Les ailettes d'une fusée doivent être manipulées avec soins pour éviter les dommages ou le mauvais alignement.

ERGOT DE LANCEMENT

L'ergot de lancement guide la fusée sur la plate-forme de lancement pour le premier mètre de vol jusqu'à ce que la fusée ait atteint assez de vitesse pour que les ailettes stabilisent la fusée. Pour lancer la fusée, l'ergot de lancement est placé sur la tige de lancement de la tour. L'ergot glisse la fusée vers le bas de la tige de lancement où elle est retenue jusqu'au lancement. Lorsque le bouton de lancement est enfoncé, le moteur de la fusée précipite la fusée vers le haut de la tige de lancement guidée par l'ergot et peut rapidement atteindre plus de 50 km/h avant de quitter la tige de lancement. L'ergot peut être fait de carton ou de métal.

BUTÉE DU MOTEUR

La butée du moteur empêche le moteur d'être poussé à travers le corps-tube par la poussée du moteur. La butée du moteur est habituellement faite de carton.

DISPOSITIF DE RETENUE DU MOTEUR

Le dispositif de retenue du moteur empêche le moteur d'être éjecté par la queue de la fusée lorsque la charge explosive déploie le parachute. Les dispositifs de retenue peuvent être une courroie de métal, des vis ou du ruban résistant.

La butée du moteur et les dispositifs de retenue empêchent les effets de la troisième loi de Newton : pour chaque action, il y a une réaction équivalente et opposée.

SANDOW

L'éjection du parachute doit se produire lorsque la fusée atteint l'apogée ou son plus haut point de vol. Le sandow, fabriqué de sangle élastique, absorbe la force de l'explosion qui éjecte le parachute. Une extrémité du sandow est fixée sur la coiffe, l'autre extrémité sur le corps-tube et le parachute est fixé à la coiffe ou au milieu du sandow.

PARACHUTE

La descente d'une fusée doit être contrôlée pour empêcher les blessures, les dommages aux biens ou à la fusée. Il y a plusieurs façons de faire descendre la fusée. La plus commune est le parachute qui emprisonne l'air dans une voilure pour réduire la vitesse de descente. Les voilures de parachute sont faites de toile légère et flexible en forme de croix ou de cercle. Les suspentes sont faites de ficelle ou de corde, et ont une extrémité fixée aux bords de la voilure et l'autre extrémité fixée avec les autres extrémités des suspentes fixées ensemble au sandow ou à la coiffe. La taille du parachute et la longueur des suspentes sont soigneusement calculées pour contrôler la descente. Un gros parachute permet au vent de transporter la fusée loin de la tour de lancement. Un parachute qui est trop petit fera descendre la fusée trop rapidement, causant possiblement des dommages à la fusée.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

D’autres types de descente peuvent être utilisés sur différentes fusées. Les serpentins peuvent être utilisés avec des fusées légères et agir comme traînée sur la fusée. La chute libre peut seulement être utilisée avec les fusées les plus légères et n’ont aucun équipement supplémentaire pour ralentir la fusée. La traînée du fuselage de la fusée et des ailettes ralentira la fusée. La récupération par planage se fait en fixant une aile à la fusée pour permettre à la fusée de planer jusqu’à la Terre.

CONFIRMATION DU POINT D’ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS :

Q1. À quoi sert la coiffe?

Q2. Quelle est la fonction d’un ergot de lancement?

Q3. De quelle façon les ailettes affectent-t-elles le vol de la fusée?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Elle aide la fusée à fendre l’air.

R2. Il guide la fusée au-delà de la plate forme de lancement.

R3. Les ailettes aident à stabiliser la fusée pendant le vol.

Point d’enseignement 3 **Décrire le profil de vol d’un modèle réduit de fusée**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

Les étapes de combustion d’un moteur de modèle réduit de fusée permettent de prévoir le profil de vol de la fusée. Le profil de vol d’un modèle réduit de fusée est composé de six étapes :

1. l'allumage,
2. la propulsion,
3. la phase balistique / retardement,
4. l’éjection,
5. la descente, et
6. l'atterrissage.

ALLUMAGE

L’allumage est le résultat d’une décharge électrique provenant du panneau de contrôle et de l’interrupteur de lancement. Le dispositif qui démarre la combustion du moteur est l’allumeur. Il ressemble à une allumette avec des fils qui sortent de son extrémité. Lorsque le courant électrique passe dans l’allumeur, celui-ci se réchauffe et explose en flamme. Cette flamme est responsable de la combustion du propulseur dans le moteur de fusée.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-6 qui se trouve à l’annexe A.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Après la mise à feu, la fusée quitte la tour de lancement sous la poussée. La tour de lancement guide la fusée à basse vitesse pour s'assurer que la fusée reste alignée sur le parcours prescrit. Les ailettes de stabilisation sur la fusée prennent le dessus lorsque la fusée quitte la tige de lancement sur la tour, habituellement autour de 50 km/h.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-7 qui se trouve à l'annexe A.

PROPULSION

Le propulseur à l'intérieur du moteur brûle rapidement. Dans la plupart des moteurs, le propulseur brûle en moins de trois secondes, point auquel la fin de la combustion se produit. Cela signifie que le moteur ne produit plus de force de poussée. Lorsque la combustion du moteur est terminée, la fusée a déjà atteint sa vitesse maximale et commence sa décélération. Bien que la fusée puisse atteindre des centaines de mètres dans l'air, la fin de combustion de la plupart des fusées se situe entre 15 et 25 m (50 à 80 pieds) dans les airs.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-8 qui se trouve à l'annexe A.

BALISTIQUE / RETARDEMENT

Lorsque la combustion du moteur est terminée, la fusée peut voyager à des centaines de kilomètre par heure. Le parachute peut être détruit s'il est éjecté à cette vitesse. Le modèle réduit se déplacera vers le haut et perdra de la vitesse car la gravité et la friction de l'air le ralenti. La phase de balistique est entre le moment où débute la fin de la combustion du moteur et se termine lorsque le parachute est éjecté de la fusée. La composition de retardement brûle maintenant à un rythme prescrit et produit de la fumée. La fusée se déplace tellement vite qu'il est difficile de la suivre visuellement alors la fumée donne une indication visuelle de l'emplacement de la fusée.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-9 qui se trouve à l'annexe A.

ÉJECTION

Lorsque la composition de retardement a terminé sa combustion, la fusée devrait être à son apogée. Lorsque la composition de retardement a terminé sa combustion, elle allume la charge d'éjection. La charge d'éjection brûle rapidement et est dirigée vers l'intérieur du corps-tube de la fusée. Son but est de pousser sur la coiffe et d'éjecter le parachute de la fusée. L'éjection doit se produire à l'apogée lorsque la fusée a atteint sa vitesse la plus lente. Le choix du moteur influence le moment où la charge d'éjection déploie le parachute. Si la composition de retardement brûle trop longtemps, la fusée fera un arc et éjectera le parachute pendant que la fusée a déjà commencé à accélérer en chute libre. Si la composition de retardement brûle trop rapidement, la fusée peut toujours être en déplacement trop rapide car elle n'a pas volé jusqu'à son plus haut point. L'éjection du parachute à un point autre qu'à l'apogée entraînera la destruction de la fusée et / ou du parachute et la chute libre de la fusée.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Présenter aux cadets le transparent des figures A-10 et A-11 de l'annexe A.

DESCENTE

Lorsque le parachute est éjecté, il se gonfle complètement et la fusée débute sa phase de descente. La fusée dérive lentement vers le sol sous la voilure du parachute ou la traînée du serpentin. Le vent aura un effet sur la descente de la fusée et le modèle réduit se laissera entraîner loin de l'aire de lancement. La descente ne doit pas aller plus vite que 4,5 m / s (15 pieds par seconde), sinon il est possible d'endommager la fusée. Si la descente est trop lente, la fusée dérivera loin de la plateforme de lancement, ce qui aura un effet sur la récupération.

ATTERRISSAGE

Après l'atterrissage, la fusée doit être bien inspectée avant le prochain lancement. Le boîtier du moteur doit être jeté.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-12 qui se trouve à l'annexe A.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS :

Q1. De quelle façon un modèle réduit de fusée est-il suivi pendant son vol?

Q2. Quel est le meilleur moment pour déployer le parachute ou le serpentin pendant un profil de vol de fusée?

Q3. Pourquoi y a-t-il une phase de retardement ou de balistique pendant le vol de fusée?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Leur fumée émise par la composition de retardement et le parachute ou le serpentin permet de suivre le vol des fusées.

R2. À l'apogée.

R3. Pour permettre à la fusée de ralentir assez pour déployer le parachute sans le détruire.

Point d'enseignement 4 — **Expliquer les règlements de sécurité concernant les modèles réduits de fusées**

Durée : 15 min — Méthode : Exposé interactif

Le passe-temps de fabriquer des modèles réduits de fusée provient de l'ère spatiale qui a eu lieu dans les années 50. Le fait de voir les propulseurs spatiaux transporter les premiers satellites artificiels en orbite autour de la Terre a inspiré plusieurs jeunes enthousiastes à essayer d'imiter les pionniers de la fuséonautique en fabriquant leurs propres fusées. Malheureusement ces fusées maison utilisaient plusieurs produits chimiques

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

inflammables dans des tuyaux de métal, produisant souvent des résultats tragiques. Les journaux relataient des histoires de doigts et d'yeux perdus et, trop fréquemment, de vies perdues.

Une solution de rechange sécuritaire était nécessaire pour permettre aux jeunes de faire l'expérience de fabriquer et lancer leurs propres fusées et leur donner l'occasion d'explorer la fuséonautique.

Plusieurs compagnie ont conçu des moteurs qui n'explosaient pas et fournissaient un vol sécuritaire pour les modèles réduits de fusée. Ce type de moteur est toujours utilisé aujourd'hui.

La sécurité est importante lors du vol de modèles réduits de fusées. Il est impossible de se déplacer assez vite lorsqu'une fusée va à plus de 400 km/h. La flamme produite par le moteur est extrêmement chaude et capable de causer des brûlures sévères ou de mettre des objets en feu. Cependant, il y a des règles en place pour lancer des fusées. Le Règlement de l'aviation canadien (RAC) et l'Association canadienne de fuséologie ont des règlements concernant le lancement de modèles réduits de fusée.



Distribuer des photocopies des annexes B et C aux cadets.

Le RAC établit qu'un modèle réduit de fusée muni d'un moteur de modèle réduit de fusée n'aura pas une impulsion totale excédant 160 Newton-secondes et n'excédera pas 1 500 grammes et qu'il sera muni d'un parachute ou un dispositif de récupération capable de retarder sa descente. Tout ce qui est supérieur à ces paramètres nécessite un permis de modèle réduit de fusée à haute puissance et une permission de voler de Transports Canada.

Les règlements sur les modèles réduits de fusée de l'Association canadienne de fuséologie traitent des procédures concernant la taille du site de lancement, la fabrication du modèle réduit de fusée et les procédures de lancement.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 4

QUESTIONS :

Q1. Pourquoi la sécurité est-elle importante lors du vol de modèles réduits de fusées?

Q2. Qui établit les règlements utilisés pour les modèles réduits de fusée au Canada?

Q3. Quelle est le poids maximal d'un modèle réduit de fusée?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Parce que la flamme du moteur de la fusée et la vitesse élevée représentent des dangers potentiels.

R2. Association canadienne de fuséologie.

R3. 1 500 grammes.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS :

Q1. Quand les ailettes aident-t-elles à guider la fusée pendant son vol?

Q2. Comment les moteurs de fusée sont-ils classés?

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Q3. Comment est-il possible de ralentir la descente d'une fusée?

Q4. À quoi sert la coiffe?

Q5. Qu'est-ce que l'apogée?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Lorsque la fusée atteint plus de 50 km/h ou lorsqu'elle quitte la tige de lancement.

R2. Par lettre, chaque lettre successive double la force du moteur.

R3. En utilisant un parachute ou un serpentin.

R4. Elle aide la fusée à fendre l'air.

R5. Le plus haut point d'un vol.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Le lancement de modèles réduits de fusée est un sport plaisant et excitant. Il est important de connaître les pièces d'un modèle réduit de fusée, la façon dont fonctionnent les moteurs de modèle réduit de fusée, les mesures de sécurité reliées aux modèles réduits de fusée et comment planifier le profil de vol d'un modèle réduit de fusée pour être capable de faire voler des modèles réduits de fusées en toute sécurité.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Les cadets qui ont la qualification en aérospatiale avancée peuvent aider pour cette leçon.

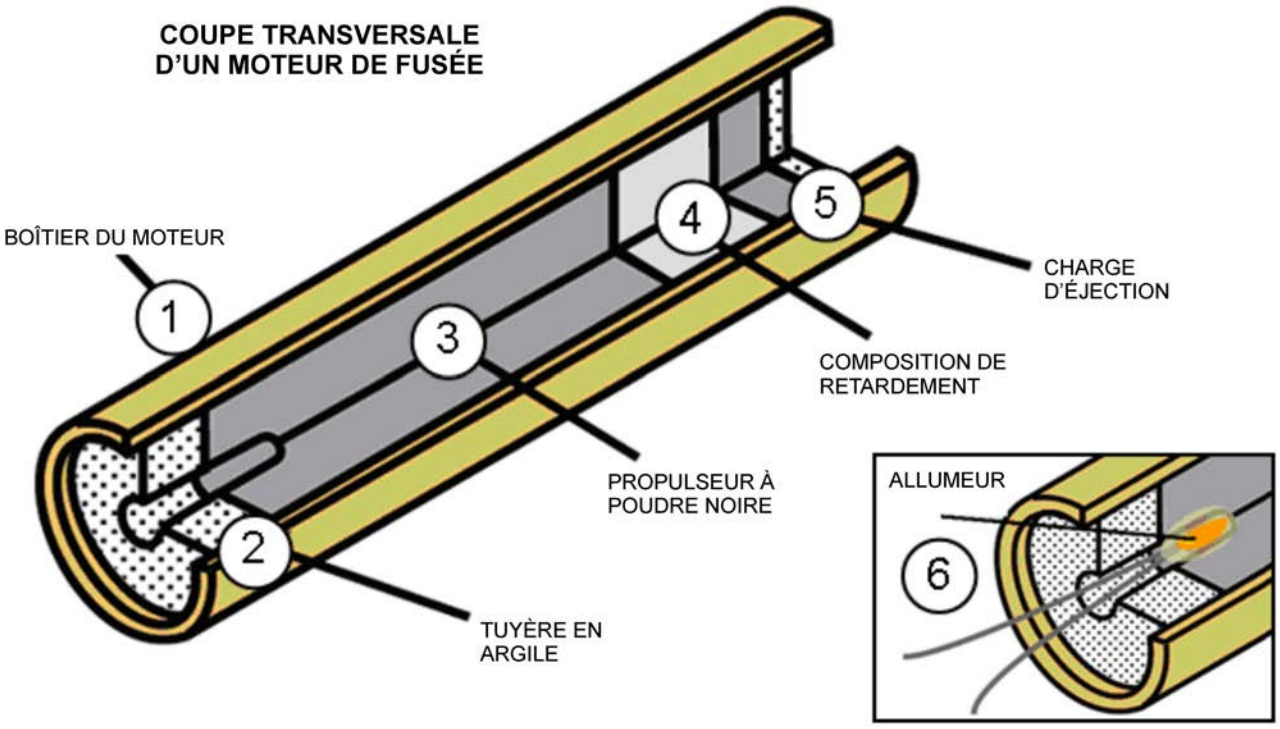
DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-162 Beach, T. (1993). *Model rocketry technical manual*. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

C3-163 Cannon, R. L. (1999). *A learning guide for model rocket launch systems*. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/launchsystemguide.pdf

C3-259 ISBN 978-0471472421 Stine, G. H. (2004). *Handbook of model rocketry*. Toronto, Ontario, John Wiley & Sons.

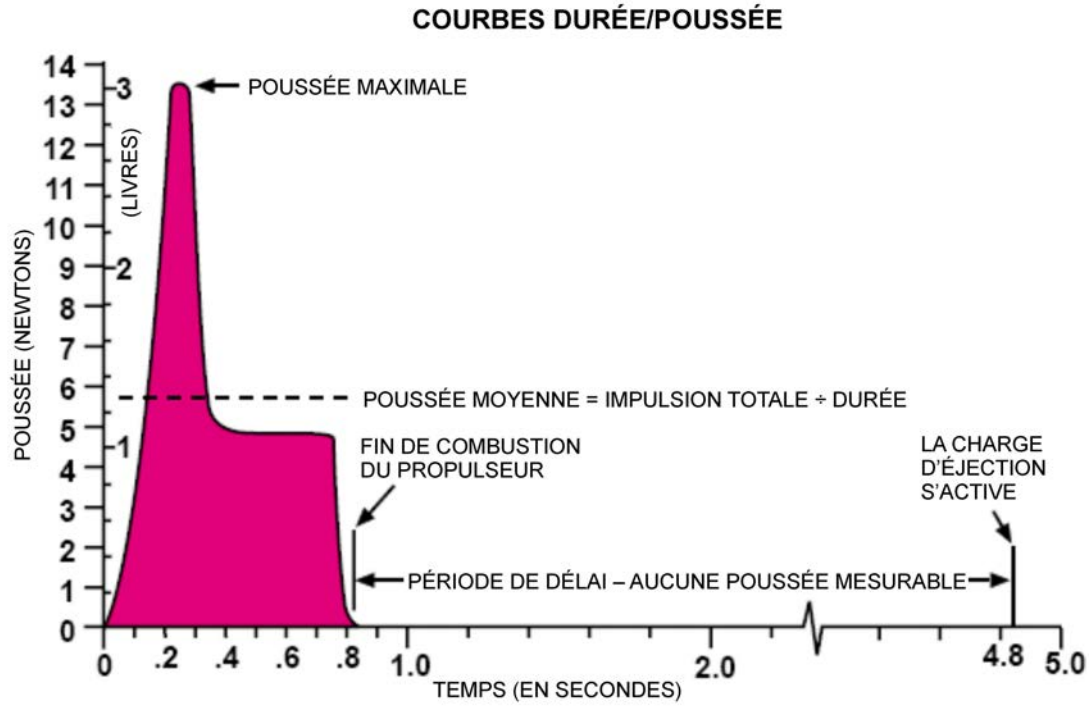
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de "Apogee Peak of Flight Newsletter", 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

Figure A-1 Coupe transversale d'un moteur de fusée

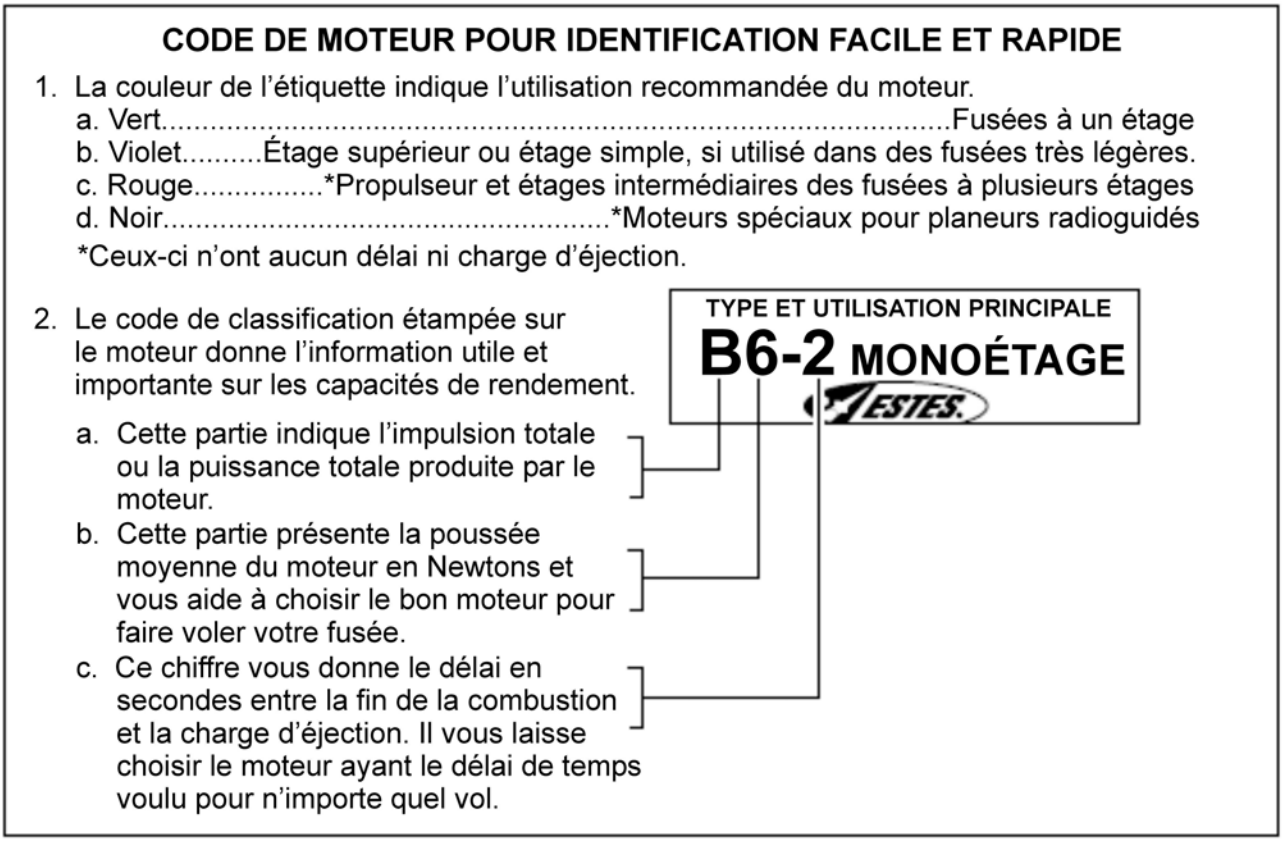
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Estes Rocketry », 1993, par T. Beach, 2003, Model Rocketry Technical Manual. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

Figure A-2 Courbes durée-poussée

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Estes Rocketry », 1993, par T. Beach, 2007, Model Rocketry Technical Manual. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

Figure A-3 Codes de moteur de modèle réduit de fusée

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

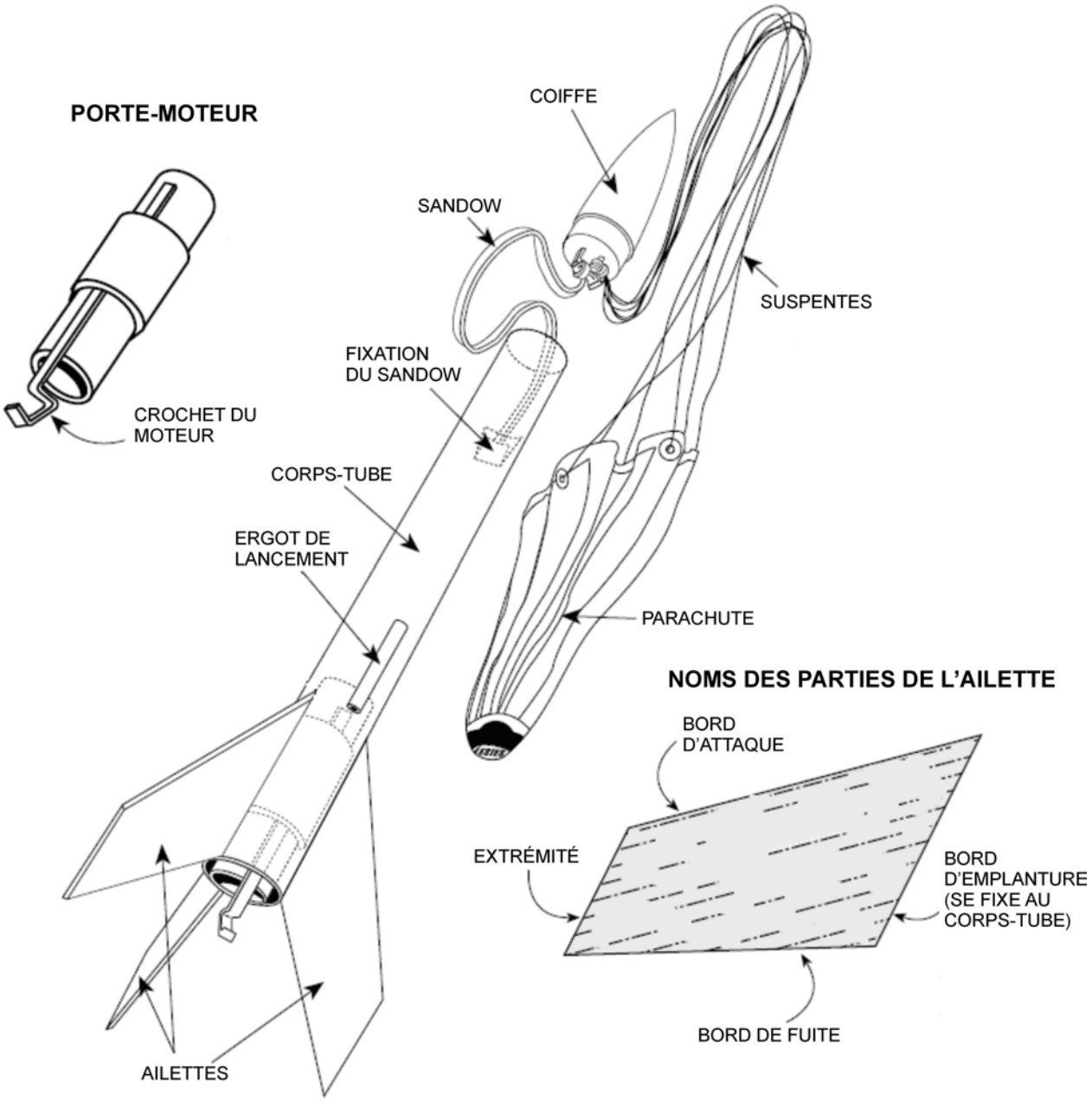
CLASSIFICATION D'IMPULSION TOTALE

CODE	LIVRE-SECONDES	NEWTON-SECONDES
1/2A	0.14 - 0.28	0.625 - 1.25
A	0.28 - 0.56	1.26 - 2.50
B	0.56 - 1.12	2.51 - 5.00
C	1.12 - 2.24	5.01 - 10.00
D	2.24 - 5.00	10.01 - 20.00

Remarque. Tiré de « Estes Rocketry », 1993, par T. Beach, 2003, Model Rocketry Technical Manual. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

Figure A-4 Classification d'impulsions pour les moteurs de modèle réduit de fusée

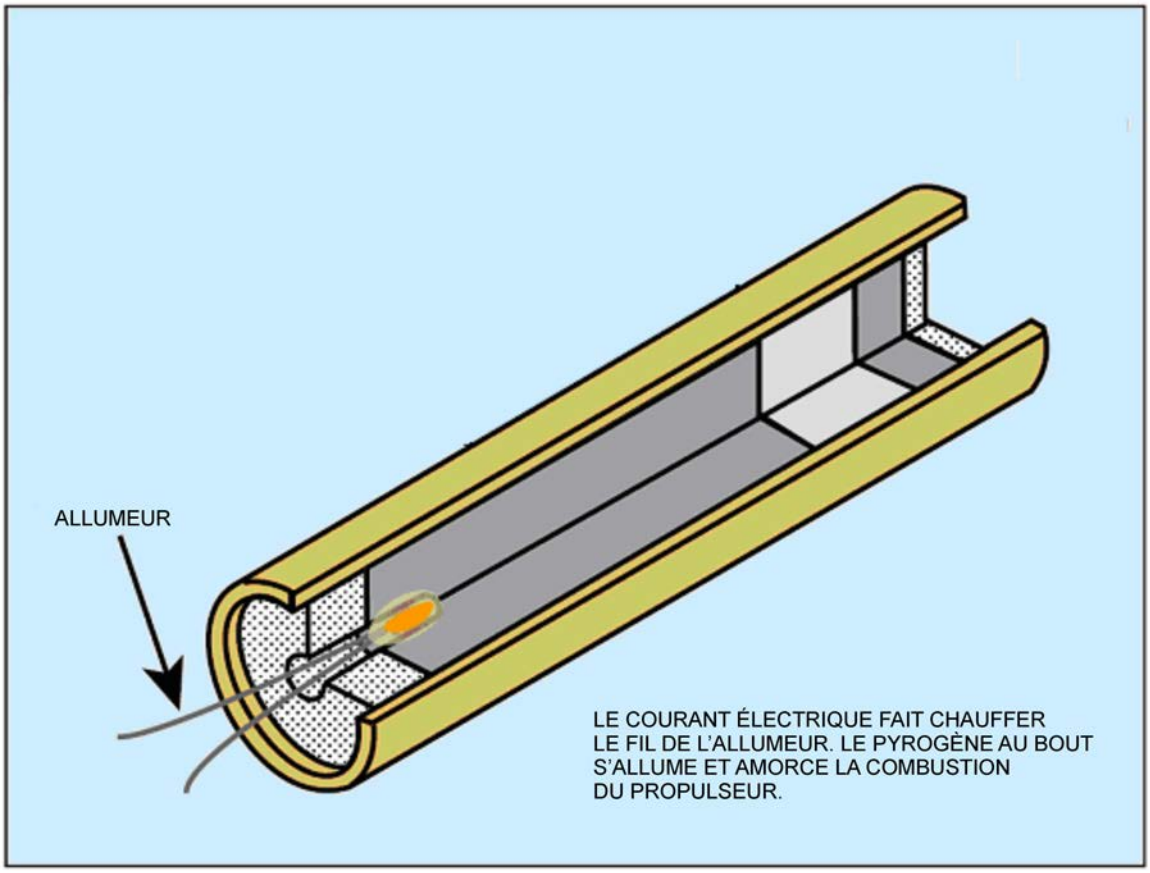
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Estes Rocketry », 1993, par T. Beach, 2007, Model Rocketry Technical Manual. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

Figure A-5 Pièces d'un modèle réduit de fusée

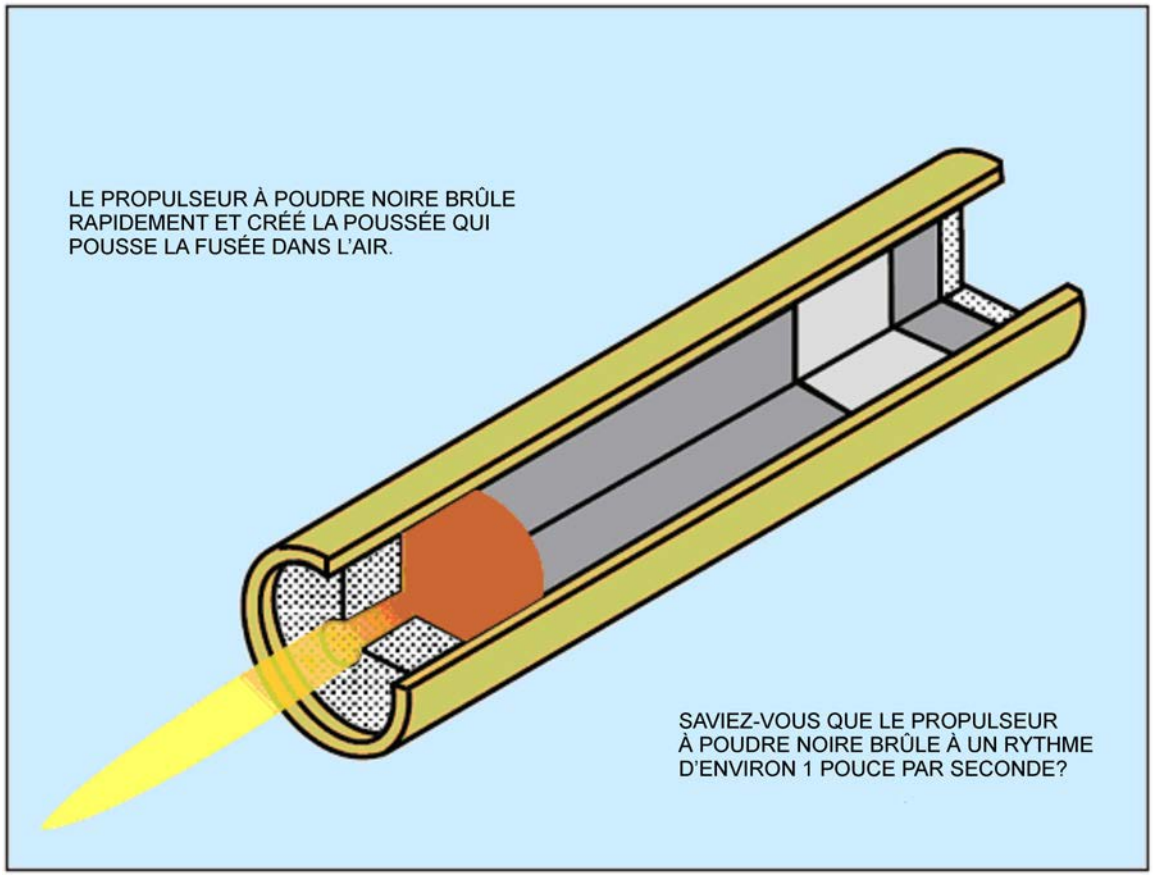
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de "Apogee Peak of Flight Newsletter", 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

Figure A-6 L'allumeur

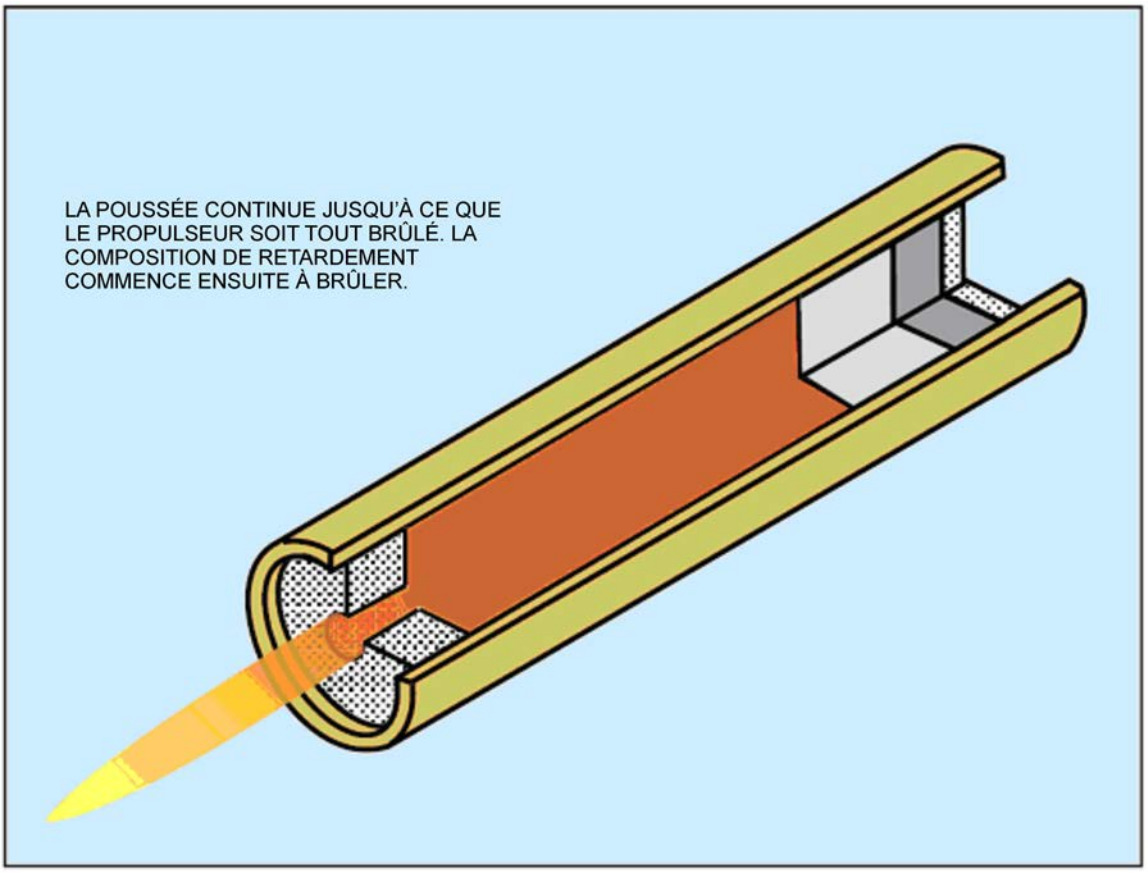
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de "Apogee Peak of Flight Newsletter", 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

Figure A-7 Le propulseur allumé

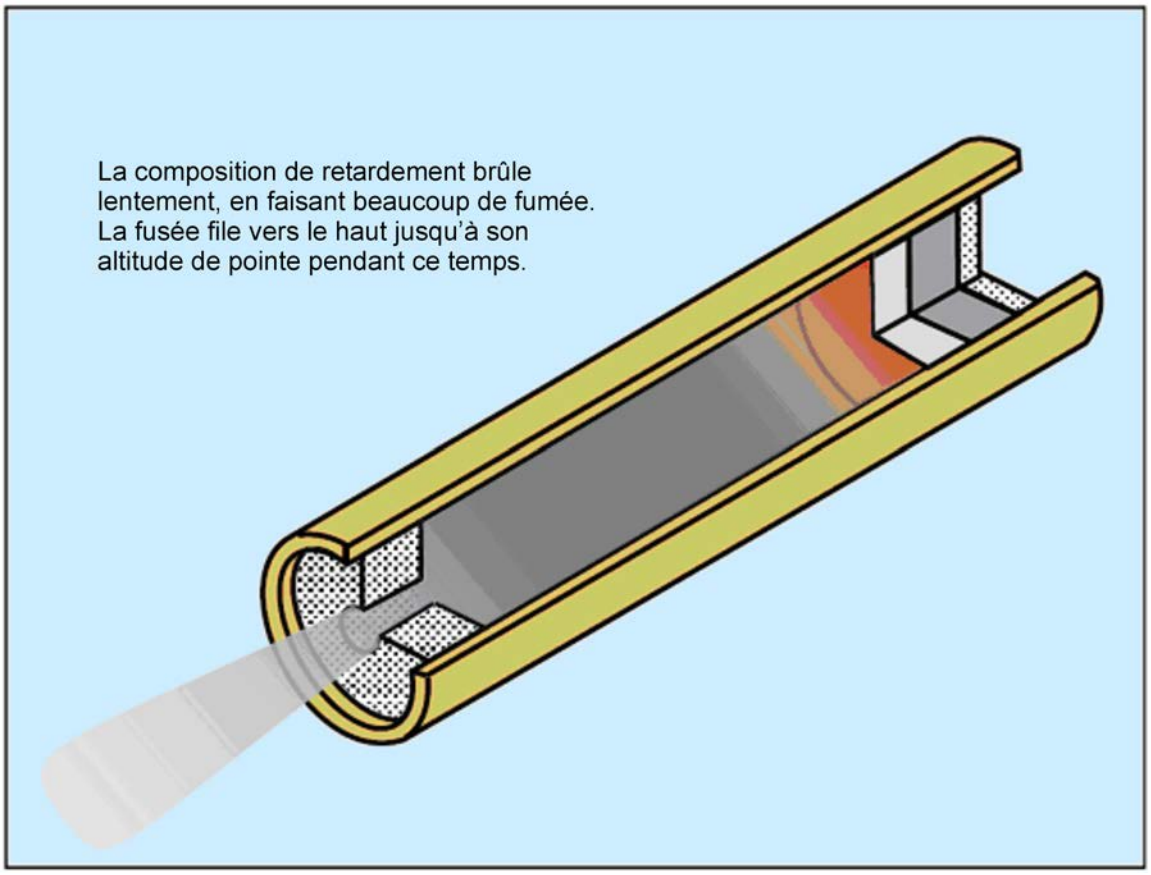
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de "Apogee Peak of Flight Newsletter", 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

Figure A-8 Phase de poussée

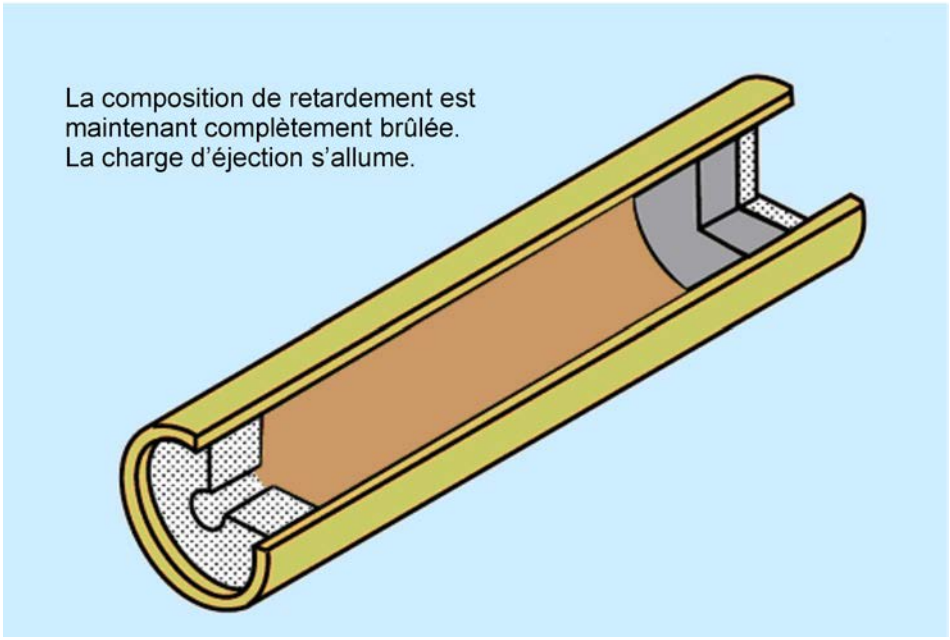
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de "Apogee Peak of Flight Newsletter", 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

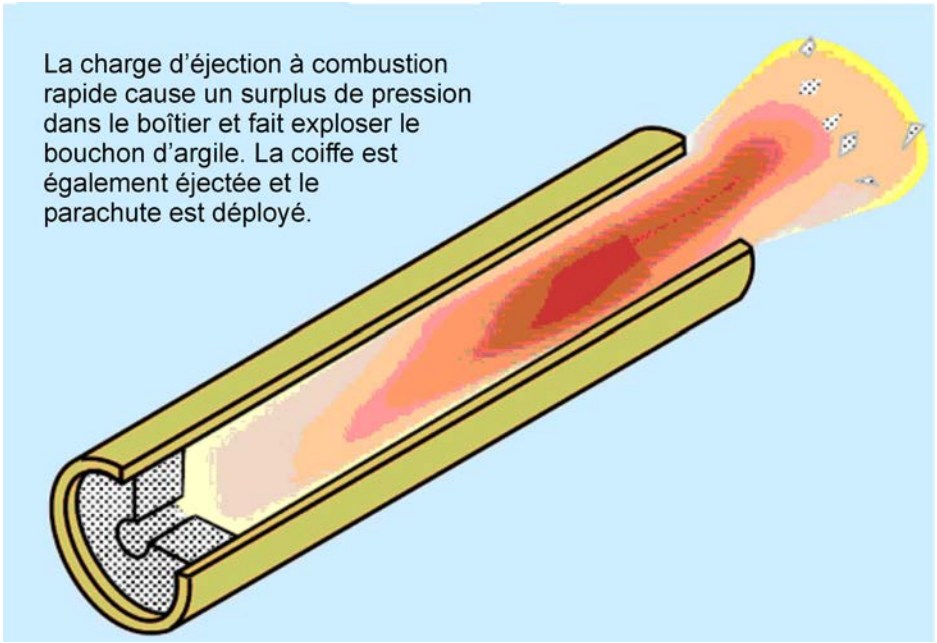
Figure A-9 Phase de retardement ou balistique

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Apogee Peak of Flight Newsletter », 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

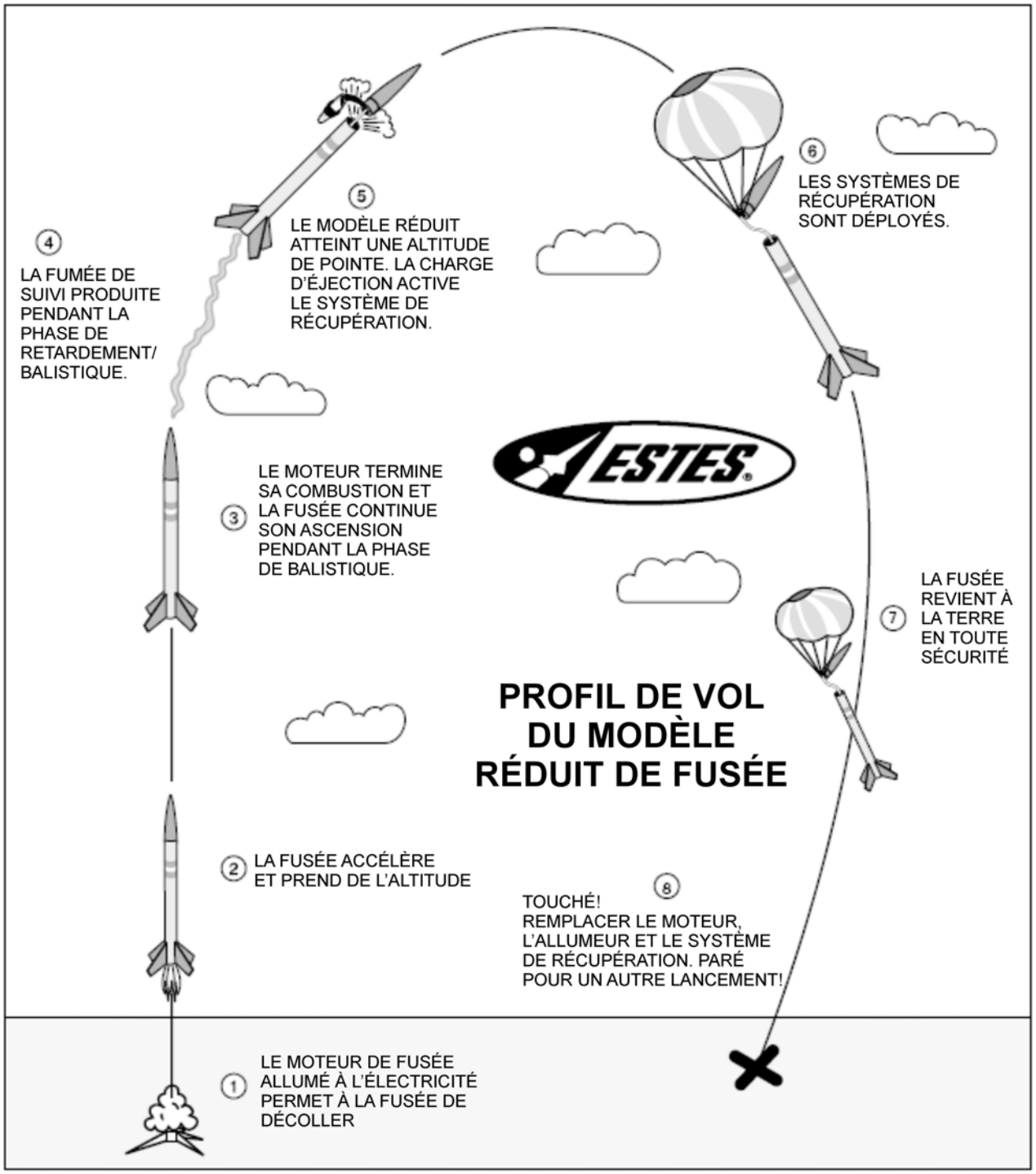
Figure A-10 Début de la phase d'éjection



Remarque. Tiré de « Apogee Peak of Flight Newsletter », 2003, How Black Powder Rocket Motors Work. Extrait le 16 novembre 2007 du site http://www.apogeerockets.com/educator/downloads/newsletter114.pdf

Figure A-11 Phase d'éjection

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Estes Rocketry », 1993, par T. Beach, 2003, Model Rocketry Technical Manual. Extrait le 10 octobre 2007 du site http://www.estesrockets.com/assets/downloads/roecketrytechniques.pdf

Figure A-12 Profil de vol d'un modèle réduit de fusée

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

ASSOCIATION CANADIENNE POUR LA FUSÉOLOGIE : CODE DE SÉCURITÉ POUR LES MODÈLES RÉDUITS DE FUSÉE DU CANADA

1. FABRICATION : Je fabriquerai toujours mon modèle réduit de fusée à l'aide de matériaux légers comme le papier, le bois, le plastique ou le caoutchouc, sans composants de métal pour la cellule. Mon modèle réduit doit comporter des surfaces aérodynamiques ou des mécanismes pour assurer un vol sécuritaire et stable.

2. MOTEURS : J'utiliserai seulement des moteurs de modèle réduit de fusée offerts commercialement et approuvés par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Je ne soumettrai jamais ces moteurs à des chocs excessifs, à des températures extrêmes et je ne tenterai jamais de les recharger ou les modifier. Je suivrai toujours les procédures de manipulation et d'allumage indiquées par le fabricant.

3. RÉCUPÉRATION : Mon modèle réduit de fusée utilisera toujours un système de récupération pour revenir au sol de façon sécuritaire afin de pouvoir retourner en vol. Je dois préparer un système de récupération avec soin pour assurer qu'il se déploiera adéquatement.

4. LIMITES DE POIDS : Mon modèle réduit de fusée ne pèsera pas plus de 1 500 grammes au décollage et le(s) moteur(s) du modèle réduit de fusée ne contiendra (ont) pas plus de 125 grammes de propulseur.

5. SYSTÈME D'ALLUMAGE : J'utiliserai toujours un système électrique à distance pour allumer le(s) moteur de mon modèle réduit de fusée. Mon système d'allumage inclura un interrupteur d'allumage qui se remet en arrêt (OFF) lorsqu'il est relâché et un système de verrouillage de sécurité qui empêche l'allumage accidentel. Je ne laisserai jamais la clé dans le dispositif de sécurité de mon système d'allumage entre les lancements.

6. LANCEUR : Mon modèle réduit de fusée sera toujours lancé à partir d'une plate-forme stable munie d'un dispositif pour guider son mouvement initial. Mon lanceur comportera un déviateur de jet pour empêcher les gaz d'échappement du moteur de toucher directement au sol ou aux composants inflammables du lanceur. Pour éviter les lésions oculaires qui pourraient survenir à mes yeux ou à ceux des autres, je positionnerai la rampe de lancement de façon à ce que l'extrémité supérieure soit au-dessus du niveau des yeux ou je placerai un grand protecteur sur l'extrémité supérieure entre les lancements. Je ne mettrai jamais mon corps ni ma main directement sur un modèle réduit de fusée paré pour le décollage sur le lanceur.

7. SITE DE LANCEMENT : Je ne lancerai jamais mon modèle réduit de fusée près des immeubles, des lignes d'énergie électrique ou dans les 9.1 kilomètres du centre d'un aéroport. L'espace qui se trouve immédiatement autour du lanceur ne comportera aucune substance inflammable. J'obtiendrai toujours la permission du propriétaire du site de lancement avant de l'utiliser pour mes activités de lancement de modèle réduit de fusée.

8. CONDITIONS DE LANCEMENT : Je ne lancerai jamais mon modèle réduit de fusée dans des vents violents ou des conditions de visibilité réduite qui pourraient compromettre l'observation de mon modèle réduit de fusée en vol ou dans une direction qui serait inférieure à 30 degrés de la verticale.

9. SÉCURITÉ AU LANCEMENT : Je resterai à une distance d'au moins cinq mètres de tout modèle réduit de fusée qui est sur le point d'être lancé. J'annoncerai toujours aux personnes qui se trouve sur le site de lancement que je suis sur le point de lancer mon modèle réduit de fusée et je ferai tout haut un compte à rebours d'une durée d'au moins cinq secondes. J'enlèverai immédiatement la clé du dispositif de sécurité de mon système d'allumage après le lancement de mon modèle réduit de fusée.

10. RATÉS DU MOTEUR : S'il survient un raté d'allumage, je ne dois pas approcher immédiatement mon modèle réduit de fusée, mais bien retirer la clé du dispositif de sécurité et rester sécuritairement à l'écart jusqu'à ce qu'il soit certain que l'allumage ne se déclenchera pas.

11. CHARGE UTILE ANIMALE : Je ne mettrai jamais la vie d'un animal en danger en le lançant dans mon modèle réduit de fusée.

12. CIBLES : Je ne lancerai jamais mon modèle réduit de fusée pour qu'il tombe ou qu'il frappe des cibles aériennes ou au sol et n'ajoutera aucune charge explosive ou charge utile incendiaire.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

13. RÉCUPÉRATION DANGEREUSE : Je ne tenterai jamais de récupérer mon modèle réduit de fusée d'une ligne d'énergie électrique, d'un endroit en hauteur, d'un arbre ou de tout autre endroit dangereux.

14. ESSAIS DE VOL AVANT L'UTILISATION : Dans la mesure du possible, je ferai toujours l'essai de la stabilité, du fonctionnement et de la fiabilité de mes modèles réduits de fusée avant de les faire voler. Je ferai le lancement de modèles qui ne sont pas approuvés à un endroit complètement isolé des autres personnes.

15. CONDUITE PERSONNELLE : Je me conduirai toujours de manière responsable, en étant conscient que le maintien de ma sécurité et de celle des autres repose sur ma capacité de dessiner et de fabriquer des modèles réduits solides et qui fonctionnent, et je respecterai avec enthousiasme le Code de sécurité des modèles réduits de fusée du Canada.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

2. ASSOCIATION CANADIENNE POUR LA FUSÉOLOGIE : NORMES DES MODÈLES RÉDUITS DE FUSÉE

2.1 Un « modèle réduit de fusée » est défini comme étant une fusée volante plus lourde que l'air, généralement à cellule non conçue de métal utilisant une force de réaction d'un moteur de modèle réduit de fusée comme seule source de force ascensionnelle et incorporant un système démarré automatiquement qui assure une descente sécuritaire et la réutilisation du modèle réduit.

2.2 Le modèle réduit de fusée doit être fabriqué de bois, de papier, de plastique ou de matériaux légers semblables. Aucune pièce de métal importante ne doit être incorporée dans la cellule du modèle réduit de fusée.

2.3 Le modèle réduit de fusée doit comprendre des surfaces aérodynamiques et/ou un système de guidage qui produit les forces de stabilisation et de rappel nécessaires pour produire et maintenir un trajet de vol vertical assez prévisible et sécuritaire. Les modèles réduits de fusée qui utilisent un système de guidage commandé à l'intérieur ou à l'extérieur doivent comporter assez de stabilité inhérente pour protéger contre toute défaillance ou désactiver le système de guidage.

2.4 Le modèle réduit de fusée doit comporter des moyens fiables et efficaces de retarder sa descente de façon à ce qu'il n'y ait aucun danger pour les personnes ou les biens au sol et à éviter que le modèle réduit soit endommagé lors de l'atterrissage afin de pouvoir être relancé. Tous les boîtiers de moteur ou les pièces du modèle réduit rejetés pendant le vol doivent redescendre avec un serpentin ou un parachute déployé ou par surfaces aérodynamiques qui induiront une chute libre rapide ou un planage léger. Les exigences de charge minimales sont de cinq centimètres carrés par gramme pour les parachutes et dix centimètres carrés par gramme pour les serpentins.

2.5 Un modèle réduit de fusée ne doit pas utiliser plus de trois étages. Un « étage » est défini comme une unité de la cellule du modèle réduit de fusée qui comprend un ou plusieurs moteurs de modèle réduit de fusée et qui est conçu pour se séparer comme unité de vol lors de la fin de combustion de ses moteurs. Le nombre d'étage utilisé doit être évalué selon la configuration de modèle réduit au moment de son premier mouvement sur le lanceur.

2.6 Un modèle réduit de fusée comportant un système d'allumage autoactivé doit posséder un dispositif de verrouillage de sécurité qui désactivera le circuit d'allumage lorsqu'il est en position d'arrêt. L'activation du système d'allumage doit se produire seulement immédiatement avant le lancement. Un système d'allumage autoactivé doit comprendre une alimentation sécuritaire et fiable pour vérifier la continuité du circuit.

2.7 Toutes les matières combustibles assujetties aux températures élevées causées par la fonction de n'importe quel moteur de modèle réduit de fusée, à mèche brûlante sans thermalisation ou autres dispositifs auxiliaires fonctionnant à plus de 200 degrés Celsius doivent être vérifiés pour l'ininflammabilité ou protégé d'une façon similaire pour empêcher leur allumage. Tout dispositif intégré qui amorce l'allumage ou utilise la combustion doit s'éteindre par lui-même lorsque la fonction prévue est terminée.

2.8 Un modèle réduit de fusée ne doit jamais contenir de charge explosive ou pyrotechnique, ni être utilisé pour lancer un animal vivant.

2.9 La masse brute ou maximale d'un modèle réduit de fusée au lancement ne doit pas dépasser 1 500 grammes.

2.10 Le modèle réduit de fusée ne doit pas posséder plus de 125 grammes de grains de poudre.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.