CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION DEUX

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 6

OCOM C232.02 – IDENTIFIER LES CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS-FUSÉES

Durée totale : 90 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 l'A-CR-CCP-802/PG-002, 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 d'enseigner la leçon.

Faire des transparents ou photocopier les documents de cours, qui se trouvent aux annexes A, B, C, D et à l'annexe A de l'OCOM C232.03 pour chaque cadet.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour les PE1, PE3, PE4 et PE5 afin de présenter les moteurs-fusées et donner un aperçu de ceux-ci.

Une activité en classe a été choisie pour le PE2, parce qu'il s'agit d'une façon interactive de stimuler l'esprit et l'intérêt des cadets.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la présente leçon, le cadet doit être en mesure d'identifier les caractéristiques des moteurs-fusées.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets connaissent les caractéristiques des fusées afin de pouvoir comprendre la mission de l'Agence spatiale canadienne, qui est de promouvoir l'utilisation pacifique et le développement de l'espace, de faire avancer les connaissances de l'espace par le biais de la science et d'assurer que les sciences et les techniques spatiales fournissent des avantages sociaux et économiques aux Canadiens.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Expliquer les aspects de la poussée réactive utilisée en propulsion**

Durée : 5 min Méthode : Exposé interactif

Toutes les méthodes de propulsion découlent de la troisième loi de Newton, qui stipule qu'il existe une réaction équivalente et opposée pour toute action. Cela est le plus évident lorsque l'action initiale a un effet sur un objet qui est de taille semblable à l'objet qui est soumis à la réaction, tel qu'un nageur qui pousse un objet flottant. Dans ce cas, le nageur est poussé vers l'arrière lorsque l'objet est poussé vers l'avant.

Cependant, lorsque l'objet à pousser est aussi volumineux que la Terre, comme dans le cas d'une personne avançant d'un pas, il n'est pas aussi évident que la Terre se déplace dans le sens opposé lorsque le pas est fait. Par contre, le petit mouvement de la Terre se fait dans le sens opposé. La différence dans la quantité déplacée est proportionnelle à la différence de poids entre la Terre et la personne qui marche de façon à ce que la réaction soit équivalente ainsi qu'opposée.

De la même façon, un véhicule à roues, comme une automobile, pousse sur la Terre lorsqu'il débute son voyage. Puisque l'automobile est beaucoup plus petite que la Terre, la masse plus petite de l'automobile se déplace beaucoup plus que la grande masse de la Terre. Le nageur, la personne qui marche et l'automobile à roues dépendent tous de la traction pour les propulser vers l'avant.

La troisième loi de Newton mentionne également le mouvement d'un aéronef à hélice et d'un aéronef à réaction. Le mouvement vers l'avant de l'aéronef dépend de la poussée des gaz vers l'arrière au lieu de pousser la Terre vers l'arrière. Une hélice pousse l'air vers l'arrière, ce qui s'appelle le souffle de l'hélice. Un moteur à réaction éjecte des gaz d'échappement chauds vers l'arrière. Pour se déplacer dans un sens quelconque, tous les objets et toutes les créatures, qu'elles soient vivantes ou artificielles, doivent pousser la matière de façon quelconque dans le sens opposé.



La troisième loi de Newton stipule qu'il existe une réaction équivalente et opposée pour toute action. La troisième loi peut être interprétée correctement pour signifier qu'il doit y avoir une action équivalente et opposée pour chaque réaction désirée.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS

Q1. Que stipule la troisième loi de Newton?

Q2. Pourquoi la Terre ne semble-t-elle pas se déplacer vers l'arrière lorsqu'une personne fait un pas vers l'avant?

Q3. Qu'est-ce qu'un aéronef à hélice crée pour se déplacer vers l'avant?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. La troisième loi de Newton stipule qu'il existe une réaction équivalente et opposée pour toute action.

R2. La Terre se déplace réellement lorsqu'une personne fait un pas vers l'avant, mais le poids de la Terre par rapport au poids de la personne est tellement grand que le mouvement de la Terre est trop minime pour être perçu.

R3. Un aéronef à hélice créé un souffle de l'hélice pour se déplacer vers l'avant.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 2 — **Examiner la troisième loi de Newton en faisant fonctionner des fusées en ballon**

Durée : 20 min — Méthode : Activité en classe

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est que les cadets examinent la troisième loi de Newton en mettant en étages multiples les fusées en ballon et en les faisant fonctionner.

RESSOURCES

- Les directives pour la mise en étages multiples des fusées en ballon, qui se trouvent à l'annexe A,
- Des ballons,
- De la ficelle,
- Une paille,
- Du ruban, et
- Un verre de carton ou de styromousse.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

L'activité doit se dérouler dans un endroit suffisamment grand pour pouvoir suspendre un système de guidage à ficelle. Enfiler la ficelle dans les deux pailles et suspendre la ficelle à l'horizontale, à environ 1 mètre 1/2 du plancher, en plaçant les extrémités aussi loin que possible. Serrer la ficelle.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Coller à l'aide de ruban les deux ballons gonflés mais non attachés aux deux pailles, tel que montré aux figures A-1 et A-2.

2. Découper le fond du verre en carton ou en styromousse et le glisser sur la jonction entre les deux ballons de façon à ce que l'air ne puisse s'échapper du deuxième étage avant que le premier étage ne soit vidé et largué.

3. Relâcher le ballon du premier étage et permettre à la fusée à deux étages de parcourir sa course aussi loin que possible le long de la ficelle de guidage.



Faire remarquer aux cadets que l'air éjecté du ballon provoque son accélération vers l'avant, tel que stipulé dans la troisième loi de Newton. Souligner que l'énergie utilisée provenait des cadets qui ont soufflé fort pour gonfler les ballons.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 3 — **Expliquer la façon dont les systèmes des fusées fonctionnent dans l'espace**

Durée : 5 min — Méthode : Exposé interactif

Une fusée en ballon fonctionnerait dans l'espace. L'air qui est éjecté du ballon produirait la même réaction équivalente et opposée dans l'espace qu'elle produit dans l'atmosphère terrestre, sauf que la traînée de forme de l'atmosphère ne ralentirait pas la course du ballon. La performance de la fusée en ballon serait améliorée dans l'espace, sans la traînée de forme de l'air.

Un système de propulsion réactive peut fonctionner en éjectant n'importe quelle matière. Cependant, plus la vitesse de la matière éjectée est élevée, plus la force propulsive résultante est grande. Pour accroître la vitesse d'éjection, la matière est souvent chauffée afin de créer de la pression. C'est la solution de choix depuis que Héron a utilisé de la vapeur pour faire fonctionner son éolipyle.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours portant sur l'éolipyle, qui se trouvent à la figure B-1.

Dans les années 150 av. J.-C., Héron d'Alexandrie a inventé une sphère qui ressemblait à une fusée, nommée éolipyle, qui utilisait la vapeur comme gaz de propulsion. Héron l'avait installée sur une bouilloire. Un feu sous la bouilloire transformait l'eau en vapeur et celle-ci circulait dans des tubes jusqu'à l'éolipyle. Deux tubes en L placés des deux côtés de la sphère laissaient la vapeur s'échapper; ce qui donnait la poussée à la sphère et la faisait tourner.

Dans les fusées contemporaines, la matière à éjecter est chauffée, la plupart du temps par une combustion, même si d'autres méthodes peuvent être utilisées. Les systèmes de combustion des fusées fonctionnent dans l'espace, car ils sont autonomes et n'ont pas besoin de l'oxygène de l'air.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours portant sur la combustion, qui se trouvent à la figure B-2.

La combustion dans un moteur-fusée ou un moteur à réaction nécessite une oxydation rapide du carburant. Un moteur à réaction obtient de l'oxygène en l'aspirant de l'air environnant; la portée d'un réacteur est donc limitée à l'atmosphère. Une fusée crée la poussée de la même façon qu'un aéronef à réaction, mais elle transporte sa propre alimentation en oxygène. Les moteurs-fusées et les moteurs à réaction ont tous les deux des tuyères pour produire la poussée.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours portant sur une tuyère de fusée, qui se trouvent à la figure B-3.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Le moteur-fusée utilise une tuyère pour accélérer l'échappement des gaz chauds afin de produire de la poussée, tel que décrit par la troisième loi de Newton. La quantité de poussée produite par le moteur, à n'importe quel moment donné, dépend de la quantité de gaz éjecté chaque seconde et de sa vitesse. Ces facteurs sont déterminés par le modèle de tuyère de la fusée.



Une fusée fonctionne dans l'espace, car elle transporte tout ce dont elle a besoin.

L'atmosphère de la Terre se compose principalement d'azote. L'oxygène représente seulement un cinquième de la composition de l'atmosphère. Ainsi, le fait d'entreposer seulement de l'air pour la combustion gaspillerait la plus grande partie de l'espace d'entreposage pour de l'azote non réactif. Pour une bonne utilisation de l'espace d'entreposage, l'oxygène est entreposé sous ses formes les plus pures, y compris l'oxygène liquide ou LOX. Le moteur-fusée peut donc fonctionner pendant une période plus longue dans l'espace.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS

Q1. Qu'est-ce que le système de propulsion réactive doit éjecter pour avancer?

Q2. Pourquoi entrepose-t-on de l'oxygène et non de l'air pour la combustion d'une fusée?

Q3. Pourquoi un moteur-fusée contemporain fait-il chauffer la matière à éjecter?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Un système de propulsion réactive peut éjecter n'importe quelle matière pour avancer.

R2. On entrepose de l'oxygène plutôt que de l'air pour la combustion, car l'air est principalement composé d'azote.

R3. Un moteur-fusée chauffe la matière à éjecter pour créer une pression afin d'accroître la vitesse de la matière éjectée.

Point d'enseignement 4 — **Expliquer les différences entre les moteurs-fusées à propergol liquide et à poudre**

Durée : 10 min — Méthode : Exposé interactif

FABRICATION

Il y a trois catégories principales de moteurs-fusées : ceux à propergol liquide et ceux à poudre.

Les propulseurs à propergol liquide, soit le carburant et le comburant, sont entreposés séparément comme liquides et sont pompés dans la chambre de combustion de la tuyère où se produit la combustion.

Les propulseurs à poudre, soit le carburant et le comburant, sont mélangés pour créer un carburant composite, puis compactées dans un cylindre solide. À des températures normales, les propulseurs à poudre ne brûlent pas avant d'être exposés à une source de chaleur fournie par un allumeur. Une fois que la poudre commence à brûler, elle continue jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de propulseur.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Dans le cas des moteurs-fusées à propergol liquide, le pilote peut arrêter ou modifier la poussée en coupant le flux des propulseurs. Par contre, dans le cas des moteurs-fusées à poudre, il faut détruire l'enveloppe pour arrêter le moteur.

Les moteurs-fusées à propergol liquide sont en général plus lourds et plus complexes en raison des pompes et des réservoirs d'entreposage. Les propulseurs sont installés sur la fusée juste avant son lancement. Cependant, le moteur-fusée à poudre est beaucoup plus facile à manipuler et peut ne pas être utilisé pendant des années avant d'être allumé.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure C-1, Moteur-fusée à poudre, et de la figure C-2, Moteur-fusée à propergol liquide.

APPLICATIONS VÉHICULAIRES

Les moteurs-fusées à poudre sont utilisés pour les missiles air-air et air-sol, les modèles réduits de fusées et comme accélérateurs pour les lanceurs de satellite, y compris les deux propulseurs auxiliaires à poudre de la navette spatiale américaine.

Les moteurs-fusées à propergol liquide sont utilisés dans les moteurs principaux de la navette spatiale américaine pour envoyer des humains en orbite, dans plusieurs missiles robots pour envoyer des satellites en orbite et dans plusieurs aéronefs haute-vitesse de recherche.

CARBURANTS ET OXYDATION

Dans un moteur-fusée à poudre, le carburant et le comburant sont mélangés jusqu'à ce qu'ils deviennent une poudre, qui est ensuite compactée dans un cylindre solide. Un trou dans le cylindre sert de chambre de combustion. Lorsque le mélange est allumé, la combustion se produit sur la surface du propulseur. Un front de flamme est produit et brûle dans le mélange. La combustion produit une grande quantité de gaz d'échappement à une température et à une pression élevées. La quantité de gaz d'échappement qui est produite dépend de l'endroit du front de flamme; les concepteurs de moteur utilisent une variété de formes de trou pour contrôler le changement de la poussée d'un moteur en particulier. Les gaz d'échappement chauds passent dans une tuyère, ce qui accélère le flux. La poussée est ensuite produite conformément à la troisième loi de Newton.

Dans un moteur-fusée à propergol liquide, le carburant et le comburant entreposés sont pompés dans une chambre de combustion où ils sont mélangés et brûlés. La combustion produit une grande quantité de gaz d'échappement à une température et une pression élevées. Les gaz d'échappement chauds passent dans une tuyère, ce qui accélère le flux. La poussée est ensuite produite conformément à la troisième loi de Newton.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure C-3, Moteur-fusée à propergol liquide.

Le moteur-fusée à propergol liquide est composé de plusieurs pièces. Pour des fins de conception et d'analyse, les ingénieurs regroupent les pièces qui ont la même fonction en systèmes. Il y a donc quatre systèmes principaux dans une fusée en grandeur réelle : le système structural, le système de charge utile, le système de guidage et le système de propulsion.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 4

QUESTIONS

Q1. Que signifie le terme moteur-fusée à poudre « composite »?

Q2. Quel avantage opérationnel comporte un moteur-fusée à poudre par rapport à un moteur-fusée à propergol liquide?

Q3. Quel avantage opérationnel important comporte un moteur-fusée à propergol liquide par rapport à un moteur-fusée à poudre?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Une poudre composite contient du carburant et du comburant mélangés.

R2. Un moteur-fusée à poudre est moins pesant et moins complexe.

R3. Un moteur-fusée à propergol liquide peut être contrôlé et fermé après l'allumage.

Point d'enseignement 5 — **Discuter des lanceurs américains, russes, européens et chinois**

Durée : 15 min — Méthode : Exposé interactif

Bien que l'âge de la fuséonautique soit souvent considéré comme étant à un stade précoce, plusieurs lanceurs peuvent être explorés. Voici un exemple des lanceurs américains, russes, européens et chinois :

Lanceur américain – Ares

La NASA possède actuellement plusieurs lanceurs qui peuvent être utilisés selon la mission. Dans le cas des vols habités, la série de fusée Ares a été conçue à la suite du Programme de la navette spatiale.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure D-1, Lanceur Ares I.

Ares I est une fusée en ligne à deux étages surmontée du véhicule d'équipages Orion et de son système d'interruption de lancement. En plus de la mission principale du lanceur, qui est de transporter les équipages de quatre à six astronautes à une orbite terrestre basse (LEO), l'Ares I peut aussi utiliser sa capacité de charge utile de 22.5 tonnes pour livrer des ressources et des approvisionnements à la Station spatiale internationale ou pour « laisser » les charges utiles en orbite pour qu'elles soient récupérées par les engins spatiaux se dirigeant vers la lune ou d'autres destinations.

Le premier étage de l'Ares I est un propulseur auxiliaire à poudre modifié (RSRB) unique et à cinq segments, qui est un dérivé du moteur-fusée à poudre réutilisable du Programme de la navette spatiale et qui brûle un propulseur à poudre à formule et à forme spéciales.

Le deuxième étage de l'Ares I, ou étape supérieur, est propulsé par un moteur principal J-2X qui est alimenté d'oxygène liquide et d'hydrogène liquide.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure D-2, Lanceur Ares V.

Le premier étage du lanceur Ares V compte sur deux propulseurs auxiliaires à poudre modifié à cinq segments pour le décollage. Les deux propulseurs du premier étage bordent un simple élément d'accélération central à propergol liquide.

Le réservoir du propulseur central envoie l'oxygène liquide et l'hydrogène liquide aux cinq moteurs-fusées RS-68. Ces moteurs-fusées servent d'étage principal de propulsion de l'Ares.

En haut de l'élément de propulsion central se trouve un cylindre interétage, qui comprend les moteurs de séparation du propulseur et un adaptateur avant de conception nouvelle qui relie le premier étage à l'étage de décollage de la Terre. Le moteur principal J-2X, qui est alimenté d'oxygène liquide et d'hydrogène liquide, propulse l'étage de décollage de la Terre; il s'agit du même moteur J-2X qui est utilisé dans l'étage supérieur de l'Ares I.

Lanceur russe – Proton



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure D-3, Lanceur Proton.

Les moteurs du lanceur Proton brûlent un propergol liquide qui se nomme l'hydrazine (UDMH) avec un comburant qui se nomme tétraoxyde de diazote. Le tétraoxyde de diazote et l'hydrazine s'enflamment lorsqu'ils entrent en contact, sans allumage; on dit alors qu'ils sont hypergoliques.

Le lanceur Proton est actuellement utilisé pour les programmes nationaux et les lancements commerciaux de satellites étrangers. Le lanceur Proton est conçu comme lanceur tandem disponible en modèle à trois étages et à quatre étages.

Lanceur européen – Ariane 5



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure D-4, Lanceur Ariane.

L'étage principal cryogénique d'Ariane 5 est désigné sous le nom de « EPC » en raison de son titre français *Etage Principal Cryotechnique.* L'EPC est essentiellement composé d'un réservoir en aluminium doté de deux compartiments : un pour l'oxygène liquide et un pour l'hydrogène liquide. Les deux propulseurs sont fabriqués à des usines situées dans le port spatial de l'Europe en Guyane française.

Chacun pesant 37 tonnes lorsqu'ils sont vides, les SRB fournissent 1100 tonnes de poussée, environ 92 % de la poussée totale au décollage.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Lanceurs chinois – Fusées Changzheng (Long March)



Présenter aux cadets un transparent ou distribuer les documents de cours de la figure D-5, Lanceur Changzheng.

Les principaux étages et les fusées de lancement des fusées Long March utilisent des propulseurs à propergol liquide stockable avec l'hydrazine comme carburant et le tétraoxyde de diazote comme agent oxydant; il s'agit du même système hypergolique utilisé dans la fusée Proton, tel que présenté ci-dessus. Les étages supérieurs des fusées Long March CZ-3A et CZ-3B utilisent l'hydrogène liquide (LH2) comme carburant et l'oxygène liquide (LOX) comme comburant.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 5

QUESTIONS

Q1. Quelle famille d'engins spatiaux la famille Ares remplace-t-elle?

Q2. Où sont produits l'oxygène liquide et l'hydrogène liquide d'Ariane 5?

Q3. Quel système d'oxydation de carburant la fusée Proton partage-t-elle avec les fusées Long March?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Les fusées Ares remplacent la navette spatiale américaine.

R2. Les deux propulseurs sont fabriqués à des usines situées dans le port spatial de l'Europe en Guyane française.

R3. Les fusées Proton et Long March utilisent l'hydrazine comme carburant et le tétraoxyde de diazote comme comburant.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS

Q1. Que stipule la troisième loi de Newton?

Q2. Pourquoi entrepose-t-on de l'oxygène plutôt que de l'air pour la combustion d'une fusée?

Q3. Quel avantage opérationnel important comporte un moteur-fusée à propergol liquide par rapport à un moteur-fusée à poudre?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. La troisième loi de Newton stipule qu'il existe une réaction équivalente et opposée pour toute action.

R2. L'oxygène est entreposé pour la combustion plutôt que de l'air, car l'air est principalement composé d'azote non réactif.

R3. Un moteur-fusée à propergol liquide peut être contrôlé et fermé après l'allumage.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

De toutes les méthodes de propulsion, les fusées ont l'historique le plus long. De plus, elles ont un avenir des plus excitants pour aider à réaliser la mission de l'Agence spatiale canadienne.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Les cadets doivent avoir accès aux références Web pour qu'ils puissent les examiner pendant leur temps libre.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-016 EG-2003-01-108-HQ NASA. (2003). *Rockets: A Teacher's Guide With Activities in Science, Mathematics, and Technology.* Washington, DC, NASA.

C3-037 *Exploration.* (2006). Extrait le 25 mai 2006 du site http://www.space.gc.ca/asc/eng/exploration/exploration.asp.

C3-057 (ISBN 10-1-59647-055-0) Sobey, E. (2006). *Rocket-powered Science.* Tucson, AZ, Good Year Books.

C3-087 NASA Glenn Research Center. *Propulsion Index.* Extrait le 21 février 2007 du site http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/shortp.html.

C3-088 NASA Glenn Research Center. *Beginner's Guide to Rockets.* Extrait le 21 février 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/bgmr.html.

C3-100 China In Space. *The Long March Space Rockets.* Extrait le 26 février 2007 du site http://www.spacetoday.org/China/ChinaRockets.html.

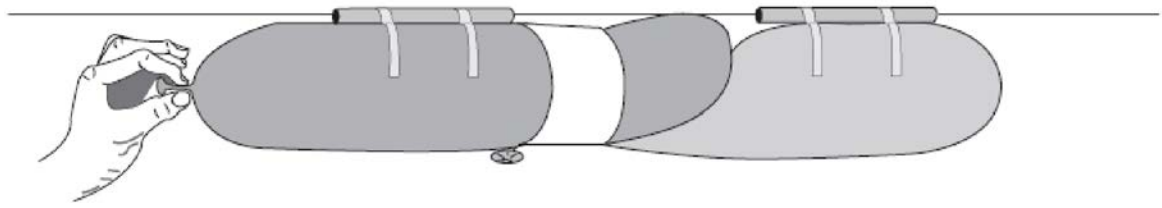
C3-112 Federal Space Agency. *Roket1Show.* Extrait le 26 février 2007 du site http://www.roscosmos.ru/RoketsMain.asp.

C3-113 Agence spatiale européenne. *Lanceurs ASE.* Extrait le 26 février 2007 du site http://www.esa.int/esaCP/index.html.

C3-114 NASA. *Countdown! NASA Launch Vehicles and Facilities.* Extrait le 27 février 2007 du site http://www-pao.ksc.nasa.gov/kscpao/nasafact/count1.htm#nasa.

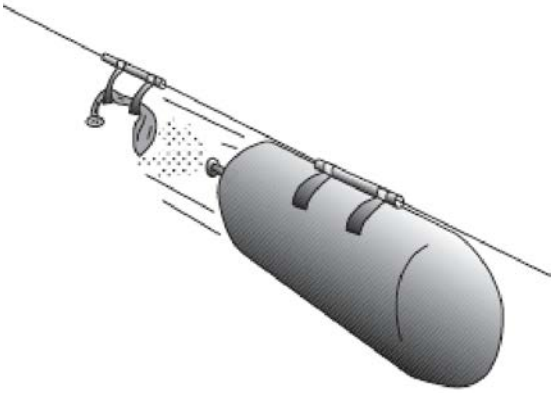
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

DIRECTIVES POUR LA MISE EN ÉTAGES MULTIPLES DES FUSÉES EN BALLON



NASA, Rockets: A Teacher's Guide with Activities in Science, Mathematics and Technology, NASA (p. 64)

Figure A-1 Mise en étage des fusées en ballon



NASA, Rockets: A Teacher's Guide with Activities in Science, Mathematics and Technology, NASA (p. 63)

Figure A-2 Largage du premier étage

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE FUSÉE DANS L'ESPACE

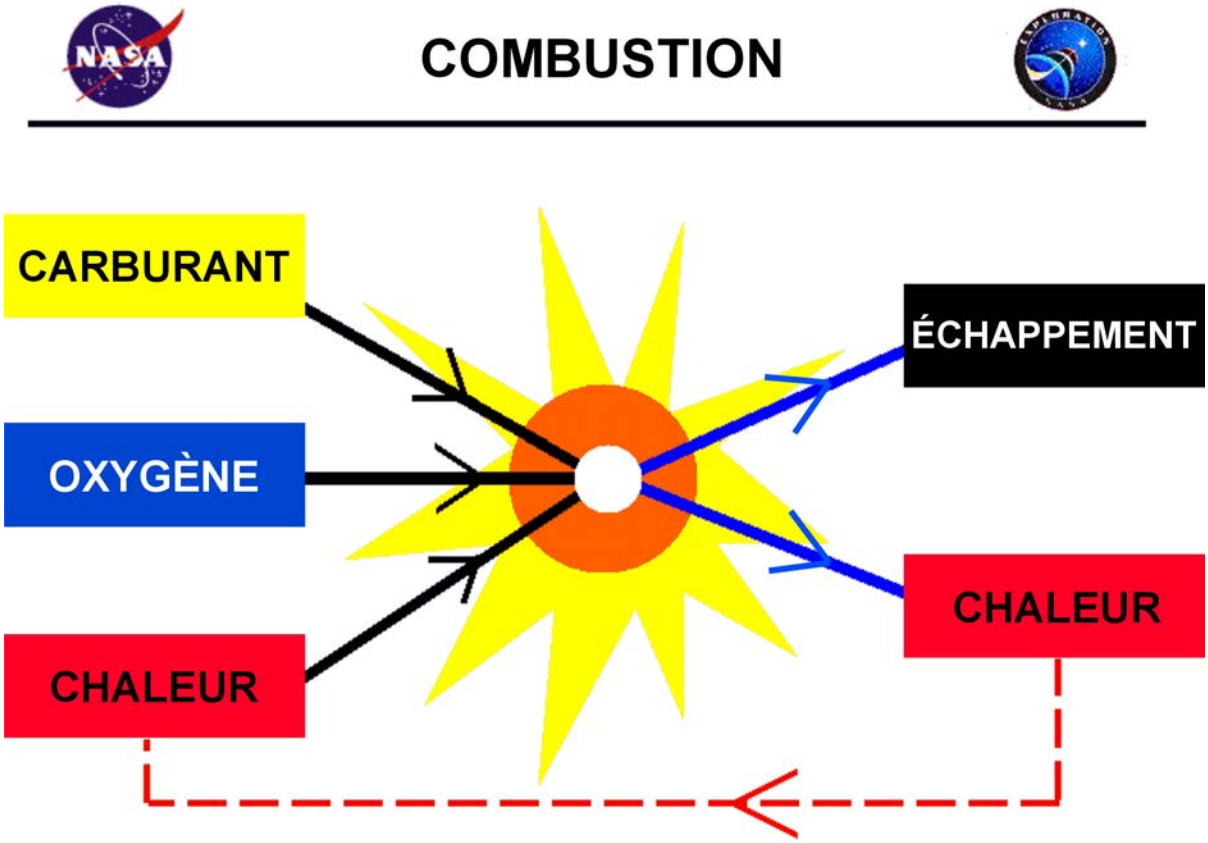


MACHINE DE HERO

"Rockets" A Brief History of Rockets. Extrait le 24 mars 2007 du site http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/TRC/Rockets/history_of_rockets.html

Figure B-1 Le premier moteur réactif

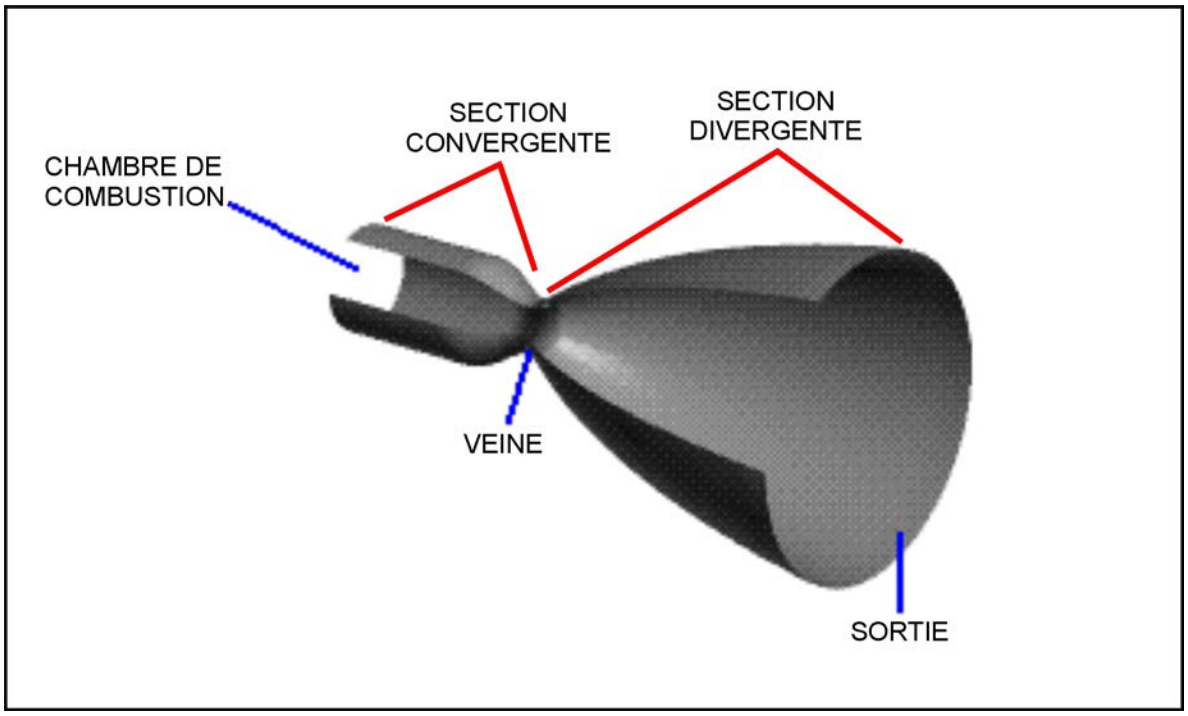
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



"Beginner's Guide to Rockets" Combustion. Extrait le 25 mars 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/combst1.html

Figure B-2 Combustion

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



"Beginner's Guide to Rockets" Combustion. Extrait le 25 mars 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/nozzle.html

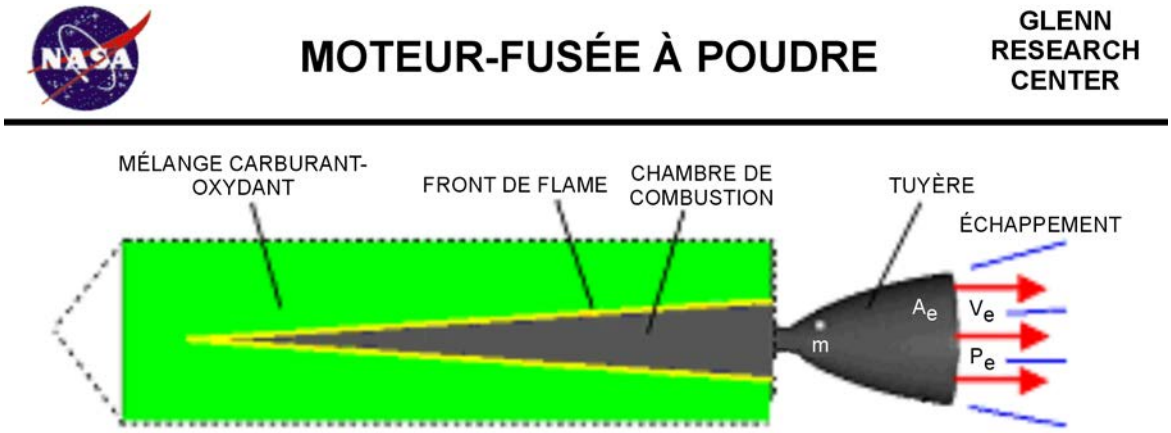
Figure B-3 Tuyère de fusée

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

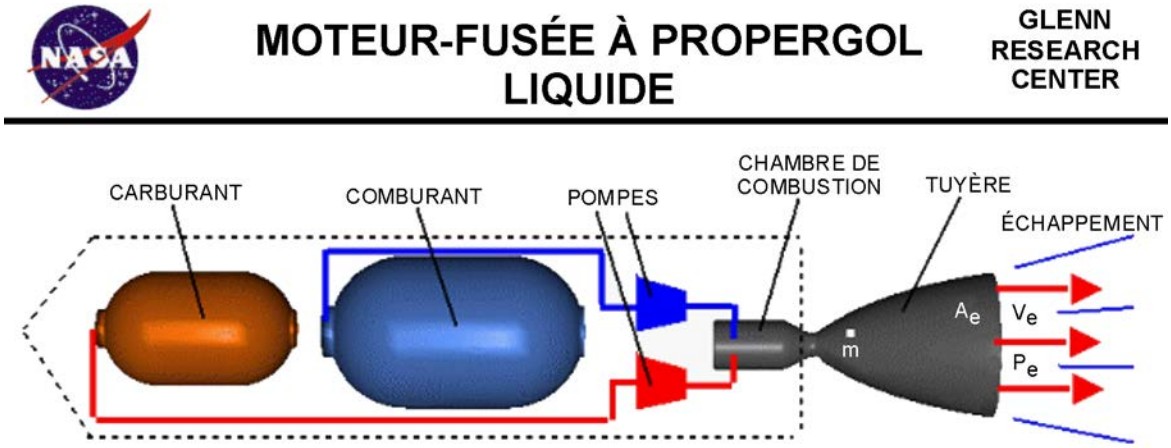
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

MOTEURS-FUSÉES À POUDRE ET À PROPERGOL LIQUIDE



"Beginner's Guide to Rockets" Solid Rockets. Extrait le 25 mars 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/lrockth.html

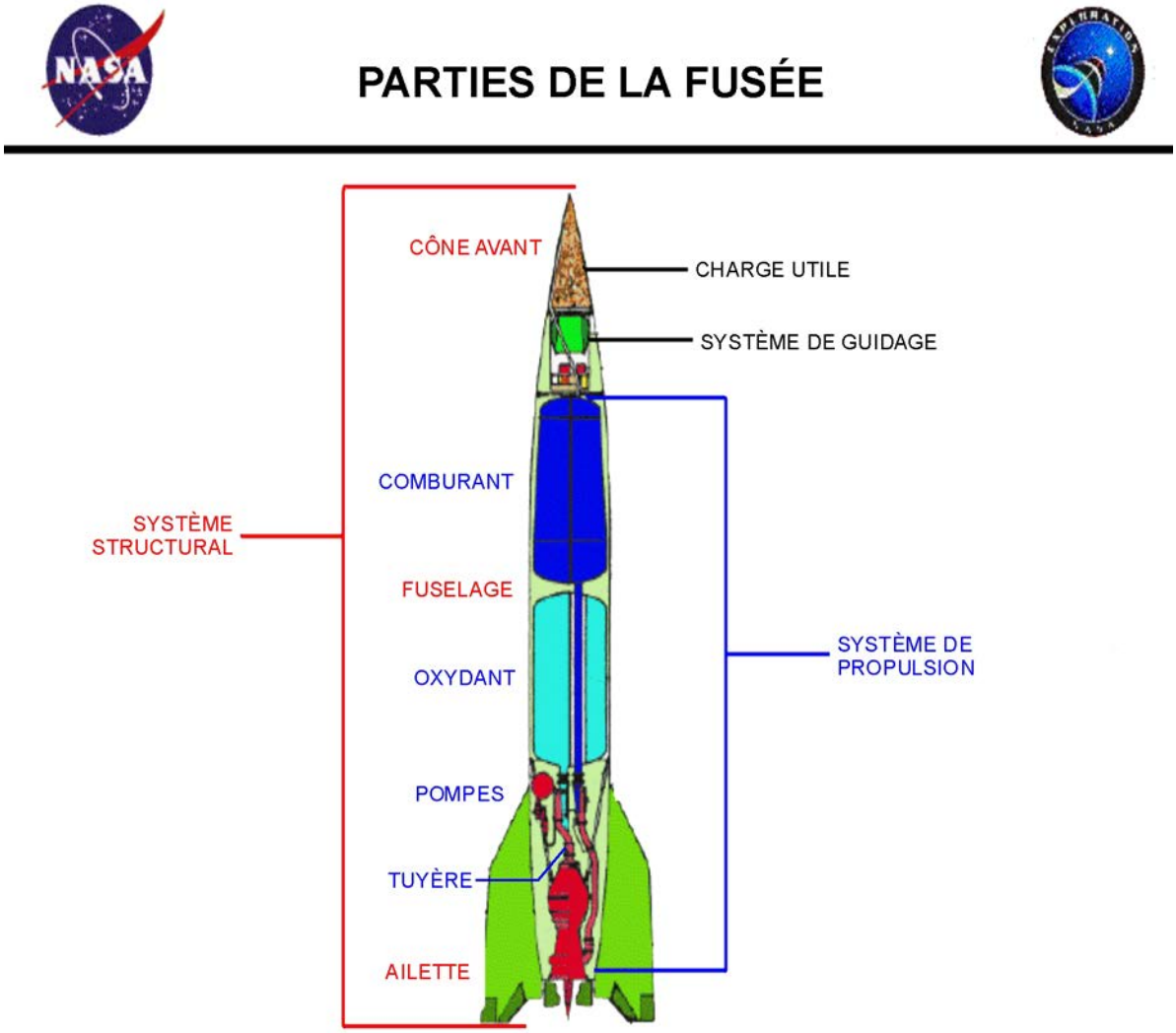
Figure C-1 Conception du moteur-fusée à poudre



"Beginner's Guide to Rockets" Liquid Rockets. Extrait le 25 mars 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/lrockth.html

Figure C-2 Conception du moteur-fusée à propergol liquide

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

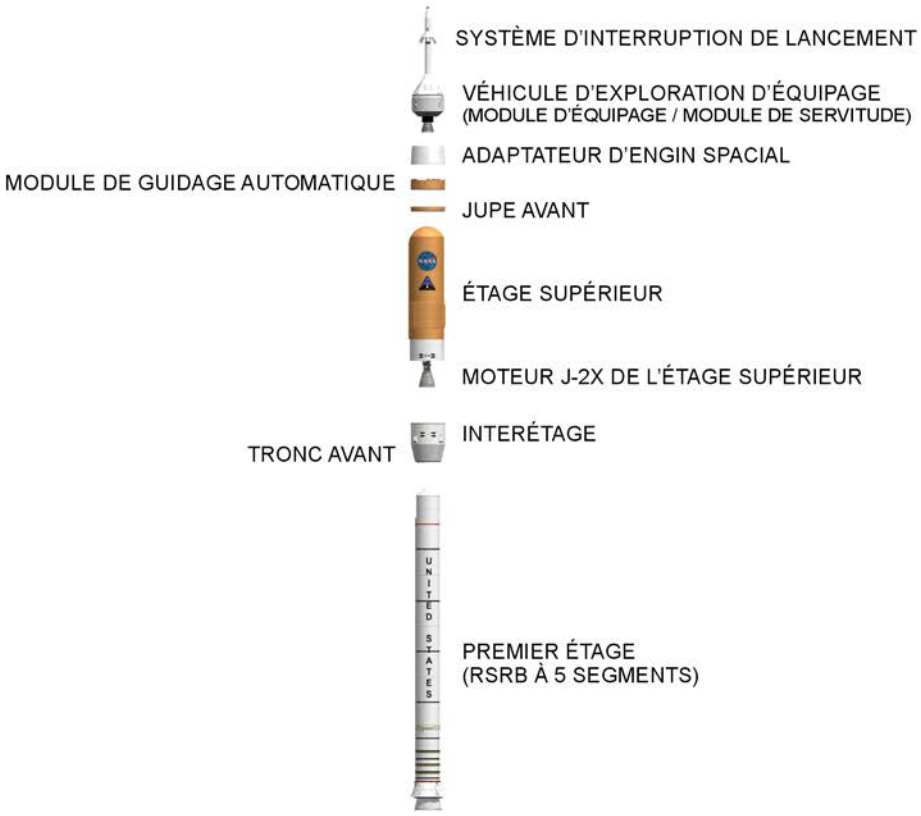


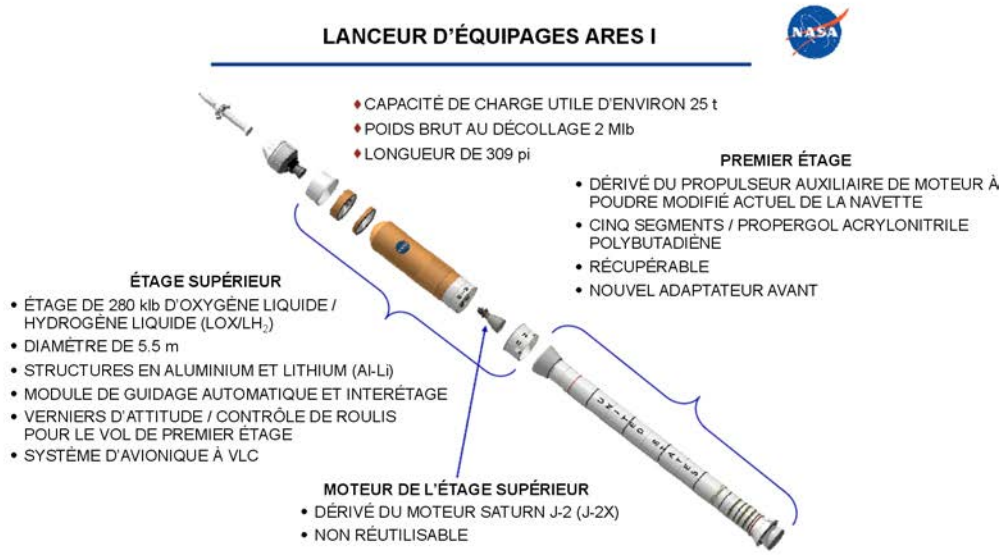
"Beginner's Guide to Rockets" Rocket Parts. Extrait le 25 mars 2007 du site http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/rockpart.html

Figure C-3 Fusée à propergol liquide

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

LANCEURS



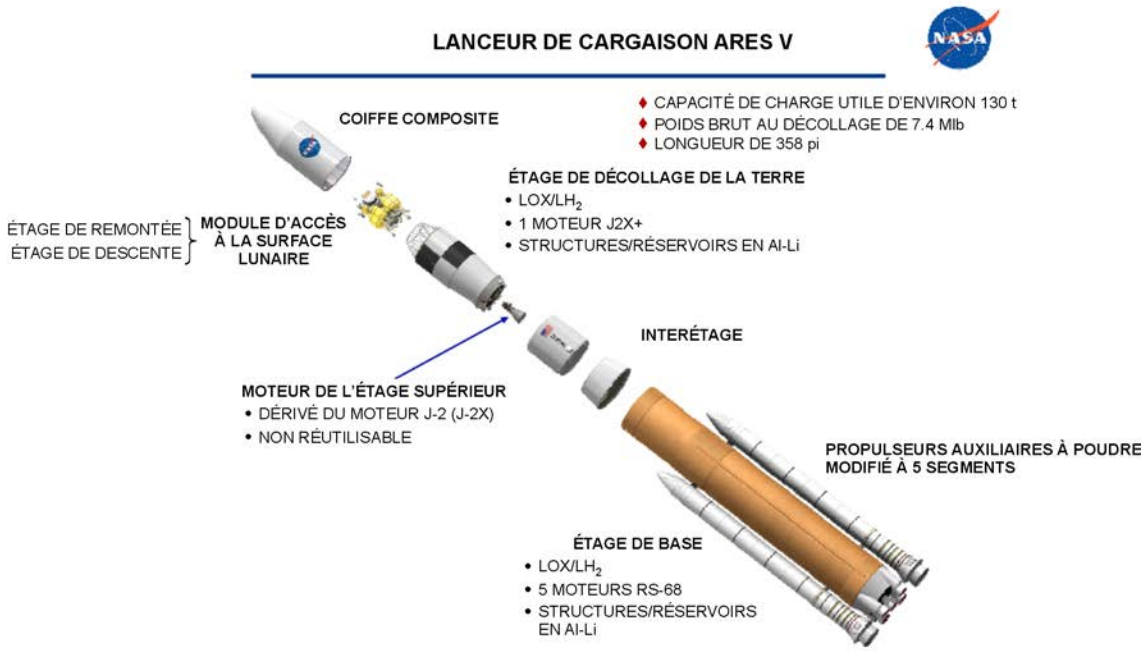


NASA "Constellation Program" Ares Launch Vehicles. Extrait le 24 mars 2007 du site http://www.nasa.gov/mission_pages/constellation/ares/aresI.html

Figure D-1 Lanceur Ares I

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

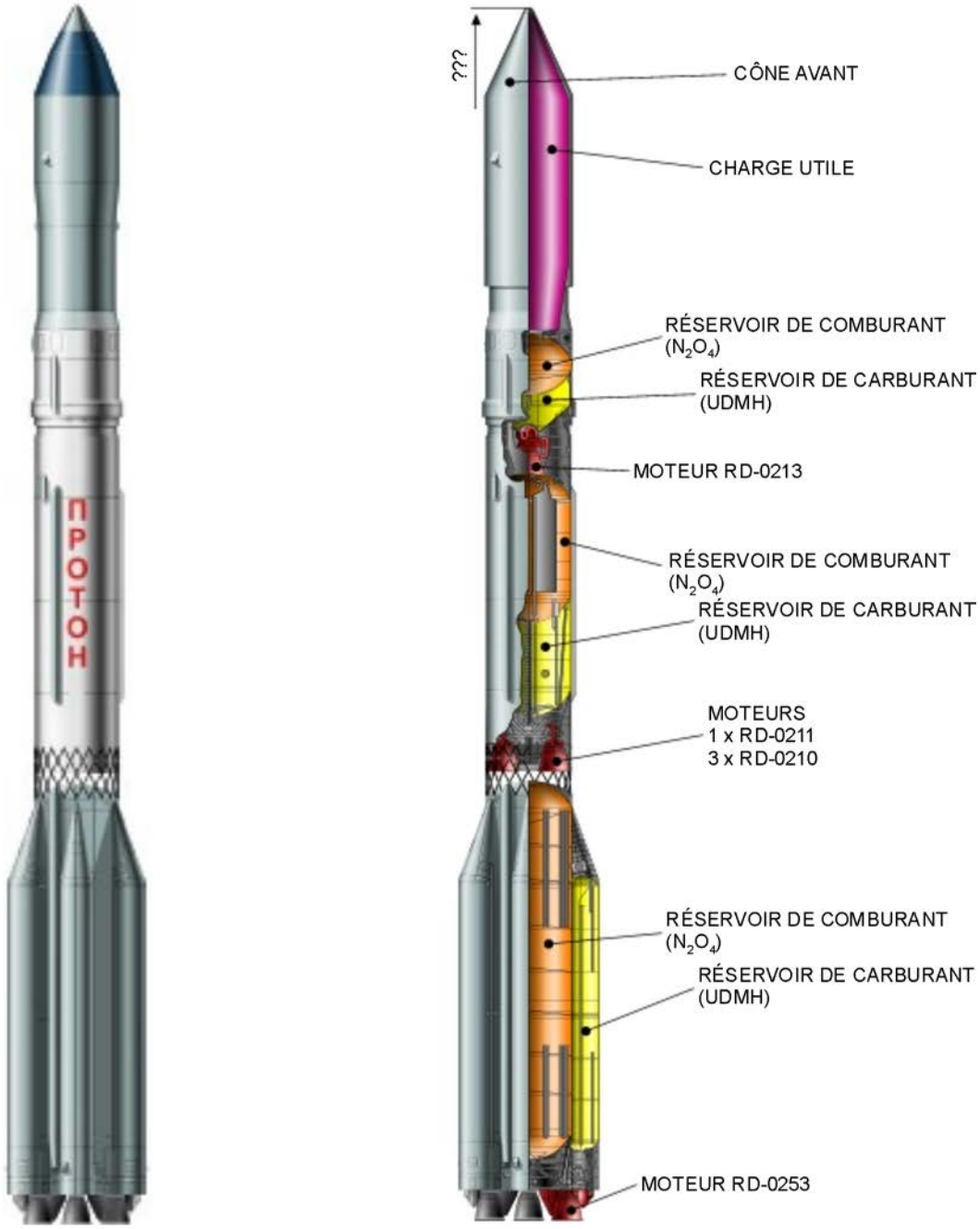




NASA "Constellation Program" Ares Launch Vehicles. Extrait le 24 mars 2007 du site http://www.nasa.gov/mission_pages/constellation/ares/aresV.html

Figure D-2 Lanceur Ares V

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



"Roscosmos Rocket Families" Proton. Extrait le 27 mars 2007 du site http://www.roscosmos.ru/RoketsMain.a

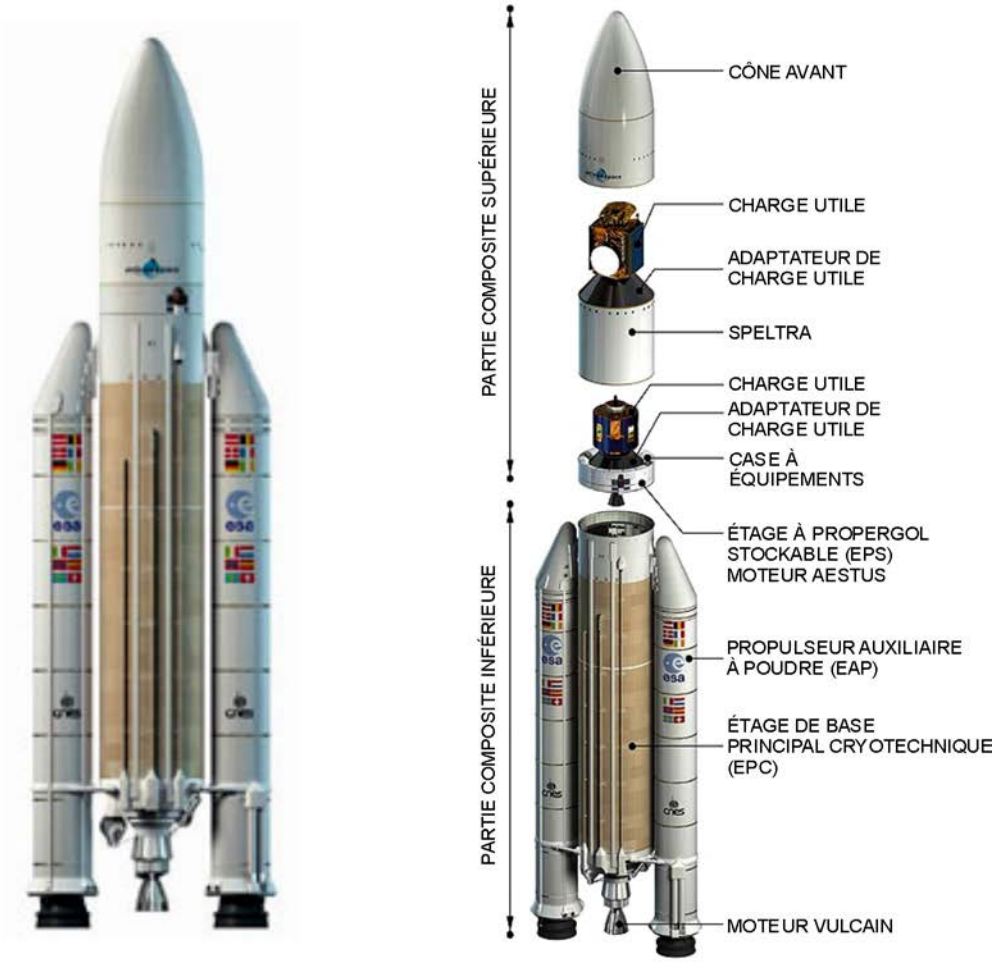
Figure D-3 Lanceur de l'agence spatiale fédérale – Proton

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

LE PROPERGOL DU PROPULSEUR (SRB) D'ARIANE 5 EST SOLIDE (POUDRE).

LES MOTEURS PRINCIPAUX BRÛLENT DE L'OXYGÈNE LIQUIDE ET DE L'HYDROGÈNE LIQUIDE.

DONNÉES GÉNÉRALES :	ARIANE 5G
HAUTEUR :	46 À 52 m
DIAMÈTRE :	JUSQU'À 5.4 m
MASSE AU DÉCOLLAGE :	746 TONNES

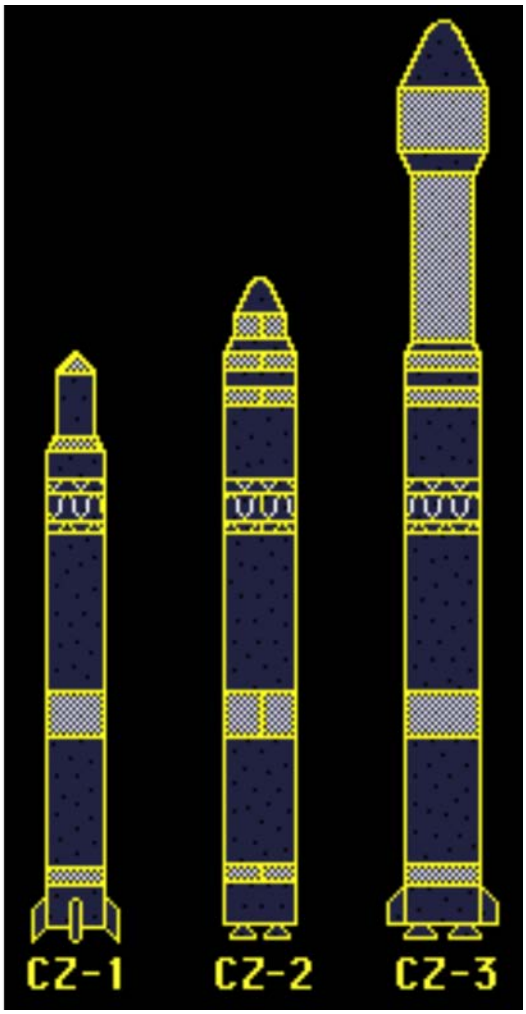


From "European Space Agency" Launch Vehicles. Extrait le 24 mars 2007 du site http://www.esa.int/SPECIALS/Launchers_Access_to_Space/SEMH3E67ESD_0.html

Figure D-4 Ariane 5 – Agence spatiale européenne

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.





"China in Space" China's Space Rockets. Extrait le 24 mars 2007 du site http://www.spacetoday.org/China/ChinaRockets.html#LongMarchRockets

Figure D-5 Fusées Long March (Changzheng)

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.