CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 5

OCOM C340.03 – DISCUTER DE L'EXPLORATION SPATIALE NON HABITÉE

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 l'A-CR-CCP-803/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.

Créer des transparents des figures qui se trouvent aux annexes P à S.

Photocopier le document de la page 15Q-4 et en remettre un à chaque cadet.

Photocopier la feuille de travail du vidéo *Moons* qui se trouve à la page 15S-1.

Introduire la vidéo *Moons* dans le lecteur et la préparer pour le visionnement.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour cette leçon pour initier les cadets à l'exploration spatiale non habitée, pour susciter leur intérêt à ce sujet et faire ressortir les points d'enseignement.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la présente leçon, les cadets devraient avoir participé à une discussion sur l'exploration spatiale non habitée.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets étudient l'exploration spatiale non habitée, car elle augmentera progressivement de façon significative à mesure que le développement technologique et l'épuisement des ressources portent l'attention de l'humanité au-delà de la Terre.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Décrire l'histoire des satellites de la Terre**

Durée : 15 min Méthode : Exposé interactif

PERFECTIONNEMENT DE LA CAPACITÉ DE LANCEMENT

Pour orbiter à faible distance de la Terre, un objet doit accélérer jusqu'à ce qu'il atteigne 8 000 m/sec. Ce qui fut accompli par deux fusées à propergol liquide en 1957 : la fusée soviétique R-7 et la fusée américaine Jupiter-C.

En 1898, Konstantin Tsiolkovsky (1857 à 1935) avait proposé d'explorer l'espace à l'aide de fusées. En 1903, il avait suggéré l'emploi de propergols liquides pour les fusées en vue de leur assurer une portée plus grande. En raison de ses idées, de sa recherche soignée et de sa grande vision, Tsiolkovsky s'est vu accorder le nom de père de l'astronautique moderne.

Astronautique. La science du voyage dans l'espace.

Au début du 20e siècle, l'américain Robert Goddard (1882 à 1945) avait effectué des expériences sur les fusées à propulseur à propergols solides.

En 1919, il publia la brochure *A Method of Reaching Extreme Altitudes*. Il s'agissait d'une analyse mathématique de ce que l'on appelle de nos jours la fusée-sonde météorologique.

Goddard est persuadé qu'une fusée serait mieux propulsée avec un propergol liquide qu'avec un propergol solide. On aurait besoin de réservoirs à combustible et à oxygène, de turbines et de chambres de combustion. Goddard réussit le premier vol d'une fusée propulsée avec un propergol liquide le 16 mars 1926. Elle vola pendant deux secondes et demi seulement, grimpa à 12,5 mètres puis atterrit à 56 mètres plus loin dans un carré de choux. La fusée à essence de Goddard était le précurseur des fusées modernes.

Pendant de nombreuses années, Goddard continuait ses expériences sur les fusées propulsées aux propergols liquides. Ses fusées devinrent plus grosses, se propulsèrent plus haut et portèrent des charges plus lourdes. Pour ses accomplissements, Robert Goddard s'est vu appeler le père des fusées modernes.



Montrer aux cadets les figures 15P-1 et 15P-2. Insister sur les principaux composants de la fusée à propergols liquides de la figure 15P-1 qui correspondent aux pièces énumérées à la figure 15P-2.

MISSION SPUTNIK SOVIÉTIQUE

Le 4 octobre 1957, 12 ans seulement après le décès de Goddard, le monde apprit avec stupéfaction la nouvelle du lancement et de la mise sur orbite terrestre d'un satellite artificiel par l'Union soviétique. Sputnik-1 est la première entrée orbitale réussie de la course à l'espace. Sputnik-1 était une machine très simple. Sa mission était de se mettre en orbite et de diffuser des signaux radio répétés.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Montrer aux cadets les figures 15P-3 et 15-4.

Les scientifiques et les ingénieurs soviétiques ont placé Sputnik-1 à une orbite basse de la Terre à l'aide d'une fusée R-7 modifiée à deux étages. Ce fut le premier vol de la fusée R-7 ayant eu un succès complet. Le R-7 avait été mis au point par les militaires comme moyen de livraison de charges utiles à tête explosive sur des distances étendues. Un tel véhicule était nécessaire pour la défense nationale.



Montrer aux cadets les figures 15P-5 et 15P-6.

MISSION EXPLORER DES ÉTATS-UNIS

Quelques mois après le lancement de Sputnik-1, les États-Unis suivirent avec leur propre satellite mis au point et fabriqué par le Jet Propulsion Laboratory (JPL) du California Institute of Technology. Ce satellite était Explorer-1, placé en orbite par l'Armée américaine le 31 janvier 1958 à l'aide d'une fusée Jupiter-C, elle aussi mise au point en entretenant l'idée de têtes explosives. Outre un émetteur radio, Explorer-1 était équipé d'une case à instruments scientifiques mise au point et fabriquée par le Dr James Van Allen de la State University de l'état d'Iowa. Les instruments avaient été mis au point pour mesurer l'intensité du rayonnement cosmique dans l'espace.

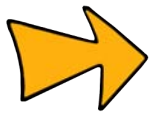


La découverte des ceintures de Van Allen par les satellites Explorer a été considérée comme l'une des découvertes les plus remarquables de l'Année géophysique internationale de 1958.

Le lanceur Jupiter-C était une fusée à trois étages. Avant le lancement réussi d'Explorer-1, Jupiter-C avait été utilisé pour propulser des charges utiles à des altitudes variées.



Montrer aux cadets l'histoire du vol de Jupiter-C qui se trouve à l'annexe P. Insister sur tout le travail qui avait précédé le lancement réussi d'Explorer-1.



L'histoire de Jupiter-C est disponible sur le site Web http://history.nasa.gov/sputnik/expinfo.html.

Le lanceur Jupiter-C à trois étages, sur lequel était monté Explorer-1, était d'une hauteur de plus de 21 mètres (71 pieds).

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Montrer aux cadets les figures 15P-7 et 15P-8.



En octobre 1958, neuf mois après le lancement d'Explorer-1, les États-Unis organisaient leur programme spatial officiellement en créant la National Aeronautics and Space Administration (NASA). La NASA devint l'organisme civil dédié à l'exploration pacifique de l'espace au profit de toute l'humanité.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS

Q1. Qui a été appelé le père de l'astronautique moderne?

Q2. Qui a été appelé le père des fusées modernes?

Q3. Quand la NASA a-t-elle été créée?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Konstantin Tsiolkovsky.

R2. Robert Goddard.

R3. En octobre 1958.

Point d'enseignement 2 **Décrire les sondes jumelles Voyager**

Durée : 20 min Méthode : Exposé interactif

LES SONDES JUMELLES VOYAGER

Les sondes jumelles Voyager-1 et Voyager-2 sont lancées par la NASA au cours de l'été 1977 de Cap Canaveral en Floride. Leur mission était d'étudier de près Jupiter, Saturne, les anneaux de Saturne et les satellites les plus importants de ces deux planètes. Pour réussir leur mission à destination des deux planètes, l'engin spatial devait être fabriqué pour une durée de vie de cinq ans. Au fil de la mission et de la réalisation de tous les objectifs fixés, il leur devient aussi possible de survoler les deux planètes géantes les plus éloignées Uranus et Neptune.

Le voyage planétaire

Tandis que les engins spatiaux traversent le système solaire, leur mission à destination de deux planètes devient une mission à destination de quatre planètes. Leur durée de vie de cinq ans passe alors à 12 puis à 30 ans.

La mission Voyager avait été conçue pour profiter d'un alignement géométrique astral exceptionnel des planètes éloignées à la fin des années 70 et 80, qui leur permettraient visiter quatre planètes avec un minimum de propergol et de temps.

Éventuellement, Voyager-1 et Voyager-2 exploreraient les quatre planètes éloignées du système solaire, 48 de leurs satellites, ainsi que les systèmes à anneaux et les champs magnétiques uniques que possèdent ces

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

planètes. Si la mission Voyager avait pris fin après le survol de Jupiter et de Saturne, elle aurait néanmoins fourni suffisamment d'observations pour réécrire l'histoire de l'astronomie. Ayant parcouru le double du trajet spatial initial, les sondes Voyager ont transmis, au fil des ans, des informations qui ont révolutionné la science de l'astronomie planétaire et aidé à résoudre des questions essentielles, tout en en soulevant de nouvelles sur l'origine et l'évolution des planètes de notre système solaire.



Montrer aux cadets la figure 15Q-1.

L'alignement de Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune illustré à la figure 15Q-1, qui survient une fois tous les 175 ans, permet à un engin spatial de passer d'une planète à l'autre sans nécessiter d'importants systèmes de propulsion à bord. Le survol de chaque planète déforme la trajectoire de vol de l'engin spatial et augmente suffisamment sa vitesse pour l'envoyer en direction de sa prochaine destination. L'emploi de cette technique d' « assistance gravitationnelle », démontrée pour la première fois à l'occasion de la mission Mariner-10 Venus/Mercury de la NASA de 1973 à 1974, permit de réduire la durée de vol en direction de Neptune de 30 à 12 ans.



Montrer aux cadets la figure 15Q-2.

La mission Voyager d'origine en direction de Jupiter et de Saturne envoya Voyager-1 à Jupiter le 5 mars 1979 et à Saturne le 12 novembre 1980, suivie de Voyager-2 à Jupiter le 9 juillet 1979 et à Saturne le 25 août 1981. Les trajectoires des deux engins spatiaux étaient différentes parce que :

- la trajectoire de Voyager-1 était conçue pour envoyer la sonde à proximité de Titan, le gros satellite de Saturne, et derrière les anneaux de Saturne; et
- Voyager-2 était supposé passer à côté de Saturne à un endroit précis où il serait envoyé automatiquement dans la direction d'Uranus.

Après la rencontre réussie de Saturne, Voyager-2 démontre qu'il lui serait possible de voler jusqu'à Uranus, puisque tous ses instruments sont en état de marche. La NASA autorisa alors l'étape Neptune de la mission, laquelle fut rebaptisée « Mission interstellaire Voyager vers Neptune ». Voyager-2 atteint Uranus le 24 janvier 1986 et réussit à transmettre des photos détaillées et d'autres données de la planète, de ses satellites, de ses champs magnétiques et de ses anneaux sombres.

Voyager-1 poursuit sa route dans une direction qui le fait sortir du système solaire, continuant ses observations de l'espace au-delà des planètes éloignées. Tôt ou tard, il est fort possible que ses instruments soient les premiers d'un engin spatial à sonder l'héliopause.

L'héliopause est la limite entre l'héliosphère, la fin de l'influence magnétique du Soleil, et le début de l'espace interstellaire.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Après s'être approché le plus près de Neptune le 25 août 1989, Voyager-2 a pris une trajectoire qui l'emportera dans l'espace interstellaire. En vue de refléter la nouvelle destination des deux sondes Voyager, le programme porte désormais le nom de « Mission interstellaire Voyager ».

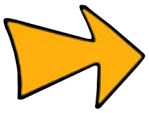
La Mission interstellaire Voyager (VIM)

L'héliopause est la limite entre les vents solaires et les vents interstellaires. C'est une zone dont les sondes Voyager se rapprocheront, puis traverseront irrévocablement.



Montrer aux cadets la figure 15Q-3.

Voyager-1 a traversé le choc terminal du vent solaire en décembre 2004 et a pénétré dans l'héliogaine, la région où le vent fait turbulence et qui précède l'héliopause. Les sondes Voyager sont censées traverser l'héliopause 10 ou 20 ans après avoir atteint le choc terminal. En 2007, Voyager-2 avait observé les phénomènes avant-coureurs du choc terminal, ce qui en annonçait la proximité.



Le choc terminal du vent solaire est la limite où la vitesse du vent solaire diminue de 1 600 000 km/h à environ 400 000 km/h au contact des vents interstellaires.

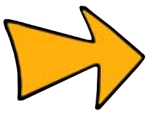
Après leur traversée de l'héliopause, il est à espérer que les sondes Voyager seront toujours en mesure de transmettre des données scientifiques à la Terre depuis l'espace interstellaire. Une fois dans l'espace interstellaire, elles seront plongées dans le flux des matières provenant de l'explosion des étoiles avoisinantes.



Montrer aux cadets la figure 15Q-4.

Les deux engins spatiaux continueront à étudier les étoiles qui émettent des rayonnements ultraviolets, ayant à leur bord des instruments de mesure des champs et des matières particulaires, qui continueront à explorer la limite de l'influence magnétique du soleil et de l'espace interstellaire. On espère bien obtenir de précieuses données des deux Voyagers pendant une dizaine d'années encore. Elles devraient continuer à communiquer tant qu'elles auront suffisamment d'énergie pour alimenter les sous-systèmes qui leur sont indispensables.

Les sondes Voyager disposent de suffisamment de d'alimentation électrique et de propergol pour fonctionner jusqu'en 2020. À ce moment là, Voyager-1 devrait se trouver à 19.9 milliards de kilomètres (12.4 milliards de milles) du soleil et Voyager 2 à 16.9 milliards de kilomètres (10.5 milliards de milles) de là. Les sondes Voyager sont destinées—peut-être éternellement – à errer dans la Voie lactée.



Il est possible de vérifier les distances actuelles des sondes Voyager dans les rapports hebdomadaires de la mission disponibles sur le site Web de la NASA http://voyager.jpl.nasa.gov/mission/weekly-reports/index.htm.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Le Disque plaqué or



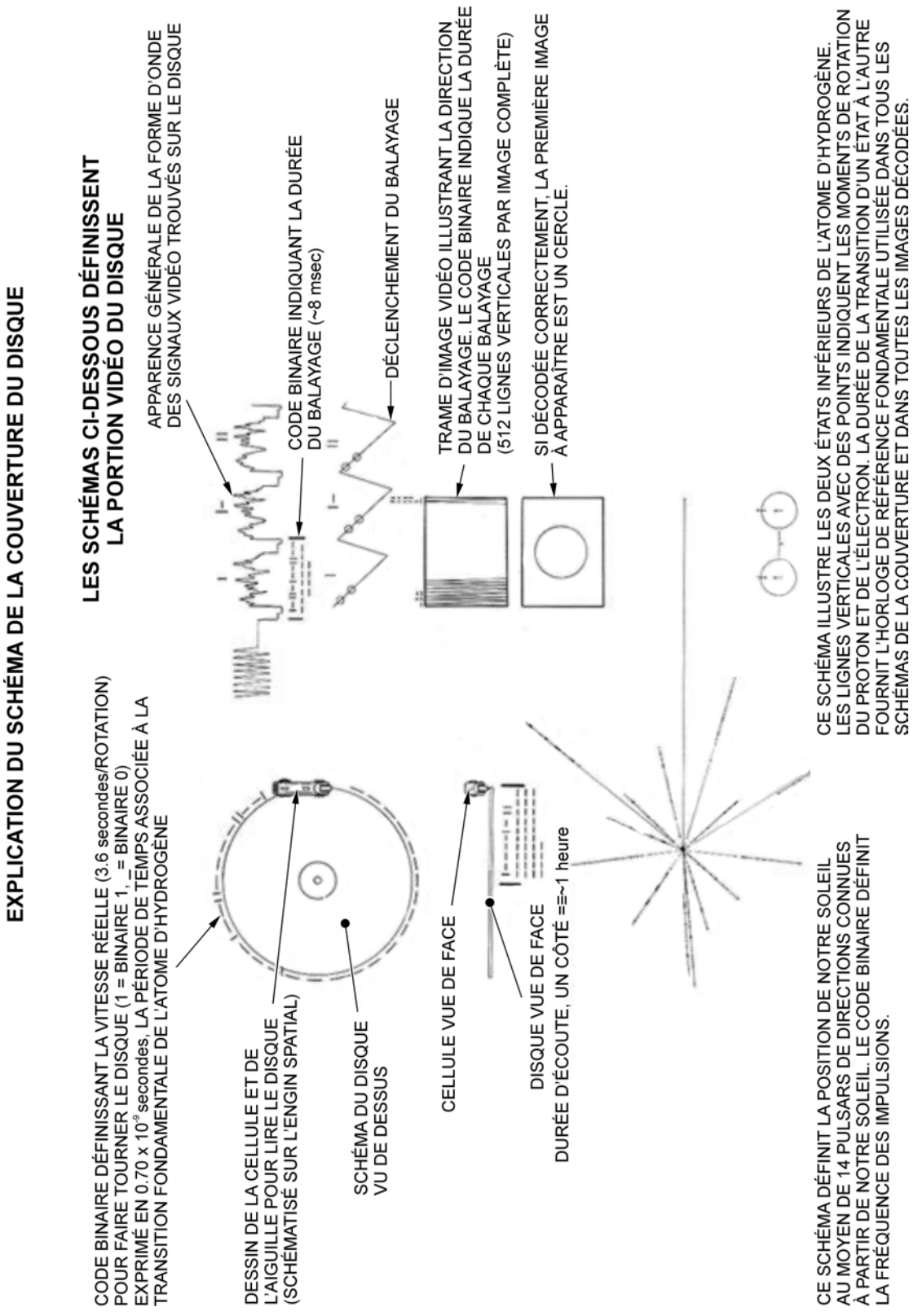
Montrer aux cadets la figure 15Q-5.

Voyager-1 et Voyager -2 ont à leur bord un message placé par la NASA qui est destiné à communiquer l'histoire de notre planète aux extraterrestres qui les trouveraient. Chaque Voyager transporte un disque de cuivre plaqué or de 30 cm contenant des sons et des images sélectionnés pour représenter la diversité humaine et culturelle de la Terre, et transportant le message de Voyager en langage symbolique expliquent l'origine de l'engin spatial et indiquent comment le disque se joue. Dès leur sortie du système solaire (en 1990, elles étaient déjà au-delà de l'orbite de Pluton), les sondes Voyager se retrouvent dans le vide intersidéral, ayant le vent comme seul compagnon. Il leur prendra 40 000 ans pour s'approcher de leur prochain système planétaire.



Expliquer les symboles qui recouvrent la couverture du disque, tel qu'illustré à la figure 15-5-1. Ces renseignements seraient nécessaires aux extraterrestres doués d'intelligence pour interpréter le disque plaqué or.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



« Voyager : The Intersteller Mission », par la NASA, 2003, The Golden Record.
Extrait le 8 avril 2008 du site http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec1.html

Figure 1 Clé du disque plaqué or

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS

Q1. En quelle année les deux sondes Voyager ont-elles été lancées?

Q2. Quelle sonde Voyager a visité Saturne?

Q3. Pour qui le disque plaqué or a-t-il été préparé?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. 1977.

R2. Toutes les deux : Voyager-1 en novembre 1980 et Voyager-2 en août 1981.

R3. Des extraterrestres.

Point d'enseignement 3 **Décrire l'exploration spatiale non habitée**

Durée : 20 min Méthode : Exposé interactif

MISSIONS VERS LES PLANÈTES DU SYSTÈME SOLAIRE

Lancée le 2 mars 1972, Pioneer-10 est la première sonde spatiale à traverser la ceinture d'astéroïdes, à réaliser des observations directes et à obtenir des images de Jupiter en gros plan. Lors de sa rencontre avec Jupiter, Pioneer-10 photographie la planète et ses satellites et mesure son champ magnétique, son atmosphère et sa constitution intérieure. Ces mesures de l'environnement de Jupiter sont d'un intérêt capital pour la conception des engins spatiaux ultérieurs.

La mission de la sonde Pioneer-10 est arrivée à son terme le 31 mars 1997. Le faible signal de Pioneer-10 continue d'être suivi par le réseau de la NASA pour la communication avec l'espace lointain (DSN) dans le cadre d'une étude conceptuelle avancée de la technologie des communications qui appuie la mission future de sondage interstellaire de la NASA. La source d'alimentation de Pioneer-10 finit par faire défaut en 2003 et Pioneer-10 poursuit sa route en direction de l'espace interstellaire, notamment vers l'étoile rouge Aldébaran, qui forme l'œil du Taureau. Il lui faudra voyager pendant 2 millions d'années pour atteindre Aldébaran.

LA MISSION PHOENIX VERS MARS



Montrer aux cadets la figure 15R-1.

L'atterrisseur martien Phœnix est le premier engin spatial conçu pour visiter la région arctique de Mars au niveau du sol. Sa mission est d'explorer le sol et l'atmosphère des régions polaires de Mars pour déterminer si le milieu martien est propice à la vie.



Montrer aux cadets les figures 15R-2, 15R-3 et 15R-4.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Phoenix est lancé du Centre spatial Kennedy le 3 août 2007 en vue de se poser sur Mars à proximité de la calotte polaire Nord le 25 mai 2008 dans une région appelée Vastitas Borealis. À 125 km (78 milles) au-dessus de la surface, Phoenix pénètre dans l'atmosphère peu dense de Mars. Il se ralentit en utilisant la friction atmosphérique. Un bouclier thermique protège l'atterrisseur contre les températures extrêmes produites au cours de son entrée.



Montrer aux cadets les figures 15R-5, 15R-6 et 15R-7.

Les antennes situées à l'arrière du bouclier qui encapsule l'atterrisseur servent à communiquer avec un des trois engins spatiaux qui orbitent autour de Mars. Ces orbiteurs retransmettent les signaux et les données d'atterrissage à la Terre.

Caractéristiques de la mission

La recherche incessante de la présence de l'eau sur Mars rend les régions polaires particulièrement intéressantes car de la glace y a été découverte. Le site d'atterrissage de Phoenix a été choisi plus au nord que ceux des missions antérieures, à une latitude équivalente à celle du Nord du Canada situé entre 65 et 72 degrés de latitude nord.

En vue d'acquérir des connaissances sur les processus atmosphériques martiens, Phoenix balaye l'atmosphère à une altitude de 20 km (12.4 milles) et obtient des données sur la formation, la durée et le mouvement des nuages, du brouillard et des tempêtes de poussières. Pour ce faire, il utilise des capteurs de température et de pression.



Montrer aux cadets la figure 15R-1. Attirer leur attention sur le bras robotique.

Équipé d'un bras robotique de 2.35 m, Phoenix creusera le sol à la recherche d'indices sur la présence historique de l'eau sur Mars. Bien qu'il ne soit pas conçu pour se déplacer librement sur Mars, l'atterrisseur permet l'étude des échantillons prélevés et leur analyse au moyen de divers instruments d'analyse chimique embarqués. Cette analyse sert à déterminer si le sol est salin, alcalin ou oxydant, puis à réaliser des essais pour trouver les molécules organiques complexes nécessaires au maintien de la vie.



Pourquoi chercher à découvrir la présence d'eau? L'eau est au cœur des questions scientifiques fondamentales concernant Mars. L'eau est un précurseur de la vie, une ressource possible dont pourraient bénéficier les explorateurs humains, et un agent climatique et géologique.

La station météorologique Lidar du Canada

Le Canada contribue à la mission Phœnix sous forme d'une station météorologique qui enregistrera quotidiennement les conditions météo dans les plaines nordiques de Mars à l'aide de capteurs de température, de vent et de pression, et d'un instrument de détection et de télémétrie par ondes lumineuses appelé « Lidar ». La station météorologique permet d'améliorer les modèles du climat martien et de prévoir les processus météorologiques futurs, ouvrant ainsi la voie aux missions d'exploration à venir. Semblable à un faisceau laser vert et brillant, le lidar sonde la « couche limite » de l'atmosphère de Mars (la couche turbulente de

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

l'atmosphère qui se situe entre 7 et 10 kilomètres au-dessus de la surface) et fournit des données sur la structure, la composition et les propriétés optiques des nuages, du brouillard et des particules de poussière qui règnent dans la basse atmosphère (jusqu'à 20 km au-dessus du site d'atterrissage).

LA MISSION CASSINI-HUYGENS VERS SATURNE

Quatre sondes ont été envoyées dans l'espace pour explorer Saturne. Pioneer-11 a été la première à faire le survol de Saturne en 1979. Voyager-1 a fait ce survol l'année suivante, suivie de sa jumelle Voyager-2 en 1981. La quatrième à visiter Saturne fut la sonde Cassini-Huygens.

ACTIVITÉ

Durée : 10 min

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets d'étudier la perspective d'un astrophysicien sur la mission Cassini-Huygens.

RESSOURCES

- la vidéo *Moons* de cinq minutes (Référence C3-251),
- un ordinateur portatif,
- un projecteur multimédia, et
- un écran de projection.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

S.O.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Distribuer la feuille de travail du vidéo *Moons* qui se trouve à l'annexe S.
2. Demander aux cadets de lire toutes les questions avant la projection du vidéo.
3. Demander aux cadets de remplir la feuille de travail pendant qu'ils regardent la vidéo *Moons*.
4. Corriger les réponses sur la feuille de travail à l'aide du corrigé qui se trouve à l'annexe T.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

Sommaire de la mission

Cassini est le quatrième engin spatial à explorer Saturne, mais le premier à explorer les anneaux et les satellites de Saturne à partir de l'orbite. Cassini portait la sonde Huygens pour explorer l'atmosphère de Titan, un parmi les plus de 60 satellites de Saturne.

Le voyage de Cassini-Huygens vers Saturne commence le 15 octobre 1997. L'engin spatial est envoyé vers Vénus pour obtenir la première des quatre manœuvres d'assistance gravitationnelle conçues pour le propulser vers Saturne. Il se met en orbite de Saturne le 30 juin 2004 et à transmettre immédiatement des images et des données fascinantes.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Montrer aux cadets la figure 15S-1. Attirer leur attention sur les satellites de Saturne sur la figure 15S-1, et tout particulièrement sur Titan qui figure sur le côté droit de l'image.

Saturne dispose de la structure en anneaux la plus importante et la plus complexe de notre système solaire. Elle se compose de milliards de particules de glace et de roche dont les tailles varient de celle d'un grain de sucre à celle une maison. Les anneaux évoluent à des vitesses diverses. Il existe des centaines d'anneaux distincts qui sont probablement des morceaux de satellites naturels, de comètes et des astéroïdes qui se sont jadis désintégrés. Chacune des milliards de particules qui composent ces anneaux évoluent autour de la planète sur une orbite distincte.

La descente de Huygens sur Titan

La sonde Huygens se détache de la sonde Cassini et plonge dans l'atmosphère épaisse de Titan en janvier 2005. Les instruments sophistiqués à bord des deux engins spatiaux révèlent aux scientifiques des données et des images de cette région mystérieuse de notre système solaire.



Montrer aux cadets les figures 15S-2 et 15S-3.

On a découvert que Titan, le satellite orange de Saturne, dispose des centaines de fois plus d'hydrocarbures liquides que toutes les réserves connues de pétrole et de gaz sur la Terre. Les hydrocarbures tombent du ciel et se déposent en quantité importante pour former des lacs et des dunes. Les différents lacs possèdent à eux seuls plus de pétrole que la Terre entière.

Les survols de l'orbiteur de Cassini

Cassini-Huygens fit le tour du Soleil deux fois. Sa première orbite le mène à l'arrière de l'orbite solaire de Vénus où il reçoit une assistance gravitationnelle. Sa deuxième orbite lui fournit deux assistances gravitationnelles à partir de son deuxième passage au large de Vénus en juin 1999, puis de la Terre en août 1999. Grâce à ces trois propulsions par assistance gravitationnelle, Cassini-Huygens obtient suffisamment de poussée orbitale pour atteindre les confins du système solaire. Une dernière manœuvre avec assistance gravitationnelle depuis Jupiter le 30 décembre 2000 donne à Cassini-Huygens la dernière poussée d'énergie nécessaire pour atteindre Saturne. La mission entre en orbite autour de Saturne en juillet 2004.

Cassini a orbité autour de Saturne et envoyé des données à la Terre pendant quatre ans. Cassini a effectué en tout 75 passages autour de la planète annelée, 44 survols proches du mystérieux satellite Titan et de nombreux passages autour d'autres satellites glacés de Saturne. Son survol du satellite Encelade de Saturne a révélé la présence de l'eau sous la surface gelée d'Encelade qui produit un geyser de cristaux de glace dont les jets s'élèvent de 400 m par seconde dans l'espace. Cassini traverse les panaches d'eau à 15 km par seconde à une altitude de 200 km.



Montrer aux cadets les figures 15S-4 et 15S-5.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Il reste à savoir si ces révélations ou d'autres révélations offertes par le système saturnien s'avéreront utiles aux humains; l'Agence spatiale européenne fait état qu'il reste encore bien du travail pour les scientifiques de l'avenir.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS

Q1. Quelle est la mission de l'atterrisseur Phœnix?

Q2. La mission Phœnix pourra-t-elle se prolonger sur Mars?

Q3. Pourquoi chercher à découvrir la présence de l'eau sur Mars, Titan ou Encelade?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Pour sonder le sol et l'atmosphère des régions polaires de Mars afin de déterminer si le milieu martien peut abriter la vie.

R2. Non.

R3. L'eau est un précurseur de la vie, une ressource possible dont pourraient bénéficier les explorateurs humains, et un agent climatique et géologique majeur.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS

Q1. En quelle année Sputnik-1 a-t-il été lancé dans l'espace?

Q2. Quelle découverte remarquable Explorer a-t-il révélé à l'occasion de l'Année géophysique internationale?

Q3. Quel type d'assistance a-t-on utilisé pour accélérer Cassini-Huygens?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. 1957.

R2. Les ceintures de Van Allen.

R3. L'assistance gravitationnelle.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Le demi-siècle qui s'est écoulé entre le lancement de Sputnik à la fin de 1957 et la descente de Huygen en direction de Titan au début de 2005 a vu l'avènement de réalisations remarquables dans le domaine de

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

l'exploration spatiale. Celles-ci furent rendues possibles grâce à des avancées technologiques et au refus tenace d'accepter la défaite en dépit des revers essuyés.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Le PE 2 doit être mis à jour tous les ans afin de tenir compte des événements actuels.

Il est possible d'acheter en ligne des modèles réduits d'engin spatial à utiliser comme matériel d'instruction.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-238 Agence spatiale canadienne. (2008). *Agence spatiale canadienne*. Extrait le 9 février 2008 du site http://www.espace.gc.ca/fra/default.asp.

C3-239 NASA. (2008). *Voyager: The Interstellar Mission*. Extrait le 9 février 2008 du site http://voyager.jpl.nasa.gov/index.html.

C3-240 NASA. (2007). *Sputnik: The Fiftieth Anniversary*. Extrait le 9 février 2008 du site http://history.nasa.gov/sputnik/.

C3-241 Agence spatiale européenne. (2008). *Page d'accueil de Cassini Huygens*. Extrait le 9 février 2008 du site http://huygens.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=12.

C3-242 NASA. (2008). *Page d'accueil de Cassini Huygens de la NASA*. Extrait le 9 février 2008 du site http://saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm.

C3-251 Agence spatiale européenne. (2008). ESA : Vidéos de la gallerie multimédia. *Moons*. Extrait le 5 avril 2008 du site http://www.esa.int/esa-mmg/mmg.pl?mission=Cassini-Huygens&type=V.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-803/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-803-PF-002/A-CR-CCP-803-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.