CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION QUATRE

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 7

OCOM C440.05 – DÉCRIRE LA ROBOTIQUE

Durée totale : 30 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 des figures qui se trouvent aux annexes A à C.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L’exposé interactif a été choisi pour cette leçon pour donner un bref aperçu aux cadets de la robotique et pour stimuler l’intérêt sur le sujet.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la présente leçon, le cadet doit avoir décrit la robotique et être en mesure de déterminer les types de robots.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets soient familiers avec les types de robots et les différentes applications robotiques parce qu’ils forment un aspect important et croissant de l'industrie de l'aérospatiale, tant pour la fabrication que pour les opérations.

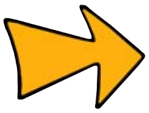
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Décrire les types de robots**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

On définit le robot comme une machine qui ressemble à un humain et fonctionne comme lui. On définit aussi le robot comme une machine capable d'exécuter automatiquement une série complexe de tâches. Certains organismes donnent une définition particulière au robot, comme dans le cas du site Web ROVer Ranch de la NASA où l'on trouve :

- une machine qui ressemble à un être humain et qui effectue diverses tâches complexes semblables à celles d'un être humain (comme marcher et parler) ;
- un dispositif qui effectue automatiquement des tâches compliquées, souvent répétitives ; et
- un mécanisme guidé par des commandes automatiques.



Le site Web ROVer Ranch de la NASA est un endroit où on peut se renseigner au sujet de l'ingénierie de la robotique et l'adresse est http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/.

SYSTÈMES AUTONOMES

Les systèmes autonomes sont la représentation physique de l'intelligence machine. Cela signifie qu'un système autonome combine de l'intelligence artificielle (IA) et les capacités de manipulation de systèmes télécommandés.

SYSTÈMES TÉLÉCOMMANDÉS

Les premiers robots, comme le chevalier robot à armure créé par Léonard de Vinci en 1495 n'avaient pas les capacités de penser. Pour représenter la technologie de 1495, le robot de Léonard de Vinci se composait de deux systèmes indépendants :

- jambes à trois degrés de liberté, dotés de chevilles, genoux et hanches; et
- bras à quatre degrés de liberté dotés d'épaules, de coudes, de poignets et de mains articulés.



Voici des exemples de degrés de liberté (DDL) :

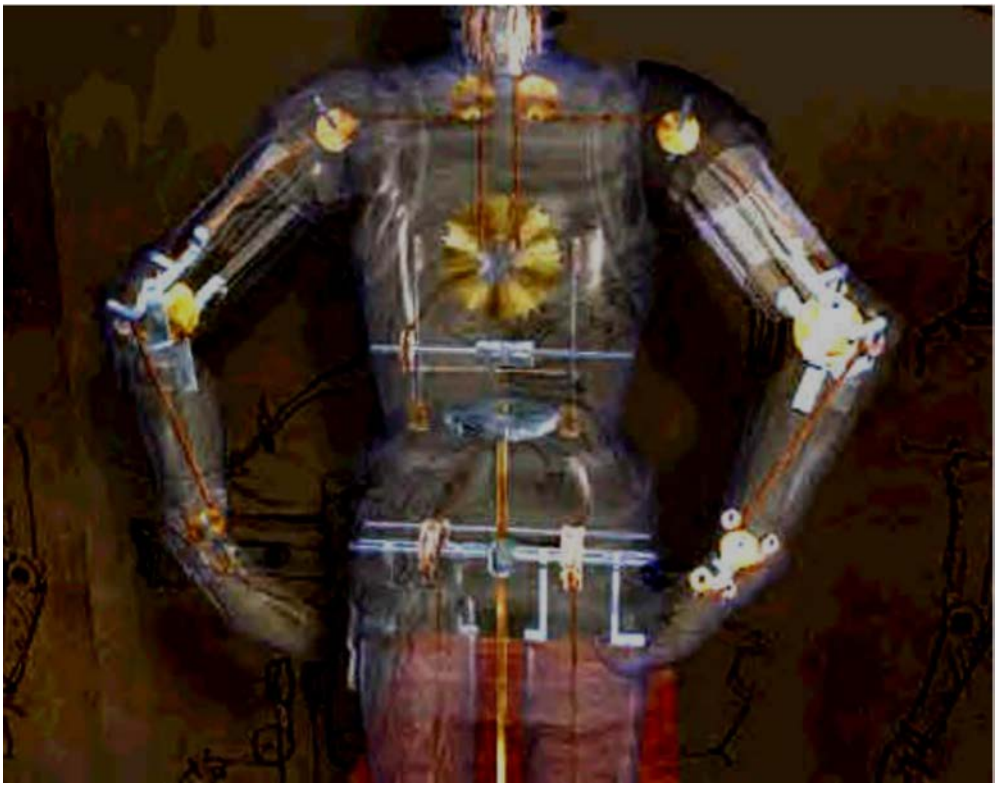
- inclinaison vers l'avant et l'arrière (tangage) ;
- virage à gauche et à droite (lacet) ;
- inclinaison de côté (roulis) ;
- déplacement vers le haut et vers le bas (pillonnement) ;
- déplacement vers la gauche et vers la droite (balancement) ; et
- déplacement vers l'avant et l'arrière (ondulation).



Présenter aux cadets le transparent des figures A-1 et A-2 de 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.

L'orientation des bras du robot de Léonard de Vinci indique qu'il a été conçu pour agripper avec les bras entiers, ce qui signifie que toutes les articulations se déplaçaient à l'unisson. Une commande mécanique analogique programmable qui se trouvait dans la poitrine alimentait les bras et en assurait le contrôle.



Remarque. Tiré de « Z-Kat the Digital Surgery Company », de R. Abovitz, 2001, Leonardo's Robot, Droit d'auteur 2008 par R. Abovitz. Extrait le 18 novembre 2008 du site http://www.z-kat.com/company/adv_research/leonardo.shtml

Figure 1 Commande mécanique analogique programmable de Léonard de Vinci

Les jambes étaient commandées par une disposition à manivelle externe qui entraînait le câble qui était raccordé à des endroits précis dans les chevilles, les genoux et les hanches. Ce chevalier robot à armure avait été conçu pour s'asseoir, bouger les bras et se déplacer la tête grâce à un cou flexible tout en ouvrant et en fermant sa bouche dont la mâchoire était correcte du point de vue anatomique. Il faisait peut-être même des bruits pour accompagner des tambours automatisés. À l'extérieur, le robot est vêtu d'une armure allemande-italienne typique qui date de la fin du quinzième siècle.

Les robots modernes, comme Canadarm et Canadarm2 rassemblent les deux modes de télécommande et d'autonomie.

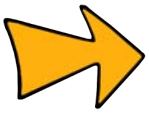
Canadarm : Télémanipulateur de la navette spatiale (SRMS)

L'ordinateur à usage général de la navette spatiale (GPC) commande les mouvements du SRMS. Les astronautes utilisent une télécommande, qui indique à l'ordinateur ce que l'astronaute aimerait que le bras fasse. Des logiciels intégrés étudient par la suite les commandes de l'astronaute et déterminent l'articulation à déplacer, la direction dans laquelle la déplacer, la vitesse à laquelle la déplacer et l'angle selon lequel la déplacer.

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 de la figure A-3 qui se trouve à l'annexe A.



La figure A-3 est un dessin à l'échelle du Canadarm.

Tandis que l'ordinateur transmet des commandes à chacune des articulations, il surveille chaque articulation toutes les 80 millisecondes. Tout mouvement de la main de l'astronaute est réexaminé et recalculé par le GPC et des commandes mises à jour sont par la suite transmises à chacune des articulations.

S'il se produisait une panne, le GPC freinerait automatiquement toutes les articulations et avertirait l'astronaute qu'il s'est produit une panne. Le système de commande fournit également un affichage continu du rythme et de la vitesse des articulations, qui sont affichées sur des moniteurs qui se trouvent dans le poste de pilotage de la navette. Comme pour tout système de commande, il est possible de surpasser le GPC et l'astronaute peut faire fonctionner les articulations individuellement depuis le poste de pilotage.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS :

Q1. Quelles sont les systèmes autonomes?

Q2. Quels deux modes les robots comme Canadarm et Canadarm2 rassemblent-ils?

Q3. Quel ordinateur commande le SRMS?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Les systèmes autonomes sont la représentation physique de l'intelligence machine.

R2. Les deux modes combinés dans Canadarm et Canadarm2 sont les modes de télécommande et d'autonomie.

R3. L'ordinateur à usage général de la navette spatiale (GPC) commande les mouvements du SRMS.

Point d'enseignement 2 **Décrire les applications de la robotique**

Durée : 15 min Méthode : Exposé interactif

Les robots sont surtout souhaitables pour certaines tâches de travail, parce que contrairement aux humains, ils :

- ne se fatiguent jamais ;
- peuvent subir des conditions physiques qui ne sont pas confortables, qui sont dangereuses ou qui sont même associées à des environnements sans air ;
- ne s'ennuient pas lorsqu'il y a répétitions ; et
- ne sont pas distraits lorsqu'ils exécutent une tâche.

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.

Les premiers robots industriels qui ont manipulé des matériaux radioactifs dans des laboratoires atomiques s'appelaient des manipulateurs maîtres-esclaves. Ils étaient raccordés grâce à des tringleries mécaniques et des câbles d'acier. On peut maintenant actionner les manipulateurs du type bras télécommandé grâce à des boutons-poussoirs, des sélecteurs ou des manettes.

Les robots ont parfois des systèmes sensoriels sophistiqués qui traitent l'information et semblent fonctionner comme s'ils avaient un cerveau. Le « cerveau » est en fait une forme d'IA informatisée qui permet au robot de percevoir des conditions et de décider du plan d'action en fonction de ces conditions.

Les robots peuvent comprendre les composantes suivantes :

- **Effecteurs.** « Bras », « jambes », « mains », « pieds ».
- **Capteurs.** Ces pièces agissent comme les sens; elles peuvent détecter des objets ou des choses comme la chaleur et la lumière et convertir les renseignements en symboles que les ordinateurs comprennent.
- **Ordinateur.** Le cerveau qui contient les instructions, appelés algorithmes, pour contrôler le robot.
- **Équipement.** C'est-à-dire les outils et les accessoires mécaniques.

Les caractéristiques qui différencient les robots autonomes de la machinerie régulière sont le fait qu'ils fonctionnent généralement par eux-mêmes, qu'ils sont sensibles à leur environnement, qu'ils s'adaptent aux changements de l'environnement ou aux erreurs de performance antérieure, qu'ils sont concentrés sur la tâche et qu'ils ont souvent la capacité d'utiliser différentes méthodes pour effectuer une tâche.

FABRICATION INDUSTRIELLE

Les robots industriels typiques effectuent des tâches qui sont difficiles, dangereuses ou ennuyantes. Ils soulèvent des objets lourds, peignent, manipulent des produits chimiques et effectuent du travail de montage. Ils font le même travail, heure après heure, jour après jour, avec précision. Ils ne se fatiguent pas et ne font pas d'erreurs associées à la fatigue; ils sont généralement idéals pour effectuer des tâches répétitives.

Les principales catégories de robots industriels, différencié par structure mécanique, sont les suivantes :

- **Robot cartésien-portique.** On se sert de ce robot pour le travail de ramassage et de positionnement, pour l'application de produit d'étanchéité, pour les activités d'assemblage, pour la manutention d'outils d'usinage et pour le soudage à l'arc électrique. Il s'agit d'un robot dont les articulations des bras et des jambes coïncident avec les coordonnées cartésiennes sur les axes des X, des Y et des Z.



Montrer aux cadets le transparent des figures B-1 et B-2 qui se trouvent à l'annexe B.

- **Robot cylindrique.** On se sert de ce robot pour activités d'assemblage, pour la manutention d'outils d'usinage, pour le soudage par points et la manutention des machines de coulage sous pression. Il s'agit d'un robot dont les axes forment un système de coordonnées cylindriques.



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

- **Robot polaire (sphérique).** On se sert de ce robot pour la manutention d'outils d'usinage, le soudage par points, le coulage sous pression, les machines à ébarber, le soudage au gaz et le soudage à l'arc. Il s'agit d'un robot dont les axes forment un système de coordonnées polaires.

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.



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

- **Robot SCARA.** On se sert de ce robot pour le travail de ramassage et de positionnement, pour l'application de produit d'étanchéité, pour les activités d'assemblage, pour la manutention d'outils d'usinage. Il s'agit d'un robot qui dispose de deux articulations rotatives parallèles afin d'offrir conformité dans un plan.



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

- **Robot articulé.** On se sert de ce robot pour les activités d'assemblage, les machines à ébarber, le soudage au gaz, le soudage à l'arc et la peinture par vaporisation. Il s'agit d'un robot dont les bras disposent d'au moins trois articulations rotatives.



Montrer aux cadets le transparent de la figure B-6 qui se trouve à l'annexe B.

- **Robot parallèle.** Comme exemple, on peut penser à une plateforme mobile pour la manutention des simulateurs de vol avec poste de pilotage. Il s'agit d'un robot dont les bras disposent d'articulations prismatiques ou rotatives connexes.



Montrer aux cadets le transparent des figures B-7 et B-8 qui se trouvent à l'annexe B.

USINAGE

Le terme commande numérique par ordinateur se rapporte à une commande qui fait la lecture des codes informatiques et opère une machine-outil; un dispositif mécanique motorisé normalement utilisé pour fabriquer des composantes au moyen de l'enlèvement sélectif de matériaux d'un bloc de plus grande taille. Il est possible de changer les paramètres d'exploitation de la commande numérique par ordinateur en modifiant les logiciels, ce qui fait des machines de commande numérique par ordinateur, un type de robot.

COUPAGE

Les méthodes les plus communes de coupage qu'effectuent les robots sont la découpe au plasma et le coupage oxygaz.

La découpe au plasma est un processus qui se sert d'un jet à très grande vitesse de gaz ionisés qui provient d'un orifice à étranglement. La découpe au plasma se produit lorsqu'un jet de gaz (plasma) à grande vitesse est forcé au moyen d'une torche étroite. On peut effectuer la découpe au plasma sur tout type de métal conducteur, comme l'acier doux, l'aluminium et l'acier inoxydable.

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.

Le coupage oxygaz est un procédé qui coupe en brûlant, ou comburant, le métal que l'on coupe. Il se limite donc à l'acier et à d'autres métaux ferreux qui tolèrent le processus comburant.

ASSEMBLAGE

Les robots d'assemblage possèdent des capacités de production plus poussées dans le monde de la fabrication, ce qui rend le processus d'assemblage, plus rapide, plus efficace et plus précis qu'auparavant. Les robots ont épargné aux travailleurs, des tâches pénibles et ennuyeuses de chaîne d'assemblage et ont fait augmenter la production et les économies par le fait même. Parmi le robot d'assemblage, on trouve le bras-robot à flexibilité sélective (robot SCARA).



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

Les caractéristiques de travail des robots leur donnent quelques avantages lorsqu'il s'agit de l'assemblage industriel, notamment :

- **Aucune fatigue.** Un robot d'assemblage peut travailler tous les jours, toutes les heures, sans avoir à prendre de pause.
- **Plus grande production.** La production constante d'un système robotique, accompagnée de la qualité et de la répétitivité sont inégalés même lorsqu'il s'agit des applications les plus complexes.
- **Meilleur rendement.** Les systèmes automatisés offrent un rendement précis et exact. Beaucoup de ces systèmes sont dotés d'une technologie visuelle pour aider à la production.
- **Économies.** Les systèmes de robots d'assemblage permettent de faire des économies puisqu'ils réduisent les durées d'immobilisation et les coûts de main-d'œuvre, tout en augmentant la production et le rendement.

Soudage.

Il existe deux types populaires de robots industriels de soudage : le robot articulé et le robot cartésien.

- **Robots articulés.** Se servent de bras et d'articulations rotatives. Ces robots se déplacent comme un bras humain et disposent d'un poignet rotatif à leur extrémité. Cela crée une zone de travail robotique dont la forme est irrégulière.
- **Robots cartésiens.** Ces robots se déplacent conformément à trois axes (X, Y et Z). En plus du mouvement linéaire du robot le long des axes, un poignet est fixé au robot afin de lui donner la possibilité de mouvement rotationnel. Cela crée une zone de travail robotique dont la forme correspond à une boîte.

EXPLORATION

Exploration sous-marine



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

Le planeur marin est un véhicule sous-marin autonome (AUV) qui mesure la température, la salinité, le courant moyen par rapport à la profondeur et d'autres quantités dans l'océan. Le planeur marin se sert de télémétrie de données satellite pour recevoir des commandes et envoyer les mesures qu'il prend en temps presque réel.

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.

L’AUV planeur marin recueille des propriétés physiques de l’océan pour toute une gamme de profondeurs et de régions pour les océanographes et les planificateurs militaires.

Deep Space 1 (DS1)

Lancé en octobre 1998, Deep Space 1 (DS1) a été la première mission du nouveau programme du millénaire de la NASA, conçu pour valider de nouvelles technologies importantes pour les prochains programmes spatiaux et de sciences de la Terre. Parmi les données utiles des technologies de pointe qui ont été testées à bord de DS1, on compte un système de propulsion colloïdale solaire, des réseaux de concentration solaire, un système de navigation optique autonome et un système d’intelligence artificielle (IA) autonome que l’on appelle « Remote Agent » (agent à distance).



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



La figure C-2 montre la trajectoire de DS1. La partie pointillée de la trajectoire montre les endroits où DS1 fonctionnait en vol non propulsé (vol balistique) et la partie continue indique les endroits où la poussée du système de propulsion colloïdale était en marche et faisait accélérer l’engin spatial.

Le système de navigation optique autonome qui se trouve à bord de DS1 se servait d’images d’astéroïdes et d’étoiles recueillies par le système de caméra, tandis que le système de navigation calculait et corrigeait la trajectoire de l’engin spatial.

Le système autonome se composait d’un « agent » à IA qui planifiait, prenait les décisions et fonctionnait seul.

ESPACE

La technologie robotique axée sur l’espace fait partie des trois larges secteurs de mission suivants :

- robotique d'exploration,
- entretien de données utiles scientifiques, et
- entretien courant en orbite.

Parmi les dispositifs robotiques importants dans l’espace, notons :

- les véhicules téléguidés (ROV) comme les robots d’exploration pour la planète Mars, et
- les systèmes de bras robotiques (RMS), comme le Canadarm.

Un ROV peut être un engin spatial inhabité qui reste en vol, un module de descente qui se pose sur un corps comme une lune, un astéroïde ou une planète et qui fonctionne à partir d’une position stationnaire ou un ROV peut se déplacer sur le terrain après s’être déposé. Un des ROV les mieux connus est le robot Sojourner qui a été déployé par l’engin spatial Mars Pathfinder.



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

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.

SERVICES D'URGENCE

Les robots peuvent résoudre de façon sécuritaire des scénarios à risque élevé, y compris la neutralisation de bombes, les situations d'otage, la recherche et le sauvetage ainsi que d'autres incidents dangereux. Les robots peuvent détecter des vapeurs et des particules explosives qui proviennent de munitions et de dispositifs explosifs improvisés (IED) tout en tenant l'opérateur et les civiles à l'écart des dangers. Ils peuvent conduire et passer à travers les fenêtres, sous les véhicules et autour d'objets obstacles pour disposer des détecteurs d'explosifs ultra sensibles près de paquets douteux et d'autres articles potentiellement dangereux.

APPLICATIONS MILITAIRES

Les robots peuvent transporter des charges utiles lourdes, se déplacer sur du terrain accidenté et monter des escaliers tout en conservant leur entière mobilité. Lorsqu'ils sont dotés du bon équipement, ils peuvent prendre en charge diverses missions critiques, dont les suivantes :

- extraction de victimes en champ de bataille,
- neutralisation des explosifs et munitions (NEM),
- détection de dispositifs explosifs improvisés (IED) placés dans un véhicule,
- sécurité physique,
- lutte contre les incendies,
- armes spéciales et tactiques (SWAT),
- reconnaissance,
- manipulation de matières dangereuses,
- détection d'armes chimiques-biologiques,
- neutralisation d'édifices,
- acquisition de cibles, et
- missions armées.

Détection de tireurs fous



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

En offrant une surveillance supérieure de la situation, un robot peut appuyer un déplacement plus sécuritaire des troupes au sol. Il peut trouver le point de tir ennemi sans exposer les troupes au sol, ce qui leur permet de se déplacer en plus grande sécurité.

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 2

QUESTIONS :

Q1. Quelles sont les deux propriétés des robots qui les rendent spécialement désirables pour certaines tâches?

Q2. Comment s'appelle l'IA à bord de DS1?

Q3. Nommez trois missions militaires possibles pour les robots.

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Parmi les propriétés des robots qui les rendent spécialement désirables pour certaines tâches, notons :

- les robots ne se fatiguent jamais ;
- les robots peuvent subir des conditions physiques qui ne sont pas confortables ou qui sont même dangereuses ;
- les robots peuvent fonctionner dans des conditions associées à des environnements sans air ;
- les robots ne s'ennuient pas lorsqu'il y a répétitions ; et
- les robots ne sont pas distraits lorsqu'ils exécutent une tâche.

R2. Remote Agent (agent à distance).

R3. Parmi les missions militaires possibles pour les robots, on trouve :

- extraction de victimes en champ de bataille,
- NEM,
- détection d'IED placés dans un véhicule,
- sécurité physique,
- lutte contre les incendies,
- SWAT,
- reconnaissance,
- manipulation de matières dangereuses,
- détection d'armes chimiques-biologiques,
- neutralisation d'édifices,
- acquisition de cibles, et
- missions armées.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS :

Q1. Quels deux modes les robots comme Canadarm et Canadarm2 rassemblent-ils?

Q2. Quelles caractéristiques font que les robots autonomes sont différents de la machinerie régulière?

Q3. Nommez cinq domaines d'application des robots.

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.

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Contrôle à distance et autonomie.

R2. Parmi les caractéristiques qui font que les robots autonomes sont différents de la machinerie régulière, notons :

- ils fonctionnent généralement seuls, sans aide ;
- ils sont sensibles à leur environnement ;
- ils s'adaptent aux variations de l'environnement ou aux erreurs de performance préalable ;
- ils sont axés sur les tâches ; et
- ils ont la capacité d'utiliser différentes méthodes pour accomplir une tâche.

R3. La fabrication industrielle, l'exploration, l'espace, les services d'urgence et les applications militaires.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

On trouve des robots et des applications robotiques tous les jours, dans tous les domaines. Ils forment un aspect important et en croissance de l'industrie aérospatiale, tant pour la fabrication que pour l'exploitation.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

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

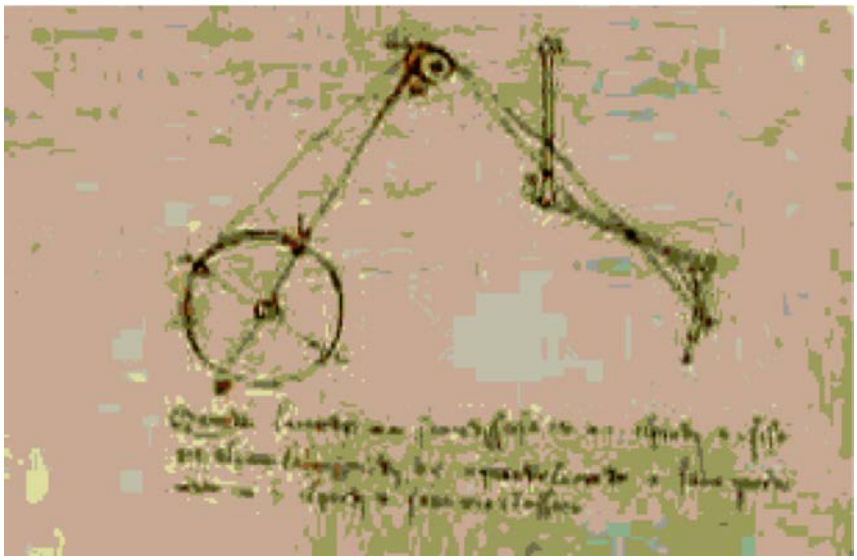
DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-292 NASA. (2003). *Rover ranch: K-12 experiments in robotic software*. Extrait le 20 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/

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.



Remarque. Tiré de « Z-Kat the Digital Surgery Company », de R. Abovitz, 2001, Leonardo's Robot, Droit d'auteur 2008 par R. Abovitz. Extrait le 18 novembre 2008 du site http://www.z-kat.com/company/adv_research/leonardo.shtml

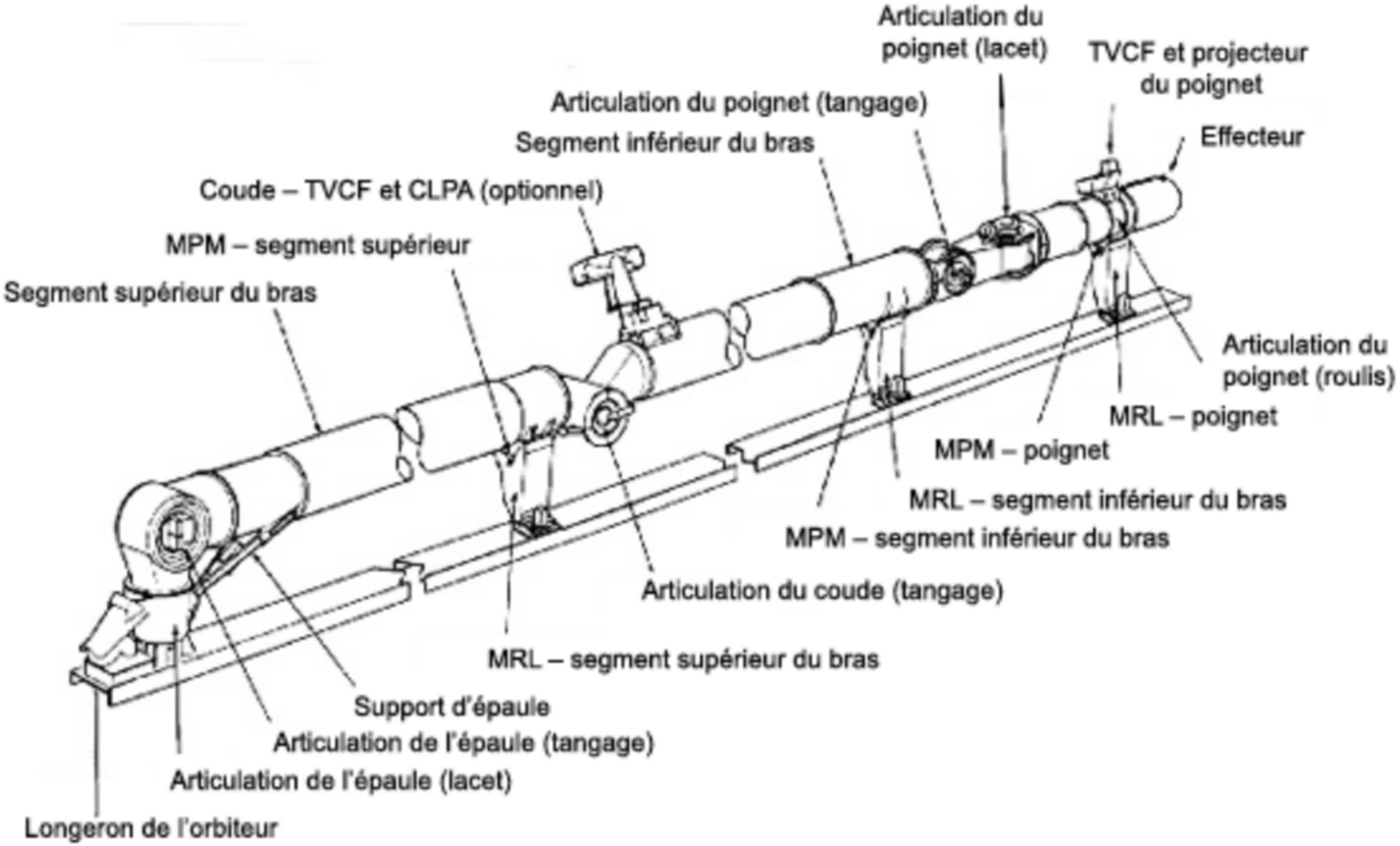
Figure A-1 Dessin du robot de Léonard de Vinci



Remarque. Tiré de « Z-Kat the Digital Surgery Company », de R. Abovitz, 2001, Leonardo's Robot, Droit d'auteur 2008 par R. Abovitz. Extrait le 18 novembre 2008 du site http://www.z-kat.com/company/adv_research/leonardo.shtml

Figure A-2 Robot de Léonard de Vinci

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.

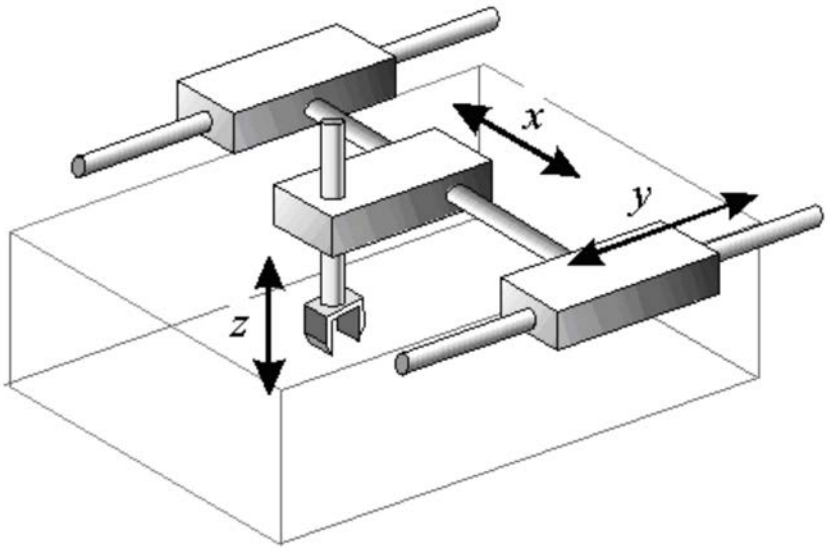


Remarque. Tiré de L'Agence spatiale canadienne, 2006, La structure du Canadarm. Extrait le 21 janvier 2011 du site http://www.asc-csa.gc.ca/fra/canadarm/description.asp

Figure A-3 Canadarm

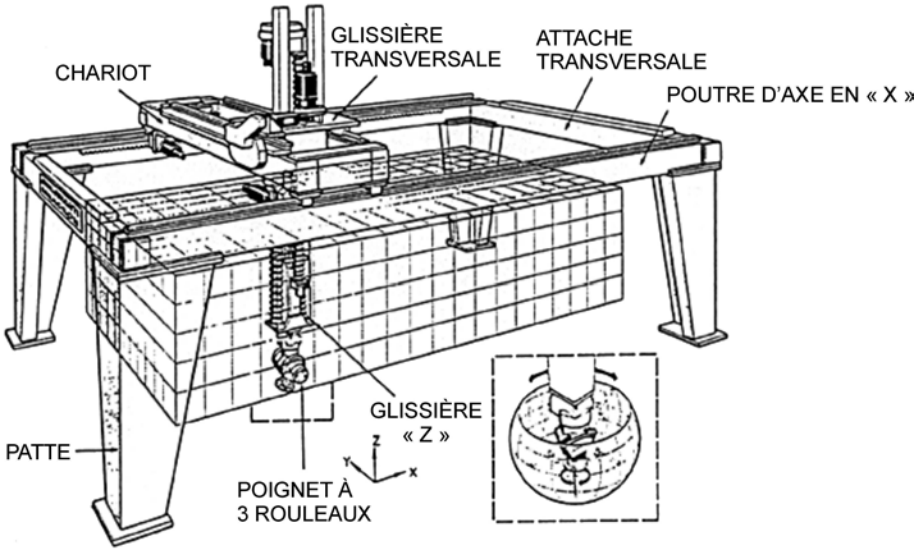
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.

ROBOT CARTÉSIEN



Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-1 Robot cartésien

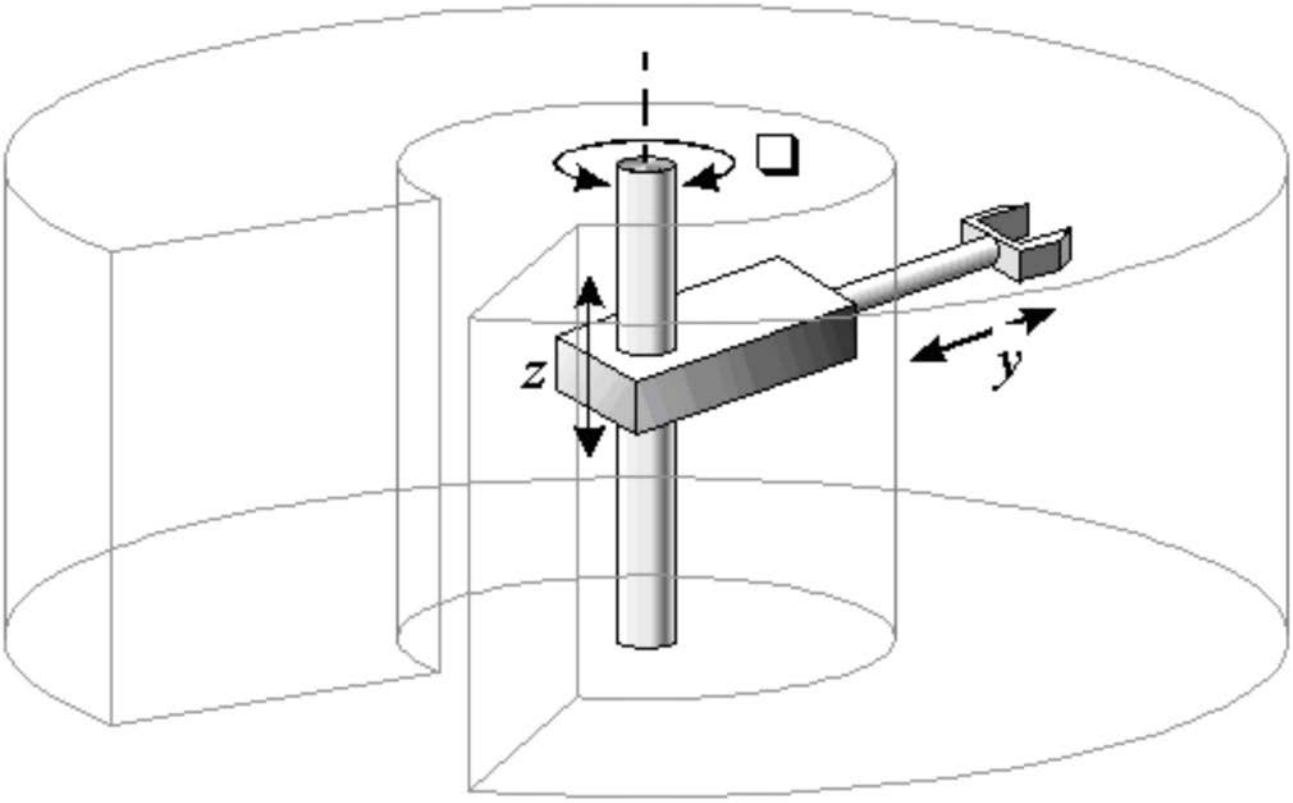


Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-2 Robot cartésien portique

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.

ROBOT CYLINDRIQUE

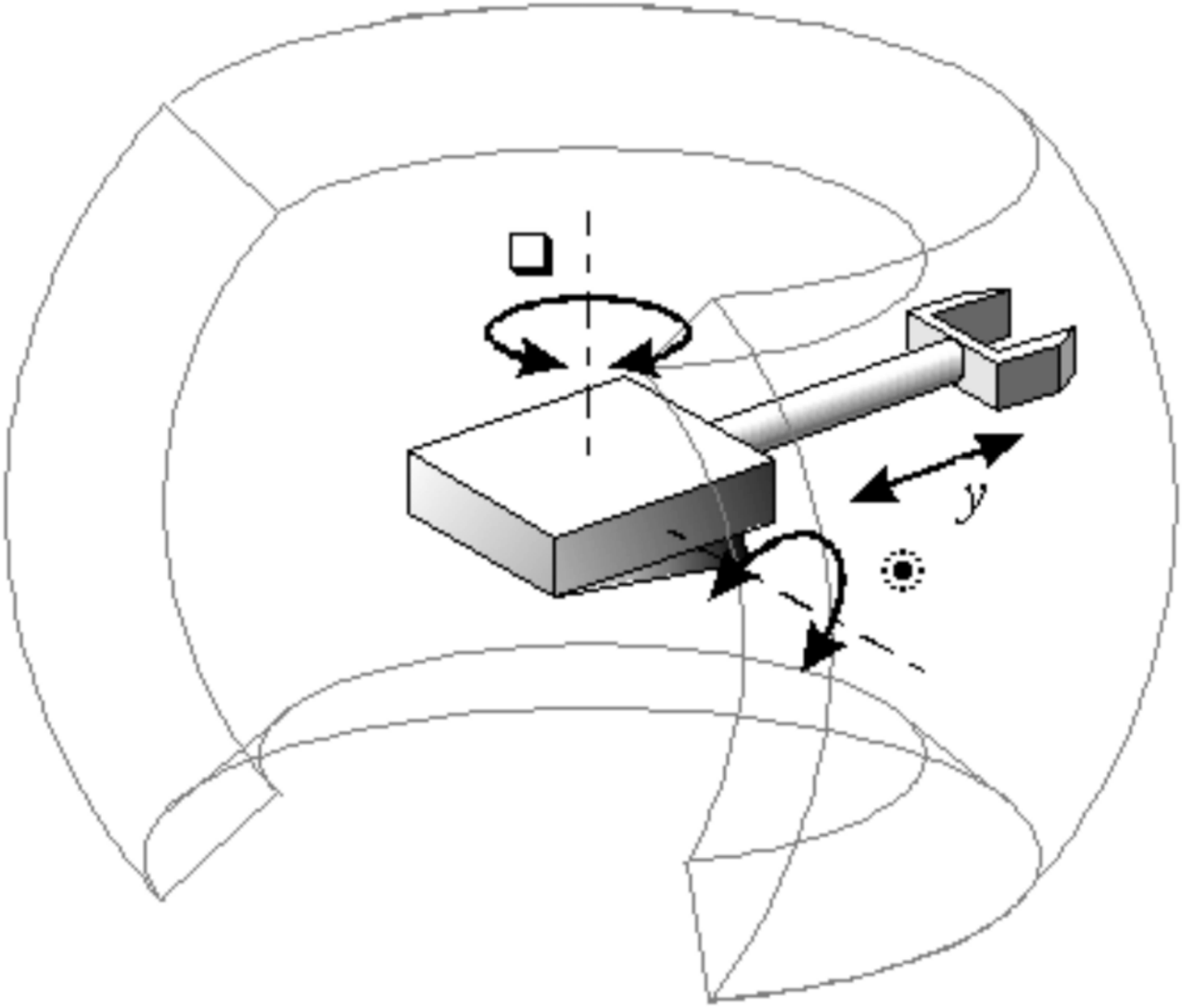


Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-3 Robot cylindrique

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.

ROBOT POLAIRE

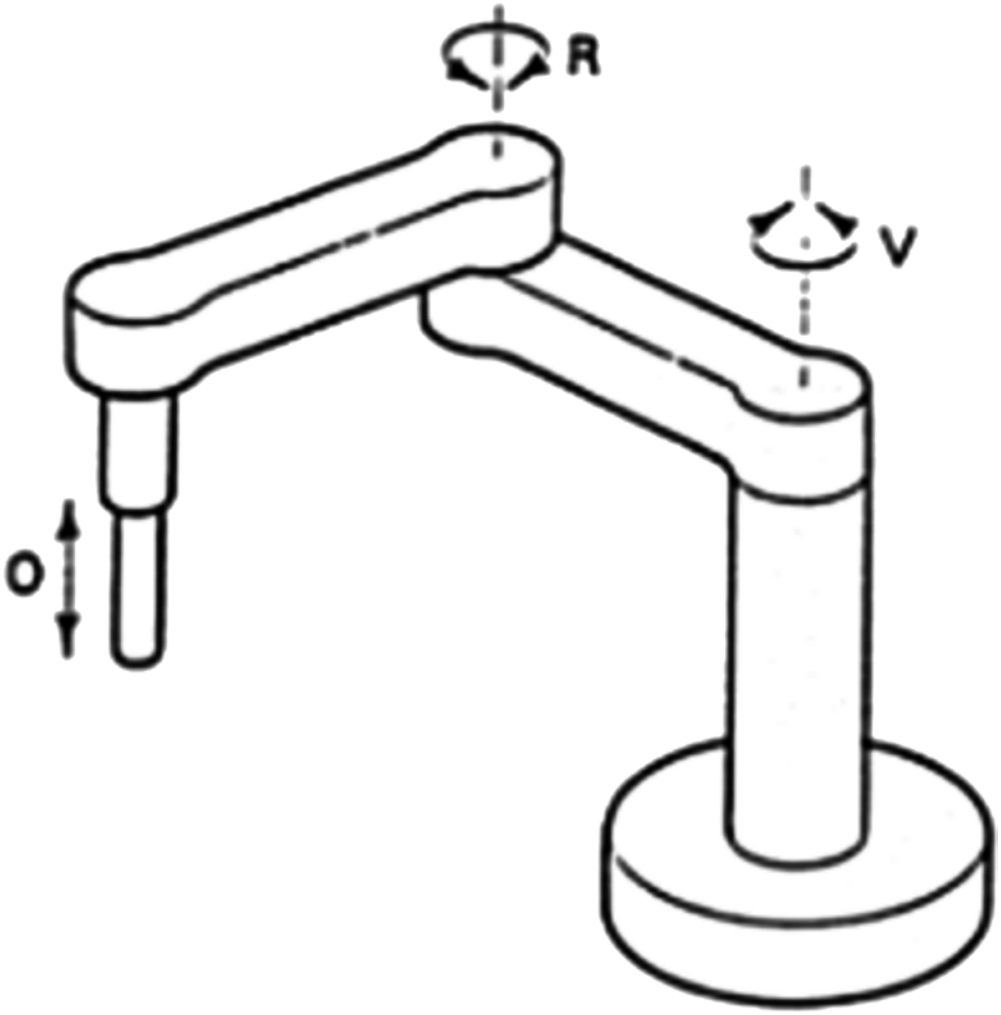


Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-4 Robot polaire

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.

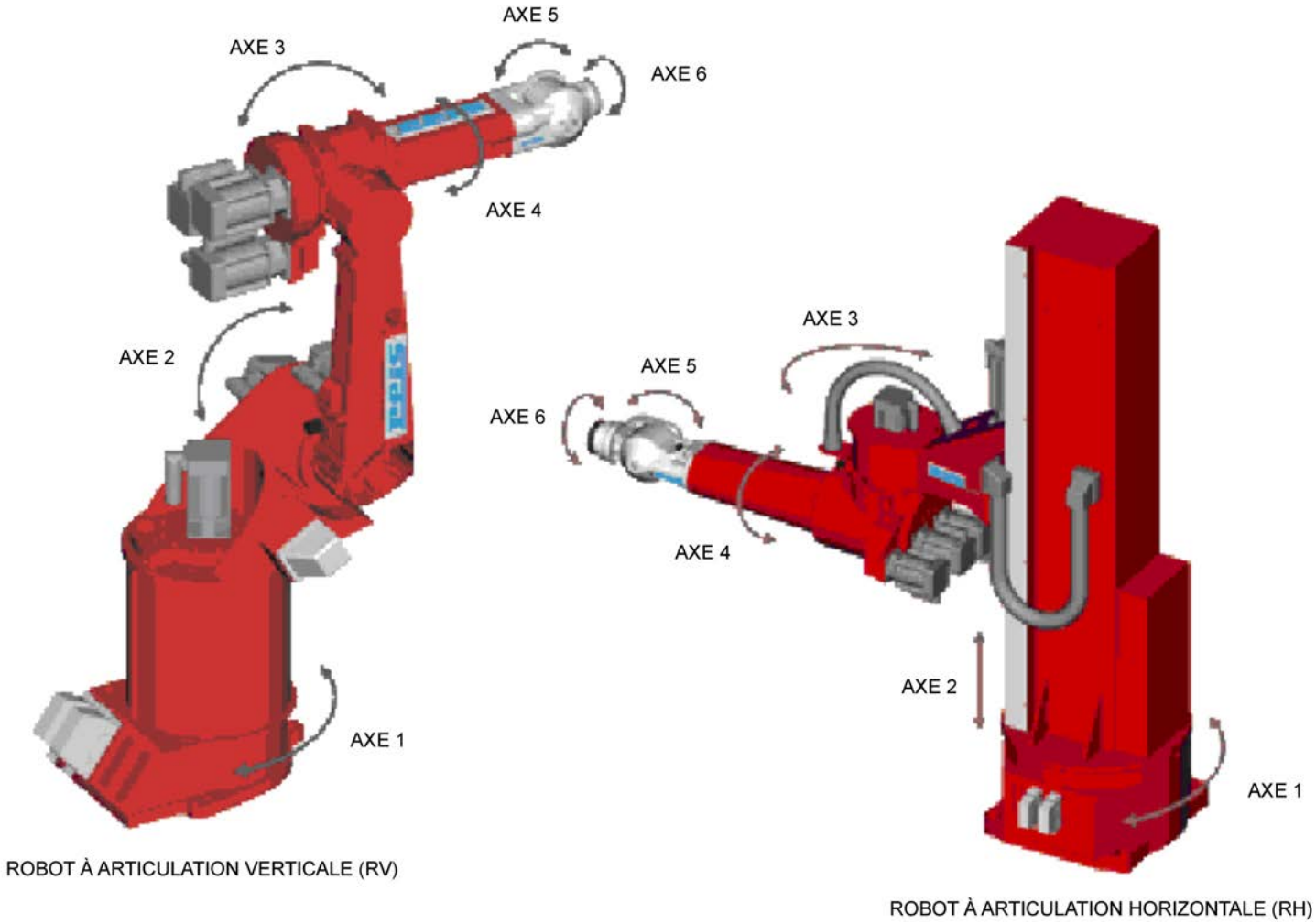
Robot SCARA



Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-5 Bras-robot à flexibilité sélective (robot SCARA)

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 « Robotics & Automation Home: Types of Robots », Olympus Technologies Ltd., 2008, Articulating Robots. Extrait le 22 novembre 2008 du site http://www.olympustechnologies.co.uk/Robotics/types-articulating.htm.

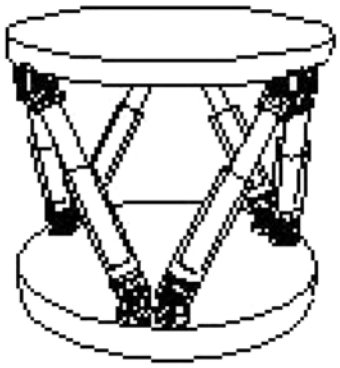
Figure B-6 Robots articulés

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

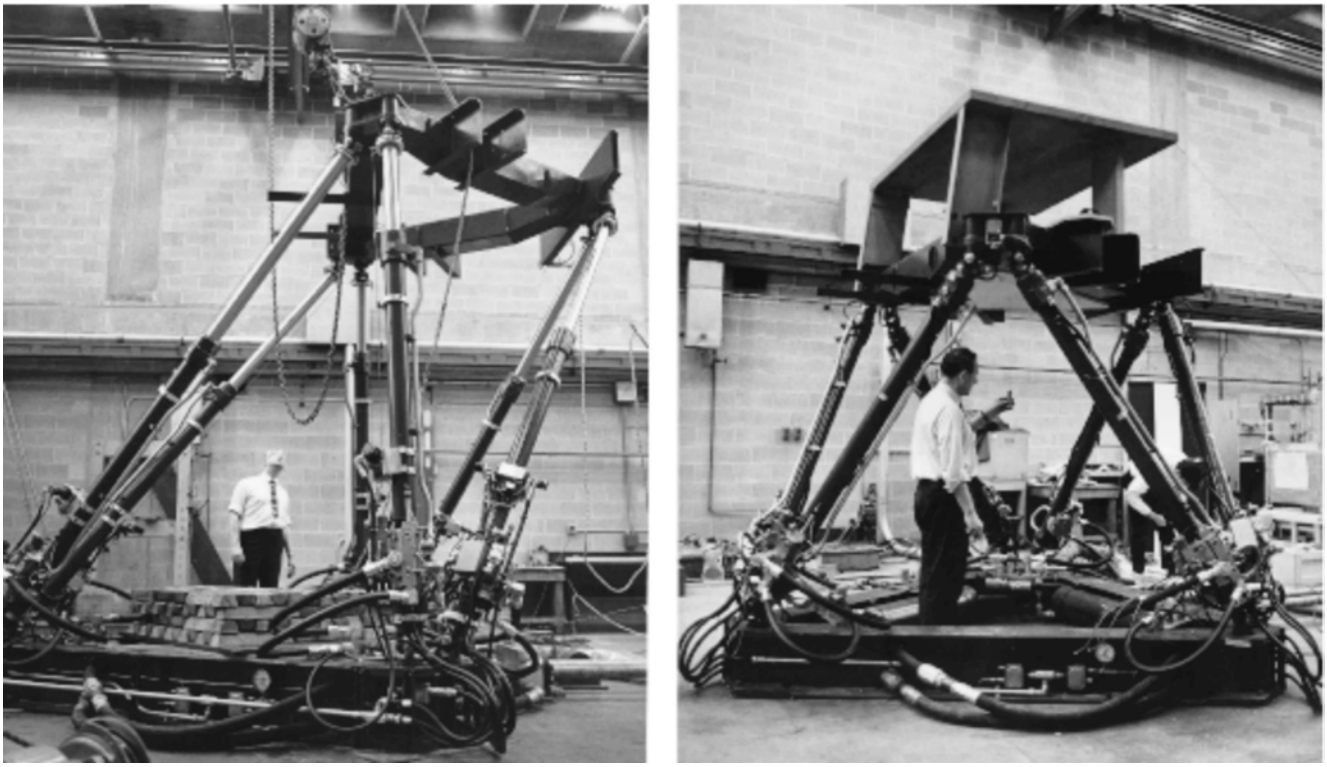
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.

ROBOT PARALLÈLE



Remarque. Tiré de « ROVer Ranch K-12 Experiments in Robotic Software », NASA, 2003, Types of Robots. Extrait le 17 novembre 2008 du site http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html.

Figure B-7 Robot parallèle



Remarque. Tiré de « Reviews in the Field of Parallel Mechanisms », ParalleMIC, 2003, Droit d'auteur 2003 par Ilian Bonev, The True Origins of Parallel Robots. Extrait le 22 novembre 2008 du site http://www.olympustechnologies.co.uk/Robotics/types-articulating.htm.

Figure B-8 Robot parallèle : un des premiers simulateurs de vol

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

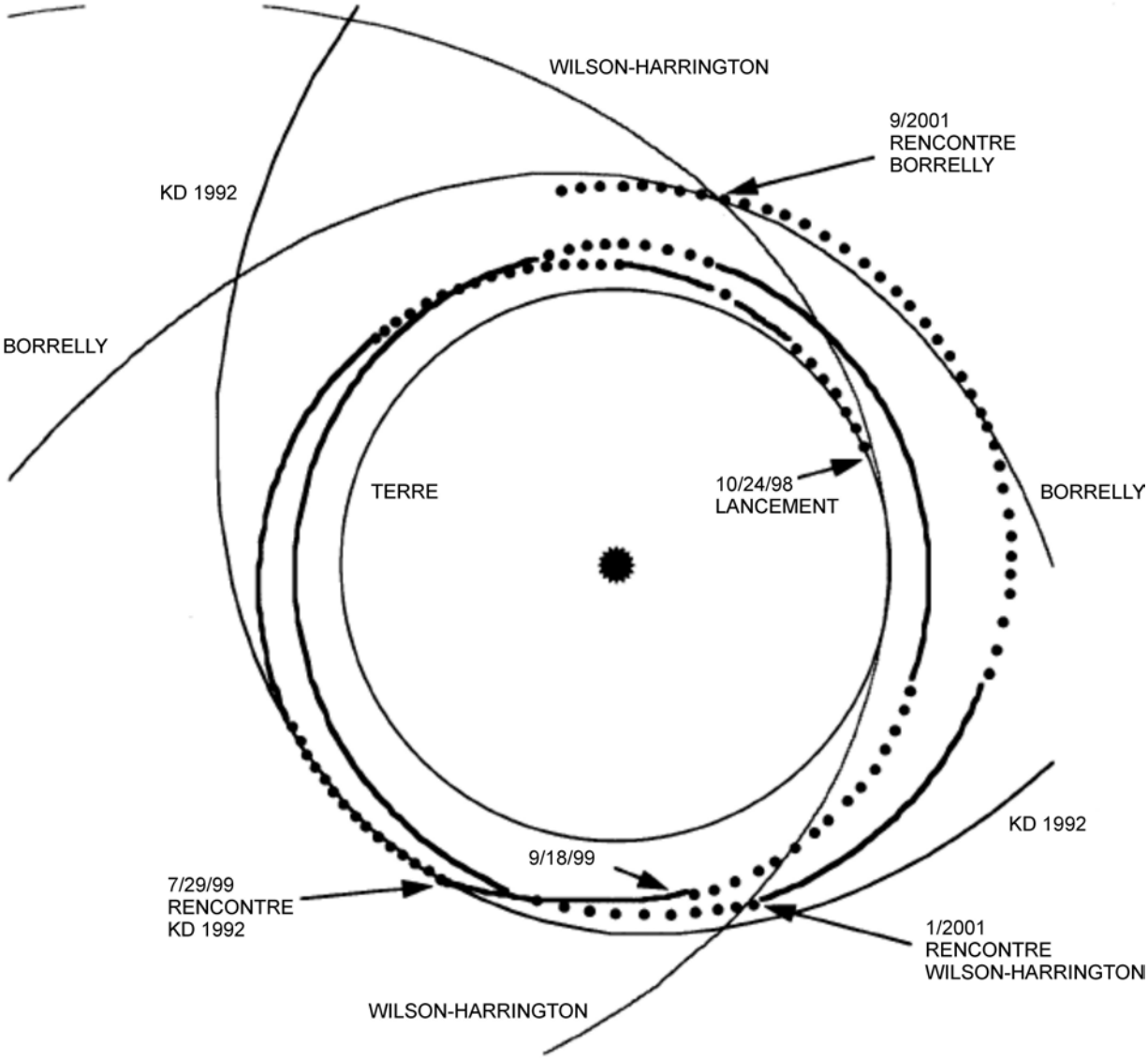
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Robots That Make a Difference », iRobot, 2008, Missions for Maritime Operations: Seaglider, Droit d'auteur 2007, par iRobot. Extrait le 20 novembre 2008, du site http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=393

Figure C-1 Planeur marin

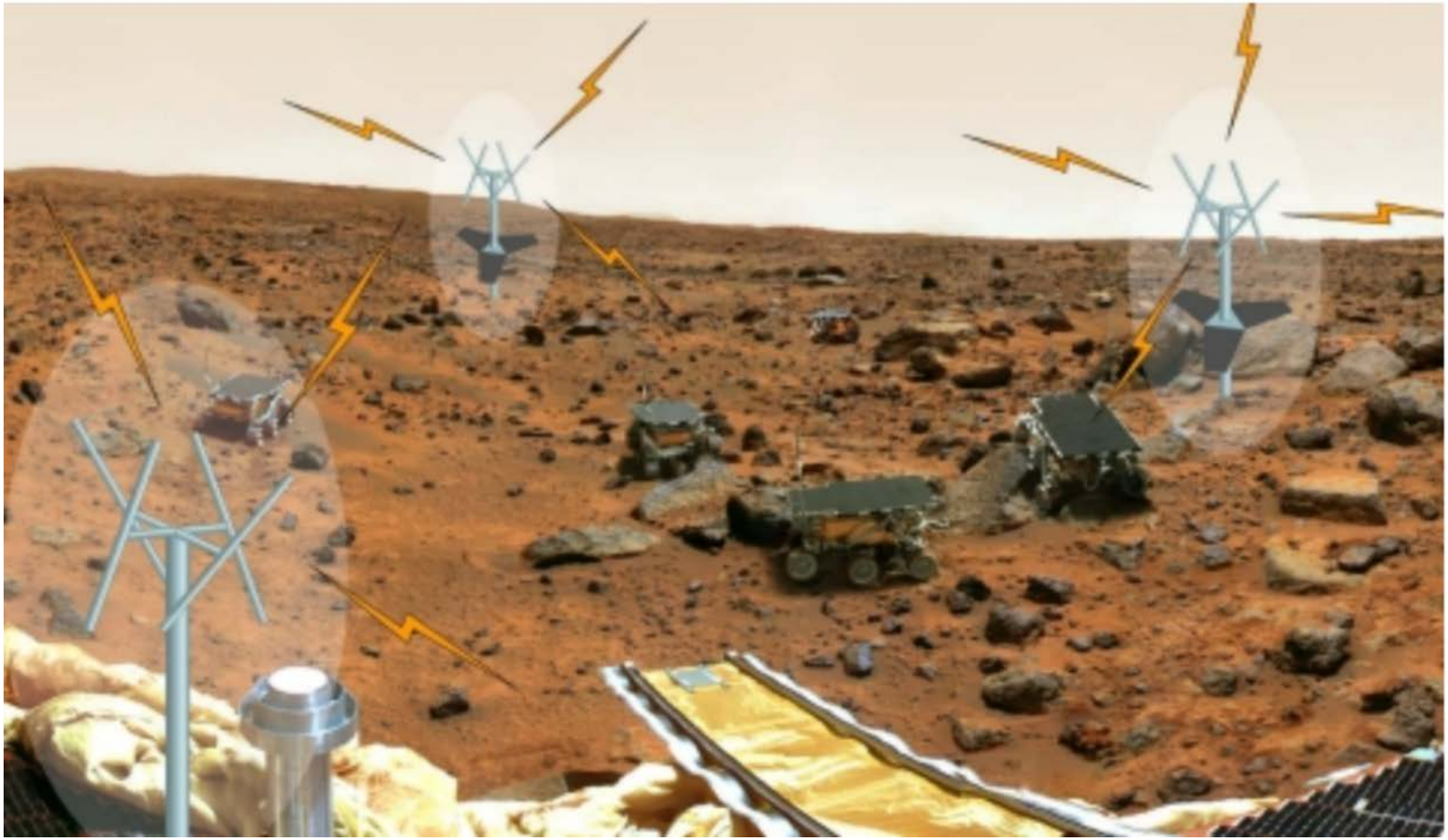
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de Results From the Deep Space 1 Technology Validation Mission, M. Rayman, P. Varghese, D. Lehman et L. Livesay. Droit d'auteur 1999, par American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. Extrait le 20 novembre 2008 du site http://nmp.jpl.nasa.gov/ds1/DS1_Primary_Mission.pdf

Figure C-2 Trajectoire de DS1

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 « ARL Projects », Stanford University Aerospace Robotics Laboratory, 2005, Mars Rover Navigation Using GPS Self-Calibrating Pseudolite Arrays. Extrait le 20 novembre 2008 du site : http://arl.stanford.edu/

Figure C-3 Réseau de pseudolites à étalonnage automatique

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.



Remarque. Tiré de « Robots That Make a Difference », iRobot, 2008, Missions for Ground Forces: Sniper Protection, Droit d'auteur 2007, par iRobot. Extrait le 20 novembre 2008, du site http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=165

Figure C-4 Détection de tireurs fous

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.