CADETS ROYAUX DE L'ARMÉE CANADIENNE

ÉTOILE ARGENT

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 3

OCOM M322.03 – IDENTIFIER LES COMPOSANTS D'UN SYSTÈME DE POSITIONNEMENT GLOBAL (GPS)

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 l'A-CR-CCP-703/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.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour cette leçon afin d'initier les cadets aux composants du GPS et de présenter les renseignements généraux.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit avoir identifié les éléments d'un système de positionnement global.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets soient capables d'identifier les éléments d'un système de positionnement global (GPS) pour qu'ils aient les connaissances préalables et l'information requise pour faire fonctionner efficacement un récepteur GPS lors de la navigation.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Discuter du GPS**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif



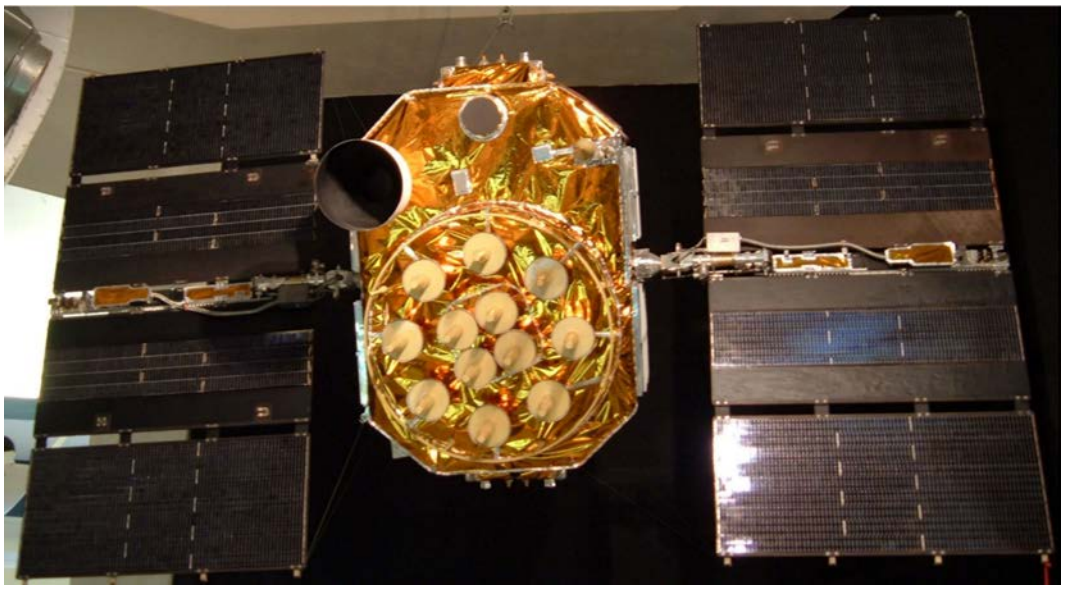
Déterminer le niveau de compréhension qu'ont les cadets par rapport au GPS en tenant une courte discussion.

On s'attend à ce que la plupart des cadets supposent que le GPS est l'appareil qu'une personne regarde pour déterminer le positionnement. Avant de passer au PE 2, s'assurer que les cadets comprennent que le GPS est une constellation de satellites et qu'il est constitué de plusieurs éléments.

DESCRIPTION DU GPS

Géolocalisation et navigation par un système de satellites (GNSS) est le terme générique pour les systèmes de navigation par satellite qui donnent le positionnement géospatial autonome avec couverture mondiale. Le système de positionnement global (GPS) est une constellation de satellites, de stations au sol et de récepteurs créés, exploités et appartenant aux États-Unis. Ce système est utilisé pour la navigation et pour permettre à ceux qui possèdent un récepteur GPS de savoir où ils sont 24 heures par jour, peu importe les conditions atmosphériques.

Le GPS représente un groupe de 21 satellites (plus trois en réserve) qui orbitent autour de la Terre et qui envoient des signaux de leur position à la surface de la Terre. Un récepteur GPS est un appareil électronique qui détecte les signaux des satellites et qui calcule la position du récepteur sur la Terre. Il peut donner la position, la vitesse, l'heure et l'altitude.



« Wikipedia », Global Positioning System. Extrait le 27 mars 2008 du site http:// en.wikipedia.org/wiki/Image:Global_Positioning_System_satellite.jpg

Figure 1 Satellite GPS

Le GPS des États-Unis n'est pas le seul système de navigation par satellite actuellement déployé dans l'espace. D'autres nations ont commencé à déployer ou ont déployé des systèmes de navigation par satellite semblables :

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

- Union européenne – système de radionavigation par satellite GALILEO
- Russie – le système de positionnement GLONASS,
- Chine – système de navigation par satellite BEIDOU.

COMMENT FONCTIONNE LE GPS

Le système est composé de trois parties ou segments : le segment spatial, le segment cheminement par triangulation et le segment utilisateur. Le segment spatial compte 24 satellites qui orbitent à 20 200 km au-dessus de la Terre et qui envoient des signaux vers cette dernière. Les signaux émettent la position de chaque satellite dans le ciel à l'aide d'un code électronique.

Chaque satellite accomplit une tâche primaire relativement simple : il transmet un signal de temporisation à partir d'une horloge atomique intégrée. Lorsqu'un appareil au sol reçoit ce signal, il peut déterminer sa distance par rapport au satellite.

Cette seule mesure n'est pas très utile, mais lorsqu'un récepteur GPS reçoit des signaux de temporisation de trois satellites différents, il peut déterminer deux coordonnées précises : la latitude et la longitude. Avec quatre signaux satellites, le récepteur GPS peut également déterminer l'altitude.



Un récepteur GPS peut aussi déterminer plus que la latitude, la longitude et l'altitude. Il peut aussi déterminer d'autres variables telles que la vitesse et la direction.

PARTIES DU GPS

Satellites

Le GPS et ses satellites possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le nombre minimum de satellites requis pour couvrir toute la Terre est de 18, cependant le nombre de satellites en orbite varie entre 24 et 29 satellites à cause des satellites de réserve et des satellites plus modernes.
- Les satellites orbitent de façon semi-synchrone (les orbites sont coordonnées, mais pas identiques).
- Chaque satellite complète une orbite toutes les 12 heures.
- Les satellites orbitent autour de la Terre à 20 200 km (12 552 milles) (les avions volent habituellement entre 11 et 13 km [37 000 pieds] d'altitude, la navette spatiale orbite à 370 km [230 milles] d'altitude).
- Chaque satellite possède trois principaux composants matériels :
    - **L'ordinateur.** Contrôle ses fonctions de vol et de commande.
    - **L'horloge atomique.** Calcule le temps à trois nanosecondes près (approximativement trois milliardièmes de secondes).
    - **L'émetteur radio.** Envoie les signaux à la Terre.

Les stations au sol

Le segment cheminement par triangulation du GPS est constitué de cinq stations au sol qui suivent les satellites, vérifient leur état et apportent les ajustements nécessaires pour assurer la précision du système. Le système entier fonctionne et est contrôlé par le ministère de la Défense des États-Unis. L'information venant des stations est acheminée vers une station de commande principale – le Centre commun d'opérations spatiales (CSOC) à la base aérienne de Schriever (Schriever Air Force Base) au Colorado où les données

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

sont traitées et les ajustements sont faits. Les cinq stations au sol sont à Hawaï, au Colorado, à Diego Garcia, sur l'île de l'Ascension et à Kwajalein.

Récepteurs

Les récepteurs GPS composent le segment utilisateur. C'est le récepteur GPS, qu'il s'agisse d'un avion, un camion, un bateau ou la main d'un randonneur pédestre, qui détecte les signaux radioélectriques des satellites et qui calcule la position du récepteur.

Quand on allume un récepteur, il interprète les signaux radioélectriques et extrait l'information sur la position du satellite. Le signal GPS émet l'information qui indique au récepteur la position de chaque satellite dans le système. Le récepteur interprète ensuite le signal radioélectrique pour calculer l'heure exacte. Cette opération est nécessaire pour calculer la position.

Les orbites des satellites GPS assurent qu'il y aura un minimum de quatre satellites qui couvriront toutes les régions de la Terre en tout temps. Le récepteur utilise le signal d'un satellite pour surveiller et synchroniser continuellement les horloges des autres satellites. Le récepteur reçoit les signaux des autres satellites et calcule la différence entre eux. Ce calcul donne la distance du récepteur par rapport à chaque satellite et, par triangulation, donne précisément sa position. Le récepteur, qui capte les signaux de quatre satellites, pourra déterminer le positionnement en donnant la latitude, la longitude et l'altitude de l'utilisateur (on peut seulement déterminer l'altitude avec les signaux de quatre satellites).

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS

Q1. Que signifie l'acronyme GPS?

Q2. De quoi sont responsables les stations au sol?

Q3. Comment un récepteur calcule-t-il votre position?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. L'acronyme GPS, de l'anglais *Global Positioning System*, signifie système de positionnement global.

R2. Les stations au sol ont la responsabilité de repérer les satellites, vérifier leur état et d'apporter les ajustements nécessaires pour assurer la précision du système.

R3. Le récepteur utilise le signal d'un satellite pour surveiller et synchroniser continuellement les horloges des autres satellites. Le récepteur reçoit les signaux des autres satellites et calcule la différence entre eux. Ce calcul donne la distance du récepteur par rapport à chaque satellite et, par triangulation, donne précisément sa position. Ce positionnement donne la latitude, la longitude et l'altitude de l'utilisateur.

Point d'enseignement 2 **Expliquer la terminologie du GPS**

Durée : 5 min Méthode : Exposé interactif



Au moment où les cadets se familiarisent avec les récepteurs GPS, ils peuvent tomber sur les termes qui suivent. Expliquer la terminologie aux cadets et leur donner des exemples lorsque c'est possible.

GPS. Le système de positionnement global est une constellation de 21 satellites (et trois de réserve) qui servent à déterminer la position, la vitesse, l'heure et l'altitude.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Positionnement en trois dimensions (3D). Nécessite les signaux de quatre satellites et donne la position telle que déterminée par la latitude, la longitude et l'altitude.

GPS assisté (A-GPS). Un GPS enrichi par la technologie cellulaire. Se retrouve surtout sur les nouveaux téléphones GPS. Le GPS assisté utilise les réseaux cellulaires pour l'aider à faire la localisation parce que les signaux GPS ne pénètrent pas à l'intérieur des bâtiments.

GPS différentiel (DGPS). Un récepteur fixe qui fonctionne conjointement avec les satellites pour corriger les erreurs de signaux de synchronisation, ce qui permet d'améliorer la précision de la mesure de positionnement.

Latitude. Lignes parallèles imaginaires et horizontales qui encerclent la Terre et qui s'étendent sur 90 degrés au Nord et 90 degrés au Sud de l'équateur. La ligne à l'équateur représente zéro degré de latitude.

Longitude. Lignes parallèles imaginaires et verticales qui descendent du pôle Nord au pôle Sud. Le premier méridien (zéro degré de longitude) passe par Greenwich, en Angleterre, et agit comme ligne de référence pour la mesure de la longitude. La latitude et la longitude forment une grille qui couvre la planète à partir de laquelle une personne peut extrapoler des coordonnées.

Triangulation. Ce que font les GPS pour déterminer la position à l'aide de données recueillies par au moins trois satellites GPS.

Système de renforcement à couverture étendue (WAAS). Améliore la précision et la disponibilité du GPS. Le WAAS a été conçu avec l'aviation en tête parce qu'il améliore la précision du récepteur GPS jusqu'à moins de trois mètres.

Point de passage. Une position intermédiaire entre les points de départ et d'arrivée le long d'une route de navigation. Si quelqu'un effectue trois arrêts le long de la route avant sa destination finale, le récepteur GPS va considérer chacun de ces trois arrêts comme un point de passage.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS

Q1. Qu'est-ce qu'un positionnement en trois dimensions?

Q2. Qu'est-ce que la triangulation?

Q3. Qu'est-ce qu'un point de passage?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Un positionnement en trois dimensions est la position, telle qu'elle est déterminée par la latitude, la longitude et l'altitude.

R2. La triangulation c'est ce que fait le récepteur GPS pour déterminer la position à l'aide de données recueillies par au moins trois satellites GPS.

R3. Un point de passage est une position intermédiaire entre les points de départ et d'arrivée le long d'une route de navigation.

Point d'enseignement 3 **Discuter des récepteurs GPS et des renseignements qu'ils fournissent**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

Le récepteur GPS est une pièce d'équipement qui traite les signaux émis par les satellites. L'information émise par les signaux qui est traitée par le récepteur peut être utilisée de plusieurs façons.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

PRÉCISION

La précision d'un récepteur GPS dépend du nombre de satellites qui lui envoient des signaux et de l'utilisation d'un système de renforcement. Un récepteur GPS sans WAAS mesure avec une précision de 5 m (16,4 pieds) 95 % du temps, et un récepteur GPS avec WAAS mesure à une précision de 3 m (9,8 pieds).

Le WAAS se trouve le plus souvent sur les récepteurs GPS des avions. Atterrir en toute sécurité dans le brouillard est difficile sans avoir le positionnement précis de la piste d'atterrissage.

DURÉE

Un récepteur GPS reçoit de l'information temporelle à partir d'horloges atomiques, donc il est plus précis qu'une montre-bracelet. Les récepteurs fournissent une variété d'information temporelle, telle que les statistiques de navigation suivantes :

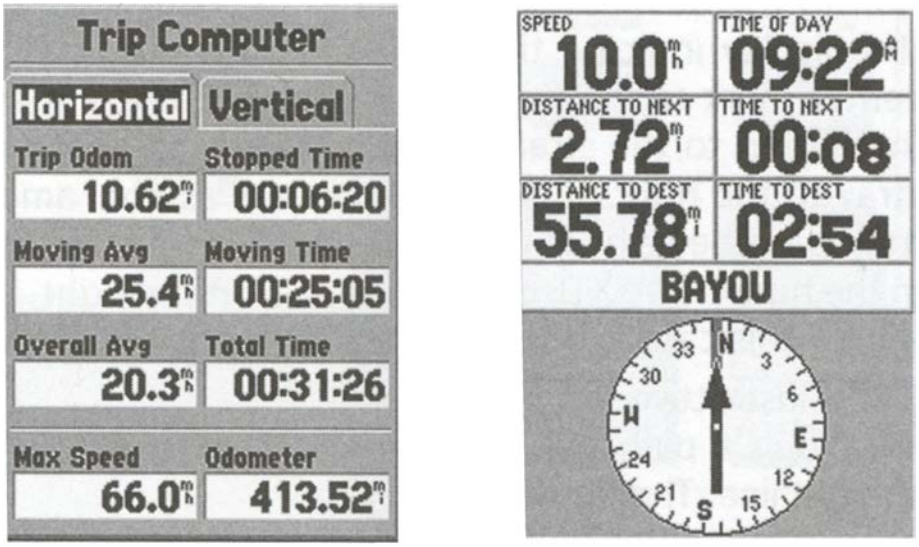
- **Heure d'arrivée prévue (HAP).** L'heure d'arrivée prévue (HAP) est l'heure à laquelle il est estimé que la personne arrivera à destination (par exemple, 12h30).
- **Durée prévue en route (ETE).** La durée prévue en route (ETE) indique le temps de voyage estimé avant l'arrivée à destination et elle est mesurée en minutes ou en heures.



Les HAP et ETE sont utiles seulement si on voyage en droite ligne, comme en bateau ou en avion. Par contre, si un itinéraire est planifié avec des points de passage pour se guider, la HAP et l'ETE pourront être assez précis pour que l'on puisse les suivre.

- **Durée du voyage.** Aussi connu sous le terme temps écoulé, l'indicateur de temps écoulé mesure le temps depuis la dernière remise en marche. On peut l'utiliser pour calculer la vitesse moyenne parce qu'il continue de compter le temps même si une personne est en mouvement ou non.
- **Temps en mouvement.** La durée de temps où la vitesse n'est pas zéro. Le chronomètre arrête de compter lorsque le mouvement est arrêté. Le temps en mouvement est utilisé pour calculer la vitesse moyenne en mouvement.
- **Temps en arrêt.** Le chronomètre de temps en arrêt compte seulement le temps en position immobile. C'est le temps qui passe sans bouger. Les temps calculés sur le chronomètre en mouvement et le chronomètre en arrêt devraient, une fois additionnés, correspondre à l'indicateur de temps du voyage.
- **Heure du jour.** Tous les récepteurs donnent l'heure du jour. Les satellites GPS donnent ce que l'on appelle l'heure GPS.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



L. Letham, GPS Made Easy, The Mountaineers (pages 54 et 55)

Figure 2 Écran de temps

ENDROIT

Le GPS donne la position en trois dimensions :

- latitude (coordonnée en x),
- longitude (coordonnée en y),
- l'altitude.

La position peut-être donnée à l'aide de différents systèmes de coordonnées (par exemple, latitude et longitude, projection cartographique de Mercator transverse universelle [MTU]).



Le calcul de l'altitude sur un récepteur GPS pour utilisation personnelle n'est pas très précis (+/- 15 m [49.2 pieds]).

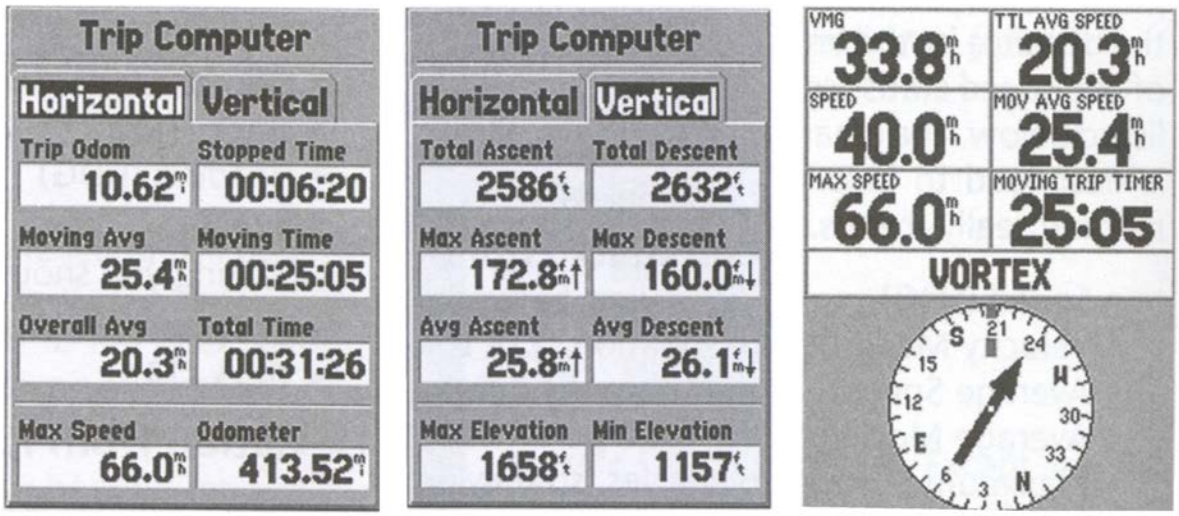
VITESSE

Un récepteur mesure le temps et la distance entre le point où une personne se trouve et le point où la personne se trouvait précédemment, puis divise la distance par le temps nécessaire pour se rendre à cet endroit (vitesse = distance/temps). Les statistiques pour la vitesse sont les suivantes :

- **Vitesse.** La vitesse, aussi connue sous le nom de vitesse rapportée au sol, est pareille à la vitesse affichée par l'indicateur de vitesse dans une auto. Elle mesure la vitesse à laquelle le véhicule se déplace à ce moment. La vitesse n'a rien à voir avec la trajectoire. C'est une mesure de vitesse qui ne tient pas compte de la direction.
- **Vitesse de déplacement (VMG).** La vitesse à laquelle on s'approche de la destination. La vitesse de déplacement (VMG) tient compte de la trajectoire et de la destination.
- **Vitesse moyenne.** On obtient la vitesse moyenne en divisant la distance par le temps nécessaire pour couvrir cette distance.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

- **Vitesse moyenne en mouvement.** La vitesse moyenne sans calculer le temps où le récepteur est immobile.
- **Vitesse maximale.** La plus grande vitesse atteinte pendant le voyage.
- **Vitesse verticale.** La vitesse instantanée mesurée pour les mouvements vers le haut et vers le bas seulement.
- **Vitesse moyenne d'ascension et de descente.** Comme la vitesse moyenne, la vitesse moyenne d'ascension et de descente représente la distance de mouvement vertical divisée par la durée de temps nécessaire pour faire le mouvement. C'est la mesure moyenne des changements de l'altitude.
- **Ascension et descente maximale.** La mesure maximale de changement vertical en position.



L. Letham, GPS Made Easy, The Mountaineers (pages 54 et 55)

Figure 3 Écrans de vitesse

DIRECTION DE DÉPLACEMENT

Un récepteur GPS peut afficher le sens du mouvement, si le récepteur est en mouvement. Si l'appareil est stationnaire, il ne peut utiliser les signaux satellites pour déterminer dans quelle direction une personne se dirige.

Certains appareils GPS possèdent une boussole électronique qui montre la direction dans laquelle le récepteur est pointé, qu'il soit en mouvement ou non. Toutes les directions calculées par un récepteur peuvent être exprimées en azimut ou en degrés.

EMPLACEMENT ENREGISTRÉ

Les positionnements peuvent être mis en mémoire dans un récepteur GPS. Il peut garder en mémoire l'endroit où une personne est allée et où elle désire aller. Ces positionnements sont des points de passage. Un récepteur GPS peut donner à une personne les indications et l'information pour se rendre à un point de passage.

DONNÉES CUMULATIVES

Un récepteur GPS peut retenir une multitude d'informations comme le chemin parcouru, la distance totale parcourue, la vitesse moyenne, le temps écoulé, et le temps d'arrivée à un endroit précis.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS

Q1. Quel est le degré de précision d'un récepteur GPS sans le dispositif WAAS?

Q2. Quelles sont les trois dimensions dans lesquelles le récepteur GPS donnera le positionnement?

Q3. Comment un récepteur GPS calcule-t-il la vitesse?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Un récepteur GPS sans WAAS mesure la position avec une précision de 5 m, 95 % du temps.

R2. Un récepteur GPS donne le positionnement dans les trois dimensions suivantes :

- latitude (coordonnée en x),
- longitude (coordonnée en y),
- altitude.

R3. Un récepteur mesure le temps et la distance entre le point où une personne se trouve et le point où la personne se trouvait précédemment, puis divise la distance par le temps nécessaire pour se rendre à cet endroit (vitesse = distance/temps).

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS

Q1. Qu'est-ce que le GPS?

Q2. Qu'est-ce que la triangulation?

Q3. Qu'est-ce qu'un point de passage?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Le GPS est une constellation de 24 satellites qui orbitent autour de la Terre, de récepteurs et de stations au sol. Ils servent à déterminer le positionnement, la vitesse et l'heure.

R2. La triangulation est ce que font les GPS pour déterminer leur position à l'aide de données recueillies par au moins trois satellites GPS.

R3. Un point de passage est une position intermédiaire entre les points de départ et d'arrivée le long d'une route de navigation. Si quelqu'un effectue trois arrêts le long de la route avant sa destination finale, le récepteur GPS va considérer chacun de ces trois arrêts comme un point de passage.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

OBSERVATIONS FINALES

L'instruction sur les GPS fera découvrir aux cadets un nouvel outil pour la navigation. Le GPS est une avancée technologique qui ne cesse d'évoluer vers de nouvelles techniques et méthodes de navigation. Comme ces avancées deviennent disponibles dans le programme des cadets, ils seront mis au défi de les apprendre et de les mettre en pratique pendant la navigation.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Il est recommandé que cet OCOM soit enseigné à l'extérieur.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C2-142 (ISBN 0-7645-6933-3) McNamara, J. (2004). *GPS for Dummies*. Hoboken, New Jersey, Wiley Publishing, Inc.

C2-143 (ISBN 1-58923-145-7) Featherstone, S. (2004). *Outdoor Guide to Using Your GPS*. Chanhassen, Minnesota, Creative Publishing International, Inc.

C2-144 (ISBN 0-07-223171-8) Broida, R. (2004). *How to Do Everything With Your GPS*. Emerville, Californie, McGraw-Hill.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-703/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-703-PF-002/A-CR-CCP-703-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.