

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

GPS

Table des matières

I	Les GPS.....	1
I.1	Principe du GPS.....	1
I.2	Précision de la position.....	2
I.3	Longitude et latitude.....	2
II	Les trames NMEA 0183.....	3
II.1	Présentation.....	3
II.2	Les trames.....	4
II.3	La trame GGA.....	5
II.4	La trame RMC.....	6
II.5	La trame GLL.....	7
II.6	La trame GSA.....	7
II.7	La trame GSV.....	8

Dans ce document, vous allez découvrir le principe d'un GPS et le format NMEA des données transmises.

I Les GPS

Un GPS (Global Positioning System) n'est pas à la base un appareil qui vous indique comment aller à votre rendez-vous. Le GPS est un système de géolocalisation par satellites utilisant un réseau de 24 satellites placés en orbite par le département de la Défense des ÉTATS-UNIS.

Techniquement, c'est un récepteur, comme un récepteur radio (à ne pas confondre avec une balise qui émet un signal). Il indique la position où il se trouve. Un GPS ne transmet aucune donnée, il n'est qu'un récepteur.

I.1 Principe du GPS

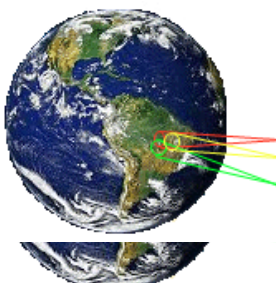
Le principe de fonctionnement des GPS est simple. Le GPS communique avec des satellites orbitant à 20 200 km d'altitude. Le système en comprend 24. Le GPS reçoit des signaux de ces satellites lui permettant de connaître la durée entre l'émission par le satellite et la réception par le GPS. Grâce à ce temps, il détermine la distance qui le sépare du satellite. Le GPS est donc positionné



sur un cercle correspondant à cette distance par rapport au satellite :

Avec les signaux de 2 satellites, on obtient deux cercles et le GPS est positionné à un des 2 points d'intersection des satellites.

Avec 3 satellites, on a donc un seul qui correspond à l'intersection des 3 cercles.



BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

Il faut en général un quatrième satellite pour tenir compte de l'altitude du GPS.

Ces explications restent à un niveau très simple.

I.2 Précision de la position

En réalité, un récepteur GPS capte les signaux d'au moins quatre satellites et peut, en calculant les temps de propagation de ces signaux entre les satellites et lui, connaître sa distance par rapport à ceux-ci et, par trilatération, situer précisément en trois dimensions n'importe quel point placé en visibilité des satellites GPS avec une précision de 15 à 100 mètres pour le système standard. Le GPS est ainsi utilisé pour localiser des véhicules roulants, des navires, des avions, des missiles et même des satellites évoluant en orbite basse.

Dans certains cas, seuls trois satellites peuvent suffire. La localisation en altitude (axe des Z) n'est pas d'emblée correcte alors que la longitude et la latitude (axe des X et des Y) sont encore bonnes. On peut donc se contenter de trois satellites lorsque l'on évolue au-dessus d'une surface "plane" (océan, mer). Ce type d'exception est surtout utile au positionnement d'engins volants (avions, etc.) qui ne peuvent de toute façon pas se reposer sur le seul GPS, trop imprécis pour leur donner leur altitude.

Concernant la précision, il est courant d'avoir une position à 20 mètres près ou moins. Le GPS étant un système développé pour les militaires américains, une disponibilité sélective a été prévue : certaines informations, en particulier celles concernant l'horloge des satellites, peuvent être volontairement dégradées et priver les récepteurs qui ne disposent pas des codes correspondants de la précision maximale. Pendant de nombreuses années, les civils n'avaient ainsi accès qu'à une faible précision (environ 100 m). Le 1er mai 2000, le président Bill Clinton a annoncé qu'il mettait fin à cette dégradation volontaire du service.

Certains systèmes GPS conçus pour des usages très particuliers peuvent fournir une localisation à quelques millimètres près. Le GPS différentiel (en anglais Differential global positioning system ou DGPS), corrige ainsi la position obtenue par GPS conventionnel par les données envoyées par une station terrestre de référence localisée très précisément. D'autres systèmes autonomes, affinant leur localisation au cours de 8 heures d'exposition parviennent à des résultats équivalents.

Des systèmes complémentaires d'amélioration de la précision ont été développés (SBAS, Satellite based augmentation system) comme WAAS en Amérique du Nord, MSAS au Japon ou EGNOS en Europe. Celui-ci développé par l'Union européenne est un réseau de quarante stations au sol dans toute l'Europe, couplé à des satellites géostationnaires, qui améliore la fiabilité et la précision des données du GPS, et corrige certaines erreurs. Certains de ces systèmes sont privés, et nécessitent un abonnement auprès d'un opérateur qui les diffuse (généralement par satellite). D'autres sont publics. De tels systèmes peuvent avoir une couverture limitée (région, pays), et leur précision est variable.

I.3 Longitude et latitude

Le GPS de base ne donne pas l'adresse à laquelle vous êtes. Dans les GPS pour les voitures par exemple, ils sont couplés à des cartes ce qui leur permet de connaître la position sur une carte. Le GPS que nous allons étudier ne donne que la position en latitude et longitude.

Rappels :

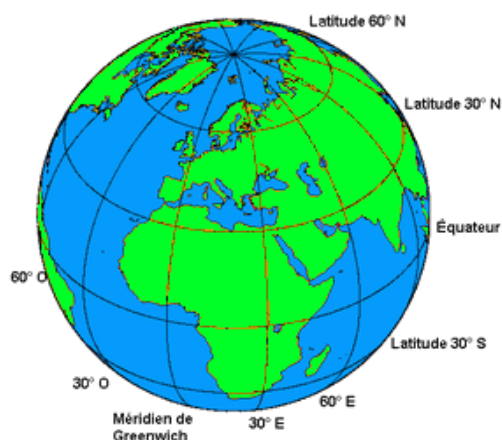
La **latitude** est une mesure angulaire, elle varie entre la valeur 0° à l'équateur et 90° aux pôles.

Tous les points de même **longitude** appartiennent à une ligne épousant la courbure terrestre, coupant à angle droit l'équateur et reliant le pôle Nord au pôle Sud, cette ligne est appelée méridien.

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

C'est donc une mesure angulaire sur 360° par rapport à un méridien de référence, le méridien de Greenwich. Cette mesure va de +180° à -180° ou de 180° Est à 180° Ouest.

Exemple : Paris : 48° 51' 44" Nord 2° 21' 3" Est



Le système sexagésimal est un système de numération utilisant la base 60. Notamment utilisé pour mesurer le temps ou les angles (en trigonométrie) et pour préciser des coordonnées géographiques.

L'unité standard du sexagésimal est le degré (360 degrés), puis la minute (60 minutes = 1 degré) puis la seconde (60 secondes = 1 minute).

La conversion de degrés décimaux en degrés sexagésimaux :

Exemple : soit une longitude de 121,135°

1. Le nombre avant la virgule indique les degrés => 121°
2. Multiplier le nombre après la virgule par 60 => 0,135 * 60 = 8,1
3. Le nombre avant la virgule devient la minute (8')
4. Multiplier le nombre après la virgule par 60 => 0,1 * 60 = 6
5. Le résultat correspond aux secondes (6")
6. Notre longitude sera de 121° 8' 6".

La conversion de degrés sexagésimaux en degrés décimaux :

Exemple : soit une latitude de 45° 53' 36" (45 degrés, 53 minutes et 36 secondes). Exprimée en degrés décimaux, la latitude sera égale à : latitude = 45 + (53 / 60) + (36 / 3600) = 45.89

Formulation générale : latitude (degrés décimaux) = degrés + (minutes / 60) + (secondes / 3600)

II Les trames NMEA 0183

Le GPS transmet de lui-même un certain nombre de trames suite aux informations reçues des satellites. Ces trames sont au format défini par la norme NMEA 0183.

II.1 Présentation

NMEA - National Marine & Electronics Association, est une Association à but non lucratif fondée par un groupement de professionnels de l'industrie de l'électronique des périphériques marine, conjointement avec des fabricants, des distributeurs, des revendeurs, des institutions d'enseignements. Leur but est entre autres, d'harmoniser et standardiser les équipements de la marine.

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

Le standard NMEA est à l'origine de nombreux standards et en particulier du Standard NMEA-0183 qui nous intéresse le plus et est défini comme étant le protocole de transmission des données entre les instruments et les équipements électroniques liés au GPS.

Les trames NMEA permettent de connaître une position et également le nombre de satellites captés, leur position dans le ciel, ...

II.2 Les trames

La transmission des données se fait par une liaison série qui a les caractéristiques suivantes : **8 bits de données, 2 bits de stop, pas de parité, 4800 bauds, pas de contrôle de flux.**

Toutes les trames sont transmises en format ASCII et commence par le caractère \$ suivi par un groupe de 2 lettres pour l'identifiant du récepteur :

- x GP : Global Positioning System
- x LC : Loran-C receive
- x OM : Omega Navigation receiver
- x II : Integrated Instrumentation

Le groupe de 3 lettres suivant précise l'identifiant de la trame :

- x AAM : Alarme du point de destination
- x ALM : Données de l'almanach GPS
- x APA : Pilote automatique format A
- x APB : Pilote automatique format B
- x ASD : Pilote automatique, données système
- x BEC : Azimut et distance jusqu'au point fixe
- x BOD : Azimut de l'origine à la destination
- x BWC : Azimut et distance jusqu'au point fixe - Grand cercle
- x BWR : Azimut et distance jusqu'au point fixe
- x BWV : Azimut de point fixe à point fixe
- x DBT : Profondeur sous la sonde
- x DCN : Position DECCA
- x DPT : Profondeur
- x FSI : Informations de fréquences
- x GGA : Données du point du système de positionnement mondial
- x GLL : Position vraie
- x GSA : Dilution de la précision et satellites GPS actifs
- x GSV : Satellites en vue
- x HDT : Cap vrai
- x R00 : Liste des points fixes de la route active
- x RMA : Informations minimums recommandées spécifiques au Loran C
- x RMB : Informations minimums de navigation envoyées quand un point fixe de destination est actif
- x RMC : Informations minimums recommandées spécifiques au GPS

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

- x RTE : Points de la route active
- x TRF : Données du point TRANSIT
- x VBW : Vitesse fond et vitesse surface en noeuds
- x VTG : Vitesse et cap
- x WPL : Données des points fixes
- x XTE : Ecart de route
- x ZDA : Date et Heure
- x ZTA : Heure d'arrivée

Ce groupe est suivi ensuite d'un certain nombre de champs séparés par une "virgule". Le rôle de la virgule est d'être le séparateur de champs.

Les trames finissent par une étoile suivie d'une somme de contrôle et des deux caractères ASCII retour chariot (<CR> ou '\r') et saut de ligne (LF ou '\n'). La somme de contrôle est calculée en effectuant le "ou" exclusif (xor) entre tous les caractères ASCII de la trame jusqu'à l'étoile non incluse sans prendre le \$ de début. Ensuite cette somme est transformée en hexadécimal puis en ASCII (valeur de A à F en majuscule).

Une trame comprend au maximum 82 caractères.

Exemple de trames :

```
$GPGGA,100002.912,4852.9620,N,00236.7462,E,1,03,2.4,-47.3,M,47.3,M,,0000*4B
$GPGSA,A,2,27,10,02,,,,,,,,,2.6,2.4,1.0*36
$GPRMC,100002.912,A,4852.9620,N,00236.7462,E,1.28,303.36,270608,,*09
$GPGGA,100003.916,4852.9563,N,00236.7524,E,1,03,2.4,-47.3,M,47.3,M,,0000*49
$GPGSA,A,2,27,10,02,,,,,,,,,2.6,2.4,1.0*36
$GPGSV,3,1,11,27,70,110,23,10,44,301,34,02,42,241,30,08,67,130,*77
$GPGSV,3,3,11,24,21,315,,06,01,314,,07,00,340,24*4C
$GPRMC,100003.916,A,4852.9563,N,00236.7524,E,0.44,149.95,270608,,*05
```

Les latitude et longitude sont données sous la forme DDMM.MMM (latitude) ou DDDMM.MMMM (longitude) où DD ou DDD est la valeur en degrés et MM.MMMM la valeur en minutes. Pour les obtenir en degrés, minutes et secondes, il faut prendre les deux ou trois premiers chiffres pour les degrés, les deux suivants pour les minutes et les trois derniers doivent être multipliés par 60 pour obtenir les secondes.

Exemples : une latitude de 4124.8963 donne 41° 24' 54", une longitude de 08151.6838 donne 81° 51' 41".

Seules les 4 trames émises par notre GPS sont étudiées plus à fond.

II.3 La trame GGA

La trame GGA est très courante car elle fait partie de celles qui sont utilisées pour connaître la position courante du récepteur GPS.

```
$GPGGA, HHMMSS.SSS, DDMM.MMMM, N, DDDMM.MMMM, W, X, XX, X.X, XXXX, M, XXXX, M, SSSS, XXXX <CR><LF>
```

- x HHMMSS.SSS : Heures, minutes, secondes UTC en millièmes de seconde
- x DDMM.MMMM : Latitude en dix millièmes de degré
- x N : N = Nord, S = Sud
- x DDDMM.MMMM : Longitude en dix millièmes de degré
- x W : E = Est, W = Ouest

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

- x X : 0 = point non calé, 1 = point calé, 2 = point calé en mode différentiel, 6 point estimé
- x XX : Nombre de satellites
- x X.X : Dilution horizontale de la précision
- x XXXX, M : Altitude en mètres de l'antenne au dessus du niveau de la mer
- x XXXX, M : Différence en mètres entre l'ellipsoïde WGS84 et le niveau moyen de la mer
- x SSSS : Age des données différentielles en secondes
- x XXXX : Numéro de la station différentielle

Les données DGPS ne sont pas transmises en mode GPS normal, seules les virgules apparaissent.

Exemple : \$GPGGA,123519.000,4807.038,N,01131.324,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M, , *42<CR><LF>

- x 123519 = Acquisition du FIX à 12:35:19 UTC
- x 4807.038,N = Latitude 48°07.038' N ou 48° 07' 23"
- x 01131.324,E = Longitude 11°31.324' E
- x 1 = Fix qualification : (0 = non valide, 1 = Fix GPS, 2 = Fix DGPS)
- x 08 = Nombre de satellites en poursuite.
- x 0.9 = DOP (Horizontal dilution of position) Dilution horizontale.
- x 545.4,M = Altitude, en mètres, au dessus du MSL (mean see level) niveau moyen des Océans.
- x 46.9,M = Correction de la hauteur de la géoïde en mètres par rapport à l'ellipsoïde WGS84 (MSL).
- x (Champ vide) = nombre de secondes écoulées depuis la dernière mise à jour DGPS.
- x (Champ vide) = Identification de la station DGPS.
- x 42 = Checksum

II.4 La trame RMC

Une autre trame très courante pour les bateaux est la RMC, qui donne l'heure, la latitude, la longitude, la date, ainsi que la vitesse et la route sur le fond mais pas l'altitude.

\$GPRMC, HHMMSS.SSS, A, DDMM.MMMM, N, DDDMM.MMMM, W, XX.X, XXX, JJMMAA, XXX, W, <CR><LF>

- x HHMMSS.SSS : Heures, minutes, secondes UTC en millièmes de second
- x A : A = point valide, V = point non valide
- x DDMM.MMM : Latitude en dix millièmes de degré
- x N : N = Nord, S = Sud
- x DDDMM.MMM : Longitude en dix millièmes de degré
- x W : E = Est, W = Ouest
- x XX.X : Vitesse fond en nœuds
- x XXX : Cap vrai en degrés
- x JJMMAA : Jour, mois, année
- x XXX : Variation
- x W : W = correction +, E = correction -
- x Le champ 2 (A) est là pour nous indiquer si les données fournies sont fiables ou non.

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

Exemple : \$GPRMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194,020.3,E*68<CR><LF>

- x 225446 = Heure du Fix 22:54:46 UTC
- x A = Alerte du logiciel de navigation (A = OK, V = warning (alerte)
- x 4916.45,N = Latitude 49°16.45' North
- x 12311.12,W = Longitude 123°11.12' West
- x 000.5 = vitesse sol, Knots
- x 054.7 = cap (vrai)
- x 191194 = Date du fix 19 Novembre 1994
- x 020.3,E = Déclinaison Magnetique 20.3 deg Est
- x 68 = checksum obligatoire

II.5 La trame GLL

Positionnement Géographique Longitude-Latitude

\$GPGLL,DDMM.MMMM,N,DDDMM.MMMM,W,HHMMSS.SS,S*CC <CR><LF>

- x DDMM.MMMM : Latitude en in degrés, minutes, et minutes en décimal
- x N : N = Nord, S = Sud
- x DDDMM.MMMM : Longitude en in degrés, minutes, et minutes en décimal
- x W : E = Est, W = Ouest
- x HHMMSS.SSS : Heures, minutes, secondes UTC en millièmes de seconde
- x S : status (A = données valides)
- x CC : somme de contrôle (checksum)

Exemple : \$GPGLL,0000.72577,S,00002.91089,W,160548.26,A*0A

- x 0000.72577,S = Latitude 0°.72' Sud
- x 00002.91089,W = Longitude 2°.91' Ouest
- x 160548.26 = Heure de réception du signal : 16h05 48sec et 26 centième
- x A = Signal Données valides
- x 0A = Checksum

II.6 La trame GSA

Dilution de la précision et satellites GPS actifs

\$GPGSA, S, D, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, X.X, X.X, X.X, <CR><LF>

- x S : A = sélection automatique d'un point 2d ou 3d, M = manuel
- x D : 1 = point non valide, 2 = 2d, 3 = 3d
- x XX (12 fois) : Id des satellites utilisés (Nombre aléatoire, emplacements pour 12 mais certains sont vides)
- x X.X : Dilution de la précision de position
- x X.X : Dilution de la précision horizontale
- x X.X : Dilution de la précision verticale

Exemple : \$GPGSA,A,3,04,05,,09,12,,,24,,,,,2.5,1.3,2.1*39<CR><LF>

- x A= Sélection Automatique 2D ou 3D du FIX (M=Manuel)

BTS SNIR	Document ressource
Lycée Jean Rostand Villepinte	GPS

- x 3 = Fix 3D
- x 04,05... = PRNs (N° d'Id) des satellites utilisés pour le FIX (maximum 12 satellites)
- x 2.5 = PDOP (dilution de précision)
- x 1.3 = Dilution de précision horizontale (HDOP)
- x 2.1 = Dilution de précision verticale (VDOP)
- x 39 = Checksum

Note : La DOP, dilution de précision est une indication de l'effet de la géométrie des satellites sur la précision du Fix.

II.7 La trame GSV

Satellites en vue

```
$GPGSV, N, X, SS, XX, XXX, XX, XX, XX, XXX, XX, XX, XX, XXX, XX, XX, XX, XXX, XX, XX, <CR><LF>
```

- x N : Nombre de messages pour lister tous les satellites
- x X : Numéro de ce message
- x SS : Nombre de satellites en vue
- x XX, XXX, XX, XX : Id du satellite, élévation en degrés (max. 90), azimut en degrés (depuis le nord vrai), niveau du signal (Emplacement pour 4 satellites)
- x La dernière série d'informations est donnée 4 fois pour chaque satellite.

Exemple : \$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75<CR><LF>

- x 2 = Nombre de trames GSV avec les données complètes.
- x 1 = Trame 1 de 2 trames (jusqu'à 3 trames)
- x 08 = Nombre de satellites visibles (SV).
- x 01 = N° d'identification du 1er Satellite.
- x 40 = Élévation en degrés du 1er Satellite.
- x 083 = Azimut en degrés du 1er Satellite.
- x 46 = Force du signal du 1er Satellite (Plus grand=meilleur)
- x Cette séquence se répète jusqu'à 4 satellites par trames. On peut donc avoir jusqu'à 3 trames GSV dans une transmission (12 satellites).
- x 75 = checksum