




Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union 

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union 



DÉVELOPPEMENT D'UN PROGRAMME DE FORMATION  
POUR L'AMÉLIORATION DE L'UTILISATION DES OUTILS  
TIC DANS LA MISE EN ŒUVRE DE L'AGRICULTURE DE  
PRÉCISION  
2018-1-ES01-KA202-050709

## **Pratique Configuration du GPS – Etudiants**

Auteurs: UPC

Date: Mai 2020

*Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Cette publication n'engage que son auteur et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'elle contient.*

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
1.1	NMEA.....	2
1.2	Rapport Signal sur Bruit SNR.....	5
1.3	Récepteur GNSS.....	5
1.3.1	Position des satellites .....	7
<b>2</b>	<b>Pratique.....</b>	<b>8</b>
2.1	Appli GPS TEST .....	8
2.2	Appli GPS NMEA .....	9

# 1 Introduction

## 1.1 NMEA

<https://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm#GGA>

La National Marine Electronics Association (NMEA) a élaboré une spécification qui définit l'interface entre divers équipements électroniques marins. Cette norme permet à l'électronique marine d'envoyer des informations à des ordinateurs et à d'autres équipements marins. Une copie complète de cette norme est disponible à l'achat sur leur site web. Aucune des informations contenues dans ce site ne provient de cette norme et je n'en possède pas de copie. Quiconque tente de concevoir quelque chose selon cette norme devrait en obtenir une copie officielle.

La communication des récepteurs GPS est définie dans cette spécification. La plupart des programmes informatiques qui fournissent des informations sur la position en temps réel comprennent et attendent que les données soient au format NMEA. Ces données comprennent la solution PVT (position, vitesse, temps) complète calculée par le récepteur GPS. L'idée de NMEA est d'envoyer une ligne de données appelée phrase qui est totalement autonome et indépendante des autres phrases. Il existe des phrases standard pour chaque catégorie d'appareil et il est également possible de définir des phrases propriétaires à utiliser par l'entreprise. Toutes les phrases standard ont un préfixe de deux lettres qui définit le dispositif qui utilise ce type de phrase. (Pour les récepteurs GPS, le préfixe est GP.), suivi d'une séquence de trois lettres qui définit le contenu de la phrase. En outre, NMEA permet aux fabricants de matériel informatique de définir leurs propres phrases propriétaires pour n'importe quel usage qu'ils jugent approprié. Toutes les phrases propriétaires commencent par la lettre P et sont suivies de 3 lettres qui identifient le fabricant qui contrôle cette phrase. Par exemple, une phrase Garmin commencerait par PGRM et Magellan par PMGN.

Chaque phrase commence par un "\$" et se termine par une séquence de retour chariot/saut de ligne. Le texte visible ne doit pas dépasser 80 caractères (plus les terminaisons de ligne). Les données sont contenues dans cette ligne unique, les éléments de données étant séparés par des virgules. Les données elles-mêmes ne sont que du texte ascii et peuvent s'étendre sur plusieurs phrases dans certains cas spécialisés, mais sont normalement contenues dans une seule phrase de longueur variable. Les données peuvent varier en termes de précision dans le message. Par exemple, l'heure peut être indiquée avec des décimales d'une seconde ou la position peut être indiquée avec 3 ou même 4 chiffres après la virgule. Les programmes qui lisent les données doivent uniquement utiliser les virgules pour déterminer les limites des champs et ne pas dépendre des positions des colonnes. Une somme de contrôle est prévue à la fin de chaque phrase, qui peut être vérifiée

ou non par l'unité qui lit les données. Le champ de somme de contrôle se compose d'un "\*" et de deux chiffres hexadécimaux représentant un OU exclusif de 8 bits de tous les caractères compris entre, mais non compris, le "\$" et le "\*". Une somme de contrôle est requise pour certaines phrases. Le NMEA se compose de phrases dont le premier mot, appelé type de données, définit l'interprétation du reste de la phrase. Chaque type de données a sa propre interprétation unique et est défini dans la norme NMEA. La phrase GGA (illustrée ci-dessous) est un exemple qui fournit des données essentielles pour le repérage. D'autres phrases peuvent répéter certaines des mêmes informations, mais fournissent également de nouvelles données. Le dispositif ou le programme qui lit les données peut rechercher la phrase de données qui l'intéresse et ignorer simplement les autres phrases qui ne l'intéressent pas. Dans la norme NMEA, il n'y a pas de commande pour indiquer que le GPS doit faire quelque chose de différent. Au lieu de cela, chaque récepteur envoie simplement toutes les données et s'attend à ce que la plupart d'entre elles soient ignorées. Certains récepteurs ont des commandes à l'intérieur de l'unité qui peuvent sélectionner un sous-ensemble de toutes les phrases ou, dans certains cas, même les phrases individuelles à envoyer. Il n'y a aucun moyen d'indiquer à l'unité si la phrase est lue correctement ou de demander un nouvel envoi de certaines données que vous n'avez pas reçues. Au lieu de cela, l'unité de réception vérifie simplement la somme de contrôle et ignore les données si la somme de contrôle est mauvaise, en pensant que les données seront envoyées à nouveau ultérieurement.

Il existe de nombreuses phrases dans la norme NMEA pour toutes sortes de dispositifs qui peuvent être utilisés dans un environnement marin. Certaines de celles qui s'appliquent aux récepteurs GPS sont énumérées ci-dessous : (tous les messages commencent par GP.) (les phrases en gras sont les plus utilisées)

- AAM - Alarme d'arrivée au point de cheminement
- ALM - Données de l'almanach
- APA - Phrase du pilote automatique A
- APB - Phrase B du pilote automatique
- BOD - Relèvement de l'origine à la destination
- BWC - Relèvement utilisant la route orthodromique
- DTM - Datum utilisé.
- GGA - Informations sur la position
- GLL - Données Lat/Lon
- GRS - Résidus de la portée GPS
- GSA - Données globales du satellite
- GST - Statistiques du bruit de pseudo-distance du GPS
- GSV - Données détaillées du satellite
- MSK - Commande d'envoi pour un récepteur de balise
- MSS - Informations sur l'état du récepteur de balise.
- RMA - données Loran recommandées
- RMB - données de navigation recommandées pour le gps
- RMC - données minimales recommandées pour le GPS
- RTE - message de route

TRF - Données de repérage en transit  
 STN - ID de données multiples  
 VBW - données doubles  
 VTG - Trajectoire vectorielle et vitesse au-dessus du sol  
 WCV - Vitesse de fermeture du point de cheminement (Velocity Made Good)  
 WPL - Information sur l'emplacement du point de cheminement  
 XTC - erreur de dérive  
 XTE - erreur de croisement mesurée  
 ZTG - Heure zouloue (UTC) et heure de départ (vers la destination)  
 ZDA - Date et heure

Dans le lien ci-dessus, la signification de chaque phrase peut être trouvée dans ce format:

**GGA** – données fixes essentielles qui permettent de déterminer la localisation 3D et les données de précision.

eg. : \$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,\*47

où:

<b>GGA</b>	Global Positioning System Fix Data
<b>123519</b>	Acquisition prise à 12:35:19 UTC
<b>4807.038,N</b>	Latitude 48 deg 07.038' N
<b>01131.000,E</b>	Longitude 11 deg 31.000' E
<b>1</b>	Fix quality: 0 = invalid 1 = GPS fix (SPS) 2 = DGPS fix 3 = PPS fix 4 = Real Time Kinematic 5 = Float RTK 6 = estimated (dead reckoning) (2.3 feature) 7 = Manual input mode 8 = Simulation mode
<b>08</b>	Nombre de satellites collectés
<b>0.9</b>	Dilution de precision Horizontale
<b>545.4,M</b>	Altitude, Metres, au dessus du niveau de la mer

## 1.2 Rapport Signal sur Bruit SNR

<https://sciencing.com/convert-decibel-increase-percent-8208377.html>

Les unités SNR sont des décibels, qui déterminent le rapport de puissance du signal entre deux sources. Lorsque la puissance du premier signal l'emporte sur celle du second, une perte se produit ; cela peut être souhaitable, comme dans le cas de l'utilisation de tapis pour rendre une bibliothèque silencieuse, ou cela peut être préjudiciable, comme lorsqu'un mauvais câble affaiblit les signaux électriques d'une antenne en route vers votre téléviseur.

Utilisation de dB :

" Mesurez le signal atténué avec le même appareil de mesure ; c'est le signal pour lequel vous attendez une réduction de la puissance. Par exemple, une antenne capte un signal radio ; au niveau de l'antenne, le compteur mesure 20 milliwatts, mais le long câble relié à l'antenne réduit la puissance à 5 milliwatts. Dans ce cas, vous mesurez le signal atténué à l'extrémité de sortie du long câble. Notez les résultats en les étiquetant "atténué".

Solution : Divisez la puissance du premier signal par la puissance du second pour trouver le rapport des deux signaux. Par exemple, si le signal A a une puissance de 20 mW et le signal B une puissance de 5 mW :  $20/5 = 4$ . Prenez le logarithme du rapport des signaux en appuyant sur la touche log de la calculatrice scientifique. Par exemple :  $\log 4 = 0,602$ . Multipliez cette réponse par 10 pour trouver les décibels. Dans l'exemple :  $0,602 \times 10 = 6$  décibels (dB). "

Les chiffres du rapport signal/bruit concernent la force du signal souhaité par rapport au bruit indésirable. Plus le chiffre est élevé, plus le signal souhaité "ressort" par rapport au bruit, ce qui signifie une transmission plus claire et de meilleure qualité technique. Un chiffre négatif signifie que le bruit est plus fort que le signal souhaité, ce qui peut entraîner des problèmes, comme une conversation téléphonique trop confuse pour être comprise. Pour une transmission vocale de qualité moyenne, comme un signal cellulaire, le rapport signal/bruit est en moyenne de 30 dB, soit un signal 1 000 fois plus fort que le bruit. Certains équipements audio ont un SNR de 90 dB ou plus ; dans ce cas, le signal est 1 milliard de fois plus fort que le bruit.

Si vos mesures de signal et de bruit sont déjà exprimées en dB, il suffit de soustraire le facteur de bruit du signal principal :  $S - N$ . Car lorsque vous soustrayez des logarithmes, cela revient à diviser des nombres normaux. La différence entre les deux nombres est le SNR. Par exemple : vous mesurez un signal radio d'une intensité de -5 dB et un signal de bruit de -40 dB. Alors le  $SNR = -5 - (-40) = 35$  dB.

Nous avons donc deux formules à utiliser :

$SNR1 = \text{Signal (W)} / \text{Bruit (W)}$

$SNR (dB) = 10 * \log (SNR1) = \text{Signal (dB)} - \text{Bruit (dB)}$

## 1.3 Récepteur GNSS

Il existe de nombreux dispositifs GNSS que vous pouvez utiliser pour enregistrer des traces. Cela inclut les enregistreurs GPS dédiés, les smartphones avec GNSS intégré (de nombreux téléphones appellent simplement cela "GPS"), et tout ce qui se trouve entre les deux. Comme vous pouvez vous y attendre, la qualité et les fonctionnalités du récepteur GNSS que vous utilisez peuvent avoir un impact considérable sur la précision de vos enregistrements. Les domaines suivants sont particulièrement importants.

[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Accuracy\\_of\\_GPS\\_data](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Accuracy_of_GPS_data)

### 1. Systèmes GNSS que l'appareil peut recevoir

De nombreux appareils modernes sont capables de recevoir de nombreux systèmes GNSS en même temps. Les récepteurs GPS ont été les premiers systèmes capables de le faire, mais aujourd'hui, de nombreux systèmes le sont. Ils peuvent notamment recevoir les signaux de GPS, Galileo, QZSS, Beidou, et ainsi de suite. Plus un appareil est capable de recevoir de systèmes, plus il sera résistant lors de l'enregistrement de la position et des traces.

### 2. Bandes de fréquences GNSS que l'appareil peut recevoir

Historiquement, les appareils GNSS grand public ne pouvaient recevoir que dans ce que l'on appelle la bande L supérieure, dans la gamme des 1500 MHz. Dans la bande L supérieure, le GPS reçoit le signal L1, Galileo le signal E1 et GLONASS le signal G1. La plupart des récepteurs GNSS qui ne peuvent recevoir que la bande L supérieure discutent généralement d'une précision maximale d'environ 3 mètres. Cependant, certains appareils GNSS nouvellement commercialisés peuvent exploiter les signaux GNSS les plus récents de la bande L inférieure, représentés par L5 dans GPS, G3 dans GLONASS, et E5a et E5b dans Galileo. Ces signaux plus récents sont diffusés dans la gamme 1100-1200 MHz ; ils pénètrent plus facilement les structures et sont moins sujets aux réflexions ; de plus, une bande supplémentaire permet de corriger les effets atmosphériques. La possibilité de recevoir les deux bandes dans un appareil GNSS est un avantage considérable, et les appareils qui y parviennent annoncent des précisions pouvant atteindre 30 centimètres (au lieu des 3 mètres habituels). Les appareils GNSS qui offrent cette possibilité sont presque toujours appelés "GPS bibande" ou "GNSS bibande". Si vous envisagez d'utiliser un appareil pour effectuer des tracés GNSS/GPS, l'achat d'un appareil à double bande, si possible, vous permettra d'obtenir une plus grande précision.

### 3. Antenne

De toute évidence, une bonne antenne (également appelée antenne) est nécessaire pour détecter les signaux de message provenant des satellites GNSS. La puissance d'un signal GNSS est souvent exprimée en décibels rapportés à un milliwatt (dBm). Lorsqu'un signal GNSS a parcouru la distance entre un satellite dans l'espace et la surface de la Terre, le signal est

généralement aussi faible que -125dBm à -130dBm, même dans un ciel dégagé. Dans les environnements urbains construits ou sous le couvert des arbres, le signal peut descendre jusqu'à -150dBm (plus la valeur négative est grande, plus le signal est faible). À ce niveau, certains appareils GNSS auront du mal à effectuer une acquisition/réparation initiale du signal (mais pourront continuer à suivre si un signal a d'abord été acquis en plein air). Un bon récepteur GNSS à haute sensibilité peut acquérir des signaux jusqu'à -155 dBm et le suivi peut être poursuivi jusqu'à des niveaux proches de -165 dBm.

#### 4. Nombre de canaux de réception GNSS simultanés

Comme décrit dans le cours sur le GPS, 3 satellites GPS visibles fournissent en théorie toutes les données dont vous avez besoin pour calculer une localisation raisonnablement précise. En pratique, cependant, les signaux doivent être reçus d'un minimum de quatre satellites GPS afin de corriger les erreurs : plus il y en a, mieux c'est. Les récepteurs GNSS modernes disposent de suffisamment de "canaux de poursuite" pour suivre plusieurs satellites à la fois, et peuvent généralement le faire pour plusieurs fournisseurs GNSS. Un plus grand nombre de canaux de réception simultanés est utile pour la précision globale, pour réduire le temps nécessaire à l'obtention d'une position initiale (démarrage à froid) et pour réduire la consommation d'énergie.

#### 5. Algorithmes de position

Pour calculer la distance qui sépare le récepteur GPS de chaque satellite, le récepteur calcule d'abord le temps que ce signal a mis à arriver. Pour ce faire, il prend la différence entre l'heure à laquelle le signal a été émis (cette heure est incluse dans le message du signal) et l'heure à laquelle le signal a été reçu (en utilisant une horloge interne). Comme les signaux se déplacent à la vitesse de la lumière, même une erreur de 0,001 seconde équivaut à une imprécision de 300 km de la distance calculée ! Pour réduire ce niveau d'erreur à l'ordre du mètre, il faudrait une horloge atomique. Or, non seulement cette solution est impraticable pour les appareils GNSS grand public, mais les satellites GPS eux-mêmes, en particulier, ne sont précis qu'à environ 10 nanosecondes (le temps qu'un signal parcourt 3 m). C'est précisément pour cette raison qu'un minimum de quatre satellites est requis. Les satellites supplémentaires sont utilisés pour aider à corriger l'erreur. Bien qu'on en parle rarement au niveau du consommateur, il est donc important que votre récepteur GNSS comprenne de bons algorithmes de correction d'erreur.

##### 1.3.1 Position des satellites

Comme indiqué ci-dessus, en général, plus le nombre de satellites utilisés pour calculer votre position est important, plus le niveau de précision est élevé. Comme les satellites du système GNSS orbitent autour de la Terre, le nombre de satellites en vue (dans des conditions optimales) fluctue naturellement. Il est évident que la position des satellites ne dépend pas de



nous, mais il est bon de reconnaître que c'est un facteur qui influence la précision.

Certains récepteurs GNSS peuvent afficher le nombre de satellites actuellement en vue, le système GNSS dont fait partie un satellite donné et la position des satellites sur un diagramme de type radar. Sur certains récepteurs, cette fonction se trouve en bonne place dans les menus standard, mais sur d'autres, elle peut se trouver dans un menu "caché" ou "de débogage". Malheureusement, avec des centaines de récepteurs GNSS disponibles, il est impossible de fournir une documentation pour tous les appareils - veuillez vous référer au manuel fourni avec votre appareil ou essayer de faire une recherche en ligne. Les applications pour smartphones offrant cette fonction de "vue satellite" sont commentées dans la section pratique.

## 2 Pratique

Il y a un autre concept à comprendre avant la pratique. La "visibilité" d'un satellite, ou le moment où nous pouvons "voir" un satellite. Par cette terminologie, nous ne voulons pas dire que nous pouvons, à l'œil nu, voir le satellite (bien qu'il soit parfois possible de le faire, notamment lorsque le soleil l'éclaire). Nous utilisons les termes "visibilité" et "voir" pour signifier "avoir une vue non obstruée de". Étant donné que les satellites GPS gravitent autour de la Terre sur une orbite non géostationnaire, ils se lèvent et se couchent. Après leur coucher, par exemple, ils se trouvent sous l'horizon et ne sont donc "pas visibles". Nous ne pouvons pas "voir" les satellites sous l'horizon. Après leur lever, les satellites sont au-dessus de l'horizon et donc potentiellement "visibles".

Parfois, même après l'élévation des satellites, leur vue est obstruée. Il arrive qu'un bâtiment ou un arbre se mette en travers du chemin. Ce n'est généralement pas une bonne situation. Lorsque vous réalisez l'expérience, essayez de rester à l'écart de telles obstructions comme les bâtiments ou les arbres. Vous voulez maintenir une bonne visibilité du ciel afin de pouvoir voir le plus grand nombre de satellites possible.

### 2.1 Appli GPS TEST

Download the smartphone app "GPS test" and answer the following questions:

- Which satellites net do you see? You can scroll the screen to see the satellites signal section and see all of them.
- Which satellite net is giving better signal? Notice the shape that represents each net ( circle/triangle...), Disable and enable satellites net to check the accuracy between them.

- How many satellites did you see in the constellation map? How many is the app using to determine your position?
- There is any difference between your classmates display? Why is this difference?
- Cover the phone with something metallic, which accuracy do you have now? There is any difference from before?
- If we get a SNR of 55dB\* for a certain satellite how much Noise do we have if we know that the Signal power on the earth surface for this satellite is about  $1 \cdot 10^{-12}$  W.

The decibel (symbol: dB) is a unit of measurement used to express the ratio of one value of a power (in this case the signal power) or field quantity to another (in this case the noise power)

## 2.2 Appli GPS NMEA

Téléchargez l'application pour smartphone "GPS NMEA" et répondez aux questions suivantes :

1. Cliquez sur "Sat. Positions" ; Comparez et confirmez que le satellite vu par cette application est le même que celui de l'autre application et cliquez sur le bouton retour.
2. Cliquez sur "NMEA Raw Data", sauvegardez certaines données dans un fichier \*.txt.
3. Allez dans votre navigateur de fichiers Android et essayez de trouver le dossier GPSNMEA.
4. Transférez-le sur votre ordinateur (ex : par whatsapp ou mail) au format \*.txt.
5. Ouvrez le fichier avec excel
6. Puis extraire la position, l'heure utc et toutes les informations observables des phrases GGA.