

## ***Le GPS/(Global Positioning System)***

### ***Qu'est-ce que le GPS?***

Le système GPS (système de positionnement à échelle mondiale) est un système de navigation mis en œuvre par le gouvernement des Etats Unis d'Amérique qui est seul responsable de sa précision et de sa maintenance.

Le premier satellite a été lancé en février 1978. Chaque satellite pèse environ 1 tonne et mesure 5 mètres avec ses panneaux solaires déployés. Sa puissance d'émission est de moins de 50 watts et il transmet trois fréquences. Le GPS, version civile, utilise la fréquence "L1" de 1575,42 MHz. Chaque satellite a une durée de vie de 10 ans. Des remplaçants sont constamment mis sur orbite.



### ***Comment ça marche?***

Pour mener à bien sa tâche de localisation, il repose sur une constellation de 24 satellites, installés à près de 20'000 km d'altitude (20'372). Les satellites sont répartis sur six orbites formant entre elles un angle de 60 ° et effectuent deux rotations complètes par vingt-quatre heures.

Ces satellites constituent des points de repère comparables à des bornes géodésiques célestes, à partir desquelles le récepteur calcule sa position sur Terre ou même dans les airs, par triangulation.

Le principe de base d'un tel calcul est relativement simple.

Chaque satellite diffuse en permanence un signal contenant un PRN, une éphéméride et un almanach.

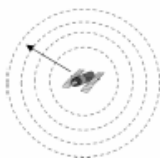
Le PRN (pseudo-random number), code d'identification du satellite, est le numéro que le récepteur affiche pour indiquer quel satellite il reçoit. Ce chiffre se trouve dans une plage de 1 à 32. Cette plage est plus grande que le nombre de satellites en fonction, pour simplifier la maintenance du réseau. Un nouveau doit être lancé et mis en fonction avant que celui qu'il remplace ne tombe en panne.

L'éphéméride contient des informations importantes comme le statut du satellite (en fonction ou en panne), sa position, la date et l'heure. Cette partie du signal est essentielle pour déterminer une position.

L'almanach contient la position de tous les satellites durant ce jour. Il permet au récepteur de retrouver plus rapidement les satellites dès sa mise en fonction.

Nous savons que les ondes radios se propagent dans l'espace à une vitesse de 300'000 km/s. Pour sa part, le récepteur GPS possède une horloge interne électronique extrêmement précise. Lorsqu'il reçoit le message d'un satellite, en comparant l'heure de la réception à celle mentionnée pour l'émission, il détermine la durée du parcours radio et, ainsi, sa distance. Le récepteur en déduit qu'il se trouve sur une sphère qui a pour centre la position du satellite, et pour rayon la distance parcourue par l'émission radio.

Ramené au niveau de la Terre, cela équivaut à dire qu'il se trouve sur un cercle à la surface du globe.



Si, maintenant, le récepteur pratique la même opération avec un second satellite, il détermine un deuxième cercle sur la face terrestre.



Le récepteur ne peut se trouver que entre les deux points d'intersections des cercles ainsi déterminés.



En captant l'émission d'un troisième satellite le récepteur lève le doute en "traçant" un troisième cercle. Il ne peut se situer qu'à l'intersection des trois cercles, donc à un point bien précis.

Mais jusqu'ici, l'appareil suppose que l'utilisateur se trouve à la surface de la Terre. Or, il est intéressant, notamment en aviation ou même en montagne, de connaître l'altitude. Pour cela, il capte l'émission d'un quatrième satellite et utilise cette nouvelle information pour calculer l'altitude. Néanmoins, si en théorie, trois ou quatre satellites suffisent pour déterminer des coordonnées, dans la pratique les récepteurs en utilisent un nombre beaucoup plus élevé (entre 8 et 12). C'est par regroupement des informations issues de chaque satellite que les appareils affinent leur mesure jusqu'à obtenir une précision de quelques mètres.

### *Quelles sont ses faiblesses ?*

Plusieurs causes peuvent dégrader les performances de l'appareil.

La première est la dégradation volontaire de l'exactitude des données par le Département de la Défense américaine (propriétaire des satellites), la précision peut être dégradée de plusieurs dizaines de mètres pour contrer une utilisation par des terroristes ou une armée hostile.

D'autre part, les émissions des satellites GPS, à cause de leur fréquence élevée, ne traversent ni le béton ni même un feuillage dense.

En raison de leur répartition sur la voûte céleste, capter un signal de douze satellites simultanément implique que le récepteur se trouve dans une zone dégagée. En ville, dans la forêt ou à la montagne, ce n'est pas toujours le cas. Le récepteur base alors ses calculs sur un nombre de données moindre et, par voie de conséquence, la précision en pâtit. De plus, les satellites ne sont pas géostationnaires. Ils se déplacent par rapport au sol, et leur position peut être plus ou moins favorable à la mesure.

Par exemple, lorsqu'un satellite se trouve au nadir, l'information qu'il délivre est particulièrement utile pour déterminer l'altitude. En revanche, comme sa "sphère radio" effleure le globe terrestre, il n'offre qu'une piètre précision pour la localisation. Si le récepteur ne localise que quatre satellites, tous situés au Nord et à l'Est, sa précision ne pourra être que moyenne. Si ces mêmes quatre satellites sont situés au Nord, au Sud, à l'Est et à l'Ouest entre l'horizon et une élévation de 45°, la précision peut atteindre quelques mètres.

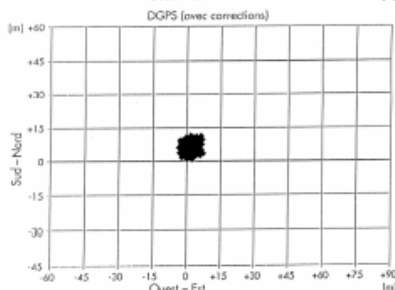
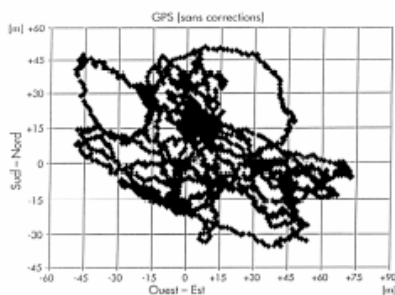
Le dernier facteur est le "multipath". Le multipath est le fait que le récepteur puisse capter le signal d'un satellite directement et simultanément par "écho" sur un obstacle environnant. Le multipath peut créer une erreur de position et une instabilité de 5 mètres au maximum.

### *Comment peut-on y remédier ?*

L'effet de ces détériorations peut être éliminé en installant un récepteur GPS fixe sur un point connu en position. Ce récepteur compare les distances mesurées vers les satellites aux distances réelles calculées et obtient ainsi les valeurs correctives qu'il diffuse en continu par radio (RDS) aux utilisateurs mobiles.

Cette méthode, appelée GPS Différentiel (DGPS), atteint une précision de 1 à 10 mètres, selon la qualité du récepteur.

Le RDS est le Radio Data System, une norme européenne pour la diffusion de données digitales sur le réseau des ondes ultracourtes FM (87 - 108 MHz). Les radios équipées d'un décodeur RDS peuvent capter et interpréter ces informations ou les transmettre par une interface normée. Le système RDS, connu comme moyen de diffusion d'informations routières aux usagers de la route, peut également être utilisé à d'autres fins.



La simplicité du système RDS en fait la solution la plus avantageuse pour diffuser les valeurs correctives de DGPS sur le réseau d'ondes FM.

Le DGPS détermine aussi les vitesses avec une précision d'environ 0,1 m/s.

### *Quelles sont les utilisations du RDS-DGPS ?*

Elles sont pratiquement illimitées :

- navigation automobile
- navigation maritime et fluviale
- navigation aérienne
- secours
- agriculture
- relevés de terrain
- mesuration
- sports et loisirs.

## Y a t'il beaucoup de sortes de récepteurs GPS ?

Il existe deux grandes familles de GPS. Les appareils n'indiquant sur leur écran que les coordonnées à reporter sur un plan, et ceux capables de présenter une carte détaillée.

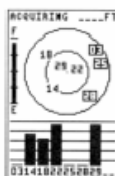
Mais ils fonctionnent tous, quelle que soit la marque et le type, sur le même principe. De plus, les termes usuels et les concepts de bases utilisés sont "presque" standardisés. Toutefois, les manipulations et les affichages sur le display peuvent être différents. Néanmoins, les informations qui suivront vous donneront une bonne base quant à l'utilisation de votre GPS.

## LE RECEPTEUR GPS

Lorsque l'on allume un récepteur GPS, il ne se passe rien... ou presque.



L'appareil doit se caler, c'est-à-dire qu'il localise le point où il se trouve. Pour cela, il scrute les émissions des satellites. Il faut attendre que trois, au moins, soient captées pour que la localisation ait lieu. Cette phase d'initialisation peut durer quelques minutes.

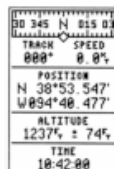


Sur tous les appareils un message affiche le nombre de satellites reçus, la position de chaque satellite sur la voûte céleste, ainsi que la précision de la mesure.

A son issue, l'écran indique les coordonnées du point où il se trouve en mentionnant la latitude et la longitude.

Dès que le récepteur capte l'émission d'un quatrième satellite, il indique l'altitude. L'appareil poursuit sa recherche afin d'affiner la précision de sa mesure.

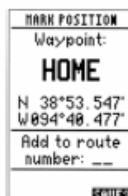
Reste que, pour notre utilisation, connaître la latitude et la longitude ne présente qu'un intérêt limité. Ce que nous souhaitons obtenir, c'est la direction à suivre, la mémorisation d'un point, programmer une zone de recherches, mémoriser son parcours, etc...



Avant d'approfondir, il est nécessaire de clarifier la définition d'un "WAYPOINT", d'une "ROUTE", d'un "MOB" et du "GOTO", ce qui facilitera la compréhension de ce qui suivra.

### Le Waypoint

Le waypoint n'est rien d'autre coordonnée 537.250 /149.975, une fois enregistrée dans le GPS,



qu'une position. Par exemple, la qui est la brigade du lac d'Ouchy, sera appelée un waypoint.

A suivre...

Daniel Gauchat, section de Morges