CH 3 - Localisation, cartographie et mobilité

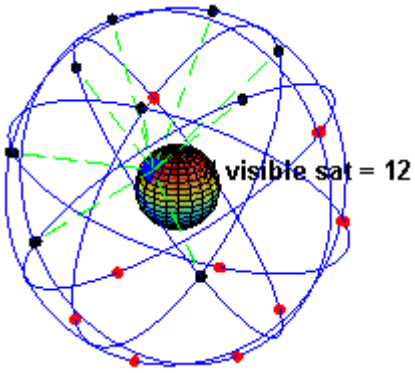
1. La géolocalisation

La géolocalisation est un procédé permettant de positionner un objet, un véhicule, ou une personne sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques. Certains systèmes permettent également de connaître l'altitude.

Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir les 3 composantes suivantes :
- un système global de positionnement ;
- un repère (voir partie 2. Les coordonnées géographiques) ;
- une carte (voir partie 3. Les cartes numériques).

1.1. Le système global de positionnement par satellites

Un système global de positionnement par satellites repose sur une constellation de satellites artificiels permettant de fournir à un utilisateur par l'intermédiaire d'un récepteur portable sa position et l'heure.



Le plus connu est le système américain GPS : https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_de_positionnement_par_satellites

Mais il existe également le système russe GLONASS, le système chinois BEIDOU et le système européen GALILEO, seul système qui ne soit pas d'origine militaire.

Comparaison des caractéristiques du segment spatial (2017)

Caractéristique	GPS	GLONASS	GALILEO	Beidou/Compass
Segment spatial				
Altitude	20 200 km	19 100 km	23 222 km	21 528 km
Inclinaison	55°	64,8°	56°	55°
Période orbitale	11 h 58	11 h 15	14 h 7	12 h 53
Nombre de plans orbitaux	6	3	3	3
Nombre de satellites opérationnels (en cible)	31 (31)	24 (24)	22 (24)	20^{5} (27 + 5)

https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_de_positionnement_par_satellites

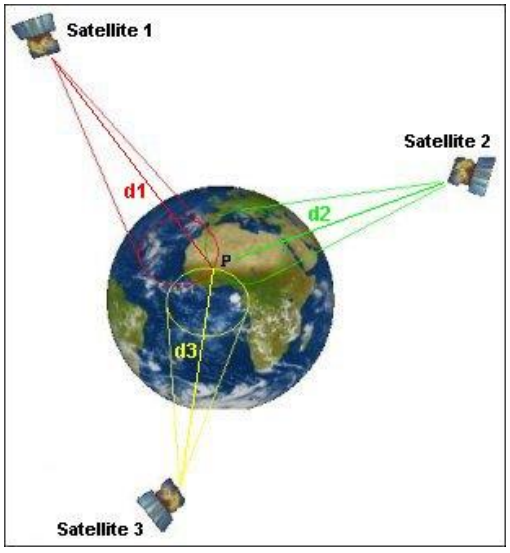
1.2. La trilatération

La trilatération est une méthode mathématique permettant de déterminer la position relative d'un point en utilisant la géométrie des triangles. Pour ce faire il faut connaître les positions exactes de 3 balises et les distances les séparant du point. Voir activité pratique : Exemple de trilatération.

Remarque : On entend souvent le terme « triangulation » qui repose sur le même principe mais en utilisant les angles au lieu des distances.

Connaissant la position exacte d'un satellite et la distance le séparant du point recherché, on obtient un cercle de possibilités sur Terre.
Il faut alors **3 satellites** pour avoir l'intersection unique des 3 cercles qui donnera **la position** du point recherché.

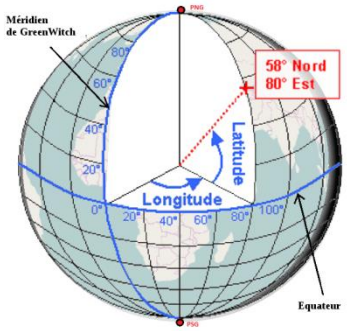
Il est nécessaire par contre de **synchroniser** tous les appareils avec une même horloge, c'est pourquoi il faut un **4ième satellite**.



https://eduscol.education.fr/orbito/system/navstar/gps1.htm

2. Les coordonnées géographiques

2.1. Repérage d'un point sur le globe



Pour géolocaliser un point sur le globe il nous faut un repère. Le repère choisi est au centre de la Terre et un point du globe est alors défini par 2 angles : la latitude et la longitude.

La **latitude** d'un point est la mesure de l'angle entre l'équateur et le parallèle de ce point.
Elle s'exprime en degrés (°), minutes (') et secondes (").
Elle est comptée positivement dans l'hémisphère Nord (de 0 à 90°) et négativement dans l'hémisphère Sud (de 0 à -90°).

La **longitude** d'un point est la mesure de l'angle entre le méridien de ce point et le méridien de Greenwich.
Elle s'exprime en degrés (°), minutes (') et secondes (").
Elle est comptée positivement vers l'Est (de 0 à 180°) et négativement vers l'Ouest (de 0 à -180°).
Elle peut s'exprimer en heures (h), minutes (m) et secondes (s) sachant que 1 h = 15° (24 h = 360°).

Remarque : 1 degré (°) = 60 minutes (') 1 minute (') = 60 secondes (")

2.2. La trame NMEA 0183

Le protocole **NMEA 0183** (**N**ational **M**arine **E**lectronics **A**ssociation) est un ensemble de règles pour que différents équipements marins (dont les GPS) puissent communiquer entre eux.
Le principe est basé sur une suite de caractères qui mis bout à bout donneront du sens. Cette suite de caractères est appelée une trame.

Il existe plus d'une trentaine de trames GPS différentes ; nous nous intéresserons qu'à celles permettant d'obtenir des coordonnées géographiques.

Une trame commence toujours par le caractère **$**.

Les deux caractères suivants indiquent l'origine du signal :

- BD ou **GB** pour Beidou
- **GA** pour Galileo
- **GP** pour GPS
- **GL** pour Glonass

Les trois caractères suivants indiquent le type de trame, nous n'en retiendrons que deux :

- GGA qui fournit l'heure, la latitude, la longitude et toutes les informations sur la précision de la mesure
- GLL qui fournit la latitude, la longitude et l'heure

Suivant la trame utilisée (GGA ou GLL), les données qui nous sont utiles ne seront pas dans le même ordre mais suivront les règles suivantes :

- l'heure aura pour format **HHMMSS.SSS** c'est-à-dire en heure, minutes, secondes et millièmes de secondes ;
- la latitude aura pour format **DDMM.MMMM** c'est-à-dire en degrés, minutes et dix millièmes de degrés suivi du caractère **N** pour Nord ou **S** pour Sud ;
- la longitude aura pour format **DDDMM.MMMM** c'est-à-dire en degrés, minutes et dix millièmes de degrés suivi du caractère **E** pour Est ou **W** pour Ouest.

Enfin, une trame finit toujours par le caractère ***** suivi de 2 caractères qui permet de vérifier l'intégrité du message.

Exemples :

La trame : **$GPGGA,064036.289,4918.3374,N,00606.6815,E,……,*56**

Signifie qu'il s'agit d'une localisation par le système **GPS**, faite à **06 heures 40 minutes et 36,289 secondes** localisée à **49° 18,3374 minutes Nord** de latitude et à **6° 06,6815 minutes Est de longitude**.

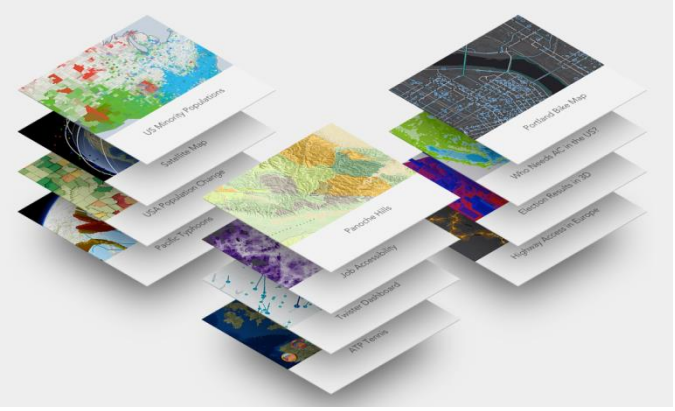
La trame : **$GAGLL,4918.3374,N,00606.6815,E,064036.289,A,*2C**

Signifie qu'il s'agit d'une localisation par le système **Galileo**, faite à **06 heures 40 minutes et 36,289 secondes** localisée à **49° 18,3374 minutes Nord** de latitude et à **6° 06,6815 minutes Est de longitude**.

3. Les cartes numériques

3.1. Différentes couches

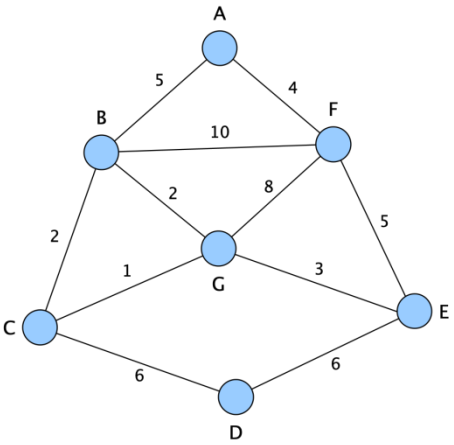
De nos jours, de très nombreuses cartes numériques existent : routes, topographie, vues satellites, vues historiques, géologie, plan cadastral, …
Le site Géoportail par exemple, permet de superposer différentes couches d'informations pour en extraire des données.



https://www.esrifrance.fr/visualisation.aspx

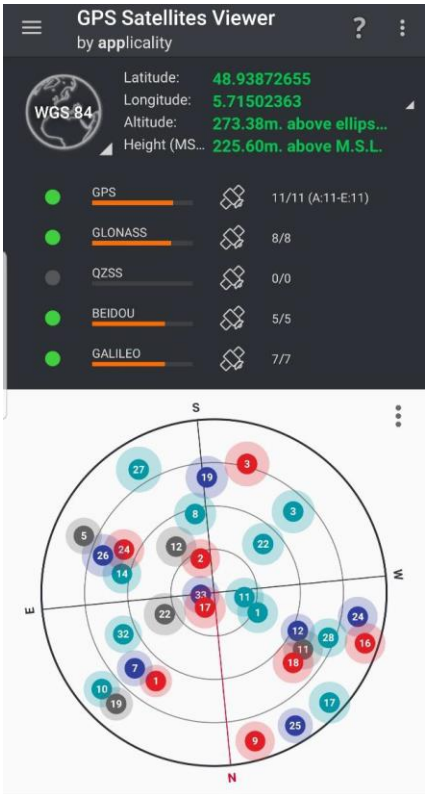
OpenStreetMap quant à lui permet de modifier une carte de manière collaborative et Google Maps est certainement l'une des plus utilisées à ce jour.

3.2. Calculs d'itinéraires



Les cartes numériques étant devenues de plus en plus précises et les appareils de plus en plus rapides, les calculs d'itinéraires deviennent un usage du quotidien.
Un itinéraire se base sur la théorie des graphes dans lesquels les sommets représentent par exemple les villes et les arêtes les distances qui les séparent. Pour trouver alors le plus court chemin, il faut faire appel à un algorithme de résolution comme l'algorithme de Dijkstra.
Voir activité pratique : Exemple de résolution par Dijkstra.

3.3. Mobilité

Les applications utilisant l'accès à la géolocalisation ne se comptent plus. Du simple traceur « GPS » pour suivre son parcours de randonnée à la localisation professionnelle pour les transports et l'agriculture, de nombreuses applications ont accès à la localisation dans un téléphone. Ceci leur permet d'envoyer des publicités non désirées, de suivre les itinéraires, ou de localiser une personne. Il convient donc à chacun de régler les paramètres de confidentialité de son téléphone pour partager ou non sa position.

Exemples d'applications utilisant la géolocalisation :