

Thème 4. Localisation, cartographie et mobilité

Introduction : quelques repères historiques

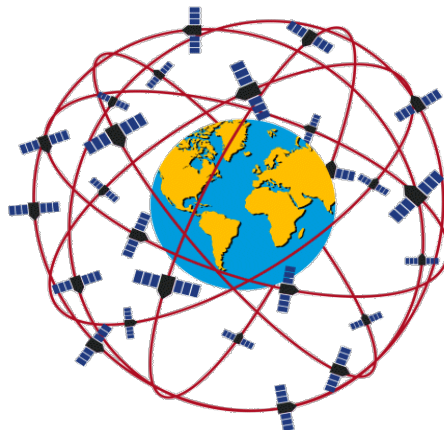
| | |
|-------------|---|
| 1978 | Lancement du premier satellite GPS. Système conçu par le département de la Défense des États-Unis. Étendu en 1995 aux activités scientifiques et civiles |
| 2004 | Création d'OpenStreetMap, plateforme collaborative en ligne (équivalent de Google Maps, mais ici réalisé par les internautes). Google Maps |
| 2006 | Lancement de Géoportail (site gouvernemental recensant différentes cartes numériques) |
| 2016 | Début du lancement de GALILEO, le système européen de navigation par satellite. Déploiement achevé courant 2020 |

1. La géolocalisation par satellite et la localisation (d'une manière générale).

La géolocalisation consiste à situer géographiquement un appareil (smartphone, récepteur embarqué dans une voiture...). Le système le plus connu est le GPS,

Une trentaine de satellites font fonctionner le GPS (ou Global Positioning System). L'Europe a lancé son propre système : GALILEO (afin de nous rendre indépendant du GPS américain ou du GLONASS russe). Beidou est le système de positionnement chinois.

La constellation GPS. Image d'après <https://seos-proiect.eu>



Comparaison GPS - Galileo

| GPS (Etats-Unis) | | GALILEO (UE) |
|---|---------------------------------------|---|
| 1995 | Mise en service | 2016 - 2020 |
| 24 (+ 3 de rechange) | Nb de satellites opérationnels | 24 (+ 6 de rechange) |
| 20 180 km | Altitude | 23 222 km |
| Mondiale | Couverture | Mondiale |
| 10 m | Précision | 1 m |
| Militaire et civil « Avec le GPS on peut déterminer dans quelle rue nous nous trouvons » | Spécificité | Civil uniquement « Avec GALILEO on peut déterminer de quel côté de la rue nous nous trouvons » |

Vidéo GALILEO : <https://www.usegalileo.eu/accuracy-matters/FR>

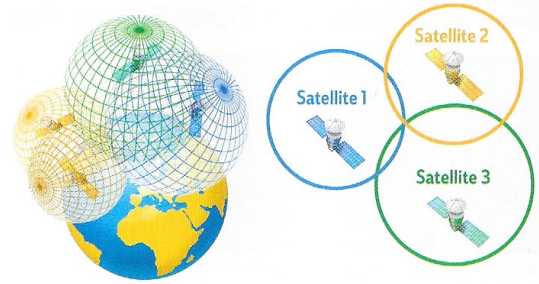
Dans le système GPS, les satellites constituent des points dont la position est connue. Ils émettent des signaux. Les smartphones (ou autres appareils) sont alors les récepteurs dont on peut déterminer les coordonnées en longitude (= EO), latitude (= NS) et altitude.

Principe de la géolocalisation par satellite. D'après SNT Hatier 2019

Le positionnement GPS fonctionne grâce à la **trilatération** (principe n'utilisant qu'un calcul de distances sans calcul d'angles). Avec trois satellites, un appareil connecté peut être localisé par trilatération. **Chaque satellite envoie un signal indiquant l'heure d'émission avec une grande précision.** Lorsque l'appareil reçoit le signal, il note l'heure de réception et peut donc en déduire le temps mis par le signal pour aller du satellite jusqu'à lui. Sachant que les signaux sont émis à la **vitesse de la lumière** (300 000 km/s), on peut retrouver la distance avec la formule $d = v \times t$.

Exemple : en traçant un cercle autour du satellite 1, on sait que le récepteur se trouve sur un point de ce cercle. Grâce à un deuxième cercle ayant comme centre le satellite 2, on obtient deux intersections qui révèlent deux emplacements possibles du récepteur. **Grâce à un troisième satellite, et à son cercle respectif, on obtient la position exacte du récepteur.**

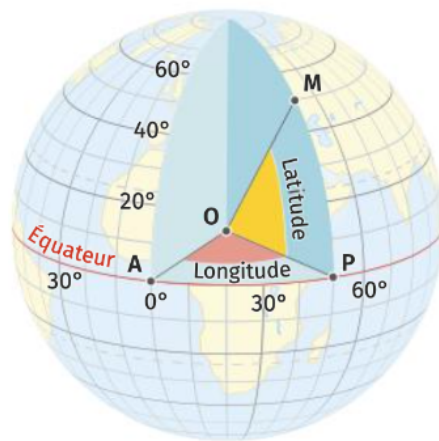
Un quatrième satellite permet de synchroniser l'horloge de l'appareil avec celle des trois autres satellites pour une meilleure précision.



Un récepteur est alors localisé suivant des valeurs d'angles appelées **latitude et longitude**.

Allant de -90° au pôle Sud à 90° au pôle Nord, la latitude permet d'indiquer la position Nord-Sud d'un point sur Terre. La longitude permet quant à elle d'indiquer la position Est-Ouest d'un point sur Terre, de -180° à l'Ouest à 180° à l'Est.

Un récepteur est également localisé **en altitude**.



A droite, latitude et longitude.

D'après SNT Le Livre Scolaire 2021)

Note : la localisation est aussi possible sur les smartphones via le réseau GSM (antennes mobiles), les bornes Wifi ou le bluetooth (autres utilisateurs à proximité)

Les réglages de la confidentialité d'un téléphone. SNT 2nde Delagrave.

Il est possible de choisir **quelles applications ont accès aux données de localisation d'un smartphone**. L'usage de ces données est variable. Une application de cartographie aura naturellement besoin de connaître votre position pour fonctionner, mais dans certains cas, des applications peuvent profiter de ces données pour envoyer des publicités ciblées ou suivre les utilisateurs.



La **CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés)** rappelle qu'environ 30 % des applications utilisent la géolocalisation, parfois plusieurs fois par minute. Ces informations peuvent permettre de déduire des informations sur nos habitudes et modes de vie.

Par ailleurs **les applications en tâche de fond** continuent de récolter et transmettre des informations nous concernant (identifiants, localisation), d'où l'importance de les fermer.

<https://www.cnil.fr/fr/maitrisez-les-reglages-vie-privee-de-votre-smartphone>

La localisation sur iOS (Apple) : <https://support.apple.com/fr-fr/HT207092>

La localisation sur Android (Google) : <https://support.google.com/android/answer/3467281>

2. Les cartes numériques.

Google Maps, Géoportail, OpenStreetMap... sont des **SIG** ou **Systèmes d'Information Géographique** (bases de données contenant des informations que l'on peut superposer sur une carte).

Exemple de **Géoportail**. <https://www.geoportail.gouv.fr>

Le site Géoportail est une **plateforme de cartographie encadrée par l'État français**, très riche en données (nombreuses cartes et données publiques comme les sites protégés, les zones urbaines, les zones à risque...), proposant **divers services** (calcul de distance, de profils altimétriques, de surfaces...), **gratuit et respectant la vie privée des utilisateurs**.

Le projet Géoportail : <https://www.geoportail.gouv.fr/le-projet-geoportail>

OpenStreetMap <https://www.openstreetmap.fr/>

C'est un **projet international collaboratif de cartographie ou tout le monde peut participer**. Les fonds de carte sont issus de données publiques et de données déposées par les contributeurs sous **licence libre**.

Pour contribuer à OpenStreetMap, il faut s'inscrire et se connecter.

OpenstreetMap permet de consulter les cartes numériques du monde. On peut s'en servir de GPS dans ses déplacements quotidiens via l'application OsmAnd qui utilise les données OpenStreetMap pour générer des cartes utilisables hors ligne.

3. Le protocole NMEA 0183.

La trame NMEA 0183 est un **protocole de codage pour la communication d'informations appliqué au milieu maritime**. L'objectif est d'harmoniser la communication entre les appareils utilisés par les marins. NMEA = **National Marine Electronics Association**.

Le protocole NMEA permet de **connecter ensemble tous les instruments de bord d'un bateau pour les synthétiser sur un seul et même écran, smartphone ou tablette**. Cela permet aux marins d'avoir à portée de main toutes les informations nécessaires pour naviguer : le cap, la longitude, la latitude, la vitesse, la météo...

La trame est composée de différents champs ordonnés et séparés par des virgules. Ils comprennent diverses informations.

Un exemple : **\$GPRMC,094040.000,A2403.6319,N,12036.0099,E,9.50,79.65,200318,,A*53**

| | |
|-------------------|---|
| \$GPRMC | type de trame. GP = réception d'un signal GPS ; RMC pour récupérer les informations minimales recommandées (heure, longitude, latitude, date, vitesse, fond en nœud, N ou S, E ou O...) |
| 094040.000 | indique l'heure d'envoi sous la forme hhmmss.sss. 9h40 min 40s.000 |
| A | état. A = données valides ; V = données invalides |
| 2403.6319 | latitude exprimée en DDMM.MMMM soit 24°03.6319' La conversion en dd.mm.ss,sss donne 24°03'37,914 " * |
| N | latitude. (N = nord / S = sud) |
| 12036.0099 | longitude exprimée en DDDMM.MMMM soit 120°36.0099' La conversion en ddd.mm.ss,sss donne 120°36'00,594 " * |
| E | longitude. (E = est / W = ouest) |
| 9.50 | vitesse en nœuds (1 nœud = 1,852 km/h) |
| 79.65 | route sur le fond en degrés |
| 200319 | date exprimée en jjmmaa. 20 mars 2019 |
| , | déclinaison magnétique (angle entre le pôle N géographique et le PN magnétique) en degrés (souvent vide pour un GPS). |
| , | sens de la déclinaison (E = est ou W = ouest). Souvent vide pour un GPS |
| A | mode de positionnement A = autonome, D = DGPS (GPS différentiel) (type de GPS utilisé) |
| *53 | contrôle de parité de la trame (permet de voir si la transmission s'est faite sans erreur) |

* : voir exercice supplémentaire sur Python.

4. Les calculs d'itinéraires

On peut représenter mathématiquement un itinéraire par un **graphe**. Les **sommets sont les villes** ou des **intersections** (départ, arrivée, villes traversées), et les **arêtes sont les routes/ chemins empruntés** (sur lesquels on peut placer les distances en kilomètres ou en minutes) entre les sommets. Pour calculer des itinéraires (plus court, plus rapide, etc.) sur un graphe, on utilise **l'algorithme de Dijkstra** qui permet de résoudre le problème du plus court chemin.