

## 1. Contextualisation

Historiquement, connaître sa position sur Terre s'effectuait avec des instruments comme l'astrolabe, la boussole ou le sextant. Il s'agissait de mesurer sa position par rapport à celles des étoiles. Depuis, nous avons le GPS...Mais comment fonctionne-t-il ?

## 2. Activité

1. Ouvrir le navigateur Google Chrome,
2. Rendez-vous à l'adresse <https://parcours.algorea.org/>
3. Se rendre dans « SNT > Nouvelle Version > Localisation > Découverte »
4. Réaliser les activités *Coordonnées 1*, *Coordonnées 2*, *Coordonnées 3* et *Trilatération*.

## 3. Coordonnées géographiques

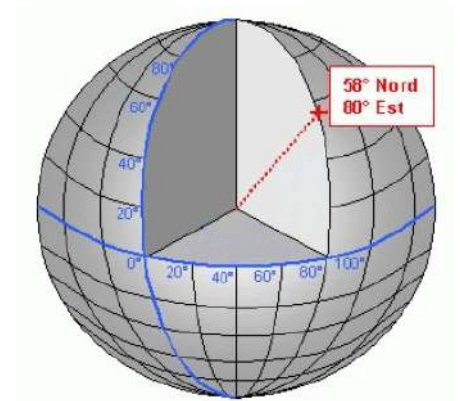
Tout point à la surface de la Terre est déterminé par ses coordonnées géographiques (la latitude et la longitude) et par son altitude (élévation par rapport au niveau de la mer).

On se base sur deux lignes de référence, l'équateur et le méridien origine (qui passe à Greenwich près de Londres).

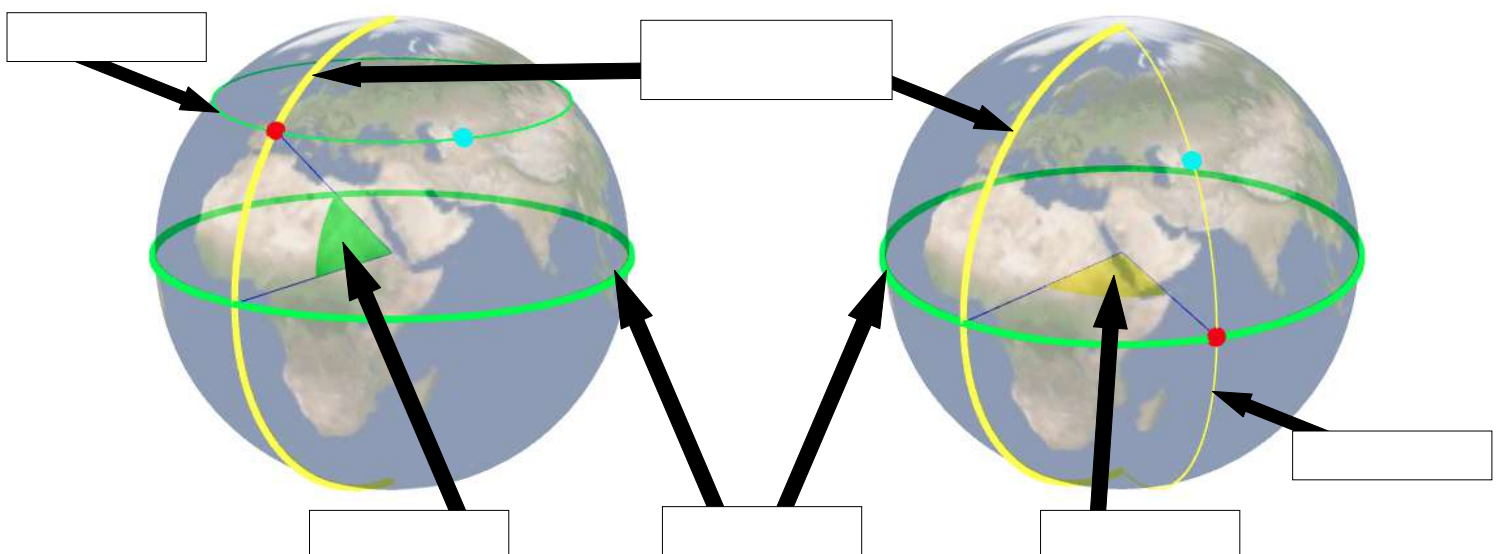
Ce sont les axes principaux d'un quadrillage imaginaire qui permettent de déterminer les coordonnées géographiques.

- Les parallèles (à l'équateur) permettent de déterminer la **latitude**.
- Les méridiens permettent de déterminer la **longitude**.

Les coordonnées (exprimées en degrés) sont la valeur de l'angle, mesuré au centre de la terre, entre la ligne de référence et le point à localiser.



 **À Faire 1** : Compléter les graphiques suivants avec les termes adéquats.



Par exemple, la position de la ville de Paris est  $48.8588897^\circ \text{N}$  et  $2.320041^\circ \text{E}$ .

Coordonnées équivalentes :  $48.8588897$ ,  $2.320041$  ou  $48^\circ 51' 32.00292'' \text{N}$ ,  $2^\circ 19' 12.1476'' \text{E}$ .

✍ **À Faire 2** : Sur Google Maps, retrouvez les coordonnées GPS du lycée.

## 4. La trilatération

✍ **À Faire 3** : Compléter les zones à trou en fonction des activités effectuées et de recherches sur la page <https://www.maxicours.com/se/cours/le-principe-de-geolocalisation/>.

Quand on parle de géolocalisation, on parle essentiellement du GPS ( ).

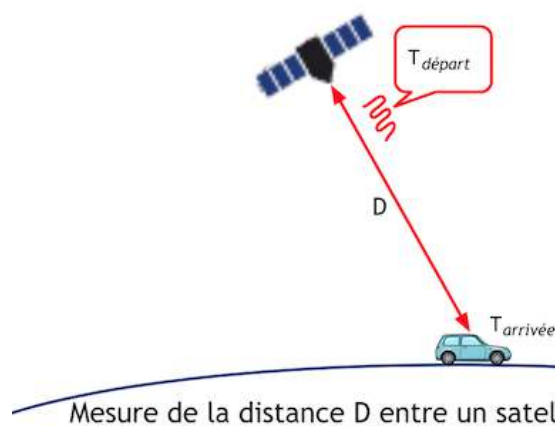
Conçu par l'armée américaine dans les années 1960, il est accessible au grand public depuis le milieu des années 1980. Afin de se rendre indépendants des Etats-Unis, la Russie, la Chine et l'Europe ont mis au point des systèmes similaires ( ).



Tous ces systèmes fonctionnent avec une constellation de satellites en orbite autour de la Terre.

Chaque satellite envoie sur Terre des signaux qui comportent :

- 
- 



Lorsque un récepteur GPS reçoit le signal, il note son heure d'arrivée :  $T_{arrivée}$ .

Le récepteur GPS peut alors calculer sa distance  $D$  au satellite en utilisant la formule :

$$D = \text{ } \times c$$

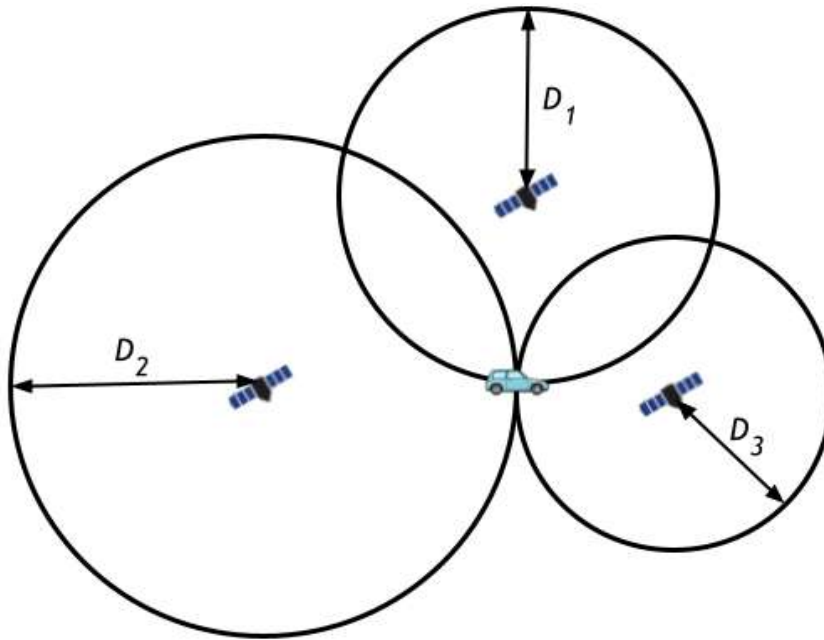
où  $c$  est la vitesse de la lumière et vaut 300 00 km/s.

Une erreur d'une nanoseconde ( $10^{-9}\text{s}$ ) sur la mesure du temps de parcours entraîne une erreur de 30 cm. Une erreur d'une microseconde ( $10^{-6}\text{s}$ ) entraîne une erreur de 300 m.

Pour trouver sa position, le récepteur GPS a besoin de connaître la position   
. C'est le procédé mathématique de *trilatération*.

En effet, lorsque le récepteur connaît la position d'un satellite et sa distance  $D_i$  à ce satellite, il sait qu'il se trouve sur une sphère de rayon  $D_i$  autour de ce satellite.

Le récepteur GPS peut calculer sa position dans l'espace : à  sphères.



En pratique, il faut 4 satellites pour trouver la position du récepteur GPS. Pourquoi ?

✍ **À Faire 4** : Un signal met 80,2 ms pour aller d'un satellite au récepteur GPS d'une voiture, à quelle distance du satellite se trouve la voiture ?

✍ **À Faire 5** : Le récepteur GPS de la voiture a un décalage de son horloge de 0,0000015s.

Quelle est l'erreur de précision de la distance entre le satellite et la voiture (en mètres) ?

## 5. Le protocole NMEA-0183

Le protocole NMEA-0183 est une norme mise en place par la National Marine Electronics Association (NMEA). Ce protocole permet de fournir la localisation d'un objet ou d'une personne en trames facilement décodables.

Généralement, on exprime les coordonnées géographiques dans le système sexagésimal, noté DMS pour degrés, minutes, secondes. Par exemple 49° 30' 30" pour 49 degrés, 30 minutes et 30 secondes. Une minute d'angle vaut 1/60 degrés tandis qu'une seconde d'angle vaut 1/3600 degrés.

Exemple de trame NMEA-0183 :

\$GPGGA,064036.289,4836.5375,N,00740.9373,E,1,04,3.2,200.2,M,, , ,0000\*0E

Explications :

Élément	Description
GPGGA	Type de la trame
064036.289	Heure d'envoi de la trame, ici 06h 40min 36,289s (UTC)
4836.5375,N	Latitude, ici 48° 36' 5375"N
00740.9373,E	Longitude, ici 7° 40' 9373"E
1	Type de positionnement (1 pour le positionnement GPS)
04	Nombre de satellites utilisés
3.2	Précision horizontale
200.2, M	Altitude, ici 200 mètres

✍ **À Faire 6** : À l'aide du site <https://rl.se/gprmc>, donner les villes dont les localisations sont données par les trames NMEA suivantes :

Trame NMEA-0183	Ville
\$GPGGA,175737.303,4449.833,N,00034.772,W,1,04,1.0,0.0,M,0.0,M,,*7C	<input type="text"/>
\$GPGGA,175736.303,5038.047,N,00303.695,E,1,03,1.0,0.0,M,0.0,M,,*68	<input type="text"/>
\$GPGGA,175738.303,4545.175,N,00450.039,E,1,12,1.0,0.0,M,0.0,M,,*69	<input type="text"/>

✍ **À Faire 7** : Soit la trame NMEA-0183 suivante :

\$GPGGA,175736.303,4533.786,N,00554.803,E,1,05,1.0,154.3,M,0.0,M,,\*68

1. Combien de satellites ont-ils été utilisés ?

2. À quelle hauteur est située l'objet ?

3. À quelle ville correspondent les coordonnées de la trame ?