



1 LA GÉOLOCALISATION

Pour se localiser dans l'espace lors d'un déplacement, il faut pouvoir se situer à la surface de la Terre. Les technologies de géolocalisation qui permettent de le faire sont relativement récentes et ne cessent d'évoluer.

1 La naissance du GPS

Le nom officiel du GPS (*Global Positioning System*) est NAVSTAR (*NAVIGATION System using Time And Ranging*). C'est un système de positionnement, ou **géolocalisation**, par satellites conçu par et pour le département de la Défense des États-Unis (DoD). Mis en service à partir de 1986, il est aujourd'hui constitué de 24 satellites et utilise la **trilatération** pour se localiser. Leurs orbites sont quasiment circulaires et ils sont répartis sur six plans orbitaux inclinés de 55° sur l'équateur ; la période est d'environ douze heures. La première génération de satellites GPS (bloc I), lancée entre 1978 et 1985, avait pour rôle de tester la faisabilité du système. Plus aucun satellite du bloc I n'est opérationnel. Ce sont les satellites de la deuxième génération (bloc II), lancés à partir de 1989, qui nous guident actuellement (le système a été déclaré opérationnel en 1995). En tout point du globe, le GPS permet de déterminer la position avec une précision entre 5 et 10 mètres et l'heure exacte avec une précision < 1 microseconde (μ s). Cette précision va s'accroître avec le bloc III, dont le premier satellite a été lancé en décembre 2018.

VOCABULAIRE

Géolocalisation

Ensemble des techniques permettant de localiser un dispositif sur lequel un récepteur a préalablement été posé (téléphone portable, véhicule, etc.). Il est alors possible de le positionner sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques.

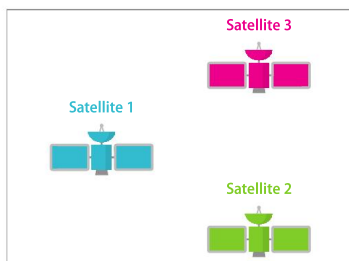
VOCABULAIRE

Trilatération

Méthode mathématique qui permet de déterminer la position relative d'un point en utilisant la géométrie des triangles et la mesure de distances.

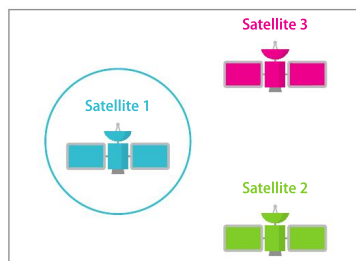
2 Le principe de trilatération

On considère ici le principe de trilatération en deux dimensions. On utilise trois satellites dont les positions dans l'espace sont connues (Fig. 1). On cherche à déterminer la position relative d'un récepteur GPS. Le satellite 1 émet un signal reçu par le récepteur. Ce



▲ Figure 1 : les trois satellites dont les positions sont connues.

dernier connaît la date d'émission du signal et la date de réception : il connaît donc la durée de parcours du signal. Le signal voyageant à la vitesse de la lumière, on en déduit qu'on se trouve à une distance d du satellite. Autrement dit, sur un cercle centré sur le satellite 1 (Fig. 2).



▲ Figure 2 : le cercle obtenu après l'émission du signal par le satellite 1.

COMPLÉMENTS MATHS

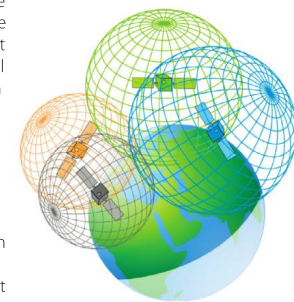
p. 178



3 Le système de positionnement par satellite

L'idée sur laquelle est basé le positionnement par satellite est une **trilatération en trois dimensions**. On utilise donc des sphères à la place des cercles : l'intersection de deux sphères correspond à un cercle, et l'intersection de trois sphères correspond à deux points. En théorie, il serait ainsi nécessaire d'utiliser un quatrième satellite pour savoir où l'on se trouve. En pratique, on élimine l'un des deux points car il ne se trouve pas sur Terre mais à une position en altitude. Pour cela, on cherche l'intersection avec l'ellipsoïde terrestre à l'aide de la norme WGS 84. Trois satellites suffiraient donc pour connaître notre position sur le globe. Cependant, pour la synchronisation de l'horloge du récepteur, il faut la précision d'une horloge atomique. Un récepteur n'en a évidemment pas. Il faut alors un quatrième satellite pour compenser cette imprécision et réduire l'incertitude.

Pour pouvoir utiliser un système de positionnement par satellite, il faut donc un **minimum de quatre satellites** : trois pour la position et un pour la synchronisation.



▲ Principe de fonctionnement du système GPS.

4 Le système Galileo

Les programmes européens de radionavigation par satellites (*Global Navigation Satellite System*, GNSS), EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) et Galileo, ont pour objectif principal de **doter l'Union européenne de ses propres systèmes de positionnement** et de datation par satellite afin de garantir son indépendance vis-à-vis des autres dispositifs existants, et plus particulièrement du GPS américain. Ces programmes doivent ainsi permettre à l'Europe de répondre aux enjeux stratégiques, sociétaux, économiques et industriels liés au développement considérable des marchés de ces technologies spatiales de positionnement et de datation.

Galileo est un ensemble autonome basé sur une constellation de 30 satellites (27 satellites actifs et 3 satellites en réserve) en orbite à moyenne altitude (23 222 km), qui émettent des signaux compatibles et interopérables avec les autres systèmes mondiaux de navigation par satellite existants (le GPS et le système russe Glonass). Galileo offrira cinq services de couverture mondiale destinés à des usages distincts (service ouvert, service commercial, service sauvegarde de la vie, service public réglementé, service recherche et sauvetage). Au contraire de son homologue américain, Galileo est uniquement civil.

Mission Galileo, Centre national des études spatiales (CNES), cnes.fr.



ZOOM SUR...

Galileo vs GPS

Le système GPS est capable de déterminer une position à 10 mètres près, tandis que Galileo est précis au mètre (pour la version gratuite). Avec le GPS, on peut voir où se trouve un train sur un territoire, mais avec Galileo on peut savoir sur quelle voie il se trouve. Galileo complète ainsi le GPS, avec lequel il est compatible, ainsi que les systèmes Glonass (russe) et Beidou (chinois).

QUESTIONS

- 1 **Doc. 1** Qu'est-ce que le système GPS ? De quels éléments est-il constitué ?
- 2 **Doc. 2** a. Que se passe-t-il lorsque le satellite 2 émet son signal ? Reproduisez et complétez la figure 2. Combien de points obtient-on ?
- 3 **Doc. 3** a. À l'aide de GeoGebra 3D, visualisez l'intersection de deux sphères.
- b. Que se passe-t-il lorsque le satellite 3 émet son signal ? Complétez la figure. Combien de points obtient-on ?
- 4 **Doc. 4** Pourquoi l'Europe s'est-elle dotée de son propre système de positionnement par satellites ? Quels en sont les avantages ?