



Atelier

Ce dossier vous présente les éléments techniques et pédagogiques de l'atelier La découverte des télécoms, ainsi que les différents outils utilisés. Vous y trouvez la documentation nécessaire à la préparation de la visite.

# Mission GPS



Présentation de l'atelier	3
Intérêts pédagogiques	3
Déroulement de l'atelier	3
Scénario et défis	3
Matériel utilisé	4
Le GPS : système global de positionnement et de navigation par satellite	4
Système GPS	4
Principe général de fonctionnement	5
Relation GPS-cartographie	5
Avenir	7



# Présentation de l'atelier

A court terme, les équipements de positionnement par satellite seront autant utilisés que l'est une montre aujourd'hui ! Dans l'optique de cette généralisation, l'atelier « Mission GPS » a pour objectif de faire découvrir le principe du positionnement par satellite et d'initier à l'utilisation d'un récepteur.

Cet atelier pratique s'adresse aux élèves de lycée.

La salle est équipée de 13 ordinateurs multimédia et d'un tableau interactif.



## Intérêts pédagogiques

- découverte d'un système de géolocalisation par satellite
- utilisation d'un récepteur GPS
- découverte des principales fonctions des récepteurs GPS

*L'atelier « Mission GPS » est une initiation et non une utilisation de toutes les fonctionnalités d'un récepteur GPS.*



## Déroulement de l'atelier

L'atelier « Mission GPS » dure 90 min et se déroule en 4 parties :

- introduction rapide des divers systèmes de localisation
- explication des défis et appropriation du matériel
- parcours dans le parc pour accomplir les différents défis
- présentation du fonctionnement des systèmes de positionnement par satellite et de leur avenir

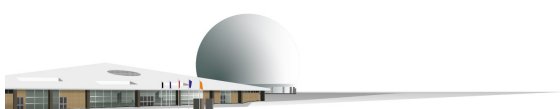


## Scénario et défis

A l'aide de GPS, les élèves devront relever des défis et répondre à des questions dans le but de décoder un message secret..

Différents défis leur sont proposés :

- *Coordonnées GPS* : entrer les coordonnées GPS et rejoindre ce lieu pour décoder 2 lettres.
- *Les énigmes* :
  - énigme photo : une photo panoramique sur laquelle se trouvent deux intrus apparaît. Cliquer sur ces intrus pour avoir accès à de nouvelles lettres.
  - énigme sportive : rejoindre 5 lieux le plus vite possible. Chaque lieu atteint offre une lettre.
  - énigme télécoms : rejoindre 5 lieux. A chaque lieu atteint apparaît une question (donnant droit à 2 lettres décodées par bonne réponse).
- *Le lieu mystère* : seules les équipes ayant décodé un grand nombre de lettres reçoivent un indice sur ce lieu mystère. Seule la 1<sup>ère</sup> équipe, arrivée au lieu mystère, gagne les 5 dernières lettres.
- Chaque équipe décrypte le message.



### **Remarque importante**

Une partie de l'atelier se déroule en extérieur.

Le parcours déroulant dans le parc de la Cité des télécoms, il est conseillé de prévoir un vêtement de pluie et de bonnes chaussures.

En cas de mauvais temps, la Cité des télécoms vous propose soit une autre animation soit la partie théorique de l'atelier « Mission GPS » complétée par une autre animation.



### **Matériel utilisé**

Les élèves, par binômes, ont à leur disposition :

- un récepteur GPS
- une feuille de mission



## Le GPS : système de positionnement et de navigation par satellite

Depuis son origine, l'homme a toujours eu besoin de se repérer. De tout temps, il a eu recours à des méthodes ou des systèmes plus ou moins fiables et compliqués pour pouvoir s'orienter et rejoindre un lieu déterminé : l'étoile polaire, la boussole, l'astrolabe, le sextant... Puis a été mis au point la localisation par satellite, et notamment le système de positionnement et de navigation : le GPS.

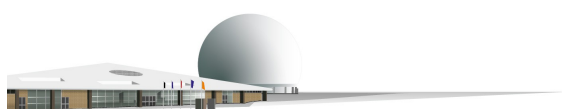
Le positionnement est aujourd'hui une information vitale pour un grand nombre de professionnels : le transport (localisation de véhicules, recherche d'itinéraire, contrôle de vitesse, systèmes de guidage, etc.), la marine, l'aviation, la recherche, les loisirs...

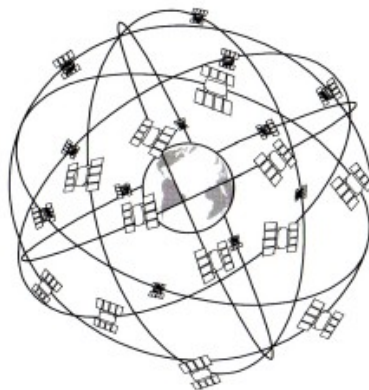


### **Système GPS**

Le système de positionnement global par satellite GPS a été introduit en 1978 par le Département de la Défense Américaine. D'abord destiné aux militaires, il est entièrement accessible aux civils depuis 1995.

Ces satellites émettent en permanence des signaux qui permettent à n'importe quel récepteur GPS de déterminer sa position 24h sur 24 sur terre, mer ou dans les airs. De nombreuses informations utiles sont également fournies en permanence par le récepteur GPS, comme la vitesse et la direction de déplacement, l'heure...





Constellation de satellites

Le système GPS se compose de 3 parties distinctes :

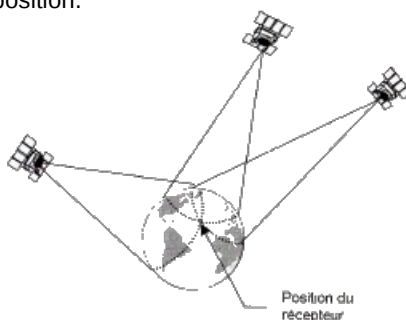
- la partie spatiale est constituée d'une constellation de 24 satellites GPS répartis autour de la Terre à une altitude d'environ 20 200 km.
- la partie au sol est constituée de 5 stations de surveillance et d'une station maître.
- la partie utilisateur comprend le récepteur GPS qui effectue tous les calculs à partir des signaux reçus des satellites. Il peut ainsi fournir des informations sur la position, la route, l'heure et la date, ainsi que toutes autres informations nécessaires à la navigation.



### Principe général de fonctionnement

Le principe du positionnement par GPS se fonde sur le calcul de la distance entre le récepteur GPS et plusieurs satellites.

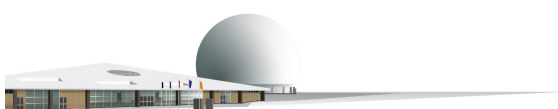
Après être entré en contact avec au moins 3 satellites, le récepteur GPS calcule le temps de propagation de l'onde radio qui se propage à la vitesse de la lumière et en déduit la distance du satellite, puis renseigne l'utilisateur sur sa position.



### Relation GPS-cartographie

Le récepteur GPS détermine une position dans l'espace par rapport au centre de la Terre, dans un système de coordonnées à 3 dimensions, appelé ECEF<sup>1</sup>. Or ce système n'est pas directement exploitable pour retrouver une position sur une carte. Le récepteur doit alors transformer cette information dans un système connu de l'utilisateur, c'est-à-dire en longitude, latitude et altitude ou tout autre système lui permettant de se repérer. Ce système est appelé « système géodésique ».

(1) ECEF : Earth-centered, Earth-fixed : terre centrée, terre fixe.



Un **système géodésique** définit l'endroit précis où passent les lignes imaginaires sur la Terre : la latitude et la longitude.

Pour définir les lignes de longitude et de latitude, il est important d'avoir un modèle précis de la Terre. Tout serait plus simple si celle-ci était une sphère parfaite et si la gravité était identique partout. Or la Terre ressemble plutôt à un ellipsoïde assez irrégulier et la gravité varie d'un lieu à un autre. Le niveau de la mer varie de près de 200 mètres selon les endroits du globe.

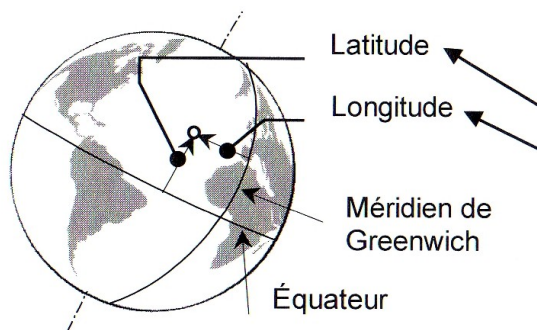
(2) WGS 84 :  
World Geodetic  
System 84 :  
système  
géodésique  
mondial

Le GPS utilise le système géodésique WGS 84<sup>2</sup> qui définit le niveau moyen des mers pour chaque région du globe.

Les cartes IGN utilisent le système ED 50<sup>3</sup>, WGS 84 ainsi que le système NTF<sup>4</sup>.

(3) ED 50  
(système  
européen) :  
coordonnées  
géographiques en  
degrés rapportées  
au méridien de  
Greenwich et  
coordonnées  
UTM en km

Une fois la position géographique définie dans un système géodésique, il est alors nécessaire de représenter **ces coordonnées** dans un système cohérent pour l'utilisateur.



(4) NTF (système  
français) :  
coordonnées  
géographiques en  
grades rapportées  
au méridien de  
Paris et  
coordonnées  
Lambert en km.

Il existe plusieurs systèmes de coordonnées : la latitude et la longitude sont les coordonnées généralement les plus utilisées, d'autres possibilités existent pour représenter une position géographique, comme les coordonnées UTM<sup>5</sup>.

(5) UTM :  
Universal  
Transverse  
Mercator

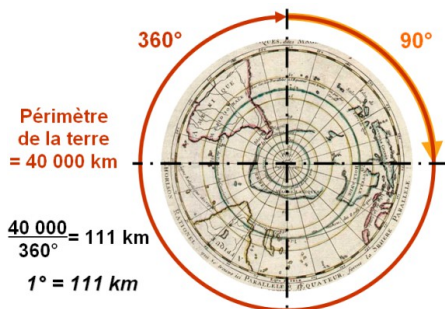
Les coordonnées utilisées se basent sur la latitude et la longitude.

La latitude est une position nord-sud mesurée par rapport à l'équateur. Elle est une mesure angulaire s'étendant de 0° à l'équateur à 90° aux pôles.

La longitude correspond à la position est-ouest mesurée par rapport à un méridien de référence, le méridien de Greenwich (en Angleterre). Cette mesure angulaire s'étend sur 360° de -180° à +180° ou de 180° Ouest à 180° Est.

Le tour de la Terre fait 40 000 km et représente les 360° de circonférence.

Chaque degré vaut donc :  $40\,000 \text{ km} / 360 = 111,111 \text{ km}$



Longtemps, on a exprimé les coordonnées de toute position par des degrés et ses sous-multiples : minutes et secondes.

Depuis l'arrivée du système GPS, on a inventé une nouvelle façon d'exprimer les coordonnées géographiques en utilisant des degrés décimaux :

- degrés minutes secondes : 48° 47' 8"

-3° 31' 25"

- degrés décimaux : 48,7855° N

-3,52379° O

*Convertir les degrés minutes secondes en degré décimaux*

Formule générale : latitude (degrés décimaux) degrés + (minutes/60) + (secondes/3600)

Soit 48° 47' 8" :  $48 + (47/60) + (8/3600) = 48,7855$



## Avenir

Le système GPS a été unanimement adopté dans le monde entier. Afin de réduire cette dépendance avec le système américain, d'importants projets ont été développés par d'autres pays ou sont à l'étude : le GPS différentiel, le satellite de télécommunication Inmarsat qui fournit des informations de radionavigation, les systèmes Egnos et Galiléo...

### GPS différentiel

(6) Waas/Egnos :  
Waas pour le  
continent nord-  
américain –  
Egnos pour le  
continent  
européen

Aujourd'hui, de nombreux récepteurs GPS sont dits compatibles WAAS/Egnos<sup>6</sup>. Egnos, système européen de navigation par satellite, augmente la précision des 2 autres systèmes (l'américain GPS et le russe Glonass). Les signaux Egnos sont émis par des satellites géostationnaires permettant d'obtenir une précision de l'ordre de 1 à 2 mètres en horizontale. Egnos permet ainsi d'offrir aujourd'hui des services proches de ceux qu'offriront Galiléo vers 2018-2019.

### Galiléo

L'Europe développe aujourd'hui son propre système de navigation par satellite.

Les 1<sup>ers</sup> services initiaux doivent débiter fin 2014. Aux environs de 2018-2019, nous devrions posséder une totale autonomie vis-à-vis du système américain.



Satellite Galiléo

Le système Galiléo sera constitué d'une constellation de 30 satellites en orbite à une altitude de 23 616 km. Galiléo offrira partout et pour tous, des services de positionnement par satellite dont la fiabilité sera garantie. Particuliers, entreprises, administrations, tous pourront en bénéficier, que ce soit sur la route, dans les airs ou sur la mer.

### Autres systèmes

- GLONASS (système russe) : pleinement opérationnel, à nouveau, depuis décembre 2011.

- Beidou (système chinois) : opérationnel uniquement sur le territoire chinois et les régions limitrophes (il utilise des satellites géostationnaires, au nombre de quatre actuellement). Son successeur Compass sera global et atteindra une précision de 10 m au sol.

- IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System pour « système indien de navigation régionale par satellite ») : en cours de préparation.

*Dans quelques années, la plupart des récepteurs de positionnement par satellite seront capables d'utiliser les signaux provenant des systèmes GPS, Galiléo, etc.*



Ce dossier a été réalisé  
par l'équipe de médiation scientifique  
de la Cité des télécoms  
de Pleumeur-Bodou / 2014-2015

Pour toute information pédagogique,  
vous pouvez joindre l'équipe de médiation  
au 02 96 46 68 50

*Fondation Cité des télécoms : pour rendre accessible  
au plus grand nombre le monde des télécommunications*

INFOS 24H/24 / 02 96 46 63 80 / WWW.CITE-TELECOMS.COM  
CITÉ DES TÉLÉCOMS / PARC DU RADÔME / 22560 PLEUMEUR-BODOU

