

## *Chapitre 05 : Localisation, cartographie et mobilité*

### 1. De la donnée à la carte numérique

### 2. Projet - Les données géolocalisées

### 3. La géolocalisation des données numériques

### 4. Projet - Se géolocaliser avec un smartphone

### 5. Projet - Récupérer des données de géolocalisation

### 6. Algorithmes et calculs d'itinéraires

### 7. Les applications des cartes numériques

### 8. Enjeux éthiques et sociétaux liés à la géolocalisation

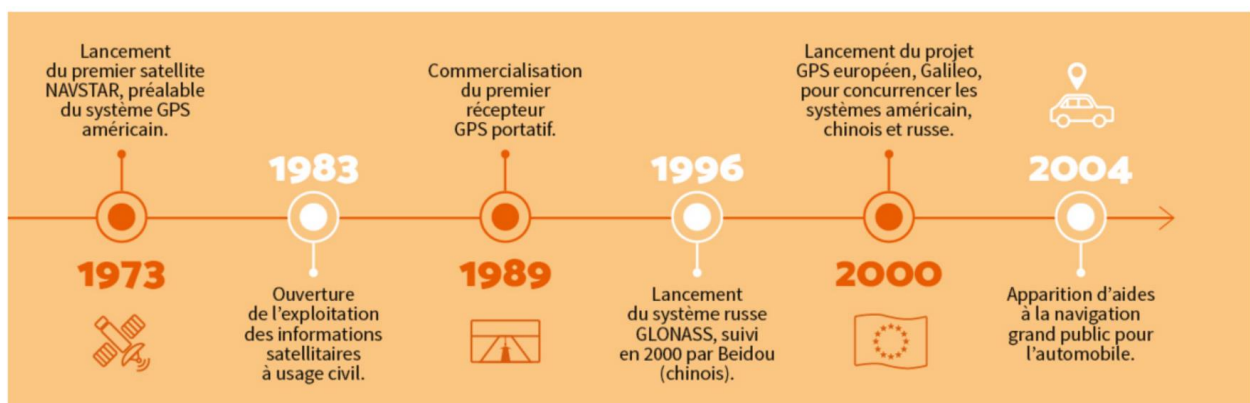
## Chapitre 05 : Localisation, cartographie et mobilité

### 1. Introduction :

*En orbite autour de la terre, les satellites sont un outil essentiel des systèmes de géolocalisation et de cartographie. Les données qu'ils collectent et transmettent sur terre permettent aujourd'hui d'être localisable en tout point de la surface du globe avec une précision impressionnante.*

*1 m est la précision de géolocalisation grâce aux système GPS classique ( « Global Positionning Système » système de géolocalisation par satellite ). Avec le DGPS ( GPS différentiel : un système GPS corrigé par onde radio ), on arrive à 1cm de précision seulement. Le DGPS est utilisé dans l'aviation, les militaires et les véhicules autonomes.*

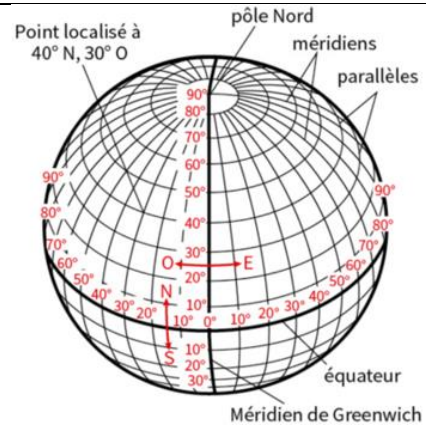
*Initialement réservée aux usages militaires, la géolocalisation s'est démocratisée d'abord pour l'automobile puis très vite pour les particuliers avec l'usage massif des smartphones.*



## 2. De la donnée à la cartographie :

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).

L'ensemble de ces trois notions auquel on ajoute d'autres (centre de la terre...etc.) est utilisé comme système de référence mondial déterminer les positions sur Terre par les systèmes GPS



Il existe d'autres notations de l'écart par rapport à l'équateur ou au méridien

### 2.1 Principe de la géolocalisation :

Le GPS ou ses équivalents est un système qui permet de connaître sa position exacte, partout dans le monde, grâce à une trilatération par satellite.

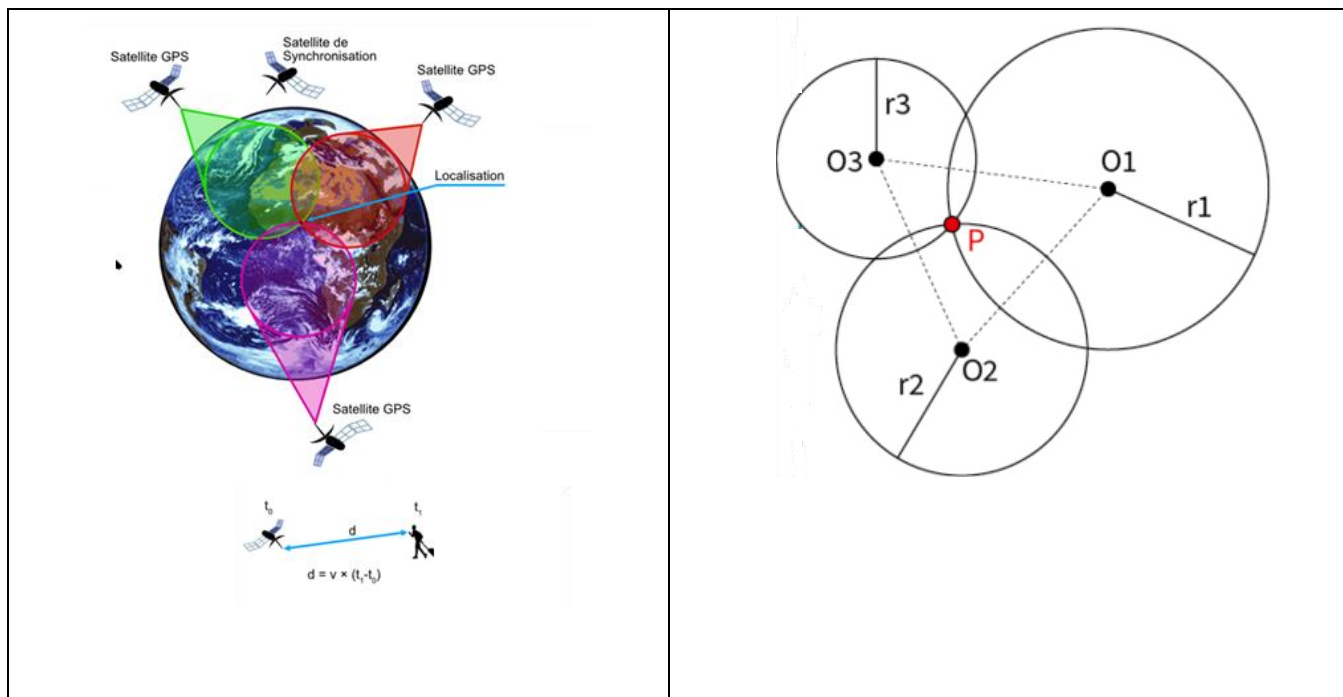
Le principe est assez simple, même si la mise en œuvre technique nécessite de faire appel aux découvertes les plus récentes de la physique et des techniques spatiales et informatiques.

Afin de pouvoir obtenir sa position, il faut un récepteur GPS (intégré dans la plupart des smartphones et d'autres appareils électroniques), qui va recevoir des signaux d'au moins 4 satellites afin de déterminer sa position.

Trois satellites lui permettront de savoir où il se trouve par la méthode du calcul de la distance à partir du temps nécessaire pour que le signal du satellite parvienne au récepteur GPS. Sachant que le signal se déplace à la vitesse de la lumière (environ 300 000 km/s), si on sait à quelle heure le signal est parti du satellite ( $t_0$ ) et à quelle heure il est arrivé au récepteur ( $t_1$ ), on peut en déduire la distance au satellite et savoir qu'on est sur un cercle sur la planète (cercle projeté par le cône de distance par rapport au satellite). Avec 3 satellites, on trouve le point précis de sa position.

Remarque : un 4<sup>ème</sup> satellite va synchroniser les horloges de chaque satellite et du récepteur afin de ne pas fausser les résultats à cause des effets de la relativité (théorisé par Albert Einstein : l'écoulement du temps varie en fonction de la vitesse et les satellites GPS tournent très vite autour de la Terre).

Bien évidemment, le procédé de positionnement réel fonctionne en trois dimensions et permet de connaître à la fois la position géographique et l'altitude à laquelle on se trouve. Mais ceci ne sert pas à grand-chose si on ne possède pas les cartes géographiques qui vont avec.



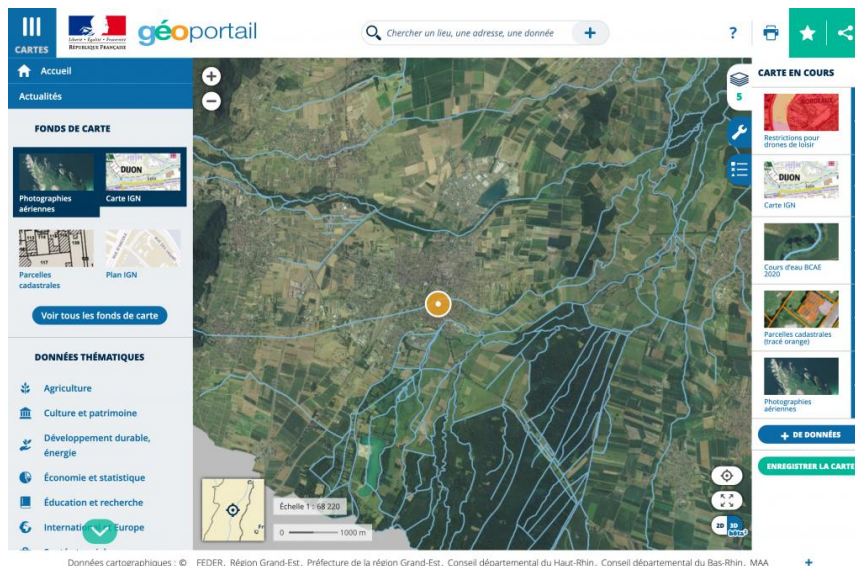
## 2.2 Cartes numériques

*Un des grands enjeux de la numérisation avec le développement de l'informatique a été d'utiliser cet outil pour fournir des cartes faciles d'accès et superposant de multiples informations pour l'aide aux décisions dans tous les domaines.*

*Avec l'aide des satellites, des avions d'observation, des relevés au sol et même de la collaboration sur Internet, les cartes deviennent de plus en plus précises et permettent de donner accès à des informations précieuses pour les particuliers, les pouvoirs publics et les entreprises.*

*Que vous vouliez prévoir votre départ en vacances, votre prochaine randonnée, savoir quelles sont les limites de votre terrain ou si vous avez le droit de faire voler votre drone, une des références cartographiques les plus complètes en France est le site « Géoportail » de l'Institut Géographique National français (IGN) :*

<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>



*Comme on peut le voir sur la capture d'écran ci-dessus, Géoportail donne accès à de nombreuses cartes : fonds IGN dessinés, photos satellites, cadastre, restriction des drones de loisirs, réseau hydrographique, sites archéologiques... Il y a même des cartes anciennes de certaines zones pour les cours d'histoire.*

*Le choix de carte se fait par le menu de gauche (trois traits verticaux) puis les cartes peuvent être réarrangées par l'outil couche (carte en cours) dans la barre de droite. Il est possible d'adapter le niveau de transparence, de réarranger l'ordre des cartes ou d'en masquer une ou plusieurs temporairement.*

*D'autres outils permettent d'aller plus loin dans l'étude des cartes :*

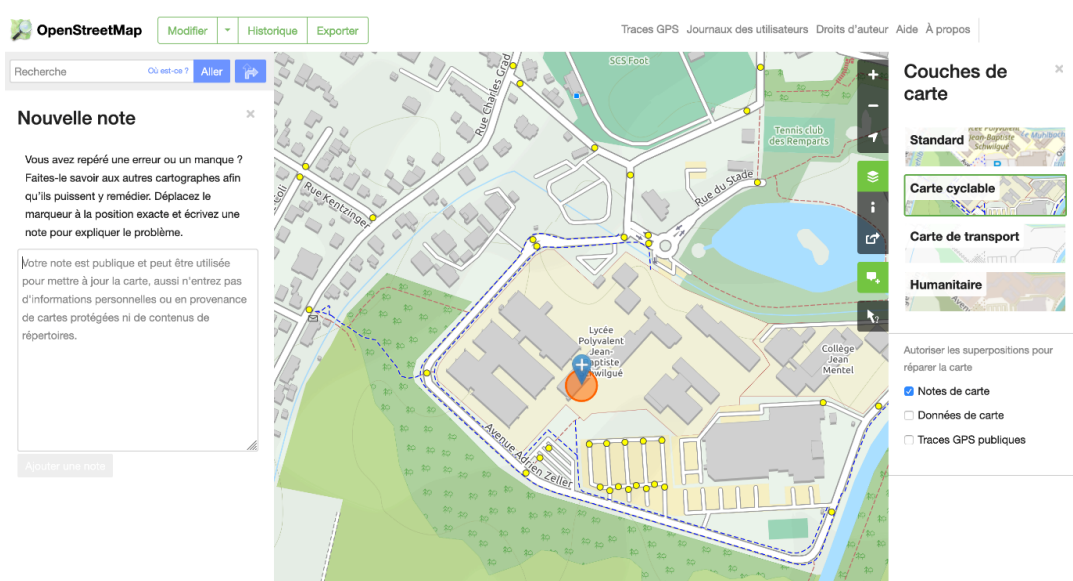


*Il est ainsi possible d'effectuer des mesures de distances, de surface, de calculer un itinéraire ou d'annoter une carte. Plus rare dans les fonds cartographiques sur Internet, il est également possible de calculer **une isochrone** : distance que l'on pourra parcourir au maximum en un temps donné depuis un lieu précis, à pied ou en voiture.*

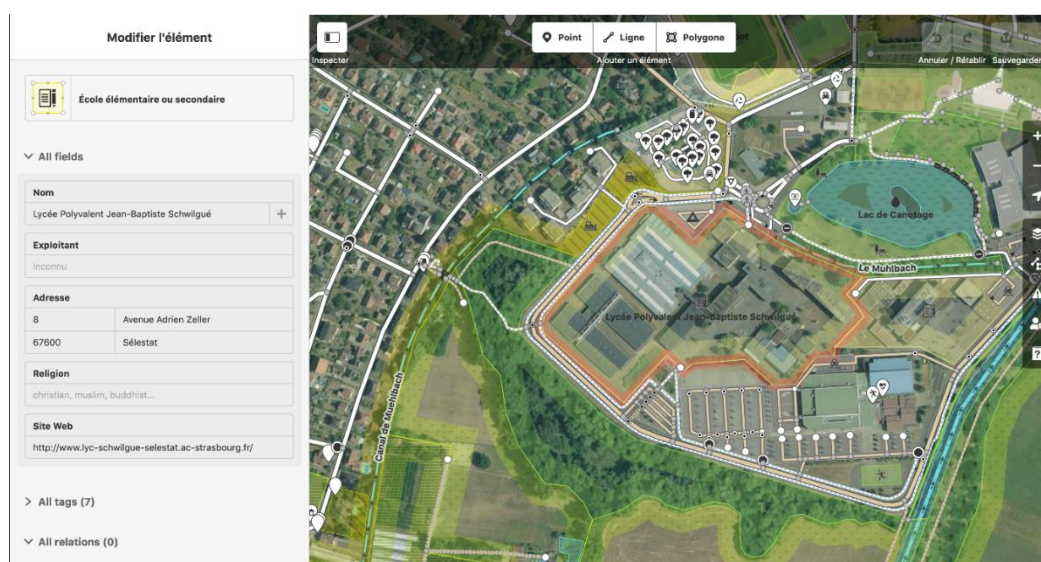


Tous ces outils ont des applications pratiques multiples pour les pouvoirs publics : décider de l'implantation d'un hôpital ou d'une caserne de pompier à l'aide d'un isochrone (temps d'intervention maximal par exemple), autorisation de construire en fonction des réseaux hydrographiques...

Un autre outil cartographique intéressant est le site « [Openstreetmap](https://www.openstreetmap.org/) ». Son objectif est la création et la diffusion collaborative de cartes de l'ensemble de la planète en demandant aux internautes de contribuer en ajoutant routes, bâtiments et autres informations à la carte. Même si les outils cartographiques de base d'openstreetmap sont moins nombreux que ceux de géoportail, il a l'avantage de couvrir l'ensemble de la planète et l'inscription y est gratuite.



Une fois inscrit sur Openstreetmap, vous aurez accès aux outils d'édition :



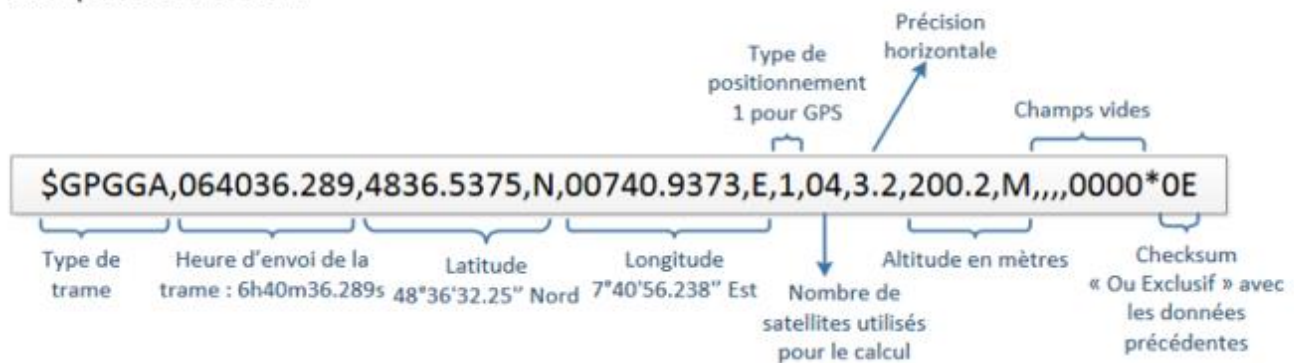
Ils permettent de rajouter des points particuliers, des lignes ou des polygones et d'y insérer des indications qui seront ensuite visibles par l'ensemble des personnes consultant la carte. Il y a une modération afin d'éviter que des plaisantins n'ajoutent n'importe quoi n'importe où, bien sûr.

### 1.3. Protocole

Afin que le signal GPS permette de faire la liaison avec le fond cartographique numérique, un protocole standard de communication entre les satellites et les récepteurs a été établi. Il s'agit du protocole **NMEA (National Marine & Electronics Association)**, originellement pensé pour permettre la communication entre les appareils de électronique pour les marins.

Plus précisément, le protocole utilisé par le GPS est le **NMEA-0183** qui transmet les informations sous la forme d'un code **ASCII** qui se compose de « trames » d'informations. Par exemple :

Exemple de trame GGA :



Chaque trame commence par le symbole dollar \$ suivi d'un code de type de trame (ici GP pour GPS, puis GGA pour GPS fixe et date) les autres codes sont ensuite séparés par des virgules.

Les informations de latitude, de longitude et d'altitude permettront de se positionner sur la carte.