

# Thème géolocalisation

L'activité qui sera proposée porte sur la recherche, à l'aide d'une application pour smartphone, de trottinettes en libre service localisées par GPS.

Avant de nous lancer dans l'activité, nous avons besoin de présenter quelques notions permettant de bien maîtriser le positionnement d'un objet à la surface terrestre.

## I GPS

### 1) Introduction

Nous considérons ici un parc de trottinettes en libre-service dans les grandes villes françaises. Nous localisons une trottinette à l'aide de notre smartphone via une application dédiée.

Cette activité étudie :

- le moyen de géolocalisation de la trottinette
- Le fonctionnement de la trame NMEA générée par la balise GPS qui permet de récupérer et de tracer sur une carte un chemin parcouru par un utilisateur.

Plus précisément nous pourrions répondre aux questions concernant nos trottinettes :

- Comment sont-elles géolocalisées ?
- Comment apparaissent-elles sur une carte lorsqu'elles sont disponibles ?
- Comment récupérer l'information sur leur localisation ?
- Comment est calculé le trajet entre vous et la trottinette ou le trajet que vous avez effectué ?

### 2) Principe de fonctionnement de la géolocalisation, le GPS

Le GPS (Global Positioning System) est un système de positionnement par des satellites d'un objet situé à la surface avec une précision de 5 à 10 m.

#### *a. Constitution d'un traceur*

Les objets connectés (ce sera le cas de notre trottinette électrique) sont généralement équipées d'un émetteur (mais on dit plutôt « traceur », tracker » ou « balise ») GPS.

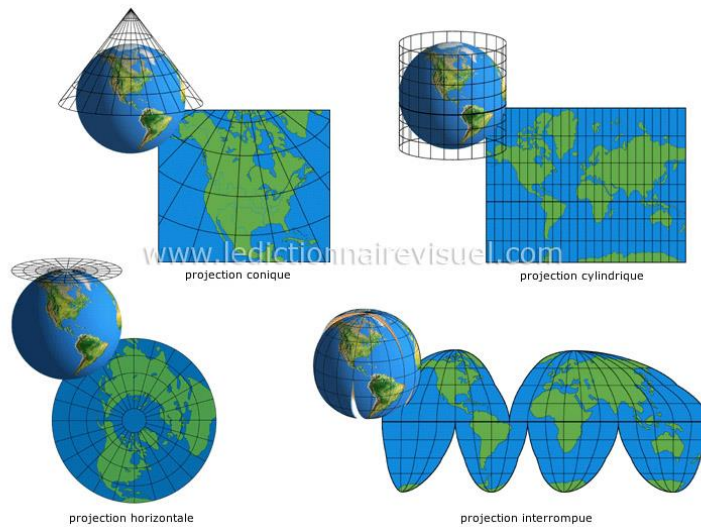
Il est composé :

- D'un **module** GPS.
- D'un **module de téléphonie mobile GSM GPRS (Erreur ! Source du renvoi introuvable.)**, qui lui permet d'envoyer ses informations de position soit par SMS, soit par internet. Le traceur se connecte à Internet pour y envoyer ses informations vers un **serveur internet**, identifié par une adresse **IP**.

Les positions recueillies par le traceur GPS partent via internet sur le site de géolocalisation de Lime au minimum toutes les minutes.

**b. Coordonnées géographiques**

Lorsque l'on doit localiser un objet sur la Terre, il est nécessaire dans un premier temps de représenter la Terre sur une surface plane. Nous réalisons alors une **projection**.



Il existe différents types de projection (conique, cylindrique, horizontale ou interrompue, voir figure ci-dessus).

Il est donc nécessaire de définir un système de projection (de coordonnées) de référence (Coordinate Reference System, CRS). La position d'un objet sera définie par des valeurs de coordonnées précises mais tout indiquant obligatoirement selon quel CRS elles sont définies.

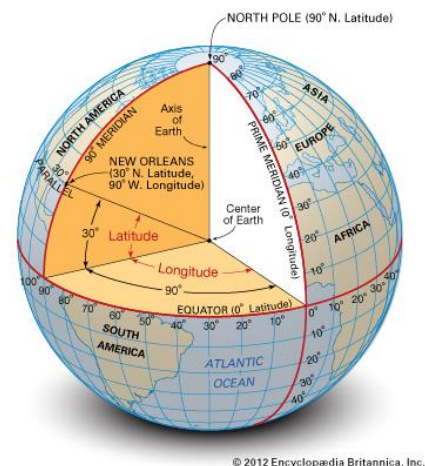
Pour unifier les représentations des CRS, nous utilisons un code « EPSG » parmi ceux décrits dans le tableau ci-dessous.

Par exemple, pour le CRS **WGS84** qui est une projection très utilisée et en particulier par le GPS, le code EPSG correspondant est 4979 si l'on considère aussi l'altitude dans les coordonnées (donc une représentation en 3D) et 4326 si l'on ne considère que la longitude et la latitude (donc une représentation en 2D). Lorsque l'on manipule des données cartographiques. En particulier, en France, il est très fréquent de rencontrer 3 systèmes : le WGS 84, le Lambert 93 et le Lambert 2 étendu.

Code	Nom	EPSG	Remarques
RGF93	Réseau Géodésique Français 1993	6171 (système géocentrique), 4965 (3D), 4171 (2D)	Système français légal (décret 2000-1276 du 26 décembre 2000). Identique à l'ETRS89 au 1/1/1993.  Compatible avec le WGS84 pour des précisions égales ou supérieures à 10 m (c'est-à-dire 15 m etc.).
NTF	Nouvelle Triangulation Française	2D : 4807 (Paris, grade) ou 4275 (Greenwich, degré). 3D : 7400 (Paris, grade)	Système français périmé mais encore largement utilisé.
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989	4937 (3D), 4258(2D)	Système européen actuel
ED50	European Datum 1950	4230	Système européen périmé
<b>WGS 84</b>	World Geodetic System 1984	4979 (3D), 4326 (2D)	Système mondial très utilisé notamment avec le GPS.

Nous allons utiliser plus particulièrement au CRS **WGS 84** qui est le système le plus standard, parce qu'il est lié au GPS.

Lorsqu'un smartphone se géolocalise par GPS, il renvoie au système une paire de coordonnées longitude/latitude exprimées dans le système WGS 84.



**c. Calcul de distances à la surface du « globe terrestre »**

Dans un premier temps, nous allons considérer la Terre comme une sphère parfaite.

**i. Le Nord et le Sud, la notion de méridien, la latitude, le parallèle**

Lorsque nous nous déplaçons selon une direction Nord-Sud, nous nous déplaçons sur un méridien.

Si le tour complet est alors nommé méridien terrestre, il s'agit d'un cercle passant par les deux pôles et dont la circonférence vaut  $L = 2\pi R_T$  ( $R_T$  étant le rayon moyen de la Terre).

Mais attention, nous verrons dans la partie ii. qui suit que ce que nous désignons en tant que « méridien » tout court représente en fait un demi cercle...

La position sur un méridien quel qu'il soit est une position selon la direction Nord-Sud est appelée **latitude**. Sa valeur est donnée par un angle qui part de  $0^\circ$  au niveau de l'équateur et qui est toujours positive mais obligatoirement accompagnée de l'indication N (« nord ») ou S (« sud »).

Exemples : Dunkerque ( $51^\circ$  N), Barcelone ( $41^\circ$  N).

Tous les points se trouvant à la même latitude se trouvent sur un cercle de la surface terrestre que nous appelons parallèle.

Exemple : le tropique du Cancer correspond au parallèle  $23^\circ$  N

**ii. L'Est et l'Ouest, la longitude**

La position selon la direction Est-Ouest se repère aussi à l'aide d'un angle dont l'origine ( $0^\circ$ ) se trouve sur le méridien de Greenwich, près de Londres, en Angleterre, et qui va de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  Ouest (« O ») ou de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  Est (« E »).

Cette coordonnée est appelée **longitude**.

Tous les points de même longitude se trouvent donc sur un même méridien.

**Remarque (annoncée dans la partie i. qui précède) :** Partant du pôle nord, nous parcourons le méridien de Greenwich de longitude  $0^\circ$ . Un fois le pôle sud atteint, si nous poursuivons notre chemin, nous parcourons le méridien opposé, de longitude  $180^\circ$  (E ou O, indifféremment).

Un méridien associé à une valeur donnée de longitude est donc un demi-cercle terrestre...

C'est tout à fait cohérent si nous considérons l'étymologie du mot « méridien » qui signifie : « ensemble des points du globe où il est midi en même temps ».

**iii. A savoir, la relation entre rayon terrestre  $R_T$  et longueur de la circonférence terrestre  $L$  :**

$$L = 2\pi R_T \qquad R_T = \frac{L}{2\pi}$$

**iv. Mesure de la distance entre deux points quelconques de la surface terrestre**

Nous rappelons la relation  $d = \alpha R$  qui peut être ici très utile.

Elle doit être considérée avec précaution dans la mesure où l'angle  $\alpha$  est exprimé en radians.

Mais si l'on ne cherche pas à connaître R, on peut très bien considérer qu'il y a une relation de proportionnalité entre d et  $\alpha$  sans l'exprimer par une formule. La simple connaissance de l'existence d'une relation de proportionnalité permettra de mettre en relation directe des couples de valeurs (d,  $\alpha$ ) et de déterminer facilement la valeur manquante.

Si l'on persiste à vouloir utiliser la formule et que les angles sont en degrés, il faudra inclure dans l'expression un calcul de conversion des degrés en radians (on rappelle de  $360^\circ$  correspondent à  $2\pi$  radians).

$$\begin{aligned} \text{Donc :} \quad d &= \alpha R && \text{si } \alpha \text{ est en radian} \\ d &= \alpha R \times \frac{2\pi}{360} && \text{si } \alpha \text{ est en degré} \end{aligned}$$

Toutefois, dans la plupart des exercices proposés, on peut se passer de cette relation et utiliser simplement la proportionnalité qui existe entre la longueur parcourue sur la surface du globe terrestre et l'angle balayé.

Exemple : me déplaçant de Barcelone (latitude  $41^\circ$  N) à Dunkerque ( $51^\circ$  N), je balaye un angle  $\alpha = 51 - 41 = 10^\circ$  et je parcours la distance environ égale à  $D = 1100$  km.

Je peux en déduire la circonférence terrestre L dans la mesure nous pouvons lui associer un angle balayé de  $360^\circ$ .

$$\begin{array}{ll} L \text{ km} & 360^\circ \\ D \text{ km} & 10^\circ \\ L = \frac{360}{10} \times D & = 40000 \text{ km environ...} \end{array}$$

v. Remarque pour WCS 84

En WGS 84, nous avons donc une paire de coordonnées constituées d'une longitude et d'une latitude. La longitude 0 correspond au méridien de Greenwich, et varie de -180 (vers l'Ouest) à +180 (vers l'Est). La latitude 0 correspond à l'équateur et varie de -90 (depuis le pôle Sud) à +90 (au pôle Nord). Un signe négatif remplace donc le terme « O » (ouest) et le terme « S » (sud).

vi. Exemple de calculs

Le calcul de distance entre deux points dépend du système de coordonnées utilisé. Prenons l'exemple de deux systèmes de coordonnées couramment utilisés : le système WGS 84 (utilisé dans le GPS) et le système Lambert 93. Vous pouvez utiliser ce site <https://projection.dogeo.fr/point-to-coords> pour comparer différents systèmes de projection :

**Cliquez sur un point de la carte (ou choisissez un emplacement) et cochez différents systèmes de calcul de coordonnées.**

• *Utilisation du système WGS 84*

En utilisant la projection WGS 84, on peut obtenir la distance entre deux points ce que l'on appelle (« vol d'oiseau » ou *distance géodésique*) en considérant la Terre comme une sphère parfaite à l'aide de la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{distance} &= r * \Delta\sigma \\ \Delta\sigma &= \arccos (\sin\phi_1 * \sin\phi_2 + \cos\phi_1 * \cos\phi_2 * \cos(\Delta\lambda)) \\ \Delta\lambda &= |\lambda_1 - \lambda_2| \end{aligned}$$

**Cette formule est plus lourde que compliquée et peut être aisément commentée...**

Les angles  $\phi_1$  et  $\phi_2$  correspondent aux latitudes,  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  correspondent aux longitudes sont exprimés en radians et  $r$  est le rayon de la Terre au niveau de la position considérée.

- **Utilisation du système de Lambert 93**

Pour calculer des distances entre deux points, nous pouvons alors utiliser un autre système de projection appelé système de Lambert, valable uniquement pour des coordonnées situées à l'intérieur du cadre rouge défini sur la Figure 1. Le système Lambert 93 (EPSG 2154), correspond à un découpage de cette zone rouge en carreaux, considérés comme pouvant être aplatis plus précis mais limité à la région à l'intérieur de ce rectangle.



Figure 1 : Zone d'utilisation du système de Lambert 93

En Lambert 93, on ne parle plus de longitude et latitude (puisque'il n'est plus ici question d'angle à l'équateur ou au méridien de Greenwich), mais de coordonnées X et Y (ou « Easting » pour X et « Northing » pour Y). X et Y représentent des distances respectivement horizontale et verticale en mètres par rapport à un point origine O (de coordonnées (0, 0) (O est situé quelque part au large du Gabon).

En connaissant les coordonnées de deux points dans le système de Lambert, nous pouvons déterminer la distance d entre ces points en utilisant la formule de Pythagore :

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Nous notons le caractère obligatoirement approximatif de la distance ainsi calculée puisque ce calcul ne tient pas compte de l'arrondi de la surface terrestre.

Plus le carré de travail considéré est petit, plus l'approximation sera acceptable.

## II - Activité GPS

### 1) Préliminaires (visionnage de vidéos + questions)

Visionnez d'abord les vidéos suivantes :

<https://www.youtube.com/watch?v=WoqpQbWdacQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=e79tSIpLiDk>

Questions :

- Quel est le nombre minimum de satellites permettant de déterminer la position d'un objet à la surface de la Terre ?
- Quel principe est utilisé par le GPS ?
- Quelle est la précision du GPS Galiléo ?
- Combien de satellites assurent le fonctionnement de Galiléo ?
- Combien de personnes peuvent être connectées simultanément sur Galiléo ?

**Modélisation :** trois satellites sont représentés en trois points de la feuille notés A, B et C (voir ci-dessous). Nous cherchons un point O situé respectivement à 9,5 cm de A, 8,6 cm de B et 7,3 cm de C.

Comment procéder (solution graphique) ?

*Attention : la distance AB réelle vaut 7,1 cm, vous aurez peut être besoin de remettre à l'échelle du dessin les distances OA, OB et OC.*



A.



B.

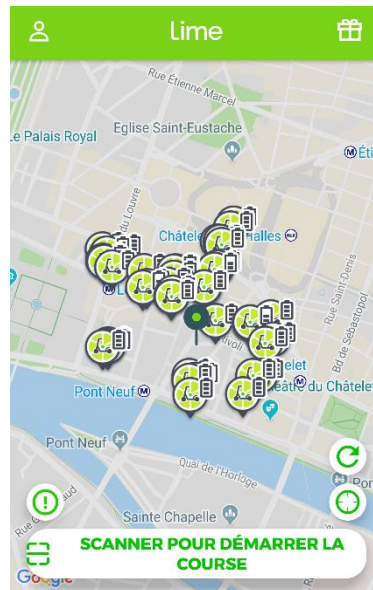


C.

### 3) Affichage de la position des trottinettes électriques en temps réel

#### a. Introduction

Nous allons essayer de comprendre comment les trottinettes s'affichent en temps réel sur une carte (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) lorsqu'elles sont disponibles à la location.



Nous utiliserons OpenStreetMap qui est une carte ouverte (participative) afin d'y ajouter des points d'intérêts. Dans un premier temps, nous allons utiliser le site <https://www.openstreetmap.org/> pour déterminer les coordonnées GPS d'un lieu.

Nous utiliserons ces coordonnées pour simuler l'ajout de points d'intérêts sur une carte OpenStreetMap à partir d'un programme en langage Python utilisant en particulier la bibliothèque folium.

#### b. Open Street Map (OSM)

OpenStreetMap est un projet de cartographie qui a pour but de constituer une base de données géographiques libre du monde, en utilisant le système GPS et d'autres données libres.

OSM utilise une **base de données** géographiques afin que ces dernières soient utilisées pour faire du calcul d'itinéraires, du fond de carte, du géocodage ou de la localisation de points d'intérêts qui soient fixes ou mobiles.

Un lien de présentation d'OSM : <https://www.youtube.com/watch?v=zJSGOpqa9ew&feature=youtu.be>

Rendez-vous sur le site <https://www.openstreetmap.org/>

- Recherchez un lieu en l'indiquant dans l'onglet de recherche (par exemple : lycée René Cassin, Bayonne)
- Une fois la recherche effectuée, faites un clic droit sur la carte à l'emplacement du lycée et sélectionnez « afficher l'adresse » : une localisation GPS vous est proposée ([43.47967, -1.47995](#))
- Notez bien les coordonnées qui seront utilisées dans un programme Python

### c. Simulation sous Python

Comme pour d'autres activités, toutes les données, y compris les codes Python, seront réunies dans un même dossier (dossier *géolocalisation*). Si le programme génère des cartes de géolocalisation, elles seront sauvegardées dans ce dossier.

#### ❖ La bibliothèque Folium

Créez un dossier et nommez-le par exemple "géolocalisation".

Il faut maintenant indiquer sous Edupython (nous ne travaillons pas avec Spyder car je ne réussis pas à y importer la bibliothèque folium) que vous voulez travailler dans ce dossier.

En fait, le premier programme de travail (voir ci-dessous) est ouvrable dans ce dossier. Après la première exécution, vous trouverez la première carte automatiquement enregistrée dans le dossier « géolocalisation »

Nous avons installé les bibliothèques *folium* et *Image*. Si ces bibliothèques ne sont pas incluses dans Edupython (en principe, elle le sont), leur installation se fait par la commande (en mode invite de commande, windows powershell ou autre...) :

- `pip install folium`
- `pip install Image`

#### ❖ Création de la carte

Une fois la bibliothèque installée et le dossier créé nous allons pouvoir ouvrir une carte OSM à partir de Python.

- **Ouvrez avec Edupython le fichier lycée.py dans dossier (répertoire) géolocalisation**
- **Exécutez ce programme**
  - Pas d'affichage sur Edupython, mais vous constatez la présence d'un nouveau fichier dans le dossier « géolocalisation » : fichier « maCarte1 ».
  - Ce fichier s'ouvre par défaut (double-clic) avec un navigateur web : vous découvrez une carte géographique (utilisable entant que carte – zoom, dézoom, déplacements possibles) au centre de laquelle se trouve le lycée Cassin.
- La création de la carte se fait à partir d'OSM.
- Les instructions dans les parenthèses qui suivent servent à la présentation de la carte (« map ») :
  - `Zoom_start` pour le choix d'échelle de vision de la carte
  - `Location=[coordonnées]` pour désigner le point central de l'affichage de la carte. Ces coordonnées ont été choisies dans la partie précédente sur OSM (ici, ce sont celles du lycée Cassin).

#### ❖ Affichage d'un POI sur la carte (Point Of Interest)

- **Insérez (avant dernière ligne) dans le programme précédent l'instruction :**  
`folium.Marker([43.47967, -1.47995], popup = 'mon lycée').add_to(map)`  
`map.save('maCarte2.html')`  
(La dernière ligne est aussi modifiée pour créer une nouvelle carte mais ce n'est pas obligatoire)
- **Exécutez ce nouveau programme, enregistrez-le sous le nom : « lycéePOI »**
- **Expliquez ce que réalise la fonction Marker.**

#### ❖ Affichage d'une image associée au POI

- **Ouvrez le programme « LycéePOIphoto » et exécutez-le.**  
(Il a été nécessaire d'importer la bibliothèque **base64** qui va nous permettre d'encoder l'image au format html et de l'encapsuler dans un cadre pour générer le **popup**. On utilise aussi la bibliothèque **PIL** pour déterminer la taille de l'image utilisée)

#### ❖ Exercice : Trois trottinettes sont disponibles aux adresses suivantes :

- 5 rue Saint Forcet
- 21 rue de Lasseguette
- 4 avenue Vital Biraben

**Ecrivez vous-même un programme permettant de marquer sur la carte la disponibilité de ces 3 trottinettes. Pour cela, vous devez récupérer les coordonnées GPS de chacune (avec OSM) puis les repérer sur votre carte en utilisant un popup pour chacune d'entre elles (« trot1 », « trot2 », « trot3 »).**



## ❖ Calcul d'itinéraires

L'objectif est de trouver le plus court chemin vers une des trois trotinettes.

Le GPS utilise pour cela un algorithme qui se rapproche d'un algorithme célèbre : l'algorithme de Dijkstra (lien vidéo de présentation : <https://www.youtube.com/watch?v=MybdP4kice4&feature=youtu.be>).

Pour pouvoir modéliser un trajet, nous allons utiliser la bibliothèque *pyrouelib3* qui nous permet de calculer des itinéraires à l'aide des cartes OSM. Nous allons exécuter un programme Python qui permet de tracer un trajet sur une carte OSM.

- Nous avons préalablement importé (ou bien elle était déjà incluse dans notre version d'Edupython) la bibliothèque *pyrouelib3* (« pip install pyrouelib3 » en mode invite de commande).
- **Ouvrez le programme « itinéraire.py » et exécutez-le.**
- **Ouvrir le fichier html « itinéraire1 » créé par le programme afin de constater la proposition d'itinéraire entre le pont Pannecau et la rue Saint Forcet.**

### Commentaires :

- Dans ce script (programme), nous définissons le type de véhicule utilisé (dans notre cas un vélo, « cycle »).
- Nous définissons ensuite les points de départ et d'arrivée pour notre trajet. Les coordonnées de ces points ont été obtenue sur OSM.
- Une fois ces deux extrémités connues, la méthode **.doroute** permet de déterminer des points de passages pour notre trajet.
- Le chemin étant connu, on utilise la méthode **router.nodeLatLon** pour déterminer les coordonnées GPS (latitude et longitude) de nos points de passage représentés par la suite par des POI sur la carte OSM.
- La carte qui s'affiche est dans un premier temps (avant toute modification manuelle) centrée sur un emplacement qui se trouve entre les points de départ et d'arrivée (dans notre cas : la salle Lauga).
- **Modifier le programme afin de créer un nouvel itinéraire :**
  - **Le fichier html créé doit s'appeler « itinéraire2 »**
  - **Le trajet se fera à pied**
  - **Le point de départ est le 17, rue thiers à Bayonne**
  - **Le pont d'arrivée est la trotinette du 4, avenue Vital Biraben à Bayonne**
  - **Le point de centrage de la carte est le stade Jean Dauger**

❖ Remarque : trame NMEA

Chaque trotinette est équipée d'un traceur GPS.

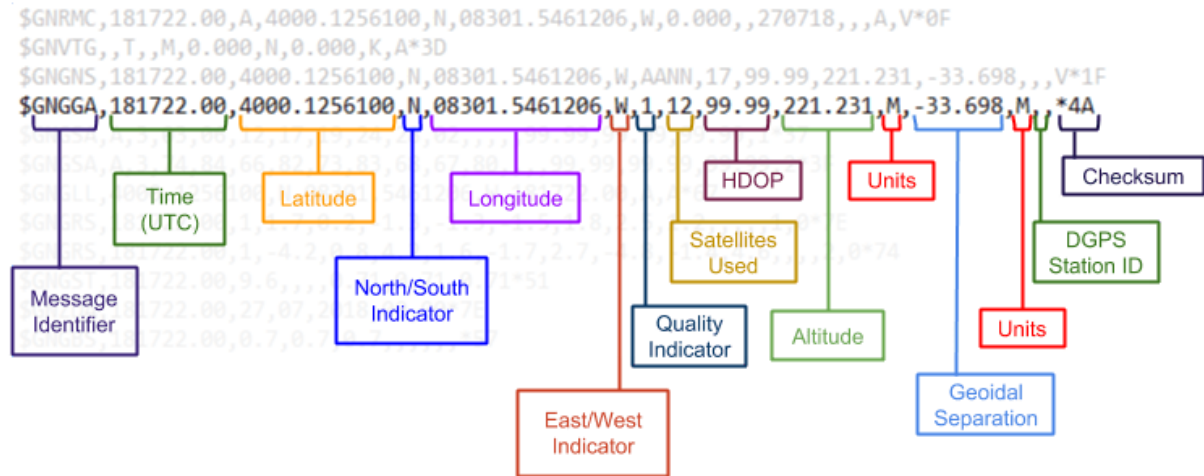
Le traceur envoie chaque seconde la position de la trotinette via une **trame NMEA**.

Dans le cas où l'on doit récupérer une trotinette l'application utilise notre position et calcule le meilleur itinéraire.

Notre position est donnée la plupart du temps par la puce GPS du smartphone lorsque l'on utilise l'application.

(Si le GPS de notre smartphone est désactivé, l'application peut utiliser les infos des antennes relais pour trianguler notre position approximative ou encore utiliser la géolocalisation Wifi).

Le téléphone renvoie une trame GPS de type GGA (trame utilisée pour connaître la position courante du récepteur GPS).



Une trame NMEA est composée de 82 caractères au maximum. La figure ci-dessus représente un exemple de trame NMEA. Parmi ces caractères, on retrouve la latitude sous forme de degrés, minutes, secondes (exemple 4000.1256100 correspond à 40 degrés, 00 minutes et 12 secondes) suivi de l'indicateur Nord ou Sud, de même pour la longitude.

**Exemple de trame NMEA**

```
$GNGGA,152802.00,4345.194141,N,00122.272205,E,1,09,1.3,130.8,M,49.8,M,,*75
```

**\$GNGGA** : Type de trame

**152802.00** : Trame envoyée à 15h28m02,000s (heure UTC)

**4345.194141,N** : Latitude 43.7553917° Nord = 43°45'19.41" Nord

**00122.272205,E** : Longitude 1.3741666666666668° Est = 1°22'27.2205" Est

**1** : Type de positionnement (le 1 est un positionnement GPS)

**09** : Nombre de satellites utilisés pour calculer les coordonnées

**1.3** : Précision horizontale ou HDOP (Horizontal dilution of precision)

**130.8,M** : Altitude 130.8, en mètres

**,,,0000** : D'autres informations peuvent être inscrites dans ces champs

**\*75** : Somme de contrôle de parité, un simple XOR sur les caractères précédents

**A partir de la trame NMEA présentée en annexe à la fin du document :**

- **Déterminer la position de l'appareil utilisant la balise GPS.**
- **Déterminer la durée de la transmission**

**Annexe :**

**Exemple de trame récupérée depuis l'application NMEA Tools sous Android.**

```
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GNGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*00
$PQGS,A,1,,,,,,,,,,,,,*08
$GPVTG,,T,,M,,N,,K,N*2C
$GPRMC,,V,,,,,,,,,,,,N,V*29
$GPGGA,,,,,0,,,,,,,,,*66
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GNGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*00
$PQGS,A,1,,,,,,,,,,,,,*08
$GPVTG,,T,,M,,N,,K,N*2C
$GPRMC,,V,,,,,,,,,,,,N,V*29
$GPGGA,,,,,0,,,,,,,,,*66
$GPGSV,3,1,12,01,52,118,24,03,74,016,28,22,57,060,24,23,58,178,19,1*68
$GPGSV,3,2,12,06,14,305,,09,23,203,,11,35,153,,14,12,039,,1*67
$GPGSV,3,3,12,17,45,285,,18,26,125,,19,35,303,,31,15,059,,1*60
$GLGSV,2,1,08,87,81,227,25,72,71,007,25,86,25,156,,73,04,067,,1*7C
$GLGSV,2,2,08,80,04,012,,65,50,246,,88,40,323,,71,23,042,,1*7E
$GAGSV,1,1,0,7*43
$PQGSV,1,1,0,0*43
$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,27,05,14,113,,09,16,042,,0*7A
$PQGSV,2,2,08,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,30,22,165,,0*78
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GNGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*00
$PQGS,A,1,,,,,,,,,,,,,*08
$GPVTG,,T,,M,,N,,K,N*2C
$GPRMC,,V,,,,,,,,,,,,N,V*29
$GPGGA,,,,,0,,,,,,,,,*66
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GNGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*00
$PQGS,A,1,,,,,,,,,,,,,*08
$GPVTG,,T,,M,,N,,K,N*2C
$GPRMC,,V,,,,,,,,,,,,N,V*29
$GPGGA,,,,,0,,,,,,,,,*66
$GPGSV,3,1,12,01,52,118,25,03,74,016,28,17,45,285,19,19,35,303,18,1*66
$GPGSV,3,2,12,22,57,060,25,23,58,178,19,31,15,059,19,06,14,305,,1*68
$GPGSV,3,3,12,09,23,203,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1*68
$GLGSV,2,1,08,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,73,04,067,,1*72
$GLGSV,2,2,08,80,04,012,,65,50,246,,88,40,323,,71,23,042,,1*7E
$GAGSV,1,1,0,7*43
$PQGSV,1,1,0,0*43
$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,25,05,14,113,,09,16,042,,0*78
$PQGSV,2,2,08,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,30,22,165,,0*78
$GNGSA,A,3,01,03,17,19,22,23,31,,,,,1.6,1.3,0.9,1*32
$GNGSA,A,2,72,87,,,,,,1.6,1.3,0.9,2*35
$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A*3D
$GNRMC,152802.00,A,4345.194141,N,00122.272205,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V*6A
$GNNGA,152802.00,4345.194141,N,00122.272205,E,1,09,1.3,130.8,M,49.8,M,,*75
$GPGSV,3,1,12,01,52,118,25,03,74,016,27,17,45,285,19,19,35,303,18,1*69
$GPGSV,3,2,12,22,57,060,24,23,58,178,19,31,15,059,19,06,14,305,,1*69
$GPGSV,3,3,12,09,23,203,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1*68
$GLGSV,2,1,08,87,81,227,27,72,71,007,28,86,25,156,,73,04,067,,1*73
$GLGSV,2,2,08,80,04,012,,65,50,246,,88,40,323,,71,23,042,,1*7E
$GAGSV,1,1,0,7*43
$PQGSV,1,1,0,0*43
$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,24,05,14,113,,09,16,042,,0*79
$PQGSV,2,2,08,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,30,22,165,,0*78
$GNGSA,A,3,01,03,17,19,22,23,31,,,,,1.6,1.3,0.9,1*32
$GNGSA,A,2,72,87,,,,,,1.6,1.3,0.9,2*35
$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A*3D
$GNRMC,152803.00,A,4345.192289,N,00122.271971,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V*61
$GNNGA,152803.00,4345.192289,N,00122.271971,E,1,09,1.3,127.0,M,49.8,M,,*70
$GPGSV,3,1,12,01,52,118,24,03,74,016,26,09,23,203,16,17,45,285,18,1*61
$GPGSV,3,2,12,19,35,303,17,22,57,060,23,23,58,178,16,31,15,059,19,1*6C
$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1*64
$GLGSV,2,1,08,65,50,246,16,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1*72
$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1*79
$GAGSV,1,1,0,7*43
```

\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,25,05,14,113,,09,16,042,,0\*78  
\$PQGSV,2,2,08,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,30,22,165,,0\*78  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152804.00,A,4345.192391,N,00122.272722,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*65  
\$GNGGA,152804.00,4345.192391,N,00122.272722,E,1,11,1.0,123.3,M,49.8,M,,\*79  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,25,03,74,016,26,09,23,203,15,17,45,285,18,1\*63  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,24,23,58,178,16,31,15,059,19,1\*6A  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,16,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1\*72  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,24,29,61,223,25,05,14,113,,09,16,042,,0\*7F  
\$PQGSV,2,2,08,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,30,22,165,,0\*78  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152805.00,A,4345.192614,N,00122.273055,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*6A  
\$GNGGA,152805.00,4345.192614,N,00122.273055,E,1,11,1.0,123.5,M,49.8,M,,\*70  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,25,03,74,016,27,09,23,203,15,17,45,285,18,1\*62  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,25,23,58,178,16,31,15,059,19,1\*6B  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,16,87,81,227,27,72,71,007,29,86,25,156,,1\*72  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,25,29,61,223,25,30,22,165,18,05,14,113,,0\*7E  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152806.00,A,4345.191467,N,00122.272618,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*62  
\$GNGGA,152806.00,4345.191467,N,00122.272618,E,1,11,1.0,123.9,M,49.8,M,,\*74  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,24,03,74,016,26,09,23,203,14,17,45,285,18,1\*63  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,24,23,58,178,15,31,15,059,19,1\*69  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1\*73  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,25,29,61,223,26,30,22,165,17,05,14,113,,0\*72  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152807.00,A,4345.191643,N,00122.272614,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*6B  
\$GNGGA,152807.00,4345.191643,N,00122.272614,E,1,11,1.0,124.5,M,49.8,M,,\*76  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,24,03,74,016,25,09,23,203,15,17,45,285,18,1\*61  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,23,23,58,178,15,31,15,059,18,1\*6F  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1\*73  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,24,29,61,223,27,30,22,165,17,05,14,113,,0\*72  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152808.00,A,4345.190669,N,00122.272722,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*69  
\$GNGGA,152808.00,4345.190669,N,00122.272722,E,1,11,1.0,121.0,M,49.8,M,,\*74  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,25,03,74,016,26,09,23,203,14,17,45,285,20,1\*69  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,23,23,58,178,15,31,15,059,18,1\*6F  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1\*73  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43

\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,24,29,61,223,27,30,22,165,17,05,14,113,,0\*72  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152809.00,A,4345.189952,N,00122.271036,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*66  
\$GNGGA,152809.00,4345.189952,N,00122.271036,E,1,11,1.0,115.5,M,49.8,M,,\*79  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,23,03,74,016,25,09,23,203,15,17,45,285,21,1\*6C  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,24,23,58,178,16,31,15,059,18,1\*6B  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,26,72,71,007,28,86,25,156,,1\*73  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,26,30,22,165,16,05,14,113,,0\*75  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152810.00,A,4345.190784,N,00122.270919,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*66  
\$GNGGA,152810.00,4345.190784,N,00122.270919,E,1,11,1.0,116.0,M,49.8,M,,\*7F  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,23,03,74,016,23,09,23,203,15,17,45,285,23,1\*68  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,16,22,57,060,23,23,58,178,16,31,15,059,18,1\*6C  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,27,72,71,007,27,86,25,156,,1\*7D  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,29,30,22,165,16,05,14,113,,0\*7A  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152811.00,A,4345.190321,N,00122.271657,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*68  
\$GNGGA,152811.00,4345.190321,N,00122.271657,E,1,11,1.0,123.5,M,49.8,M,,\*72  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,23,03,74,016,21,09,23,203,15,17,45,285,24,1\*6D  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,17,22,57,060,19,23,58,178,16,31,15,059,17,1\*6B  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,27,72,71,007,25,86,25,156,,1\*7F  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,21,29,61,223,30,30,22,165,16,05,14,113,,0\*70  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152812.00,A,4345.190341,N,00122.271889,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*60  
\$GNGGA,152812.00,4345.190341,N,00122.271889,E,1,11,1.0,125.2,M,49.8,M,,\*7B  
\$GPGSV,3,1,12,01,52,118,22,03,74,016,22,09,23,203,16,17,45,285,23,1\*6B  
\$GPGSV,3,2,12,19,35,303,17,22,57,060,22,23,58,178,17,31,15,059,17,1\*62  
\$GPGSV,3,3,12,06,14,305,,11,35,153,,14,12,039,,18,26,125,,1\*64  
\$GLGSV,2,1,08,65,50,246,17,87,81,227,27,72,71,007,26,86,25,156,,1\*7C  
\$GLGSV,2,2,08,73,04,067,,80,04,012,,88,40,323,,71,23,042,,1\*79  
\$GAGSV,1,1,0,7\*43  
\$PQGSV,1,1,0,0\*43  
\$PQGSV,2,1,08,19,40,248,23,29,61,223,30,30,22,165,16,05,14,113,,0\*72  
\$PQGSV,2,2,08,09,16,042,,15,68,310,,20,79,016,,23,07,061,,0\*71  
\$GNGSA,A,3,01,03,09,17,19,22,23,31,,,,,1.3,1.0,0.8,1\*3C  
\$GNGSA,A,2,65,72,87,,,,,,1.3,1.0,0.8,2\*31  
\$GNVTG,,T,,M,0.0,N,0.0,K,A\*3D  
\$GNRMC,152813.00,A,4345.190306,N,00122.271679,E,0.0,,200819,1.7,W,A,V\*63  
\$GNGGA,152813.00,4345.190306,N,00122.271679,E,1,11,1.0,124.7,M,49.8,M,,\*7C