

Seq 4 – La géolocalisation

Nom :

Prénom :

/10

Implication séance 1	--	-	=	+	++
Implication séance 2					
Implication séance 3					
Implication séance 4					

Certaines parties de ce cours sont inspirées de :

- https://pixees.fr/informatiquelycee/n_site/snt_carto_osmPerso.html
- https://pixees.fr/informatiquelycee/n_site/snt_carto_route.html

1 Introduction :



cours

Vidéo « Géolocalisation, comment s'y retrouver ? » : <http://lienmini.fr/3389-401>

2 Les systèmes de localisation



cours

Il est possible de définir une position à la surface de la Terre grâce aux systèmes de géolocalisation qui s'appuient sur des échanges avec des satellites.

Le plus connu et de loin le plus utilisé est le système GPS (Global Positioning System) créé et géré par l'armée des USA.

Il en existe d'autres :

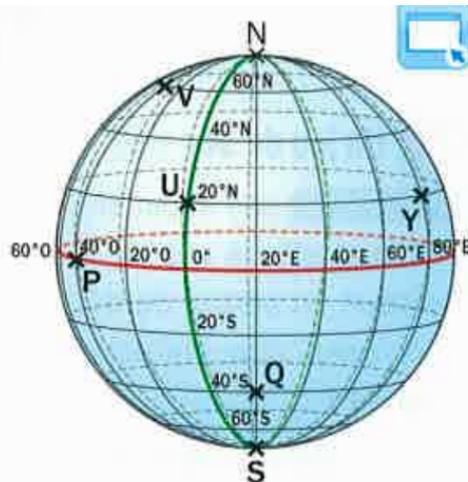
- Galiléo (géré par l'Union Européenne)
- Glonass (géré par la Russie)
- Beidou / Compass (géré par la Chine)

2.1 Act. pratique – Calculer une position par trilatération



2.1.1 Travail préliminaire

37 Indiquer les coordonnées géographiques des sept points marqués sur le globe ci-contre.



49 Dans l'eau de mer, en une seconde, le son parcourt 1 482 mètres.

Le sonar d'un bateau émet un ultrason vers le fond de l'océan et reçoit un écho 0,6 seconde plus tard.



► Quelle est la profondeur de l'océan à cet endroit ?

2.1.2 Principes

- Regarder vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=WoqpQbWdacQ>
- Regarder vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=e79tSlpLiDk>

2.1.3 Repérage des satellites

Comme vu sur la 1ère vidéo, nous allons étudier un cas simplifié de calcul des coordonnées GPS. Alors que le problème est normalement en 3 dimensions, nous allons le ramener à 2 dimensions (problème dans le plan).

Il est 14h 31min. 18,12345611s et notre système GPS est en contact avec 3 satellites. Voici les coordonnées de nos 3 satellites :

- Satellite n°1 : 35°N – 25°O
- Satellite n°2 : 75°N – 10°O
- Satellite n°3 : 70°N – 55°E

A faire vous même 1.

Sur la carte ci-dessous, indiquez la position de ces 3 satellites.



2.1.4 Calcul des temps d'émission du signal des satellites au GPS



A faire vous même 2.

Mon appareil GPS capte 3 signaux venant respectivement des 3 satellites mentionnés avant.

- Le signal du satellite n° 1 a été envoyé à : 14h 31min. 18,11221500s
- Le signal du satellite n° 2 a été envoyé à : 14h 31min. 18,10906282s
- Le signal du satellite n° 3 a été envoyé à : 14h 31min. 18,10255832s

Pour chaque satellite, calculez le temps de transmission de chaque signal.

$$t_1 =$$

$$t_2 =$$

$$t_3 =$$

2.1.5 Calcul de la distance à chaque satellite



Rappel : La vitesse ou célérité de la lumière est de : 299 792 458 m/s

A faire vous même 3.

Calculez la distance qui sépare chacun des satellites de votre GPS. Transformez ces distances en fonction de l'échelle de la carte.

Distances réelles

Distances sur la carte

$$d_1 =$$

$$d'_1 =$$

$$d_2 =$$

$$d'_2 =$$

$$d_3 =$$

$$d'_3 =$$

A faire vous même 4.



Comme vu sur la vidéo, tracer les 3 cercles qui correspondent aux distances respectives de chaque satellite. Dans quel pays se trouve notre système GPS ?

2.1.6 Calcul complet d'une localisation GPS



A faire vous même 5.

Un avion s'est écrasé à exactement 10h 11min. 7,98765432s et voici les 3 signaux captés au moment de son crash :

- Signal n°1 : 30°N - 5°E - 10h 11min. 7,97396064s
- Signal n°2 : 80°N - 5°O - 10h 11min. 7,97097612s
- Signal n°3 : 55°N - 45°E - 10h 11min. 7,97764739s

Dans quel pays s'est écrasé l'avion ?

2.2 P. 82-83 – Activité 2

DOC 1 – Repérage de la position d' un récepteur

Résumez les 5 points du document :

P. 94 ex 4



3 La cartographie numérique



La cartographie numérique est souvent accessible à l' aide d' un navigateur web. Le grand intérêt est que l' on peut modifier l' échelle en zoomant.

Géoportail (<https://www.geoportail.gouv.fr/>) est un site web public et français permettant l' accès à des données géographiques et géolocalisées.

OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>) est un service de cartographie libre et collaboratif qui permet de visualiser, modifier, utiliser des données géographiques. On y trouve aussi un calcul d' itinéraire. Chacun pour contribuer à OpenStreetMap en ajoutant des données ou en corrigeant des erreurs.

3.1 Activité pratique : Utilisation de Géoportail



3.1.1 Utilisation des différentes couches de Géoportail

A faire vous même 6.

Sur le site de Géoportail (<https://www.geoportail.gouv.fr/>), rentrez directement l'adresse du lycée pl des Cordeliers 22100 DINAN.

Zoomez.



A faire vous même 7.



Ajoutez le fond de carte « Carte IGN » (à gauche de votre écran) en cliquant dessus. Enlevez-le en cliquant dessus à nouveau. Faites de même pour les fonds Parcelles Cadastrales.

Testez d'autres fonds avec le bouton Voir tous les fonds de carte.

A faire vous même 8.



En utilisant le fond de carte « Parcelles cadastrales », indiquer tous les numéros des parcelles du lycée au cadastre. J'en voie 12 pour ma part.

3.1.2 Utilisation des outils de Géoportail



A faire vous même 9.

A l'aide des outils qui se trouvent sur la droite, nous allons mesurer la surface des Cordeliers. Cliquez sur la carte pour définir un polygone tout autour du lycée. Double-cliquez quand vous avez fermé le polygone. Quelle surface trouvez-vous ?



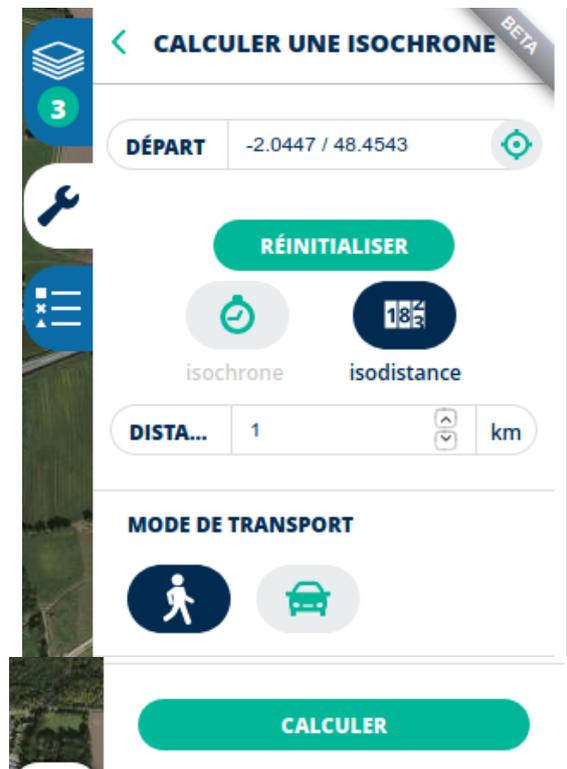
A faire vous même 10.



Imaginons qu'Antoine habite juste à côté des Cordeliers.

Il n'a pas le droit d'aller à plus de 10 km de chez lui.

Prenez l'outil « Calculer une isochrone » qui va vous permettre de calculer toute la zone qui correspond.



A faire vous même 11.

Il a posté sur son compte Instagram une photographie géolocalisée :

http://ninoo.fr/LC/2nde_SNT/seq4_la_geolocalisation/photo.jpg

Des coordonnées GPS sont enregistrées dans cette photo. Trouvez-les et situez la photographie sur Géoportail. Etait-il à moins de 10 km de chez lui ?

A faire vous même 12. Pour les plus rapides

Activité sur la mer de glace :

http://ninoo.fr/LC/2nde_SNT/seq4_la_geolocalisation/TP_Mer_de_Glace-converti.pdf

4 La trame NMEA

cours

Il existe plus d'une trentaine de trames différentes ayant chacune leur propre syntaxe. Les premiers caractères transmis (les 5 caractères suivant le symbole \$) donnent des renseignements sur le type d'équipement utilisé pour la géolocalisation et sur le type de trame utilisée, https://fr.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183 :

a- Compléter le tableau ci-dessous

Système GPS	BEIDOU (Chine)	GALILEO (Europe)	GPS NAVSTAR (US)	GLONASS (Russie)
Lettre d'identification			GP	

Par exemple : `$GPGGA,064036.289,4836.5375,N,00740.9373,E,1,04,3.2,200.2,M,,0000*0E` est une trame GPS de type GGA. Ce type GGA, à ce jour, est l'un des plus utilisés.

Exemple de trame GGA :



\$GPGGA : Type de trame
064036.289 : Trame envoyée à 06h 40m 36,289s (heure UTC)
4836.5375,N : Latitude 48 degrés et 36,5375 min Nord = +48,608958°

Explication :
 $48^\circ \text{ et } 36,5375 \text{ min} = 48^\circ + 36,5375/60^\circ$
 $= 48^\circ + 0,608958^\circ$
 $= 48,608958^\circ$

Comme c'est N(Nord), la latitude est +48,608958

00740.9373,E : Longitude 7 degrés et 40,9373 min Est = +7,682288°

Explication :
 $7^\circ \text{ et } 40,9373 \text{ min} = 7^\circ + 40,9373/60^\circ$
 $= 7^\circ + 0,682288^\circ$
 $= 7,682288^\circ$

Comme c'est E(Est), la longitude est +7,682288

1 : Type de positionnement (le 1 est un positionnement GPS)
04 : Nombre de satellites utilisés pour calculer les coordonnées
3.2 : Précision (fiabilité mesurée de 1 à 9 avec 1 = bon, 9 = mauvais)
200.2,M : Altitude du récepteur exprimée en mètres (au-dessus du niveau de la mer)

Pour passer des coordonnées **décimales** aux **sexagésimales** [dans 1° d'angle, il y a 60' (minutes) d'angle et dans 1' d'angle, il y a 60'' (secondes) d'angle]

+48,608958° devient $48^\circ + 0,608958 \times 60 \text{ (N)} = 48^\circ + 36,53748' \text{ (N)} = 48^\circ + 36' + 0,53748 \times 60 \text{ (N)} = \dots$

-7,682288° devient $7^\circ + 0,682288 \times 60 \text{ (O)} = 7^\circ + 40,93728' \text{ (O)} = 7^\circ + 40' + 0,93728 \times 60 \text{ (O)} = \dots$

b- terminer le calcul ci-dessus pour obtenir les coordonnées **sexagésimales**.

4.1 P. 86-87 Activité 4



COURS

Doc 1 – La structure d' une trame NMEA produite par un GPS

Doc 2 – L' enregistrement d' une trame NMEA

Lisez le doc 1 et donnez la latitude, longitude et l' heure sur la 1ère trame NMEA du doc 2.

4.2 Activité - Décodage d' une trame NMEA donnée



COURS

A faire vous même 13.

On considère la trame suivante :

\$GPGGA,143641.037,4827.322,N,00202.701,W,1,12,1.0,0.0,M,0.0,M,,*71

a) Quelle est l'heure d'envoi du satellite ?

b) A quelle altitude se situait le récepteur ?

c) Trouver en degrés les coordonnées géographiques décimales puis sexagésimales du récepteur ?

d) A l'aide d'un système de visualisation de données géographiques (par exemple

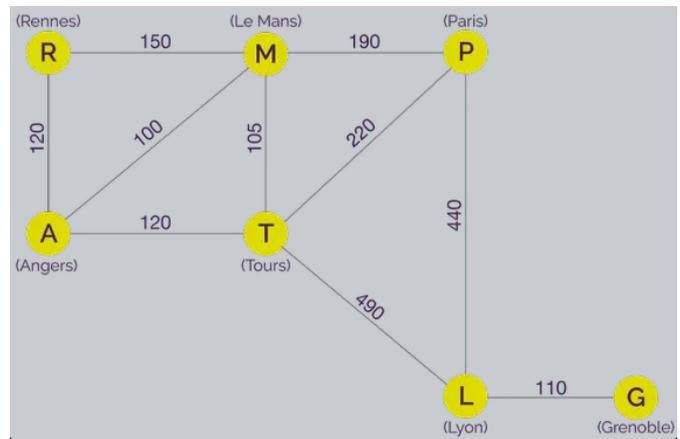
Geoportail), identifier dans quel lieu se situait le récepteur GPS (ex : un smartphone) au moment de cet enregistrement.

5 Calculs d'itinéraire

Pour effectuer un calcul d'itinéraire, il faut faire appel à des outils mathématiques.

Tous les lieux et toutes les routes peuvent être modélisés par un graphe.

Le meilleur itinéraire, c'est-à-dire le meilleur chemin pour aller d'une ville à une autre par la route, peut être calculer grâce à des algorithmes par exemple l'algorithme de Dijkstra.



cours

5.1 P. 88-89 Activité 5

Doc 1 Les applications de cartographie

Pourquoi les 2 applications proposent-elles des itinéraires différents ? Quels sont les critères retenus dans chaque cas pour déterminer le meilleur itinéraire ?

cours

Doc 2 – Graphe d' un réseau routier

Quel est le temps de parcours de Montpellier à Lyon en passant par Clermont-Ferrand ? En passant par Saint-Etienne ? En passant par Avignon et Valence ? Quel est le meilleur parcours ?

5.2 Activité pratique - Créer une carte personnalisée avec Python

L'objectif de cette activité est de créer une carte avec la position de votre maison et de celle des autres élèves.

A faire vous même 14.

1. Sur votre PC, avec l' Explorateur de fichier Windows, créez un dossier (repérez bien l'endroit) et nommez-le par exemple `carte_osm`.
2. Lancez Geoportail et trouvez les coordonnées GPS de votre maison. Indiquez vos coordonnées ici :

A faire vous même 15.



On vous donne le programme Python avec des commentaires (en vert).

```
import folium
# C' est une bibliothèque permettant de créer vos propres cartes
c= folium.Map(location=[-15.972552 , -5.724564 ])
# une variable "c" contient l'objet carte.
# elle sera centrée sur le point de latitude/longitude choisi
c.save('maCarte1.html')
# génère la page HTML qui va permettre d'afficher la carte.
```

Dans ce script, l'instruction :

```
folium.Map(location=[latitude, longitude])
```

génère une carte centrée sur les coordonnées longitude et latitude qu'il suffit de renseigner.

1. Utilisez le logiciel EduPython, dans la fenêtre script, pour saisir le programme ci-dessus
Attention ! Pensez à modifier les coordonnées GPS dans le programme
2. Le fichier devra être enregistré dans le répertoire *carte_osm* et le fichier pourra être nommé *generation_carte.py*.
3. Exécutez-le (flèche verte ).
4. Une fois le code ci-dessus exécuté, rendez-vous dans le répertoire *carte_osm*. Vous devriez trouver un fichier *maCarte1.html*.
5. Double-cliquez sur ce fichier, pour l'ouvrir dans votre navigateur web. Nous avons une véritable carte et pas une simple image (il est possible de zoomer ou de se déplacer).

Faites le point avec le professeur

A faire vous même 16.



Il est possible d'obtenir un niveau de zoom en ajoutant un paramètre `zoom_start = xx`, plus la valeur de `zoom_start` sera grande et plus le zoom sera important.

1. Modifiez comme indiqué en grisé ci-dessous et testez votre programme

```
c= folium.Map(location=[latitude, longitude ], zoom_start=15)
```

A faire vous même 17.



Afin de vraiment personnaliser la carte, il est possible d'ajouter des marqueurs sur la carte.

1. Rajoutez après la 3^e ligne de votre programme précédent la ligne ci-dessous avec vos coordonnées GPS et testez votre programme.

```
folium.Marker([latitude, longitude]).add_to(c)
```

2. Demandez à vos voisins de classe leurs coordonnées GPS et rajoutez une 2^e fois, voire une 3^e fois, la même ligne de programme avec ces coordonnées.

A faire vous même 18.



Il est possible d'associer une information à un marqueur (qui s'affiche en cliquant dessus) en ajoutant le paramètre `popup = "votre commentaire"`.

1. Modifiez comme indiqué en grisé ci-dessous et testez votre programme

```
folium.Marker([latitude, longitude], popup="Ici mon commentaire").add_to(c)
```

Faites le point avec le professeur

A faire vous même 19. (pour les rapides)



Il existe d'autres possibilités. Vous pouvez étudier la documentation : <https://python-visualization.github.io/folium/quickstart.html#Markers> et tester d'autres possibilités.

5.3 Activité pratique - Calculs d'itinéraires

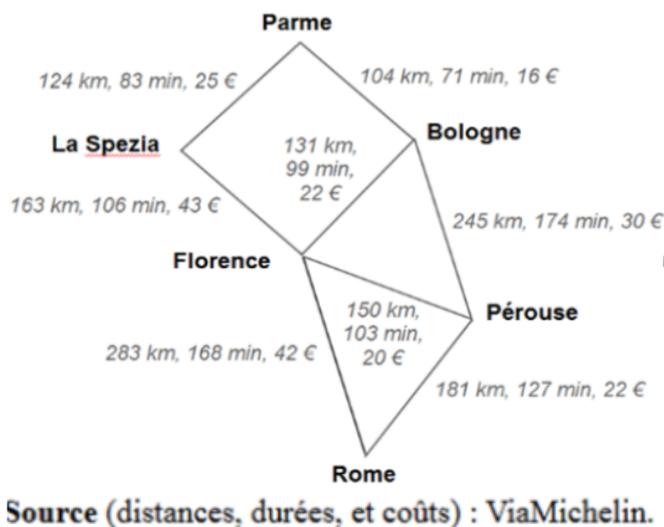


Visionnez cette vidéo simplificatrice <https://youtu.be/JPeCmKFrKio> pour comprendre l'algorithme de Dijkstra.

Rq : si vous souhaitez approfondir un peu, tout en restant compréhensible voici deux liens :

- <https://www.youtube.com/watch?v=MybdP4kice4>
- <https://www.maths-cours.fr/methode/algorithme-de-dijkstra-etape-par-etape/>

A faire vous même 20.



Tous les chemins mènent à Rome, mais pour un habitant de Parme :

Quel est le moins long ?

Le plus rapide ?

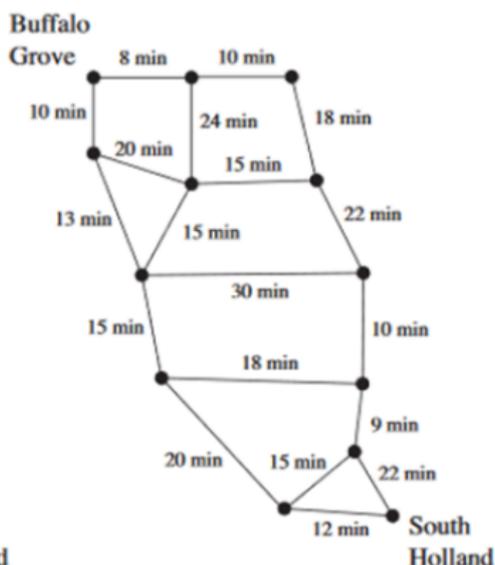
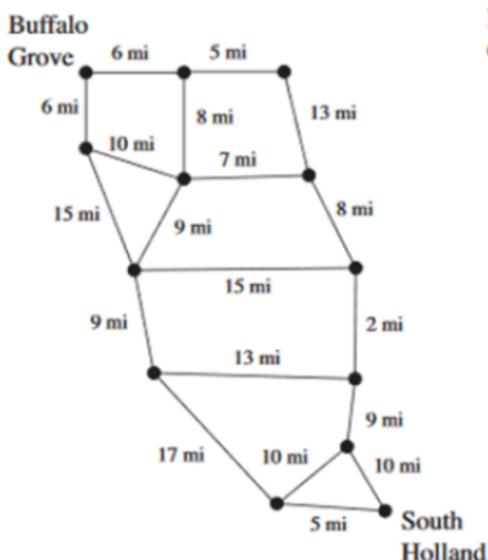
Le moins cher ?

Est-ce le même chemin dans les trois cas ?

A faire vous même 21.

Les deux cartes suivantes représentent

- à gauche : le trajet en miles (mi) du train Expressways in the Chicago area
- à droite la durée (min) des différentes étapes.



1. Déterminer le plus court trajet de Buffalo Grove à South Holland.
2. Déterminer le trajet le plus rapide pour relier les deux mêmes villes.

A faire vous même 22.



Avec Geoportail relevez les coordonnées GPS de la piscine de Dinard et indiquez ces coordonnées GPS ici :

A faire vous même 23.



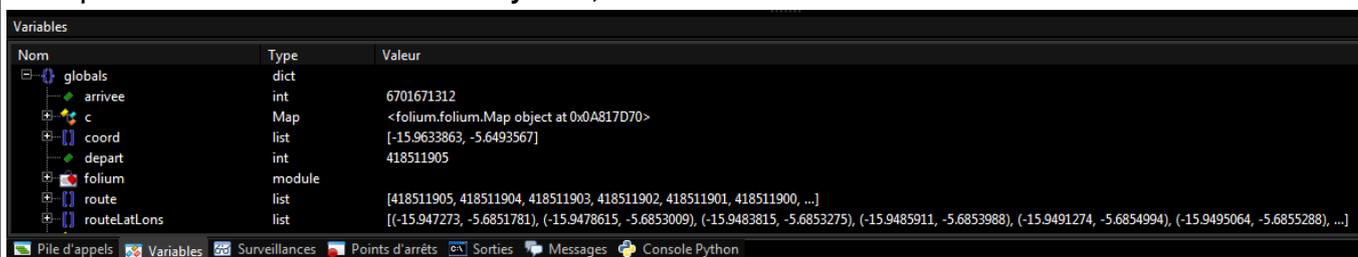
On vous donne le script Python ci-dessous permettant de générer un itinéraire.

```
1. from pyroutelib3 import Router
2. router = Router("car")
3. depart = router.findNode(-15.947465 , -5.684566)
4. arrivee = router.findNode(-15.96331 , -5.648689)
5. status, route = router.doRoute(depart, arrivee)
6. if status == 'success':
7.     routeLatLons = list(map(router.nodeLatLon, route))
```

Ce programme, fait appel en 1ère ligne à la bibliothèque Python `pyroutelib3` qui contient des "outils" qui mettent en œuvre l'algorithme de Dijkstra pour calculer des itinéraires à partir des données d'OpenStreetMap.

1. Téléchargez le fichier `pyroutelib3.py` : http://ninoo.fr/LC/2nde_SNT/seq4_la_geolocalisation/pyroutelib3.py et mettez-le dans le dossier `carte_osm`
2. Ouvrez ce fichier avec EduPython
3. Modifier dans le programme les coordonnées (latitude, longitude) avec celles que vous avez relevées avant.
4. Exécutez-le.

Une fois l'exécution du programme terminée (cela peut prendre quelques minutes), à l'aide de l' "explorateur de variables" d'EduPython, visionnez le contenu de la variable `routeLatLons`.



Comme vous pouvez le constater, cette variable contient une liste de couples de valeurs (latitude, longitude). Cette liste contient donc les coordonnées des différents points par lesquels il faut passer pour se rendre du point de départ jusqu'au point d'arrivée (en passant bien évidemment par les routes définies dans OpenStreetMap).

A faire vous même 24. Pour les rapides



Comme l'avez lu le script Python a été fourni sans commentaires. Les voici, dans le désordre bien sûr.

```
A. # Définit le moyen de transport pour le trajet, parmi: car, cycle, foot, horse, tram, train
B. # import de la bibliothèque "pyroutelib3" pour générer des itinéraires
C. # définit les coordonnées du point de départ, ('node' signifie 'noeux')
D. # définit les coordonnées du point d'arrivée
E. # la ligne suivante est exécutée si le calcul est mené à son terme ("if" ligne précédente)
F. # "routeLatLons" contient liste des coord. des points du chemin (départ => arrivée)
G. # permet d'effectuer le calcul de l'itinéraire entre les points de départ et d'arrivée
```

1. Collez le bon commentaire (avec le #) en face de chaque ligne de votre programme nommé `pyroutelib3.py`.
2. Faites une copie d'écran du programme avec les commentaires

A faire vous même 25. Pour les rapides



Avoir une liste de coordonnées, c'est déjà pas mal, mais cette liste n'est pas très exploitable telle quelle. Nous allons donc utiliser ce que nous avons déjà vu précédemment sur la création de cartes.

Vous allez maintenant compléter votre programme `pyroutelib3.py` comme suit :

1. Rajoutez en début de programme la ligne :

```
import folium
#import de la bibliothèque de génération de cartes sur fond OpenStreetMap
```

2. Rajoutez en fin de programme les lignes suivantes en respectant bien les indentations des deux lignes qui suivent le `for` et en modifiant avec vos coordonnées GPS.

```
c= folium.Map(location=[-15.947465 , -5.684566], zoom_start=12)
for coord in routeLatLons:
# pour chaque coordonnée de la liste routeLatLons
    coord=list(coord) # pour chaque couple de coordonnées ...
    folium.Marker(coord).add_to(c) # ... ajouter un marqueur.
c.save('maCarte2.html')
```

3. Exécutez ce programme. Puis ouvrez avec votre navigateur web le fichier `maCarte2.html` qui vient d'être créée dans le dossier `carte_osm`
4. Faites une copie d'écran de la carte obtenue avec les marqueurs de cheminement

A faire vous même 26.



1. Modifiez le programme `carte_2.py` pour qu' apparaisse sur l' itinéraire de la piscine des Pommiers à Léhon pour rejoindre le lycée Les Cordeliers à vélo.
2. Faites une copie d'écran de la carte obtenue avec les marqueurs de cheminement.

P. 78-79 : Quizz : <http://lienmini.fr/3389-402>



cours

P. 80-81 : Historique : <http://lienmini.fr/3389-403>



cours