

Cartographie et géolocalisation

1 Coordonnées géographiques

Si vous avez des difficultés avec les notions de latitude et de longitude il est conseillé de regarder la vidéo suivante en premier

<https://www.youtube.com/watch?v=ENhMB2ftZMk>

Définition 1 *Les coordonnées géographiques d'un lieu sur le globe terrestre est un couple formé de la latitude (angle qui place le lieu par rapport à l'équateur) et la longitude (angle qui place le lieu par rapport au méridien de Greenwich)*

La latitude varie entre 0 et 90 degrés Nord (hémisphère nord) ou 0 et 90 degrés Sud (hémisphère sud)

La longitude varie entre 0 et 180 degrés Est (du méridien de Greenwich (banlieue de Londres) vers le Levant (Le Japon, pays du Levant) et 0 et 180 degrés Ouest (du méridien de Greenwich vers les Etats-Unis)

Ces angles sont exprimés soit en degrés minutes et secondes (DMS) par exemple sur Wikipedia , soit sous forme décimale , par exemple sur Google Maps dans ce cas on adopte la convention suivante :

1. la latitude est positive si le lieu est dans l'hémisphère Nord , négative sinon
2. la longitude est positive si le lieu est à l'Est du méridien de Greenwich, négative sinon

Exercice 1

Relever sur le Web (Wikipedia) les coordonnées géographiques des villes suivantes : Paris, Tananarive, Brest et Sydney

2 Distance entre deux points sur une sphère

La Terre est une sphère légèrement aplatie aux pôles, mais pour la suite nous allons considérer que c'est une sphère

Etant donné deux points A et B sur une sphère quel est le plus court chemin reliant ces des deux points ?

Théorème 1 *On admettra que le plus court chemin **sur la sphère** pour aller de A vers B est le plus petit des deux arcs de cercle reliant A à B sur le **grand cercle** passant par A et B si A , B et O (centre de la sphère) ne sont pas alignés*

Si A , B et O sont alignés le plus court chemin est un demi grand cercle (une infinité de grands cercles passent par A et B)

Excluons momentanément le cas où les points A , B et O (le centre de la sphère) sont alignés

Puisque O , A et B ne sont pas alignés ils définissent un **plan** et l'intersection de ce plan et de la sphère est un cercle appelé **grand cercle**

(L'équateur est un grand cercle ainsi que n'importe quel méridien)

Pourquoi "grand"? Car tout plan coupant la sphère, la coupe selon un cercle et ce n'est que lorsque ce plan **passé par le centre de la sphère** que ce rayon sera le plus grand possible

Si A , B et O sont alignés, imaginons que A est le pôle Nord et B le pôle Sud alors tous les méridiens passent par A et B , donc la distance de A à B est la moitié de la circonférence d'un grand cercle

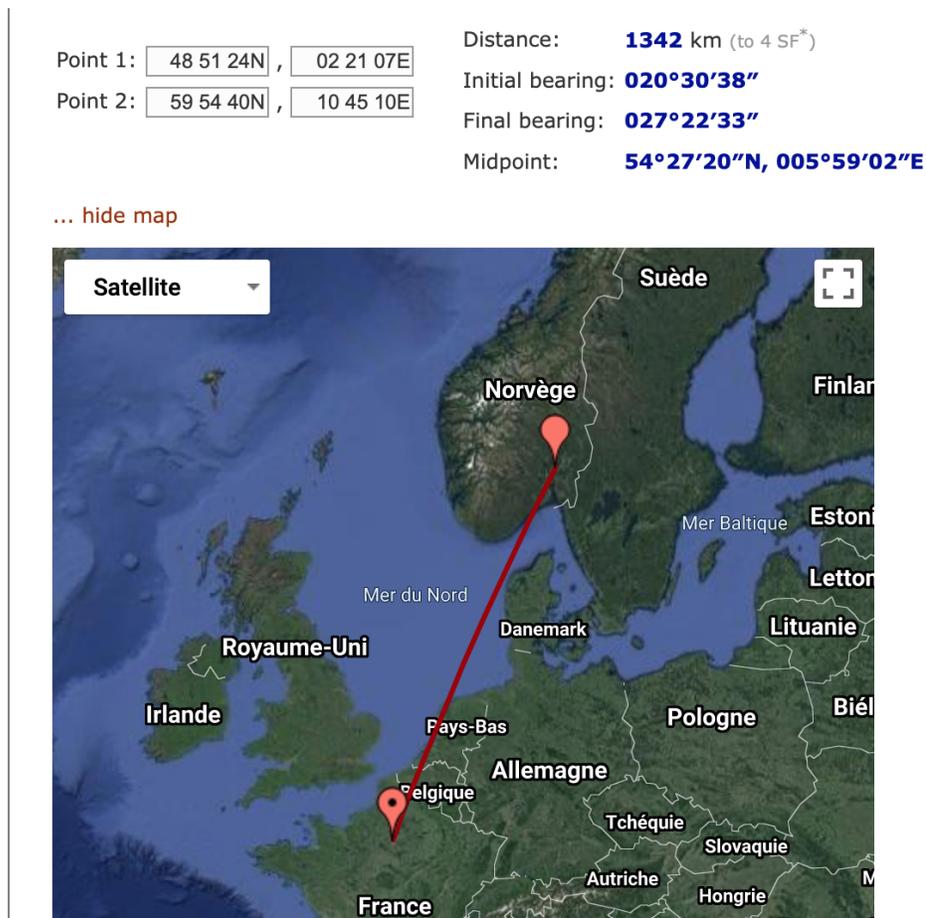
Exercice 2

Le site suivant <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> calcule pour vous les distances entre deux villes dans le Monde, il suffit pour cela d'entrer leurs coordonnées géographiques (que vous trouverez sur Wikipedia (bandeau à droite sur la page))

Calculer les distances mutuelles entre les villes suivantes Paris, Madrid, Oslo et Athènes (il y a six distances à calculer)

Sur la capture d'écran ci-dessous vous pouvez voir les coordonnées géographiques de Paris (Point 1) trouvées sur Wikipedia puis celles d'Oslo (Point 2)

Vous pouvez voir aussi la représentation de l'arc de grand cercle reliant Paris à Oslo



3 Qu'est qu'une carte ?

Pour répondre à cette question dans un contexte mathématique on vous recommande la lecture **ACTIVE** de l'article suivant (refaire les tracés géométriques avec vos distances en utilisant Geogebra) <https://images.math.cnrs.fr/Représenter-les-mondes.html> jusqu'à la phrase "il n'existe pas de carte parfaite de l'Europe"

Faire l'exercice 1 de l'article

4 Geoportail

On vous propose à travers une suite d'activités de découvrir Geoportail
Pour vous familiariser avec cette application nous vous invitons dans un premier temps à suivre les tutoriels suivants (10 minutes en tout)-> <https://www.geoportail.gouv.fr/tutoriels>

4.1 Comparer deux trajets à vélo

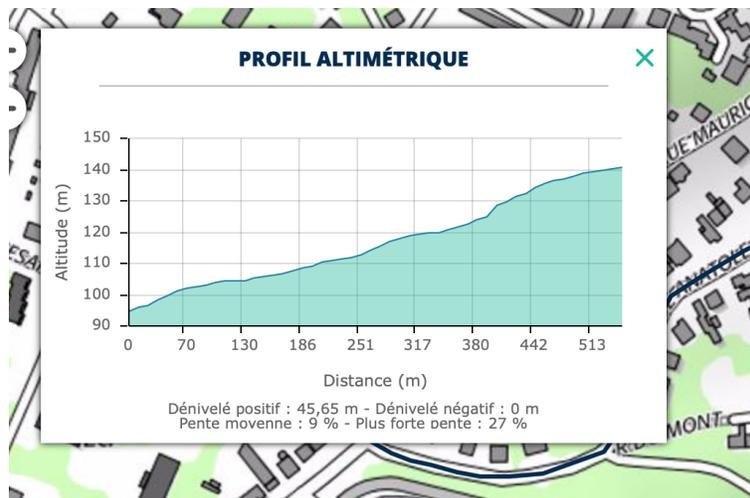
Vous avez vu en mathématiques qu'une droite dans le plan est caractérisée par son coefficient directeur et son ordonnée à l'origine. Le coefficient directeur a une illustration c'est la pente d'une route [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pente_\(topographie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pente_(topographie))
Un cycliste en prévision d'une sortie sur le terrain à Palaiseau veut comparer deux pentes, celle de la rue Anatole France et de l'impasse Elisée Reclus (en montée) et la rue Elisée Reclus (en descente)

Vous allez utiliser Geoportail pour lui donner des indications de distance et de pente moyenne au sujet de ces rues

1. Aller sur le site de Geoportail
2. Entrer dans la barre de recherche **r anatole france 91120 Palaiseau**
3. Cliquer en haut à gauche sur cartes et cliquer sur le fond de carte "carte IGN"
4. En haut à droite vous pouvez voir que dans la pile de couches , il y a deux cartes, au-dessus la carte IGN visible et en dessous la photographie aérienne
5. Cliquer sur la clé en dessous de la pile de couches, puis cliquer sur **Mesures** puis sélectionner **Mesurer une distance**
6. Emmener le pointeur de la souris au bas de la rue (légèrement en haut et à gauche de la Gare) puis cliquer une première fois et par "petits pas" suivre au mieux le chemin jusqu'au croisement en haut de la rue **pour marquer la fin du segment il faut double-cliquer**. Vous devez obtenir quelque chose qui ressemble à cela, c'est à dire à peu près 529 m (à la fin du chemin)

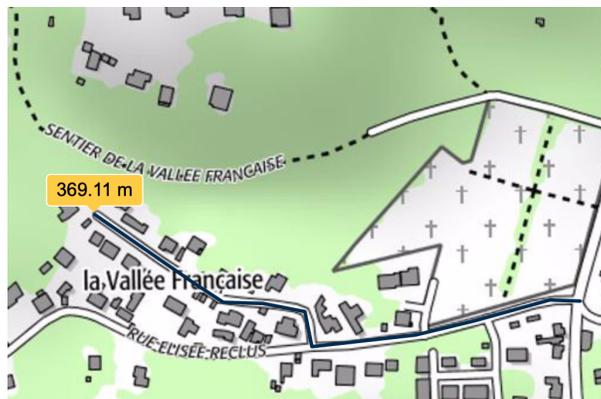


7. Maintenant cliquer sur **Etablir un profil altimétrique** puis emmener le pointeur de la souris en bas de la rue et recommencer l'opération précédente jusqu'en haut de la rue et vous devez obtenir à peu près cela, c'est à dire une pente moyenne de 9 %



8. Recommencer les opérations précédentes avec l'impasse elisée reclus à Palaiseau (en montée) en entrant dans la barre de recherche **imp elisée reclus 91120 Palaiseau**

Pour la distance vous devez obtenir à peu près ceci **Maintenant à vous de jouer**



**en établissant le profil altimétrique de l'impasse elisée reclus
Quelle chemin a la plus grande pente moyenne ?**

4.2 Faire un croquis du LVC au gymnase

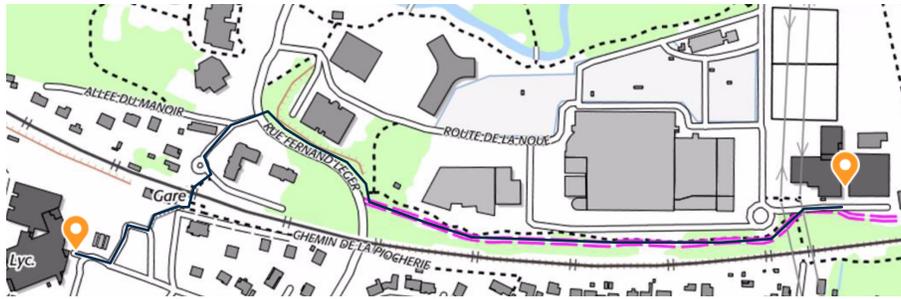
Il arrive souvent que l'on ait un rendez vous dans un lieu inconnu à une heure précise (activité sportive, rendez vous professionnel etc...)

La plupart du temps on utilise un logiciel de navigation avec géolocalisation pour être guidé du départ à l'arrivée

On vous propose une autre solution sans géolocalisation

Vous devez aider un élève, récemment arrivé au lycée, à se rendre au Gymnase en partant du Lycée, en lui envoyant le trajet par mail

1. Entrer dans la barre de recherche **8 r de madrid 91190 Gif-sur-Yvette**
2. Comme précédemment prendre un fond de carte "Carte IGN"
3. Cliquer sur la clé, puis **Outils principaux**, puis **Annoter la carte** puis cliquer sur le symbole **Dessiner des lignes** (dans **OUTILS DE CREATION**)
4. Ensuite placer le pointeur de la souris à l'entrée principale du Lycée et cliquer pour marquer le début du parcours, puis cliquer pour chaque changement de direction, jusqu'à l'arrivée près du Gymnase
Vous devez obtenir quelque chose comme ceci

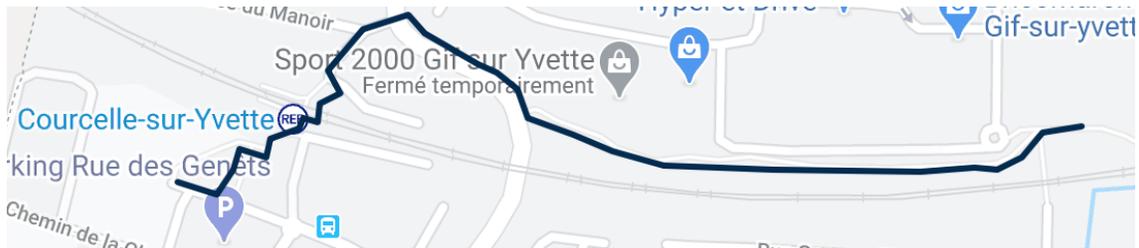


5. Exporter le croquis en lui donnant un nom et le croquis est téléchargé sous la forme d'un fichier .kml
6. Ouvrir le avec un éditeur de texte comme Notepad++ (Windows), TextEdit (Mac) ou gedit (Linux) et vous devez observer un fichier semblable à celui-ci

```
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/kml/2.2 http://developers.google.com/kml/schema/kml22gx.xsd">
  <Placemark>
    <ExtendedData>
      <Data name="measure">
        <value>842.619 m</value>
      </Data>
      <Data name="type">
        <value>LineString</value>
      </Data>
    </ExtendedData>
    <description>LVC -Gymnase</description>
    <Style>
      <LineStyle>
        <color>ff502a00</color>
        <width>3</width>
      </LineStyle>
    </Style>
    <LineString>
      <coordinates>2.0979219675064087,48.700371916158616 2.0983296632766724,48.7002869441184
2.098490595817566,48.70047105002425 2.098565697669983,48.700598507564564 2.0988339185714717,48.70055602175364
2.09888756275177,48.700676398124784 2.0991772413253784,48.700747207620395 2.0992308855056763,48.700825097950485
2.0993703603744502,48.70078261233084 2.0994025468826294,48.70091715000342 2.0996063947677612,48.700995040070524
2.099488377571106,48.70114373895487 2.0998531579971313,48.701419892860315 2.1003252267837524,48.701526105497464
2.1004861593246456,48.70139865030603 2.1007114648818965,48.70132076086347 2.1010547876358032,48.70119330515206
2.1012479066848755,48.701129577175294 2.1014517545700073,48.701016282795194 2.1015697717666626,48.70081093608124
2.1020418405532837,48.70069764098395 2.1024495363235474,48.70059142659858 2.1029752492904663,48.70049229297004
2.1036297082901,48.70047105002425 2.10412323474884,48.7004639690403 2.1050244569778442,48.70044980706945
2.1056681871414185,48.70044980706945 2.106226086616516,48.70047813100717 2.1064621210098267,48.7004639690403
2.1067196130752563,48.70055602175364 2.1069341897964478,48.7007188838341 2.107331156730652,48.700768450449666</coordinates>
    </LineString>
  </Placemark>
</kml>
```

7. kml comme html est **un langage à balises** . Vous pouvez voir que le trajet est entre les balises <LineString> et <coordinates> sous la forme d'une suite de coordonnées géographiques
8. Si vous avez un compte gmail vous pouvez ensuite ouvrir Google maps puis cliquer en haut à gauche sur le menu puis sélectionner **Vos adresses** puis cliquer sur **CARTES** puis tout en bas cliquer sur **CREER UNE CARTE** puis cliquer sur **importer** puis sélectionner votre fichier .kml sur votre ordinateur

Lorsque le fichier .kml a été importé le trajet apparaît dans Google maps



9. Ensuite vous pouvez partager cette carte avec une autre personne ayant un compte gmail pour qu'elle le charge dans son smartphone pour aller du lycée au Gymnase

5 OpenStreetMap

OpenStreetMap est une base de données destinée à la cartographie, "ouverte" à la manière de Wikipedia.

Autrement dit vous n'êtes pas seulement un utilisateur mais éventuellement un collaborateur dans la mesure où vous respectez un certain nombre de règles

L'idée étant que chacun a un regard original sur son environnement immédiat et peut ainsi ajouter des informations intéressantes à la base de données

5.1 Travaux pratiques

1. Aller sur le site de OpenStreetMap (entrer dans un moteur de recherche OpenStreetMap)
2. Dans un autre onglet de votre navigateur aller sur <https://learnosm.org/fr/> puis suivre le guide du débutant et lire les pages **Introduction** et **OpenStreetMap.org** (sauf Créer un compte OpenStreetMap, vous n'êtes pas obligé de le faire)
3. (Facultatif) Lire les pages **Introduction** et **OpenStreetMap.org** en Anglais et/ou en Espagnol et/ou en Allemand en changeant dans la barre URL de votre navigateur **fr** en **en** ou en **es** ou en **de**

<https://learnosm.org/fr/beginner/>

<https://learnosm.org/en/beginner/>

4. La navigation dans OpenStreetMap ressemble à celle dans GeoPortail, sur la droite de la fenêtre vous avez un certain nombre d'outils

Cliquer sur l'icône **Couches** et sélectionner **Carte cyclable** puis zoomer sur le lycée de la vallée de chevreuse

5. **Le but du TP est de préparer le parcours LVC jusqu'à Orsay en suivant le plus possible l'Yvette en piste cyclable et de trouver un parking vélo couvert à Orsay pour y déposer son vélo**

6. Dans la barre d'outils cliquer sur **Légende** et vous pouvez voir qu'une piste cyclable est un trait bleu discontinu. Quel est le symbole **Parking à vélos** ?
7. Pour avoir des informations sur les parkings, pour savoir s'ils sont couverts ou non, utiliser dans la barre d'outils, l'outil **Requête sur les objets** (une flèche et un point d'interrogation)
8. Si vous n'êtes pas inscrit à OpenStreetMap vous ne pourrez pas créer de ligne matérialisant votre parcours du LVC jusqu'à Orsay en vélo, et enregistrer votre carte mais au moins vous avez découvert cette application !

6 Géolocalisation

6.1 Principe de la géolocalisation

Regarder les 11 premières minutes de la conférence suivante concernant le principe de la géolocalisation :

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/video-html5/2006/lievre/le-gps>

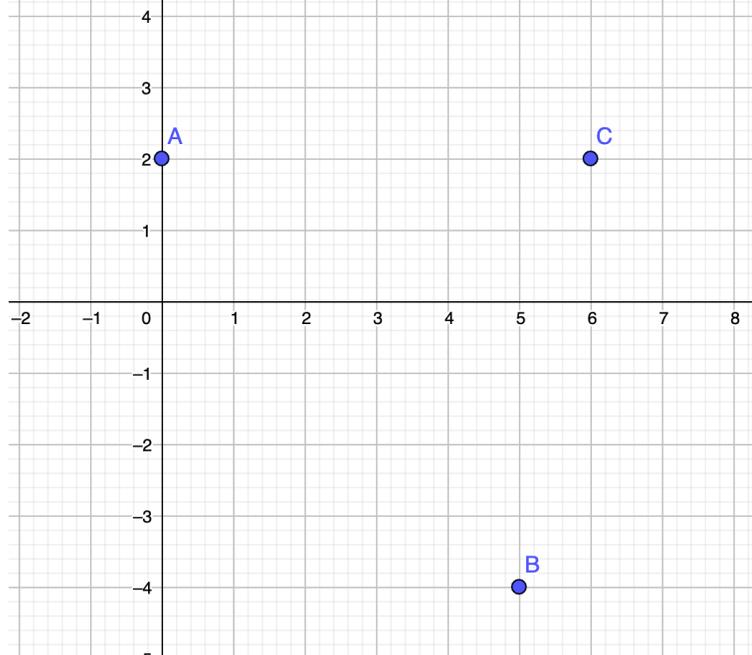
puis lire le texte suivant :

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/GPS-1.xml>

Pour tester votre compréhension faire les exercices suivants

6.2 Exercices

Exercice 1



Le dessin ci-dessus représente trois horloges qui émettent des sons de cloches différents.

Un promeneur M a entendu le son de cloche de midi venant de B à 12h 03 s, venant de C à 12h 04s et venant de A à 12h 05 s.

On suppose que la vitesse du son dans l'air est de 340 m/s et pour simplifier l'unité sur chaque axe est de 340 m

Où placer M?

Exercice 2

On suppose que la vitesse de la lumière est de $300\,000\text{ km/s}$ (quelque soit le référentiel)

1. Quel est le temps de propagation d'un signal lumineux de la Terre à la Lune (on prendra comme distance Terre Lune $384\,400\text{ km}$) ?
2. de la Terre au Soleil ? (la distance Terre Soleil est d'environ 150 millions de km)
3. Quelle est la distance parcourue par un signal lumineux en 3 ns ? en $7\ \mu\text{s}$?