

Localisation, cartographie et mobilité

Philippe Morin et Nathalie Weibel

Académie de Normandie



Mai 2019 - Janvier 2020



1 Extraits du programme

- Contenus et capacités
- Exemples d'activités

2 Se positionner sur Terre

- Coordonnées géographiques
- Systèmes de positionnement par satellites

3 Décoder une trame NMEA

4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées

- Situation 1 : autour de l'INRIA
- Métadonnées
- Carte numérique et fichier CSV
- Découverte de l'INRIA

5 Rechercher un itinéraire

- Situation 2
- Notion de graphe
- Graphe pondéré
- Recherche de chemin le plus court

6 Créer des cartes avec python

- Le module folium



- 1** Extraits du programme
 - Contenus et capacités
 - Exemples d'activités
- 2** Se positionner sur Terre
 -
 -
- 3** Décoder une trame NMEA
- 4** Localiser des photographies grâce aux métadonnées
 -
 -
 -
 -
- 5** Rechercher un itinéraire
 -
 -
 -
 -
- 6** Créer des cartes avec python
 -



Contenus	Capacités attendues
GPS, Galileo	Décrire le principe de fonctionnement de la géolocalisation.
Cartes numériques	Identifier les différentes couches d'information de Geo-Portail pour extraire différents types de données. Contribuer à OpenStreetMap de façon collaborative.
Protocole NMEA 0183	Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.
Calculs d'itinéraires	Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire. Représenter un calcul d'itinéraire comme un problème sur un graphe.
Confidentialité	Régler les paramètres de confidentialité d'un téléphone pour partager ou non sa position.



Exemples d'activités

- Expérimenter la sélection d'informations à afficher et l'impact sur le changement d'échelle de cartes (par exemple sur GeoPortail), ainsi que les ajouts d'informations par les utilisateurs dans OpenStreetMap.
- Mettre en évidence les problèmes liés à un changement d'échelle dans la représentation par exemple des routes ou de leur nom sur une carte numérique pour illustrer l'aspect discret du zoom.
- Calculer un itinéraire routier entre deux points à partir d'une carte numérique.
- Connecter un récepteur GPS sur un ordinateur afin de récupérer la trame NMEA, en extraire la localisation.
- Extraire la géolocalisation des métadonnées d'une photo.
- Situer sur une carte numérique la position récupérée.
- Consulter et gérer son historique de géolocalisation.

[Min19]



- 1 Extraits du programme
■
- 2 **Se positionner sur Terre**
■ Coordonnées géographiques
■ Systèmes de positionnement par satellites
- 3 Décoder une trame NMEA
- 4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées
■
■
■
- 5 Rechercher un itinéraire
■
■
■
- 6 Créer des cartes avec python
■



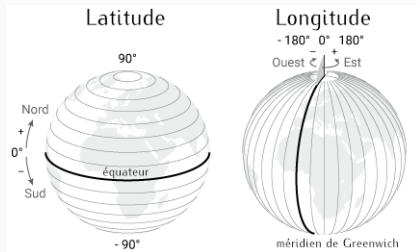
Longitude et latitude

Les coordonnées géographiques permettent de localiser un lieu sur Terre à l'aide de deux valeurs d'angles appelées **latitude** et **longitude**.

La valeur de chaque angle est définie par rapport à une référence : le parallèle d'origine est l'**équateur** pour la latitude et le méridien d'origine est appelé **méridien de Greenwich** pour la longitude.

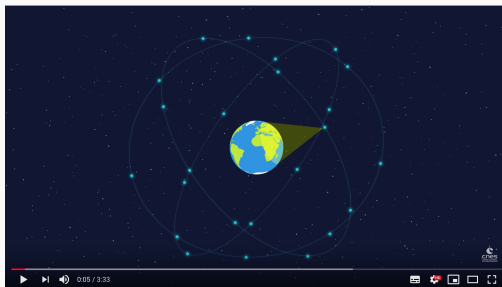
La **latitude** indique le positionnement Nord-Sud d'un point sur Terre. Elle s'étend de -90° au pôle Sud à 90° au pôle Nord.

La **longitude** indique le positionnement Est-Ouest d'un point sur Terre. Elle s'étend de -180° à l'Ouest à 180° à l'Est.





Le fonctionnement de Galileo (chaîne du CNES)



#Galileo : fonctionnement du GPS européen





À réaliser

En s'appuyant sur les sources proposées, décrire le principe de fonctionnement de la géolocalisation à l'aide d'un système de positionnement par satellites, puis donner des exemples de systèmes fonctionnant actuellement, ainsi que des exemples d'applications.

Quizz de correction : Vrai ou Faux ?(extrait)

- Un système de positionnement par satellites est un ensemble de composants reposant sur une constellation de satellites artificiels.
- Les satellites envoient à chaque récepteur ses coordonnées géographiques. Le système peut supporter un très grand nombre d'utilisateurs.
- Les appareils qui sont au sol comme les smartphones, les GPS de voiture, sont des récepteurs qui captent les signaux émis par les satellites. Un récepteur calcule sa position grâce au signal émis par au moins quatre satellites
- Les ondes radios émises par les satellites se propagent à la vitesse de la lumière, ainsi on peut en déduire la distance du satellite (il faut multiplier le temps mis par le signal par la vitesse de la lumière pour trouver la distance parcourue).



- 1 Extraits du programme
■
- 2 Se positionner sur Terre
■
- 3 Décoder une trame NMEA**
■
- 4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées
■
■
■
- 5 Rechercher un itinéraire
■
■
■
- 6 Créer des cartes avec python
■



- 1 Extraits du programme
■
- 2 Se positionner sur Terre
■
- 3 Décoder une trame NMEA
- 4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées**
 - Situation 1 : autour de l'INRIA
 - Métadonnées
 - Carte numérique et fichier CSV
 - Découverte de l'INRIA
- 5 Rechercher un itinéraire
■
■
■
- 6 Créer des cartes avec python
■



Situation 1

Un ami vous envoie des photos et vous demande de l'aider à identifier l'endroit où elles peuvent avoir été prises. Comme il s'agit visiblement d'un centre de recherche lié au numérique, il aimerait postuler pour faire un stage. Pouvez-vous l'aider ?



© Inria / Photo C. Morel, photos utilisées avec l'autorisation de la photothèque de l'INRIA
(voir l'avertissement dans les documents mis à disposition)



Étapes

3. Création collaborative d'un **fichier CSV** regroupant les informations recueillies : localisation, titre, copyright, description
4. Création d'une **carte numérique** important les données contenues dans le fichier CSV.
Un exemple de carte : les festivals de l'été 2019 par Télérama

Fichier CSV

Un fichier CSV, ou Comma-separated values, est un format texte ouvert représentant des données tabulaires sous forme de valeurs séparées par des virgules. (source : Wikipedia)



Étapes

5. Identification de la structure de recherche dans laquelle les photos ont été prises : l'INRIA.
6. Recherche d'informations sur les activités de ce centre de recherche
7. Rédaction d'une réponse numérique synthétisant les informations trouvées et les productions réalisées.

INRIA

L'Institut national de recherche dédié aux sciences du numérique est un établissement public à caractère scientifique et technologique placé sous la tutelle des ministères de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et de l'Économie et des Finances. Il comporte 8 centres de recherche répartis dans toute la France. (source : site web Inria)

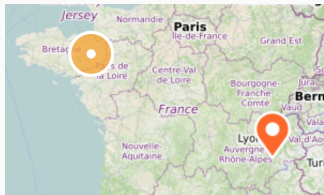


- 1 Extraits du programme
■
- 2 Se positionner sur Terre
■
- 3 Décoder une trame NMEA
■
- 4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées
■
■
■
- 5 Rechercher un itinéraire**
■ Situation 2
■ Notion de graphe
■ Graphe pondéré
■ Recherche de chemin le plus court
- 6 Créer des cartes avec python
■



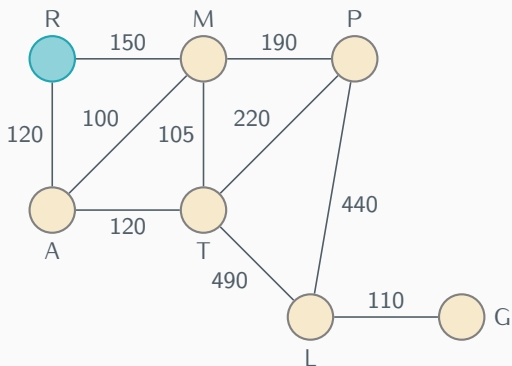
Situation 2

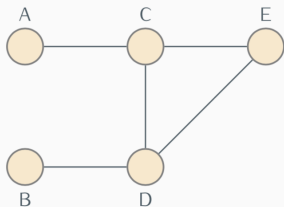
Le photographe Christian Morel, qui a réalisé toutes les photographies précédentes, a eu besoin de se rendre de Rennes à Grenoble pour réaliser ses photographies. Comment déterminer un itinéraire routier de Rennes à Grenoble ?



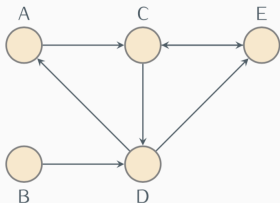


Recherche d'itinéraires : à l'aide d'un graphe





un graphe non orienté



un graphe orienté

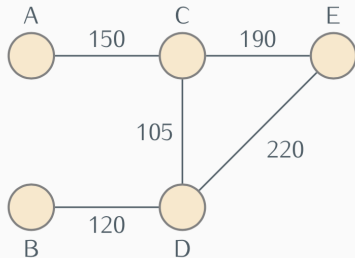
Notion de graphe

Un graphe est une représentation d'un ensemble de relations. Il est composé d'un ensemble de **sommets** (ou nœuds), et de relations entre certains sommets. Lorsque la relation est non-orientée le lien est représenté par une **arête** et lorsque la relation est orientée le lien est représenté par un **arc**.

Exemple : réseau routier

Un réseau routier peut être représenté par un graphe :

- les sommets représentent les localités du réseau
- les arêtes représentent les routes du réseau. En cas de voies à sens unique, il s'agit d'arcs.



un graphe pondéré par des distances en km

Graphe pondéré

Un graphe est dit pondéré lorsque chaque arête est affectée d'un nombre (positif), appelé poids de cette arête.

Exemple : réseau routier

Un réseau routier peut être représenté par un graphe pondéré où les poids représentent par exemple :

- les distances entre les localités reliées
- le temps de parcours entre les localités reliées
- le coût du parcours entre les localités reliées



La recherche d'un **itinéraire** dans un réseau routier est modélisée par la recherche d'une **chaîne** dans le graphe pondéré représentant ce réseau.

Par exemple :

- la recherche d'un **plus court** chemin peut être résolue à l'aide d'un graphe pondéré par des **distances**.
- La recherche d'un trajet le **plus rapide** se fera à partir d'un graphe pondéré par des **temps de parcours**
- La recherche d'un trajet le **moins cher** se fera à partir d'un graphe pondéré par des **coûts de transport**.



Source : Interstices - le défi des 1001 graphes

Si une analyse visuelle d'un graphe comportant peu de sommets peut suffire pour déterminer un chemin le plus court, la théorie des graphes comporte des algorithmes qui permettent de trouver un tel chemin dans un graphe comportant un nombre quelconque de sommets.



Présentation

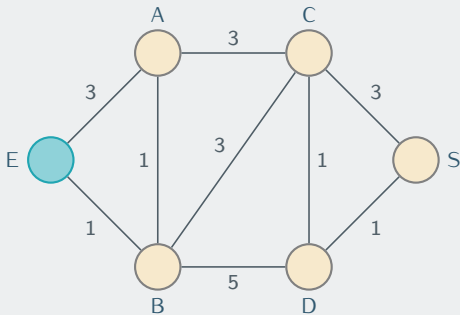
L'algorithme de **Dijkstra** calcule des plus courts chemins à partir d'un sommet fixé dans un graphe, pondéré par des nombres positifs.

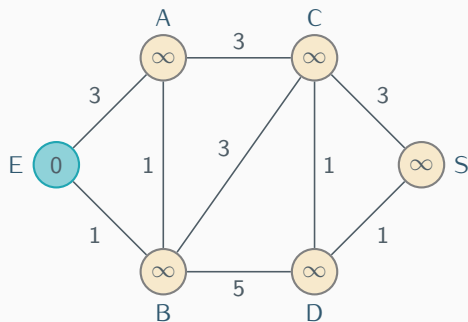
On peut l'utiliser pour calculer un plus court chemin entre un sommet de départ et un sommet d'arrivée.

L'algorithme porte le nom de son inventeur, l'informaticien néerlandais Edsger Dijkstra, et a été publié en 1959.

Exemple

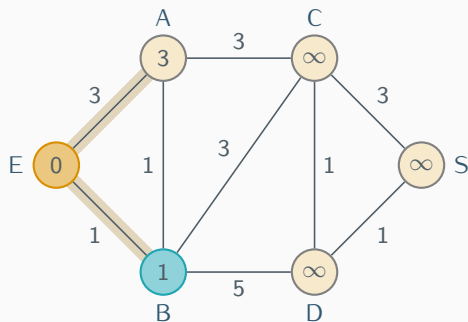
Recherche des plus courts chemins d'origine E dans ce graphe:





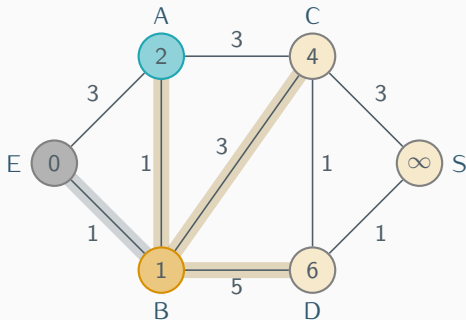
E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•					
•					
•					
•					
•					

Le sommet E est à une distance 0 de lui-même, et on ne repassera pas par E (cela allongerait le trajet). Les autres sommets sont à une distance inconnue.



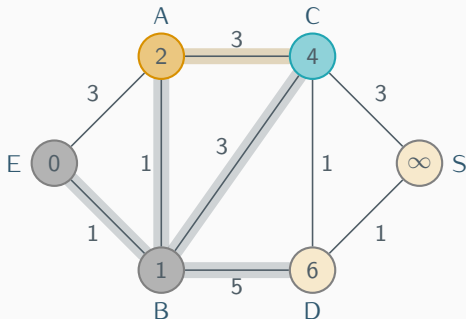
E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•		•			
•		•			
•		•			
•		•			

En partant de E, on peut atteindre A (distance 3) ou B (distance 1). On conserve la plus petite valeur : on vient de trouver le chemin le plus court de E vers B. On ne repassera pas par B.



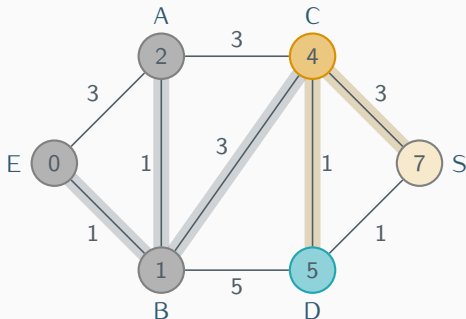
E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•	2_B	•	4_B	6_B	∞
•	•	•			
•	•	•			
•	•	•			

En partant maintenant de B, on a déjà parcouru une distance de 1. On peut atteindre A (ce qui ajoute une distance de 1, soit un total de 2, ce qui est mieux que la distance 3 précédemment obtenue pour ce sommet), ou C (ce qui ajoute une distance de 3, soit un total de 5) ou D (ce qui ajoute une distance de 5, soit un total de 6). On conserve la plus petite valeur, qui est 2 : on vient de trouver le chemin le plus court de E vers A. On ne repassera pas par A.



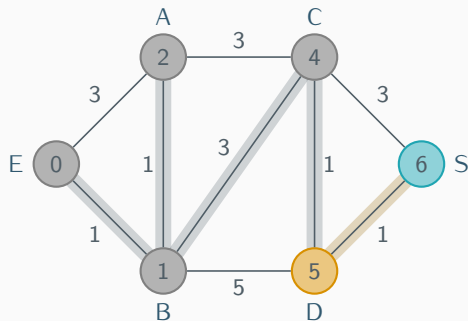
E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•	2_B	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	•		
•	•	•	•		

En partant maintenant de A, on a déjà parcouru une distance de 2. On peut atteindre C (ce qui ajoute une distance de 3, soit un total de 5, ce qui serait plus que la distance 4 précédemment obtenue pour ce sommet, en venant de B). Pour le sommet D, on recopie la distance atteinte en venant de B. On conserve la plus petite valeur, qui est 4 : on vient de trouver le chemin le plus court de E vers C. On ne repassera pas par C.



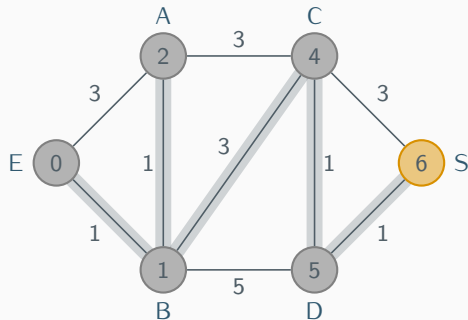
E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•	2_B	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	•	5_C	7_C
•	•	•	•	•	

En partant maintenant de C, on a déjà parcouru une distance de 4. On peut atteindre D (ce qui ajoute une distance de 1, soit un total de 5, ce qui est mieux que la distance 6 précédemment obtenue pour ce sommet, en venant de B). On peut aussi atteindre S (ce qui ajoute une distance de 3, soit un total de 7). On conserve la plus petite valeur, qui est 5 : on vient de trouver le chemin le plus court de E vers D. On ne repassera pas par D.



E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•	2_B	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	•	5_C	7_C
•	•	•	•	•	6_D

En partant maintenant de D, on a déjà parcouru une distance de 5. On peut atteindre S (ce qui ajoute une distance de 1, soit un total de 6, ce qui est mieux que la distance 7 précédemment obtenue pour ce sommet, en venant de C). On conserve la plus petite valeur, qui est 6 : on vient de trouver le chemin le plus court de E vers S.



E	A	B	C	D	S
0	∞	∞	∞	∞	∞
•	3_E	1_E	∞	∞	∞
•	2_B	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	4_B	6_B	∞
•	•	•	•	5_C	7_C
•	•	•	•	•	6_D

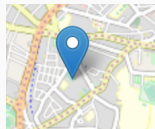
Le chemin le plus court de E vers S est E-B-C-D-S, de longueur 6.



- 1 Extraits du programme
■
- 2 Se positionner sur Terre
■
- 3 Décoder une trame NMEA
- 4 Localiser des photographies grâce aux métadonnées
■
■
■
- 5 Rechercher un itinéraire
■
■
■
- 6 **Créer des cartes avec python**
■ Le module folium



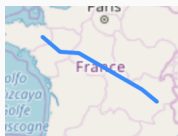
Placer un marqueur sur une carte



```
1 import folium
2 carte = folium.Map(location=[latitude, longitude], zoom_start=14)
3 folium.Marker([latitude, longitude], popup="Texte").add_to(carte)
4 carte.save('maCarte.html')
5
```



Tracer un itinéraire sur une carte



```
1 carte2 = folium.Map(location=[latitude, longitude], zoom_start=6)
2
3 route = folium.PolyLine(
4     [[latitude1, longitude1],
5      #liste des coordonnées,
6      [latitudeN, longitudeN]],
7     tooltip = "Texte" # message au survol
8 ).add_to(carte2)
9 carte2.save('ma2eCarte.html')
10
```



Délimiter une zone sur une carte



```
1 import folium
2 carte3 = folium.Map(location=[latitude, longitude], zoom_start=10)
3 zone = folium.Polygon(
4     [[latitude1, longitude1],
5     #liste des coordonnées,
6     [latitudeN, longitudeN]],
7     color = 'green', fill = True
8 ).add_to(carte3)
9 carte3.save('ma3eCarte.html')
```



- [CNE17] CNES :
Le fonctionnement de Galiléo.
Youtube, 1 2017.
- [INR19] INRIA :
site web.
2019.
- [Min19] MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE :
Programmes d'enseignement de sciences numériques et technologie de la classe de seconde générale et technologique.
(BOEN spécial du 22 01 2019), 01 2019.
- [Pyt13] PYTHON :
Documentation Folium.
2013.
- [Pyt19] PYTHON :
Documentation geoPy.
2019.