

Thème E Localisation, cartographie et mobilité

Chapitre 9 À la découverte de la géolocalisation

Le thème E (*Localisation, cartographie et mobilité*) correspond aux deux chapitres suivants :

- **Chapitre 9 : À la découverte de la géolocalisation**
- Chapitre 10 : La cartographie dans notre quotidien

Le chapitre 9 est indépendant des autres chapitres.

A. Le programme

Les capacités exigibles du BO pour ce chapitre sont données ci-dessous. Les autres contenus du thème *Localisation, cartographie et mobilité* seront traités dans le chapitre 10.

Contenus	Capacités attendues du BO traitées dans le chapitre 9	Activités / Exercices
GPS, Galiléo	Décrire le principe de fonctionnement de la géolocalisation	Activité 2 p. 135 Exercices 6 et 7 p. 141
Protocole NMEA 0183	Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.	Activité 3 p. 136 Exercices 8, 9 et 10 p. 141
Calculs d'itinéraires	Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire. Représenter un calcul d'itinéraire comme un problème sur un graphe.	Activité 1 p. 134 Exercices 1, 2 et 3 p. 140 Activité 1 p. 134 Exercice 5 p. 140
Confidentialité	Régler les paramètres de confidentialité d'un smartphone pour partager ou non sa position.	Activité 4 p. 137

B. QCM diagnostique p. 132

Ces questions vont instaurer le débat, ou la discussion.

Elles sont destinées à faire une évaluation diagnostique en début de chapitre et sont disponibles sur QCMCam et aux formats PDF, PPT et ODP sur le site web : https://lienbordas.fr/740171_ch09_qcm.

1	<p>Pour vous, le module GPS de votre téléphone émet-il ou reçoit-il des ondes ?</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Il émet des ondes vers les satellites.</p> <p>B. Il reçoit des ondes depuis les satellites. (bonne réponse)</p>
2	<p>Un module GPS peut-il communiquer sa position ?</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Oui (bonne réponse, il existe pour cela le protocole NMEA ; les élèves peuvent également évoquer la possibilité d'afficher la position d'une montre GPS sur l'écran d'un téléphone.)</p> <p>B. Non</p>
3	<p>Pour se localiser avec le GPS, un smartphone a besoin :</p> <p>Réponses :</p> <p>A. d'une connexion Wi-Fi uniquement.</p> <p>B. de capter des signaux des satellites GPS. (bonne réponse)</p> <p>C. de scanner un QR code.</p> <p>D. d'être branché à une prise électrique.</p>
4	<p>Quel logiciel permet de calculer un itinéraire en ligne ?</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Microsoft Word</p> <p>B. Google Maps (bonne réponse)</p> <p>C. VLC Media Player</p> <p>D. Microsoft Excel</p>
5	<p>Où peut-on activer ou désactiver la localisation sur un smartphone ?</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Dans les paramètres de batterie</p> <p>B. Dans les paramètres de confidentialité ou de localisation (bonne réponse)</p> <p>C. Dans l'application appareil photo</p> <p>D. Dans les SMS</p>

C. Frise historique p. 133

Réponses aux questions :

1. Pour être localisé à la surface de la Terre, il faut connaître sa longitude et sa latitude.
2. Ce n'est qu'à partir du XVIII^e siècle que le sextant a permis de déterminer la longitude et la latitude. Christophe Colomb ne pouvait donc pas connaître précisément sa position géographique en 1492.

3. La localisation par satellite offre une précision bien supérieure aux anciennes technologies comme la triangulation radio ou les repères visuels célestes. Elle fournit une couverture mondiale en temps réel, là où les anciennes méthodes étaient limitées en portée et en fiabilité.

D. Description des activités

Activité 1 p. 134 Comment préparer un itinéraire routier ?

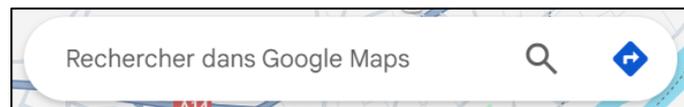
Capacités travaillées :

- Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire.
- Représenter un calcul d'itinéraire comme un problème sur un graphe.

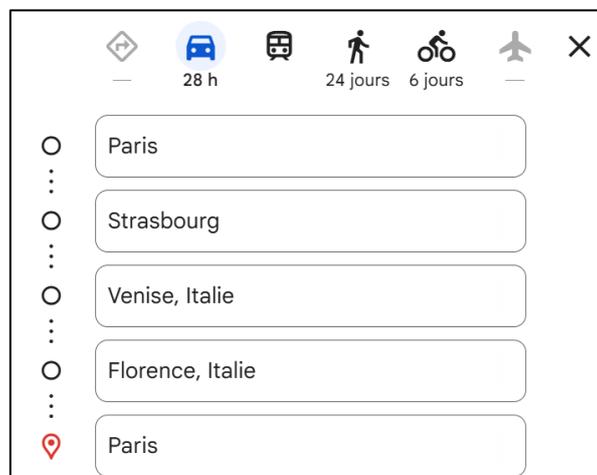
Cette activité propose de planifier un itinéraire routier en utilisant un logiciel de calcul d'itinéraire. En fin d'activité, les élèves sont amenés à modéliser un itinéraire à l'aide d'un graphe.

Réponses aux questions :

1. Il s'agit ici d'utiliser une application de calcul d'itinéraire pour suivre l'itinéraire de Besma, indiqué en introduction à l'activité.

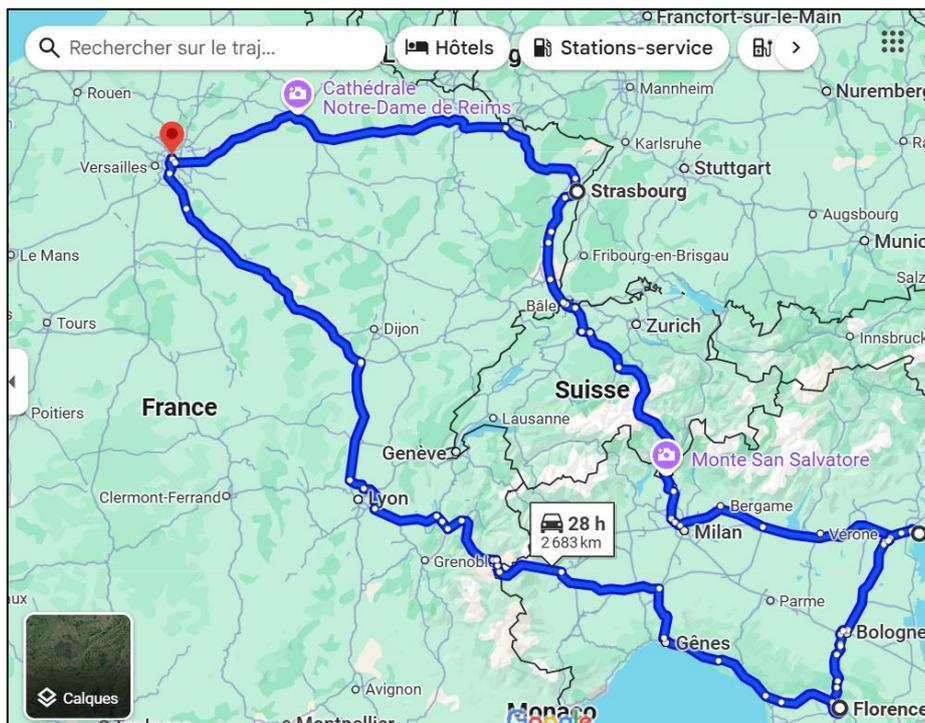


En utilisant Google Maps, et en cliquant sur la flèche bleue pour suivre un itinéraire par étapes, on obtient le trajet suivant, en ajoutant les étapes une par une et en finissant par Paris, afin de bien effectuer une boucle.



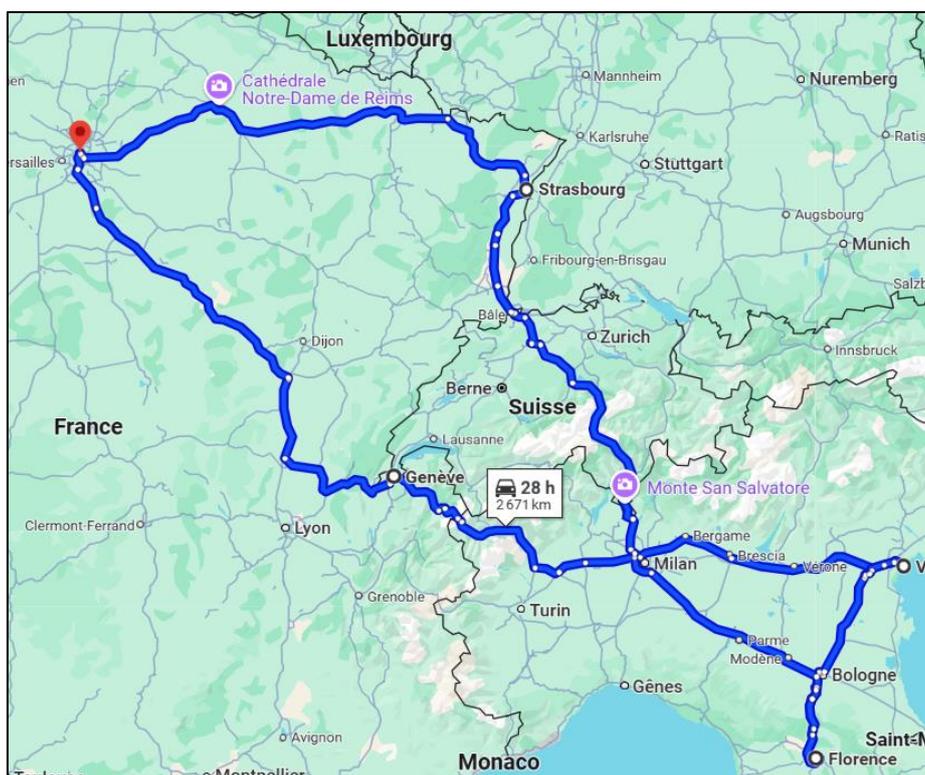
2. La distance calculée par l'application est de 2 683 km (cette valeur et les suivantes peuvent varier selon l'heure à laquelle Google Maps calcule l'itinéraire, car elles dépendent aussi des conditions de circulation).

3. La durée du voyage est de 28 h de route, en voiture.



4. Le trajet proposé par l'application ne passe pas par la ville de Genève. Pour modifier ce trajet, on peut agir directement sur le tracé du graphe à l'aide de la souris de l'ordinateur, par un glisser-déplacer. Ou bien on peut ajouter l'étape « Genève » en cliquant sur le lien « Ajouter une destination » dans la liste des étapes, puis réorganiser les étapes par glisser-déplacer.

Le trajet devient le suivant (pour une distance totale recalculée de 2 671 km) :



5. a. Il faut cliquer sur le bouton Options et cocher la case « Autoroutes ».

b. Avec cette option, le trajet a une longueur de 2 669 km, donc une longueur équivalente au trajet précédent. En revanche, sa durée est de 48 h, soit presque le double de celle du trajet par l'autoroute.

6. Le doc. B représente un graphe composé de ronds (sommets) et de traits (arêtes) : les ronds représentent les villes, tandis que les traits représentent les routes reliant ces villes. Chaque trait est surmonté d'une valeur appelée « étiquette », qui indique la longueur du trajet en km.

7. Afin de calculer la distance totale du trajet, il faut faire la somme de toutes les routes soit :

Paris > Strasbourg > Venise > Florence > Paris

Distance = 491 + 736 + 276 + 1178 = 2 681 km. Ce résultat est cohérent avec celui de la question 2 (2 683 km).

Activité 2 p. 135 Comment fonctionne la géolocalisation par satellite ?

Capacité travaillée :

- Décrire le principe de fonctionnement de la géolocalisation.

Cette activité propose de découvrir le principe de la géolocalisation par satellite. L'application en ligne dédiée, qui est une simplification en deux dimensions de la localisation en trois dimensions, propose de localiser un navire en mer Méditerranée par l'intersection des cercles de distance.

Réponses aux questions :

1. Un récepteur satellite peut permettre :

- à une entreprise de localiser ses camions de livraison en temps réel ;
- de suivre la position des trains sur le réseau ferré ;
- de localiser la position d'une trottinette disponible à la location dans une grande ville ;
- etc.

2. Le récepteur satellite, situé sur Terre, capte les signaux (ondes électromagnétiques) envoyés par les satellites depuis l'espace.

3. Les différents systèmes de positionnement par satellite sont :

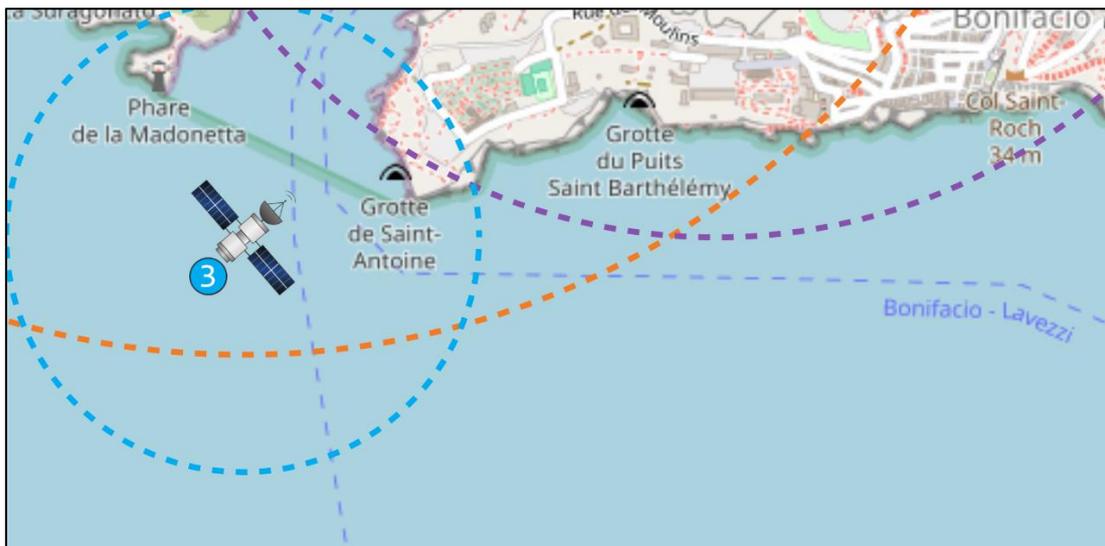
- GPS (USA) ;
- GLONASS (Russie) ;
- Galileo (Europe) ;
- BeiDou (Chine).

4. La relation cherchée est $v = \frac{d}{t}$, relation qui traduit la dépendance entre la vitesse, la distance et la durée. Les ondes électromagnétiques (les signaux envoyés par le satellite) se déplaçant dans le vide

(ou dans l'air) à la vitesse de la lumière (300 000 km/s), une erreur dans la mesure du temps se traduira par une erreur de distance, ce qui rendra le positionnement très peu précis. Pour cette raison, les satellites sont munis d'horloges atomiques d'une précision extrême.

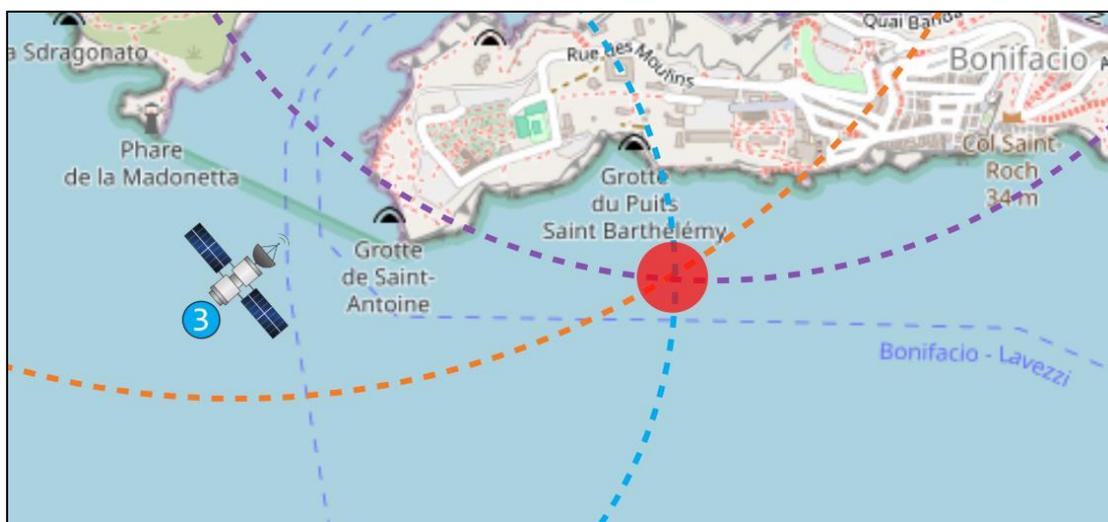
5. Se munir de l'application spécialement développée pour illustrer le principe de la localisation par satellite.

6. En complétant les trois champs pour R_1 , R_2 et R_3 , trois cercles de distance se tracent automatiquement. Le récepteur GPS sera localisé à l'intersection de ces trois cercles. Avec les données de rayons fournies, le récepteur n'est pas correctement localisé car les trois cercles ne sont pas sécants en un point unique :



7. Par tâtonnement, on modifie la valeur de R_3 afin que les trois cercles soient concourants en un unique point. La valeur $R_3 = 3.7$ donne la position du navire recherchée. Un point rouge apparaît alors sur l'image, ce qui indique que le récepteur est correctement localisé.

R1 R2 R3



8. L'application précédente permet une détermination de la position du navire dans un plan, grâce à l'intersection de trois cercles. Pour déterminer la position d'un récepteur satellite dans l'espace à trois dimensions, un quatrième satellite est nécessaire : le récepteur sera localisé à l'intersection des quatre sphères.

Activité 3 p. 136 Comment décoder des informations de positionnement ?

Capacité travaillée :

- Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.

Après avoir récupéré une position GPS grâce à un récepteur satellite (voir activité 2 p. 135), l'équipement du navire peut partager les données de position (latitude et longitude) avec tous les équipements présents à bord, via le réseau informatique du navire. Les informations sont alors encodées (mais non chiffrées) sous la forme de trames NMEA, en utilisant un protocole de communication NMEA 0183 (ou NMEA 2000, plus récent), et sont diffusées sur le réseau.

Décoder une trame NMEA de type GPGGA permet ainsi de récupérer les informations de positionnement, afin de déterminer les valeurs de la latitude et de la longitude du navire.

Réponses aux questions :

1. Ce sont les données de latitude et de la longitude qui permettent de positionner le navire.
2. En décodant la trame fournie, on trouve les données suivantes :
 - latitude : 41° 20.3333' Nord
 - longitude : 9° 15.085' Est

Remarque : les minutes d'angle sont données en notation décimale, car les secondes d'angle ne sont plus utilisées.

3. Cette question porte sur la localisation d'un navire grâce à une technologie nommée AIS, basée sur l'échange d'ondes radio entre les navires. En entrant le numéro d'identification unique MMSI du premier navire proposé, l'application en ligne permet de le localiser en temps réel et d'obtenir des informations sur sa nature.
4. Le second navire proposé bat pavillon maltais.
5. Dans une trame NMEA, le caractère séparateur utilisé est la virgule.
6. Oui, la trame NMEA est encodée, ce qui signifie que les informations qu'elle contient sont communiquées au réseau informatique en répondant à une norme et une syntaxe précise, ce qui assurera la fiabilité du décodage.

Le chiffrement est une opération consistant à masquer les informations, comme pour l'envoi d'un message secret, ce qui n'est pas le cas ici. Les informations sont donc bien encodées mais non chiffrées.

Activité 4 p. 137 Comment être géolocalisé avec un smartphone ?

Capacité travaillée :

- Régler les paramètres de confidentialité d'un smartphone pour partager ou non sa position.

Cette activité présente quelques options de paramétrage d'un smartphone, notamment l'information de position.

Réponses aux questions :

1. D'après le doc. A, les trois méthodes de géolocalisation mises en œuvre sur un smartphone sont :

1. « haute précision », en utilisant le GPS, le Wi-Fi et les réseaux mobiles ;
2. « économie de la batterie », en utilisant uniquement le Wi-Fi et les réseaux mobiles (pas de positionnement GPS, très gourmand en énergie) ;
3. « téléphone uniquement », en mode GPS seul, sans utiliser les réseaux aux alentours.

2. En mode « haute précision », le smartphone utilise trois technologies : le GPS, le Wi-Fi et les réseaux mobiles.

3. La technologie GPS est celle qui nécessite le plus d'énergie, ce qui diminue donc l'autonomie du smartphone. La technologie GPS consomme plus d'énergie que d'autres systèmes de localisation pour les raisons suivantes :

- connexion directe aux satellites : le smartphone doit capter les signaux de plusieurs satellites (au moins 4) situés à environ 20 000 km d'altitude, ce qui demande beaucoup de puissance au récepteur GPS ;
- traitement des signaux : pour calculer la position avec précision, le processeur embarqué dans le smartphone doit effectuer des traitements complexes ;
- utilisation continue : quand une application utilise le GPS en permanence (ex. : Google Maps, jeux), le capteur GPS reste actif, ce qui « vide » rapidement la batterie.

4. D'après le doc. A, les applications suivantes ont eu accès aux informations de localisation :

Connect, Instagram, Messages et Services Google Play. La plus gourmande en énergie est **Instagram**, d'après les données accessibles depuis l'interface de paramétrage du smartphone.

5. Instagram utilise la géolocalisation pour personnaliser l'expérience utilisateur, en améliorant les interactions sociales, et mieux cibler la publicité.

6. De la même manière, il faut accéder à l'option géolocalisation ou positionnement de son smartphone pour connaître les applications qui ont accès à sa localisation. Beaucoup d'applications récupèrent ces informations alors qu'elles n'en ont apparemment nullement besoin !

7. Si le positionnement est activé sur le smartphone, il est possible de consulter l'historique de géolocalisation qui contient l'ensemble des déplacements réalisés avec le smartphone.

Avantage : garder la trace des lieux visités avec les dates de visite.

Inconvénient : ces informations sur nos déplacements sont autant de données personnelles récupérées par les applications installées sur le smartphone.

8. Si l'on ne veut pas partager sa position, il faut alors décocher (ou désactiver, voir doc. A) l'option de position dans les réglages du smartphone.

Remarque : dans ce cas, les applications GPS ne pourront plus nous guider car elles n'auront plus accès aux informations de position en temps réel.

E. Description des exercices

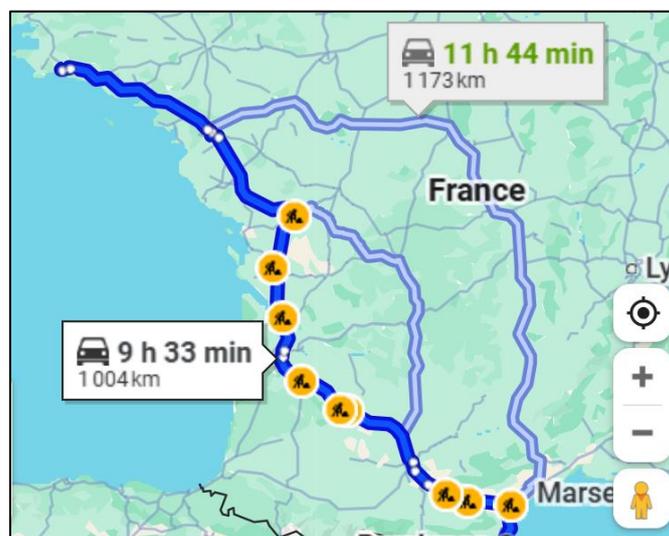
Exercice 1 p. 140 Calculer un temps de trajet

Capacité travaillée :

- Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire.

1. Avec le logiciel Google Maps, on trouve une distance de 1 004 km entre Perpignan et Concarneau (cette valeur et les suivantes peuvent varier selon l'heure à laquelle Google Maps calcule l'itinéraire, car elles dépendent aussi des conditions de circulation).

2. La durée du parcours en voiture est d'environ 9 h 32, sans compter les pauses.

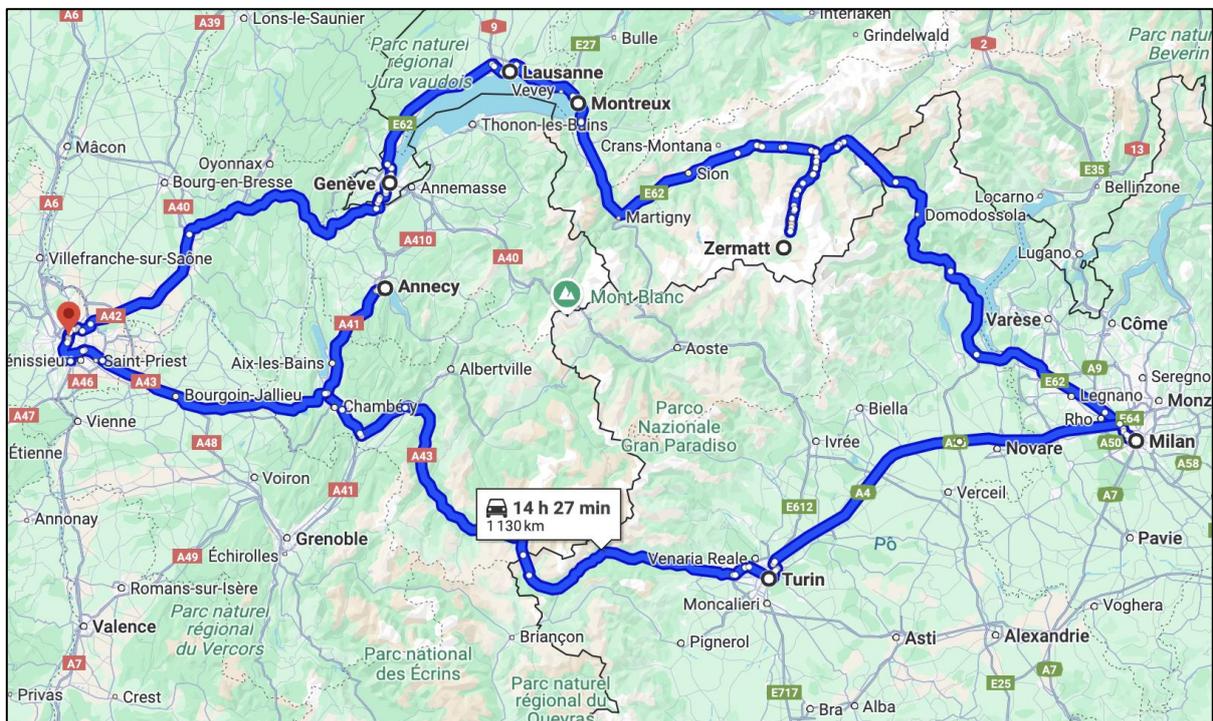
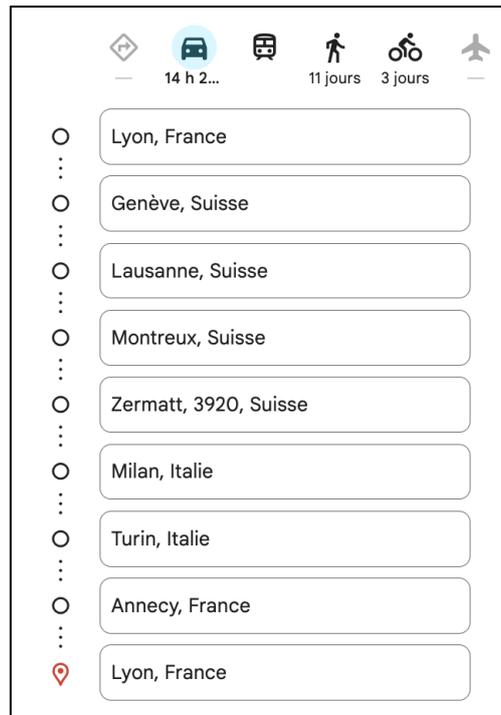


Exercice 2 p. 140 Préparer un voyage en Europe

Capacité travaillée :

- Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire.

1. Avec le logiciel Google Maps, il est possible de planifier un itinéraire, en ajoutant une à une les différentes étapes du trajet.



2. La distance proposée par l'application est de 1 130 km pour une durée de 14 h 27, en voiture.
3. Cette boucle traverse trois pays : Suisse, Italie et France.
4. Oui, cette proposition de trajet comporte de nombreux péages.

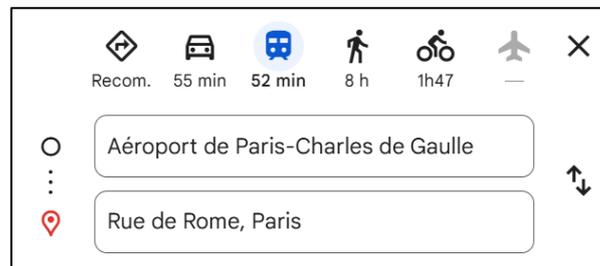
Exercice 3 p. 140 Préparer un itinéraire en métro

Capacité travaillée :

- Utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire.

Il s'agit ici de planifier un trajet entre l'aéroport Charles de Gaulle et la rue de Rome, située dans le 17^e arrondissement de Paris.

1. Avec le logiciel Google Maps, il est possible de planifier cet itinéraire.



2. Avec Google Maps, il est possible de planifier le déplacement à une heure précise de la journée afin de tenir compte des heures de pointe, qui sont particulièrement marquées en région parisienne.

Pierre atterrit à Paris à 8 h 30. En comptant 30 minutes pour rejoindre les transports en commun, puis 52 à 55 minutes de trajet jusqu'à la rue de Rome, il devrait arriver vers 10 h à sa réunion. Il sera donc à l'heure.

Exercice 4 p. 140 Cybersécurité

Capacité transversale travaillée :

- Faire un usage responsable et critique des sciences et technologies numériques.

Cet exercice propose d'examiner la présence de données de géolocalisation dans les métadonnées d'une image.

1. On télécharge l'image et on l'enregistre sur le disque dur de l'ordinateur.
2. En effectuant un clic droit sur le fichier image et en affichant ses propriétés, on peut accéder à ses métadonnées. Cette image contient effectivement les données GPS suivantes (champs longitude et latitude) :

- latitude 42°15'33''
- longitude 3°10'43.93''

L'image est localisée sur une plage de la ville de Rosas, en Espagne.

3. Pour mieux protéger sa vie privée, on peut conseiller au propriétaire de l'image d'enlever ses métadonnées à l'aide d'un logiciel approprié (ou d'un programme en Python), avant de la poster sur les réseaux sociaux ou de l'envoyer par SMS ou par e-mail.

Exercice 5 p. 140 Trouver le plus court chemin

Capacité travaillée :

- Représenter un calcul d'itinéraire comme un problème sur un graphe.

L'exercice propose de trouver un chemin sur un graphe modélisant un réseau routier.

1. Le chemin le plus rapide entre A et D est : A-F-C-B-E-D pour un temps de trajet total de 6 minutes.
2. Le chemin le plus rapide entre C et D est : C-B-E-D pour un temps de trajet total de 4 minutes.

Si le trafic routier se fluidifie, les temps de parcours doivent être mis à jour, comme le ferait une application de guidage GPS en temps réel.

3. Pour aller de F à E, il n'est plus intéressant désormais de passer par les sommets C et B comme précédemment. Le chemin le plus rapide entre A et D est à présent : A-F-E-D pour un temps de trajet total de 5 minutes. Le chemin pour aller de C à D est quant à lui inchangé.
4. Les logiciels de routage doivent être régulièrement mis à jour, car de nouvelles routes peuvent être ouvertes ou des obstacles apparaître en cours de trajet (accident, déviation, manifestation d'agriculteurs, neige ou verglas en montagne, etc.).

Exercice 6 p. 141 Se repérer par trilatération

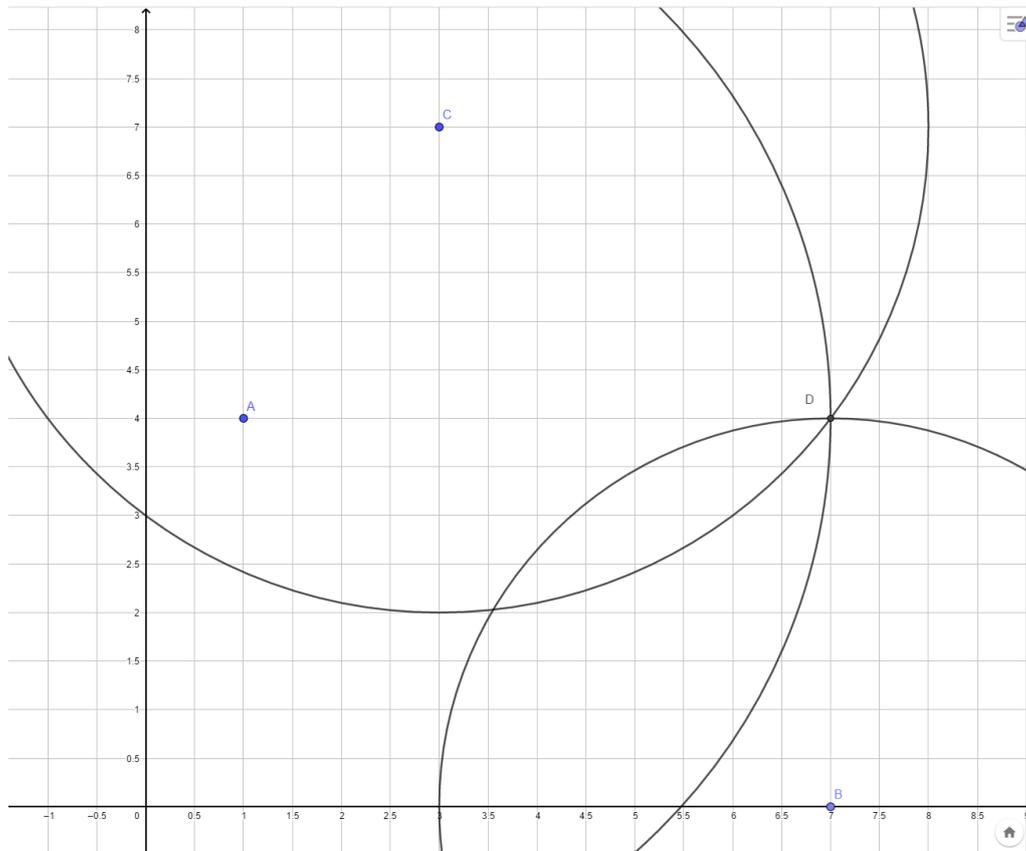
Capacité travaillée :

- Décrire le principe de fonctionnement de la géolocalisation.

Cet exercice propose de localiser la position d'un récepteur GPS graphiquement pour illustrer le principe de la trilatération.

On place tout d'abord les trois points A, B et C qui symbolisent les positions de trois satellites.

1. On trace trois cercles de centres A, B et C, et de rayons précis 6 cm, 4 cm et 5 cm par exemple, en utilisant le cm comme unité de mesure. On s'aperçoit que les trois cercles concourent en un point, qui matérialise l'endroit où se trouve le récepteur.



2. En 2D, trois satellites émetteurs sont nécessaires alors qu'il en faut quatre en 3D.

Exercice 7 p. 141 Écologie

Capacité transversale travaillée :

- Faire un usage responsable et critique des sciences et technologie numériques.

1. Il est important de suivre la migration des tortues marines avec des balises GPS pour mieux comprendre leurs déplacements, leurs zones d'alimentation et de reproduction, et ainsi mieux les protéger. Ce suivi permet de collecter des informations écologiques précieuses comme les routes migratoires, les zones critiques à préserver, et l'impact du changement climatique sur le comportement de ces tortues.

2. Voici deux avantages du GPS par rapport à un QR code :

- le GPS permet un suivi à distance et en temps réel, sans avoir besoin de voir ou de toucher l'animal ;
- il fonctionne même en pleine mer, alors qu'un QR code ne peut être lu que si l'animal est capturé ou observé de près.

Exercice 8 p. 141 Un détenu célèbre

Capacité travaillée :

- Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.

1. Huit satellites ont été utilisés pour localiser le récepteur GPS.
2. La longitude du lieu recherché est : 5°19.5517' Est. Sa latitude est 43°16.8021' Nord.
3. En utilisant un logiciel de cartographie, comme Google Maps, on détermine que le lieu recherché est le château d'If, à proximité de la ville de Marseille. Le célèbre détenu qui y a été emprisonné est le personnage de fiction Edmond Dantès, qui devient plus tard le comte de Monte-Cristo dans le roman éponyme d'Alexandre Dumas.

Exercice 9 p. 141 Trouver un lieu connu à partir d'une trame NMEA

Capacité travaillée :

- Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.

1. Il s'agit bien d'une trame GPS car elle commence par \$GPGGA.
2. La longitude du lieu cherché est : 4°32.0974' Est. Sa latitude est 43°56.8574' Nord.
3. Le lieu recherché est le pont du Gard.

Exercice 10 p. 141 Trouver une trame NMEA à partir d'un lieu connu

Capacité travaillée :

- Décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.

La photo proposée est celle de la grande muraille de Chine.

La trame a correspond à la pyramide de Khéops située en Égypte.

La trame b est la trame recherchée.

La trame c correspond à la tour Eiffel située à Paris.

F. Bilan du chapitre p. 142

Question	Réponse
1	c. Le trajet le plus long
2	d. Distance, trafic en temps réel et préférences de l'utilisateur.
3	b. Emplacement des stations-service
4	d. Un ensemble de points reliés entre eux.
5	b. Trouver le chemin qui minimise la somme des valeurs étiquetées sur les arêtes.
6	b. B-C-F
7	c. NMEA
8	d. 4
9	b. <i>Global Positioning System</i>
10	c. \$GPGGA,230924,4120.3976,N,00915.013,E
11	c. Interopérabilité entre équipements.
12	a. Dans l'hémisphère nord

Des QCM d'auto-évaluation sont disponibles pour un travail en autonomie de l'élève à l'adresse : https://lienbordas.fr/740171_ch09_bilan.