

Thème 5

La cartographie

Activité 1 : openstreetmap met à disposition du public une carte mondiale maintenue à jour de manière collaborative par ses usagers.

Etape 1 : se familiariser avec le site

1. Consulter le site et rechercher votre habitation.
2. Observer les informations contenues dans l'URL visible dans la barre d'adresse.
3. Choisir un second lieu et rechercher un itinéraire depuis le premier.

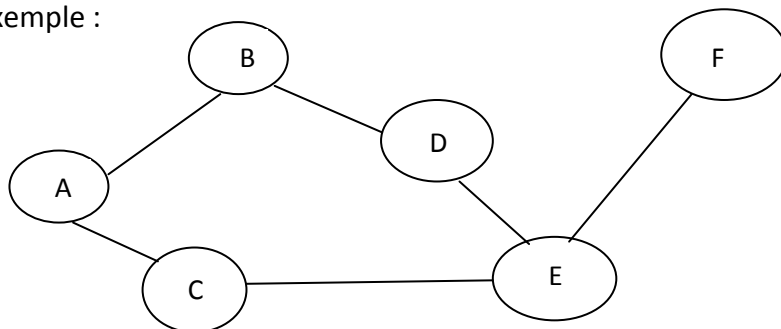
Etape 2 : retrouver un objet



doc 1 Le quai des Indes Lorient

1. Retrouver sur OpenStreetMap l'emplacement de la photo doc1.
2. Rechercher le parcours de votre position à celle de la photo.
3. Lister les villes qui se trouvent sur le trajet entre votre position actuelle et le quai des Indes à Lorient (maximum 4 grandes villes). Prévoyez 2 trajets possibles.
4. Représenter ce trajet sous forme d'un graphe. Les lettres B à E représentent les villes susceptibles d'être traversées.

Exemple :



A est la ville de départ

F le quai des Indes à Lorient

5. Représenter sous forme d'algorithme simple, le cheminement des étapes pour obtenir le trajet le plus court.
6. Vérifier si ce trajet correspond à celui proposé sur OpenStreetMap.
7. Afin de contribuer à OpenStreetMap, annoter le nom des bâtiments du lycée. Sauvegarder si nécessaire.

Etape 3 :

8. Choisissez le lieu où vous habitez, repérez les alentours et s'il y a des modifications à faire pour collaborer avec OpenStreetMap.

I. La cartographie

La cartographie et la localisation sont devenues accessibles à tous grâce à des applications, disponibles sur téléphone portable, permettant de se localiser en permanence.

Ce sont pourtant des domaines très spécialisés mêlant géographie et informatique dans une science que l'on appelle la « géomatique ».

La particularité des cartes numériques, utilisées dans un logiciel ou une application adaptée, est que l'on peut passer d'une échelle à l'autre en zoomant sur une partie de la carte.

Echelle de la carte : rapport entre la représentation d'une distance sur la carte et cette distance en réalité.

Echelle 1/1 000 000 signifie que 1 cm sur la carte représente 1 000 000 cm en réalité soit 10 km.

Activité 2 : Cartes IGN



doc 1 : échelle 1 :1 000 000



doc 2 : échelle 1 :150 000

1. Repérer la route départementale 784 qui mène d'Audierne à la pointe du Raz. Comparer les détails visibles le long de cette route.
.....
2. Repérer les chemins pour aller du bourg de Plogoff à la pointe de Plogoff. Comparer les détails concernant les zones construites.
3. Rechercher où se trouve cette ville, sur la carte du doc 2.



a. Cartes vectorielles et matricielles

Une carte **vectorielle** comporte des objets positionnés selon leurs coordonnées.

Une carte **matricielle** est une image point par point qui a été dessinée par un cartographe.

Rmq : en zoomant sur une carte vectorielle , des détails apparaissent ; sur une carte matricielle l'image est agrandie.

Les applications utilisant des cartes vectorielles (ex : openstreetmap) permettent généralement de sélectionner les catégories d'informations que l'on souhaite afficher (points d'intérêts). La carte est alors composée automatiquement à la demande.

Les cartes matricielles sont souvent fabriquées et dessinées – souvent à partir de cartes vectorielles – et sont ensuite enregistrées sous forme d'image.

b. Les coordonnées géographiques.

Pour se repérer sur une carte , il faut des coordonnées géographiques qui se décomposent en latitude et longitude.

Activité 3 : savoir repérer une localisation avec des coordonnées géographiques (fichier p65)

1) A l'aide de la carte , remplir le tableau ci-dessous :

Ville	Latitude	Longitude
Londres		
Le Caire		
Sao Paulo		
Dhaka		

2. les coordonnées géographiques sont exprimées dans le système sexagésimal (° , degré, ' , minutes, " , secondes) :

Spécifier la latitude et longitude de Paris, puis de Barcelone et enfin de New York.

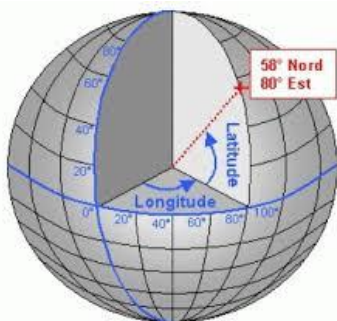
Bilan :

Pour se repérer sur une carte, on utilise les coordonnées de latitude et de longitude qui s'expriment en unités d'angle : degrés et minutes

Coordonnées géographiques : la **latitude** varie de 90° S (pôle sud) à 0° (équateur) , puis à 90° N (pôle nord).

La **longitude** varie de 0° (méridien de Greenwich) à 180° , et se mesure vers l'ouest (W) ou vers l'est (E).

Les coordonnées sont fixées par rapport à un système géodésique qui est en fait un repère. Le système WGS 84 (de l'anglais geodesic system) est celui pour la localisation GPS.



c. Les couches d'informations géographiques.

Les systèmes de cartographie numérique permettent d'afficher un fond de carte –la carte de base- et d'y superposer des informations regroupées en couches.

Une couche d'informations, c'est comme un calque que l'on superpose au fond de carte pour lui ajouter un ensemble d'informations cohérentes.

Activité 4 : géoportail

Géoportail est un site web public, qui offre des services de recherche et de visualisation de données géographiques ou géolocalisées.

1. Aller sur le site : www.geoportail.gouv.fr et entrer dans la barre de recherche : « tour Eiffel paris »
2. Répondre aux questions :
 - Quelle est l'échelle maximum et l'échelle minimum sur la carte ?
Quelles en sont les équivalences en mètres ?
 - Ajouter le fond de carte de « l'état major 1820-1826 ». Quelle est la grande différence entre le Paris de la carte actuelle et celui de l'époque ?
 - Remplacer le fond de carte par celui d'OpenStreetMap monde. Quelles sont les données affichées sur la carte à l'endroit du champ de Mars ?
 - Quelle est la position exacte de la tour Eiffel (tronquer à 4 chiffres après la virgule) ?
Latitude : Longitude :
 - Afficher la carte IGN pour une meilleure visibilité puis mesurer la surface de la tour Eiffel. Quelle est-elle ?
 - Quelle est la distance du 35 avenue de la Bourdonnais 75 007 Paris à l'allée Léon Bourgeois 75007 Paris ?
En voiture : A pied : A vol d'oiseau :
 - Calculer une carte isochrone de 5 mn à pied autour de la tour Eiffel.
Quelle est sa surface ?

Activité 5 : les couches de géoportail

Géoportail, le site géographique national, offre un large choix de fonds de cartes matricielles de grande qualité dessinées par des cartographes.

Les fonds de carte IGN classiques sont ceux des cartes papier diffusées au grand public.

1. A partir de la page d'accueil du site, rechercher un endroit connu au choix.



2. Utiliser le zoom pour passer de la plus petite échelle – le monde entier- à la plus grande échelle disponible .
 - a. Combien de fonds de carte différents sont disponibles ?
 - b. Combien d'échelles différentes sont disponibles ?
 - c. Peut-on changer d'échelle sans changer de fonds de carte ?

3. Essayer un autre fonds de carte (topographie, parcelles,) en restant sur le même lieu. Comparer l'information disponible.
4. Essayer de superposer 2 fonds de cartes différents.
5. Dans le menu DONEES THEMATIQUES rechercher des informations pouvant être superposées à la carte (par exemple : équipements sportifs, piscines.....)

Bilan :

Dans géoportail, le système d'information géographique de l'IGN, les fonds de carte sont des images matricielles, comparables aux cartes papier. On peut ensuite y ajouter des couches en mode vectoriel.

Exemple : site géoportail carte IGN Narbonne avec couche « campings ».

TP Choisir un terrain sur géoportail

Document 1 : Cahier des charges

Vous travaillez dans le bâtiment pour une entreprise qui souhaite construire un immeuble de logements de 2 étages. Le bâtiment devra se situer en région parisienne, au choix dans le département 77 (Seine et Marne), 91 (Essonne), 78 (Yvelines), ou 95 (Val d'Oise).

Vous devez trouver un terrain constructible, proche d'un centre ville, avec des commerces, un lieu de loisirs sportifs et dans une zone à faible risque sismique.

Les dimensions minimales du terrain doivent être un carré de 50 mètres de côté.

Trouvez les terrains constructibles adaptés à votre cahier des charges, à l'aide de Géoportail.

Localisez le terrain à l'aide des données thématiques sur géoportail.

II. La géolocalisation :

a. Fonctionnement de la géolocalisation :

La géolocalisation est un procédé qui permet de situer à distance un objet ou une personne en fonction de ses données géographiques.

Certains systèmes permettent également de connaître l'altitude.

La géolocalisation est partout : dans les applications de smartphones, ordinateurs et tablettes, les cartes à puces, dans les voitures.

Le système GPS est le système de géolocalisation le plus fréquemment utilisé. Il fonctionne avec une constellation de 30 satellites américains en orbite autour de la terre.

Chaque satellite envoie sur terre des signaux, messages qui comportent :

- la position de l'espace du satellite
- l'heure et la date d'émission du signal.

Une fois localisée, la position peut alors être transmise en temps réel vers une plateforme logicielle de géolocalisation ou enregistrée au sein du terminal équipé d'une connexion internet.

Activité 1 : fichier carte p 67

1. Retrouver la localisation de chaque personne sur la carte donnée. Pour ce faire, à l'aide d'un compas, dessiner des arcs de cercle partant du centre de chaque satellite à la distance donnée dans le tableau ci-dessous.

Inscrire dans quel état chaque personne se trouve.

Nom	Distance (cm) Satellite 1	Distance (cm) Satellite 2	Distance (cm) Satellite 3	Distance (cm) Satellite 4	Etat
Abel	6.5	14.3	11.2	9.5	
Mathilde	13	8	10	7.8	

Wilfried	3.3	10.3	6	3.9	
Yasmine	6.8	7.9	8.2	4	

2. Remplir le texte avec les mots manquants :

Avec Galileo , l'Europe vient de se doter de son propre système de par satellites.

Galileo sera plus que tous les autres systèmes de positionnement et de navigation par satellite.

Comme les systèmes américains, russe GLONASS et chinois Beidou, il permet à un utilisateur muni d'un terminal de réception d'obtenir sa le segment spatial de Galileo sera constitué à terme de 30 dont 6 de rechange. Un des objectifs principaux du projet est de mettre fin à la de l'Europe vis-à-vis du système américain.

Contrairement à ce dernier, Galileo est uniquement

3. La géolocalisation peut servir dans beaucoup de domaines très différents.

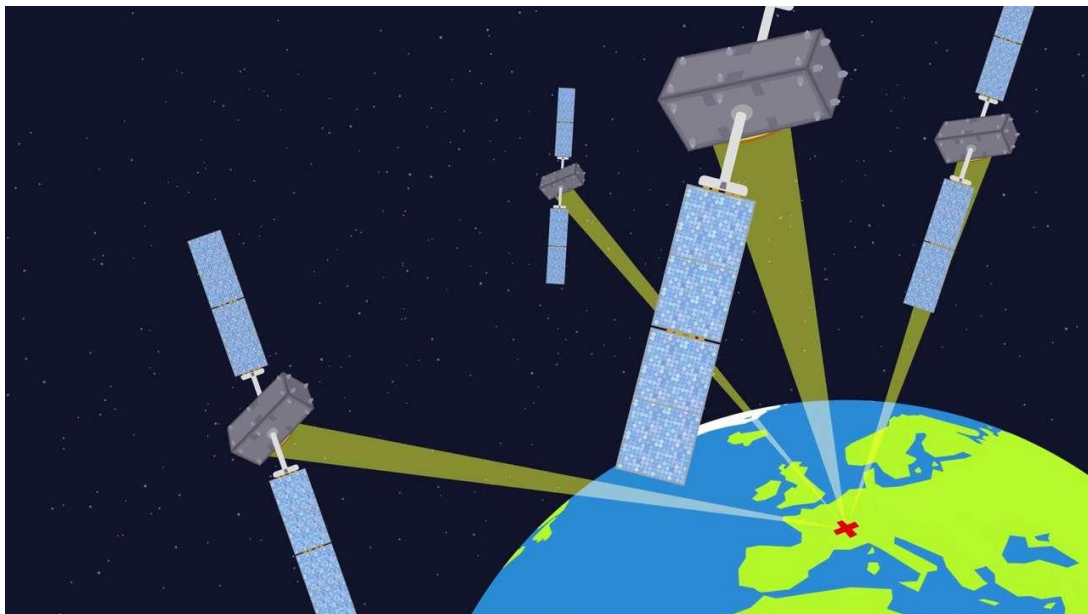
Réfléchir à une application pratique pour chaque secteur :

- Le commerce :
- Le sport :
- Les transports :
- Le tourisme :
- L'agriculture :

Bilan : principe de la localisation

Chaque satellite émet un signal horaire obtenu avec une horloge atomique extrêmement précise. Le récepteur qui reçoit ce signal note l'heure de réception du signal et l'heure transmise par le signal.

Il peut en déduire le temps mis par le signal radio pour parvenir du satellite. Le signal se propageant à la vitesse de la lumière, il suffit de multiplier le temps par la vitesse, pour obtenir la distance du satellite.



Le positionnement par satellite repose sur la trilatération ou positionnement à une distance précise de 3 points dont les positions sont connues.

En pratique, un récepteur a besoin des informations de 4 satellites pour calculer sa position (latitude, longitude et altitude) et l'heure précise.

Les systèmes de fonctionnement comportent chacun 25 à 30 satellites repartis tout autour du globe de telle sorte qu'en chaque point de la terre, 4 satellites au moins soient toujours visibles.

b. Calculs d itinéraires

Les applications de navigation et de mobilité visent à optimiser et à augmenter l'efficacité des déplacements . Les algorithmes disposent d'une puissance de calcul capable de prendre en compte un volume massif de facteurs impactant le calcul d'itinéraire, tels que le trafic , le type de transport, la météo, la vitesse , les dénivelés, etc

Pour calculer des itinéraires, il faut une carte vectorielle avec des lieux (représentés par des points) et des chemins entre ces lieux.

• **Des chemins :**

Dans une carte vectorielle, les chemins sont représentés de manière symbolique comme permettant d'aller d'un lieu à un autre. Les connexions entre chemins sont enregistrées.

Dans un système ouvert comme OpenStreetMap, on peut observer comment les chemins sont mémorisés, simplement en recherchant une rue.

Chaque rue, chaque route est ainsi enregistrée avec une description très précise des liens avec les autres voies. Quand 2 routes semblent se croiser sur une carte, il faut pouvoir distinguer si elles se croisent vraiment ou si l'une passe au-dessus de l'autre avec un point.

Activité 1 : un itinéraire sur OpenStreetMap

Le site OpenStreetMap permet de faire des calculs d'itinéraires en recherchant le plus court chemin. Le résultat donne une position de guidage.

1. Rechercher un itinéraire entre Calvi et Ajaccio en voiture.
2. Effectuer la même recherche en vélo. L'itinéraire proposé est-il différent ? Pourquoi ?
3. Estimer la vitesse en km/h utilisée par le calculateur d'itinéraire pour évaluer le temps de trajet selon le moyen de locomotion.

Bilan :

Un itinéraire est tout simplement le chemin à suivre pour se rendre d'un point A à un point B.

Ainsi, pour établir un itinéraire, il faut consulter une carte et rédiger sa feuille de route.

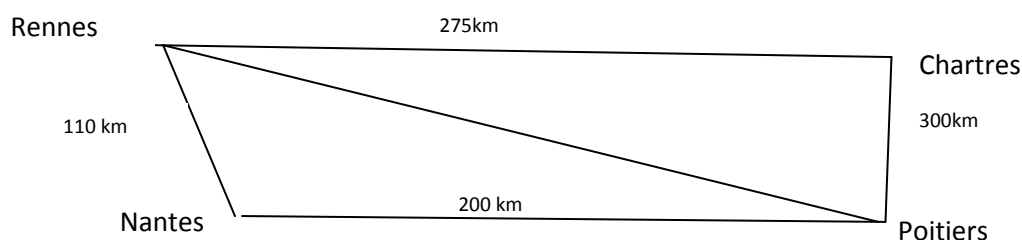
Cependant, aujourd'hui le calcul de l'itinéraire peut se faire grâce aux algorithmes de la théorie des graphes.

Avec l'émergence des assistants de navigation personnels et des applications de calcul d'itinéraire, non seulement il est possible de définir l'itinéraire le plus court ou le plus rapide, mais il est également possible de calculer un itinéraire incluant d'autres paramètres tels qu'éviter les péages ou le trafic, privilégier l'autoroute ou limiter la consommation de carburant.

Activité 2 : représenter un calcul d'itinéraire à l'aide d'un graphe.

Kylian et Gonzague sont en voiture mais hésitent entre plusieurs itinéraires. Selon la carte du réseau routier, qui indique les distances et les prix des carburants, remplir le tableau pour établir toutes les chaînes possibles.

Chaînes	Distance	Prix



- Déterminer le trajet le plus court passant par toutes les villes, entre Chartres et Nantes.
- Quel est le trajet minimisant le prix du péage pour aller de Chartres à Nantes ?
- L'algorithme de Dijkstra permet de définir le plus court chemin.

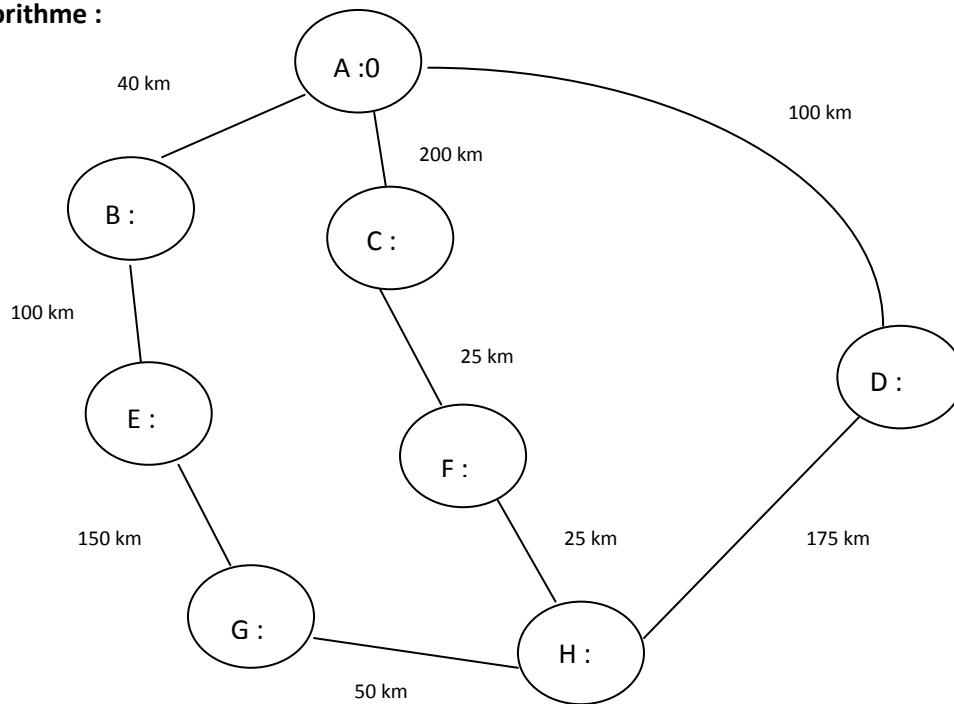
Au départ, on ne connaît que la distance entre la ville de départ A et ses voisines directes B, C, D.

Le sous-graphe est un ensemble vide.

Au cours de chaque itération, on choisit la ville à la distance minimale de la plus proche voisine et on l'ajoute au sous-graphe, donc on fait la somme des distances pour y accéder.

Ex : la distance entre A et F est $200 + 25$

Suivre les étapes d'itération de l'algorithme en remplissant le graphe petit à petit, comme le ferait l'algorithme :



Etape 1 : mettre à jour les villes voisines de A avec la distance qui les séparent de la plus courte à la plus longue.

Etape 2 : choisir la ville dont la distance est la plus courte et mettre à jour sa ville voisine en additionnant la nouvelle distance.

Etape 3 : continuer par itération de choisir la ville dont la distance est la plus courte, pour mettre à jour sa ville voisine avec la nouvelle distance.

Etape 4 : Si H est déjà remplie une première fois par une distance, la rayer et inscrire la plus courte distance.

Quel est le chemin dont la distance est la plus courte ?.....

Dans quel ordre ont été complétées les distances de chaque ville ?

- **Un algorithme de plus court chemin :**

Pour trouver le plus court chemin sur une carte, on commence par oublier tous les détails de la carte en représentant un graphe où chaque carrefour est un sommet.

Algorithme de plus court chemin :

On commence en mettant 0 sur le sommet de départ A.

On répète ensuite en traitant un par un les sommets déjà notés, en les choisissant du plus petit au plus grand.

Pour chaque sommet à traiter, on ajoute la distance notée sur ce sommet à la distance vers un autre sommet pour noter le résultat sur ce sommet. Si un sommet est déjà noté, on ne modifie la distance que pour la diminuer.

Quand on a fini le traitement d'un sommet, on le marque pour ne plus y revenir.

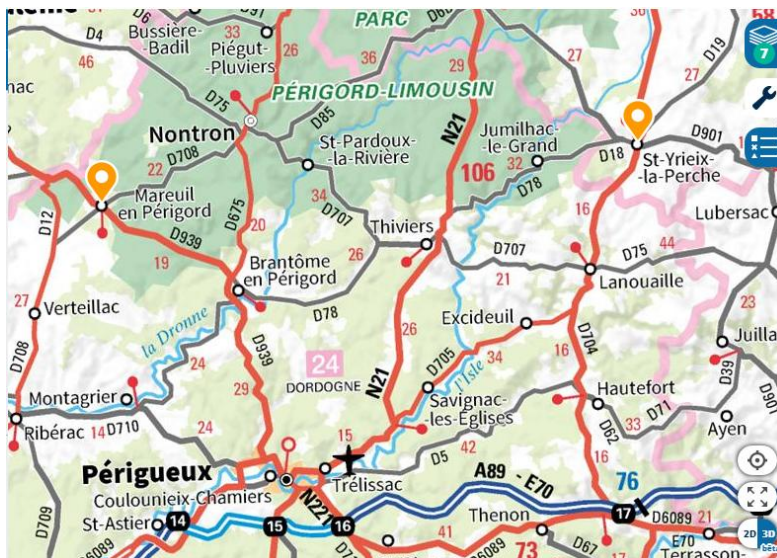
On parcourt ainsi tous les chemins possibles en ne retenant que les distances les plus courtes.

Je m entraîne fichier p 74 /75 .

Activité 3 : A bicyclette

Pour préparer un itinéraire à bicyclette, un randonneur cherche le plus court chemin pour aller de Mareuil en Périgord à Saint-Yrieix-la-Perche . Ne disposant pas à cette échelle des courbes de niveaux , il ne se préoccupe donc pas du relief, qui est pourtant bien vallonné dans cette jolie région du Limousin.

Il ne se basera que sur les données kilométriques indiquées en rouge sur la carte.



Ouvrir une carte à la position 21°7, 8 ' S 55°31, 2'E
Ajouter un signet à la position 21° 6' S 55°28, 8'E
Enregistrer la carte

Pour le traduire en langage python et pouvoir l'exécuter, on utilise une bibliothèque spécifique **folium** capable de fabriquer des cartes au format HTML en utilisant les fonds de carte d OpenStreetMap.

```
Import folium
Carte=folium.Map(location=[-21.13,55.52],zoom_start=11)
Folium.Marker([-21.1,55.48], popup= "piton des neiges").add_to(carte)
Carte.save('Reunion.html')
```

Après exécution du programme, on obtient une page **Reunion.html** que l'on peut ouvrir dans un navigateur pour obtenir la carte.

RMQ : on doit convertir les coordonnées en degré décimaux (sans minutes) : on divise par 60.
Pour les signes N (+), S (-), E (+), W(-)

III. Connecter les appareils de mesure d un bateau

La trame NMEA 0183 est un protocole de codage pour la communication d informations, appliqué au milieu maritime. L objectif est d harmoniser la communication entre les appareils utilisés par les marins.

Le protocole NMEA permet de connecter ensemble tous les instruments de bord d'un bateau pour les synthétiser sur un seul et même écran, Smartphone ou tablette.

Cela permet aux marins d avoir à portée de main toutes les informations nécessaires pour naviguer : le cap, la longitude, la latitude, la vitesse, la météo,....

Chaque trame commence par le caractère « \$ », suivi par un groupe de 2 lettres pour l identifiant du récepteur : ici, « GP » pour global position, puis un groupe de 3 lettres pour l identifiant de la trame.

Activité 1 : décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques.

Exemple de trame NMEA :

\$GPGGA,073224.279,4234.4120,N,00240.9373,E,1,04,3.2,199.2,M,,,,0000*OE

Chaque champ de la trame est séparé par une virgule.

Champ	Valeur d exemple	Définition
Type de trame		Indique qu' il s agit d une trame GGA
Heure		Signifie que l heure est 07h32mn24279s
Latitude		Latitude 42°34'24.72"N
Longitude		Longitude 2°40'56.238"E
Positionnement		0=point non calé ; 1=point calé ; 2=point calé en mode différentiel(précision supérieure);6= point estimé
Nombre de satellites		Nombre de satellites utilisés pour le calcul
Précision		Conversion horizontale de la précision pour connaître la fiabilité du calcul : 1=valeur optimale ;2-3=excellente ;5-6=bonne ;>8=non fiable

Altitude		Altitude de l'antenne par rapport au niveau de la mer.
Champ vide		
Checksum		Numéro de référence de la trame qui permet au système de détecter une éventuelle erreur de transmission

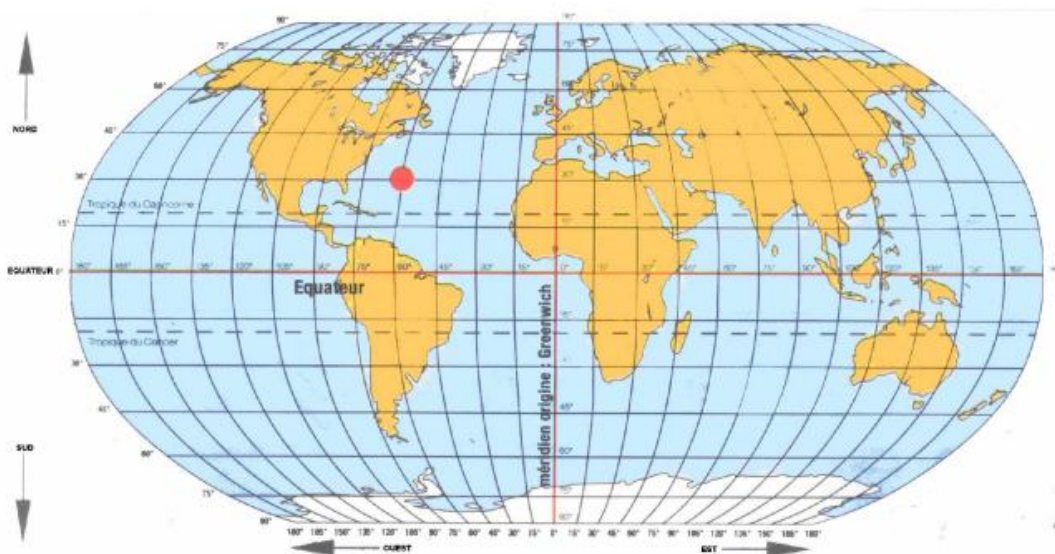
TP : utiliser la trame NMEA 0183

Trame 1 NMEA 0183 d'un voilier

```
$GPRMC,102102.000,A,3000.0000,N,45000.0000,W,4.30,79.65,100818,,,A*53
```

Trame 2 NMEA 0183 d'un voilier

```
$GPRMC,102102.000,V,2203.6319,S,12236.0099,E,6.30,79.65,100818,,,A*53
```



1. Déterminer entre la trame 1 et la trame 2 quelle est la trame valide. Expliquez pourquoi l'autre ne l'est pas.
2. Calculez la vitesse à laquelle se déplace le voilier en km/h.
3. Retrouvez le dispositif de géo localisation utilisé par cette trame GPS, Galileo,
4. Grâce au globe, donner la position du voilier pour la trame 2
5. A 10h26min30s, le bateau de la trame 2 a augmenté sa vitesse de 6 nœuds et s'est déplacé de 3° au nord et à l'est. Ecrivez la trame correspondante.

Aide :

```
$ GPRMC, 225446, A, 4916,45, N, 12311,12, W, 000,5,054,7,191194,020,3, E * 68

225446 Heure de réception 22:54:46 UTC
Un avertissement du récepteur de navigation A = OK, V = avertissement
4916,45, N Latitude 49 deg. 16h45 min nord
12311.12, longitude ouest 123 degrés 11,12 min ouest
000.5 Vitesse au sol, Noeuds
054.7 Parcours réussi, vrai
191194 Date de fixation 19 novembre 1994
020.3, E Variation magnétique 20.3 degrés Est
* 68 checksum obligatoire
```

IV. Enjeux et débats

P124 à 127 Bordas