

# **Cartographie Geolocalisation et capteurs**

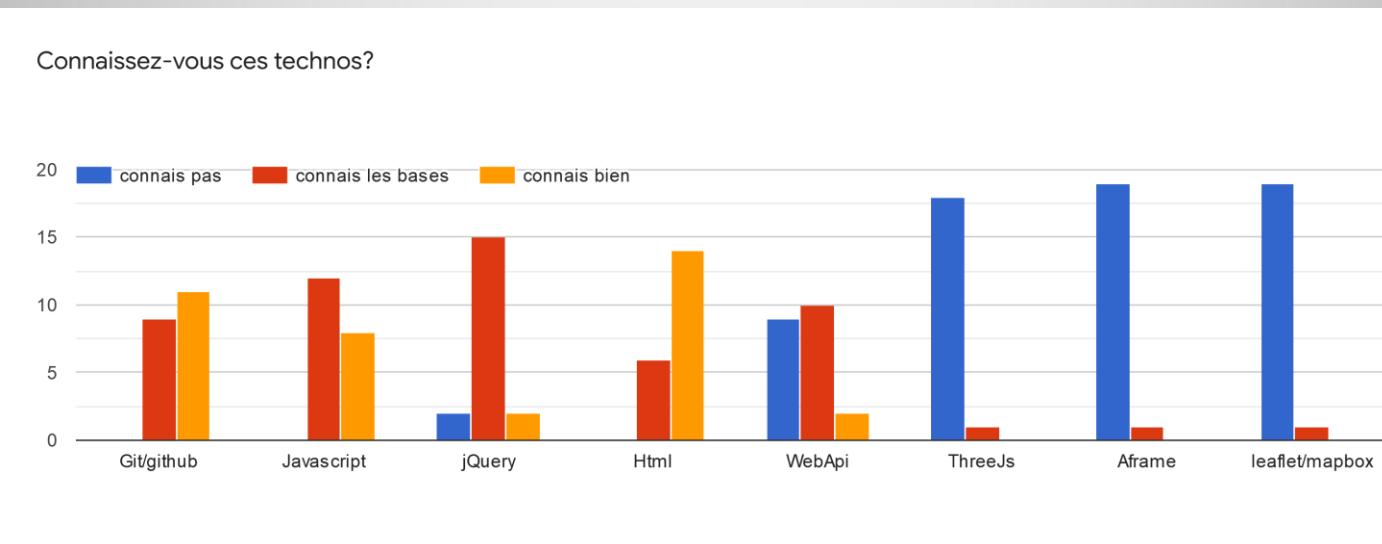
<https://github.com/vestri/CoursGeo>

**Christophe Vestri**

Le mercredi 6 janvier 2021

# Plan du cours

- 6 janvier : Intro, github, Capteur/Geoloc en HTML5
- 13 janvier: carto/geo, leaflet, rest Api
- 26 janvier: 2D/3D: Canvas, WebGL et Three.js
- 2 février: Aframe/AR.js, Reconnaissance et/ou VR
- 9 février : Projets, exam ou autres exercices



# Objectifs du cours

- Bases de geolocalisation et de la cartographie
- Expérimenter quelques méthodes et outils web
- Réaliser un projet?

<https://github.com/vestri/CoursGeo>

- Evaluation:
  - Exos des cours (60%)
  - Exam ou Projet (40%)

# (si) Projet final

- **Projet final**
  - Capteurs mouvement/orientation
  - GéoLocalisation
  - UI et scene 3D, interaction
  - Exemples:
    - Compas 2D/3D: carte 2D + geoloc et directions 3D
    - Objets 3D animés avec interaction smartphone
    - Réalité augmentée (Htlm5/JS)

# Plan Cours 1

- Historique Cartographie et Géographie + SIG
- Git/Github/Github.io
- Géolocalisation
- Capteurs smartphones
- Exercices d'accès capteurs smartphone
  - Geolocalisation
  - Device Events
  - UI et touch events

# Mon parcours

**Christophe Vestri**

[vestri@3DVTech.com](mailto:vestri@3DVTech.com)

DUT-Ingénieur-DEA-Thèse

**3DVTech**

- Développement traitement image
- Bureau d'étude et conseil

**R&D Vision**

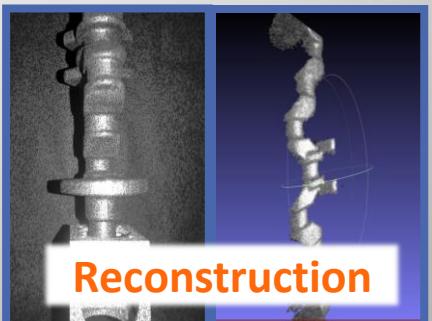
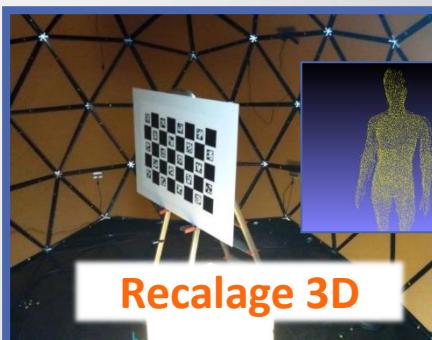
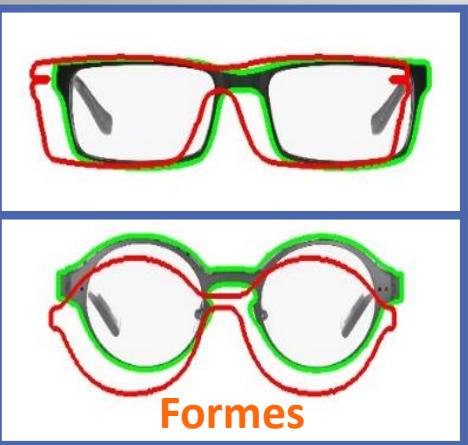
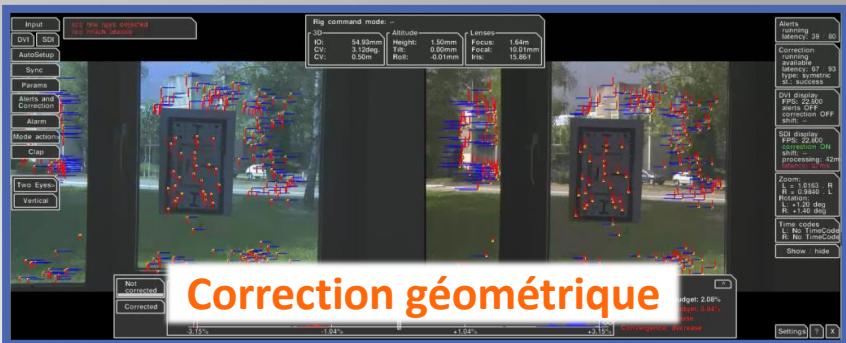
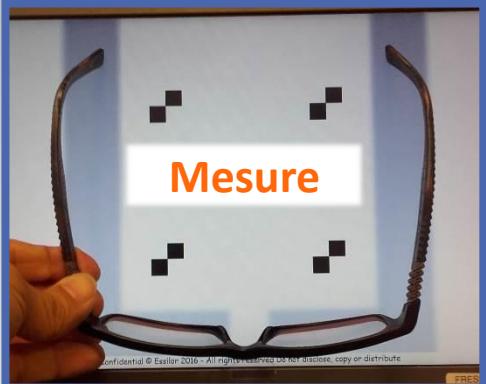
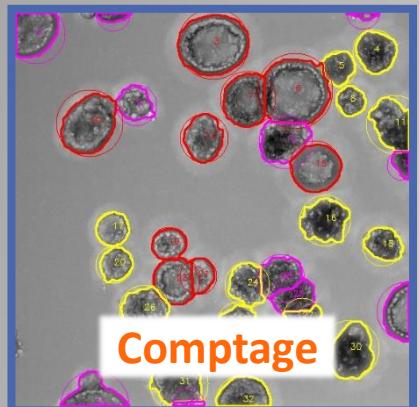
Expert traitement d'images

**AIRBUS**

**IMRA**

**3DV**Tech  
[www.3DVTech.com](http://www.3DVTech.com)

**R & D**  
VISION  
[www.rd-vision.com](http://www.rd-vision.com)



# Vous



A composite image. On the left is a photograph of a red and white "No Motorcycles" road sign. A yellow rectangular box highlights the motorcycle icon on the sign. On the right is a screenshot of a mobile application interface. It shows a large red button with a yellow play icon. Below the button is a text input field labeled "Choisir la forme :". Underneath are two rows of buttons: "Sphere" and "Valider" (highlighted), followed by "Cône" and "Valider". Further down is another text input field labeled "Choisir la couleur de la forme :". Below that are four color swatches labeled "Orange", "Jaune", "Bleu", and "Violet", each with its own "Valider" button. At the bottom is a section titled "Entrer les paramètres de la forme :" with four input fields labeled "Value 1 : 0.3", "Value 2 : 15", "Value 3 : 15", and "Value 4 : 0", all with "Valider" buttons. Below this is a section titled "Les informations de votre figure :" with a "Sphere" button and a "Terminer" button at the bottom.



# La Cartographie - Sommaire

- Définitions
- Un peu d'histoire
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

# Définitions

## - La cartographie :

Désigne la réalisation et l'étude des cartes géographiques et géologiques.

Le principe majeur de la cartographie est la représentation de données sur un support réduit représentant un espace généralement tenu pour réel.

L'objectif de la carte, c'est une représentation concise et efficace, la simplification de phénomènes complexes (politiques, économiques, sociaux, etc...)

## - La géographie :

A pour objet la description de la Terre et en particulier l'étude des phénomènes physiques, biologiques et humains qui se produisent.

Elle permet de comprendre l'organisation spatiale de phénomènes (physiques ou humains) qui se manifestent dans notre environnement et façonnent notre monde

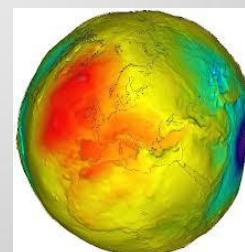
# Définitions

## - La géodésie :

La géodésie est la science qui s'intéresse à la forme, la dimension de la Terre ainsi qu'à son champ de pesanteur.

La géodésie combine la géographie et la géométrie qui sont deux sciences qui s'intéressent à la Terre aussi mais...

- Géo – graphie : dessine la terre
- Géo – métrie : mesure la terre



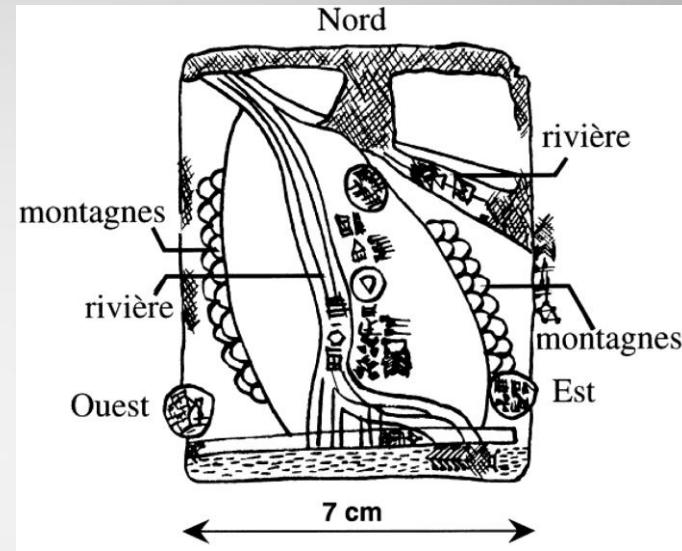
# Sommaire

- Définitions
- Histoire de la cartographie
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

# Histoire de la cartographie

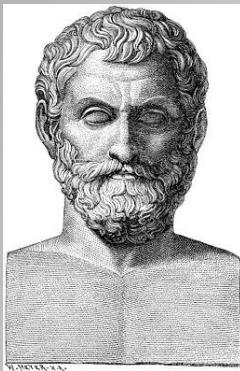
Dans l'antiquité...

XXIII<sup>e</sup> siècle av. notre ère



Carte babylonienne du monde 400 et 600 av. notre ère

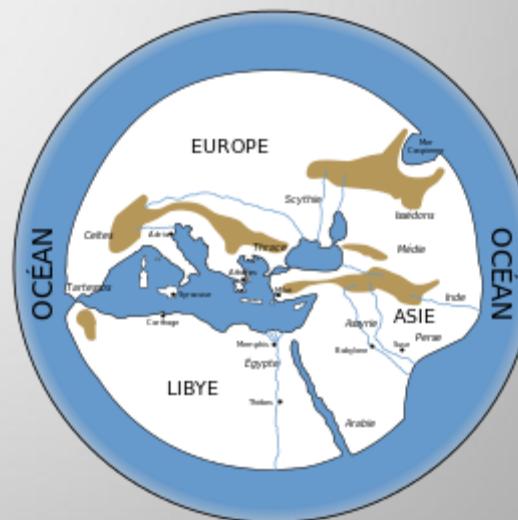
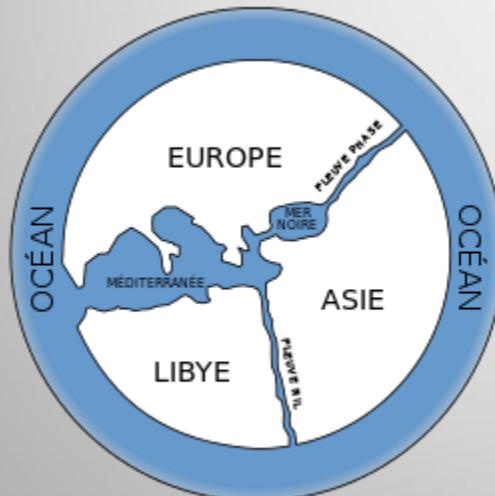
# Histoire de la cartographie



Thalès de Milet

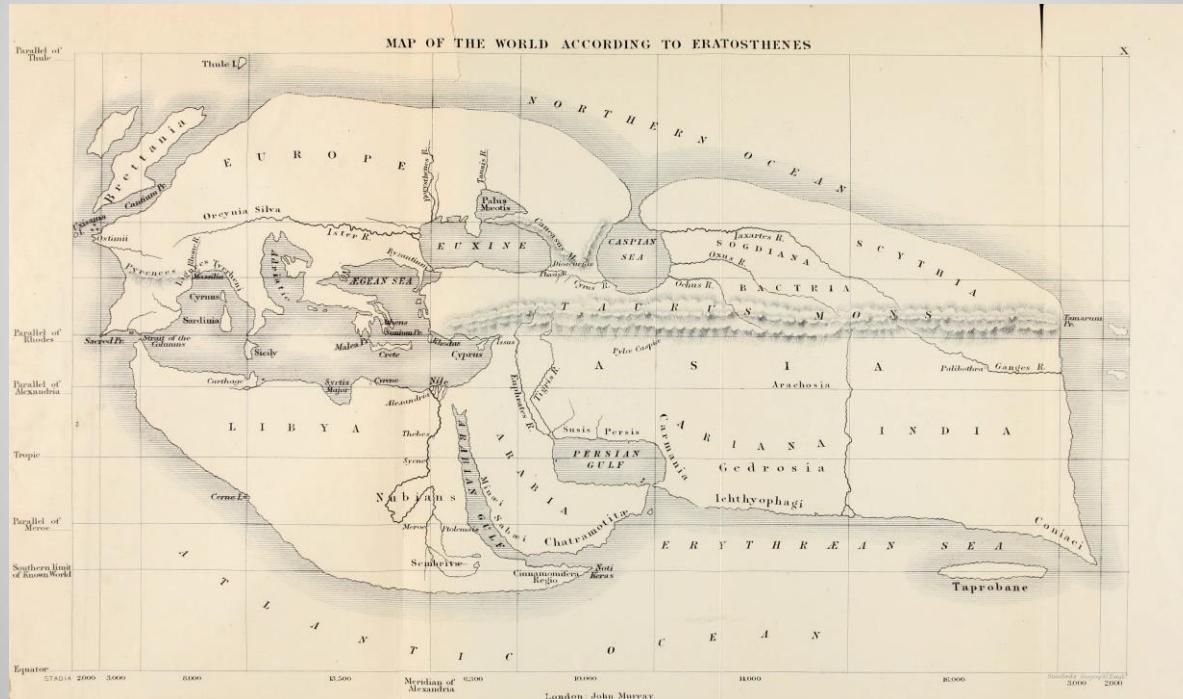
Vie siècle avant notre ère, il considère la terre comme sphérique en s'appuyant sur des observations.

Monde tel qu'il était vu au VIE siècle avant notre ère :



# Histoire de la cartographie

Près de 300 ans plus tard, au IIIème siècle avant notre ère :  
**Ératosthène... l'inventeur du terme géographie**



# Histoire de la cartographie

D'Eratosthène à Ptolémée...

Ptolémée pose les bases de la cartographie moderne (an 150)

Mathématicien, il dresse des tables de coordonnées géographiques pour plus de 8000 lieux connus à l'époque.

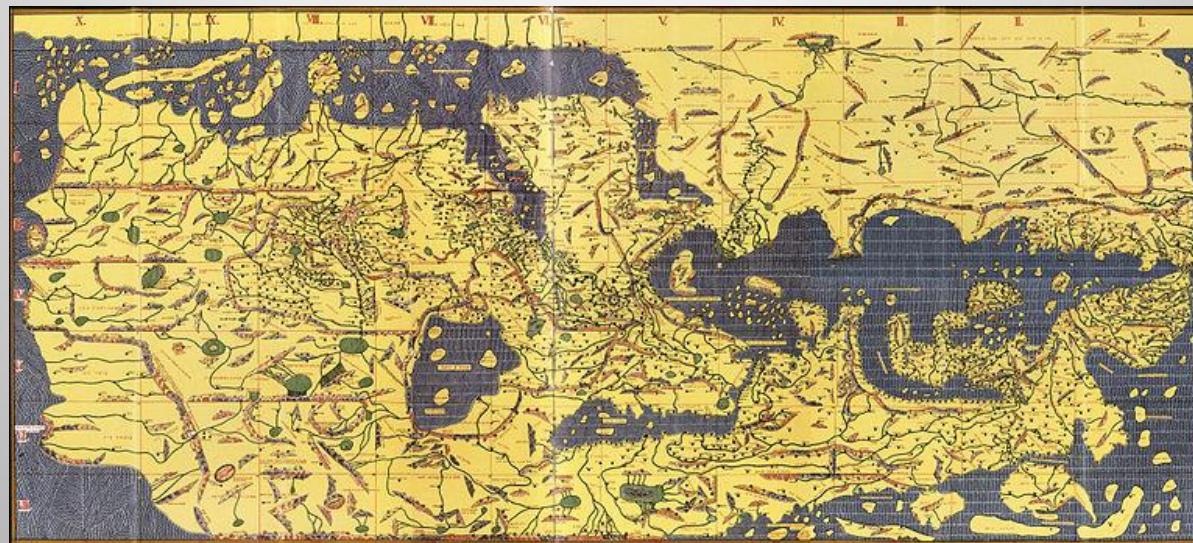


# Histoire de la cartographie

La période médiévale avant le VIIIème siècle en occident :

- Disparition du savoir géographique antique
- Représentation du monde en occident sous la forme de carte « T »

Pour autant, ces connaissances antiques sont conservées et développées  
Par le monde arabo-musulman et l'empire byzantin.



# Histoire de la cartographie

Il faut attendre 1397 pour voir le retour de la géographie de Ptolémée en occident



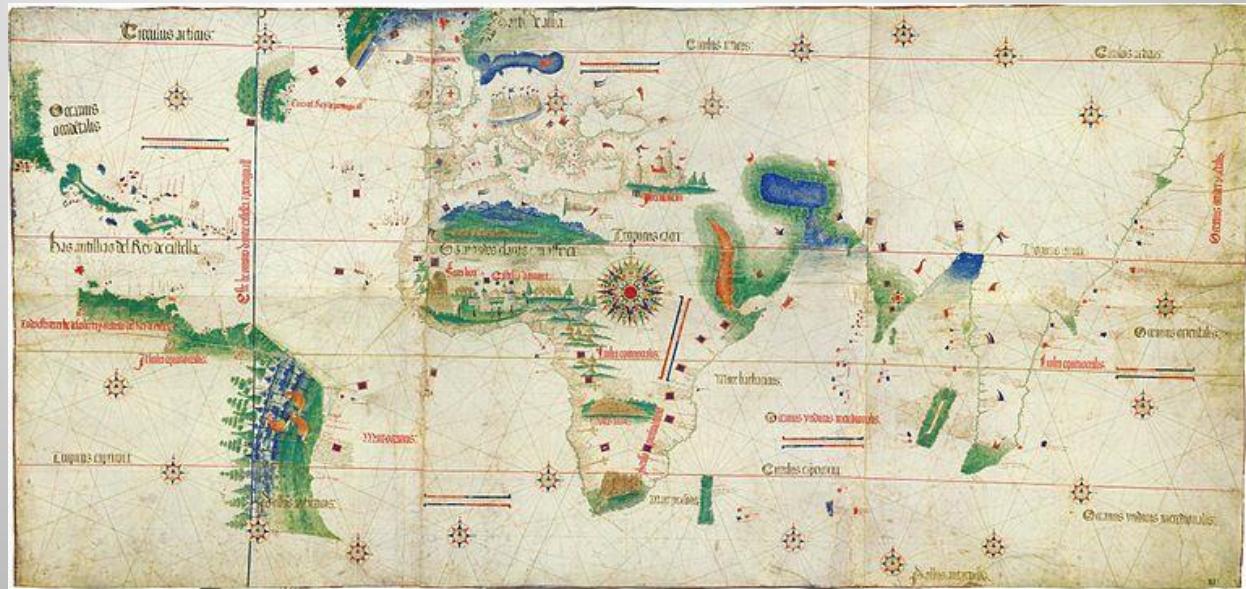
Vient ensuite, l'époque des grandes découvertes...

# Histoire de la cartographie

En 1400, le monde reste à découvrir...

La soif d'épices, d'or et d'esclaves poussa l'État portugais à lancer une longue série d'expéditions maritimes le long des côtes d'Afrique pendant presque tout le XVe siècle

Chaque expédition prend soin de cartographier avec les moyens de l'époque, les différents lieux visités. (Boussole, astrolabe ancêtre du sextant)



# Histoire de la cartographie

Fin du XVIème siècle

Elaboration du premier système de projection par Gérard Mercator

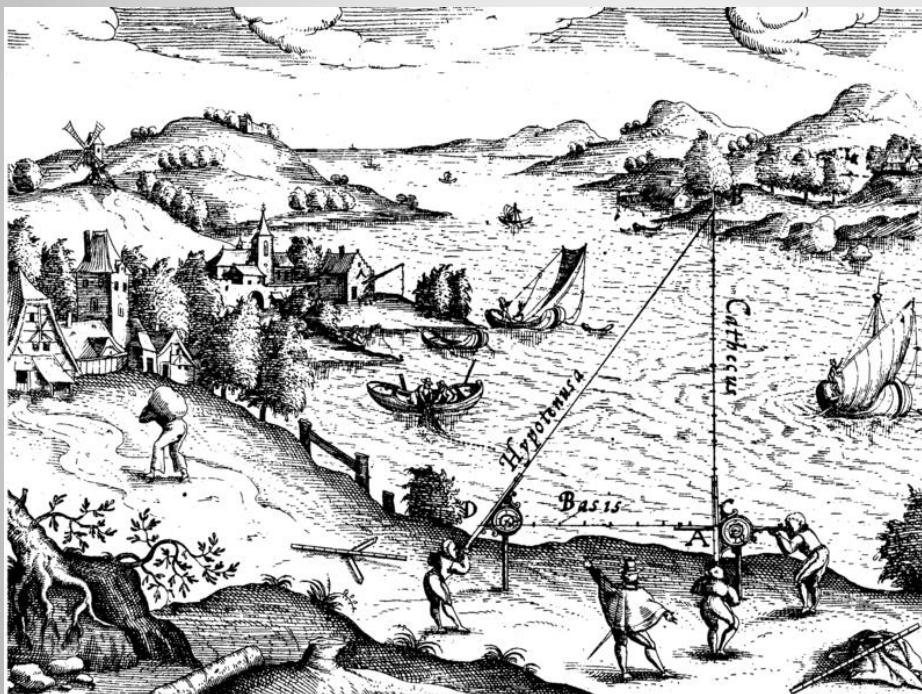


En 1569, Gérard Mercator fait publier à Duisbourg une [carte](#) dont les parallèles et méridiens dessinent un quadrillage orthogonal. C'est la première représentation plane du monde, fruit d'une réflexion mathématique.

# Histoire de la cartographie

Au XVIIème siècle

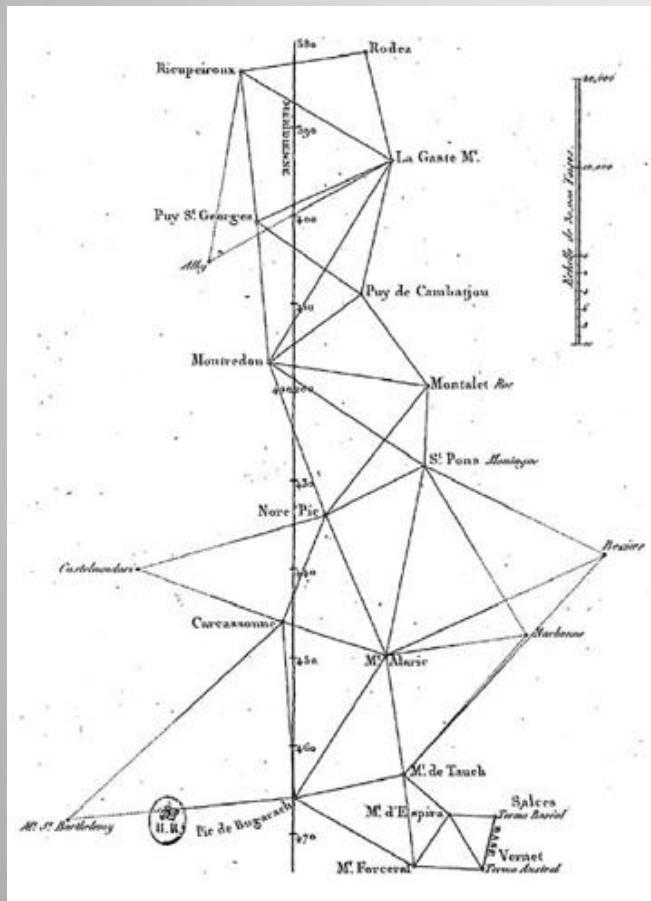
On voit apparaître la géodésie dite « moderne », qui se base à la fois sur de nouvelles techniques et de nouveaux instruments



La méthode de triangulation est une méthode utilisée pour calculer des distances lorsqu'il est impossible de le faire physiquement

# Histoire de la cartographie

L'idée maîtresse de la triangulation est qu'il est plus facile de mesurer des angles que des distances. Le territoire d'étude est découpé en triangles dont chaque sommet coïncide avec un point haut (clocher, tour de château, etc.)



Pour ce faire une idée... du boulot

C'est également au XVIIème que les physiciens démontrèrent théoriquement l'aplanissement des pôles, dû à la rotation terrestre

# Histoire de la cartographie

Au XVIIIème siècle

Pour mettre fin au désaccord entre la théorie de Newton et celle de Cassini  
L'Académie des Sciences commandite des expéditions pour mesurer les arcs de méridiens terrestres :

-Une en Laponie : Pierre Louis Moreau de **Maupertuis**, Alexis Claude **Clairaut**

- Une au Pérou : Charles Marie de la **Condamine**, Pierre **Bouguer**  
La théorie de Newton triomphe, la Terre est aplatie aux pôles.

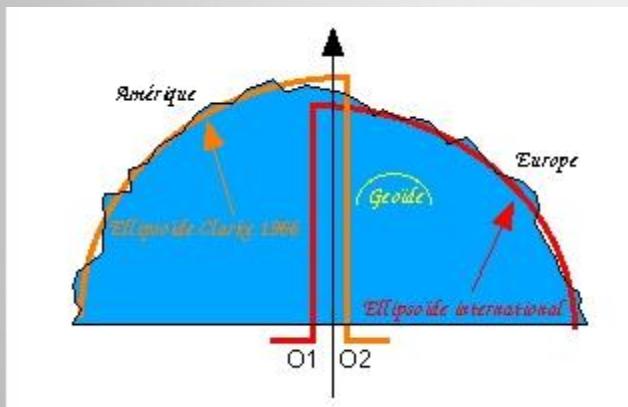
Au passage, c'est la naissance du système métrique.

# Histoire de la cartographie

Au XIXème siècle

Développement de nombreux réseaux géodésiques et création d'ellipsoïdes pour représenter la terre.

Mais la géodésie reste un concept local. Les réseaux nationaux ne concordent pas entre eux.



Du XXème siècle à aujourd'hui...

Les progrès des mesures électromagnétiques couplés à la puissance de calcul de l'informatique permettent l'essor de la gravimétrie, de l'astrogéodésie et des méthodes spatiales.

# Sommaire

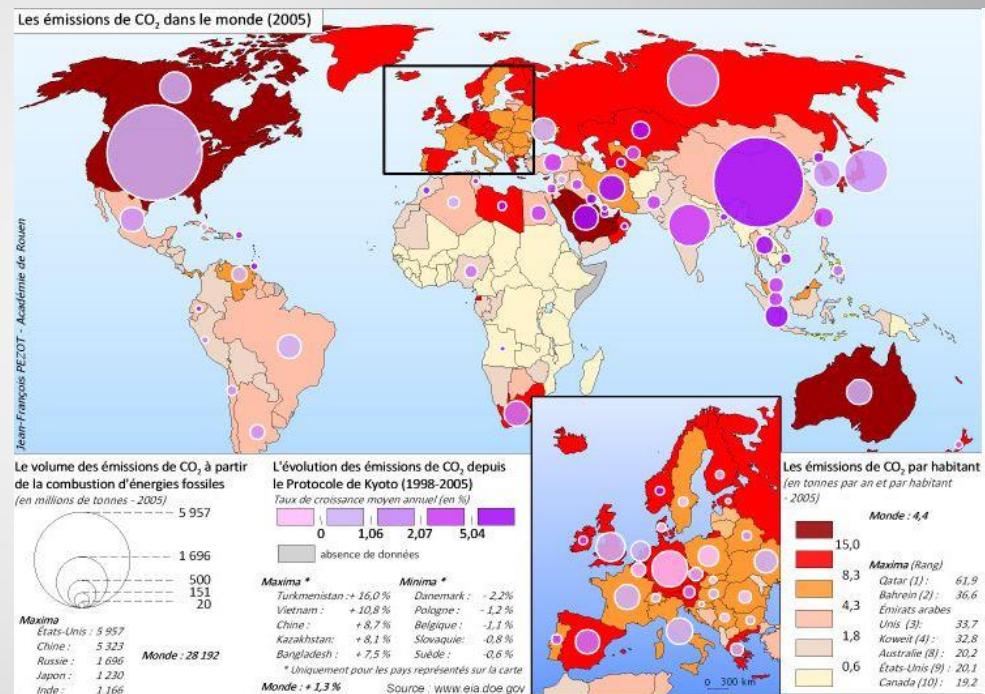
- Définitions
- Histoire de la cartographie
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

# Les enjeux de la cartographie

La carte met en scène graphiquement les multiples enjeux qui traversent les relations que l'homme entretient avec le territoire.

Les enjeux de la cartographie peuvent se traduire par :

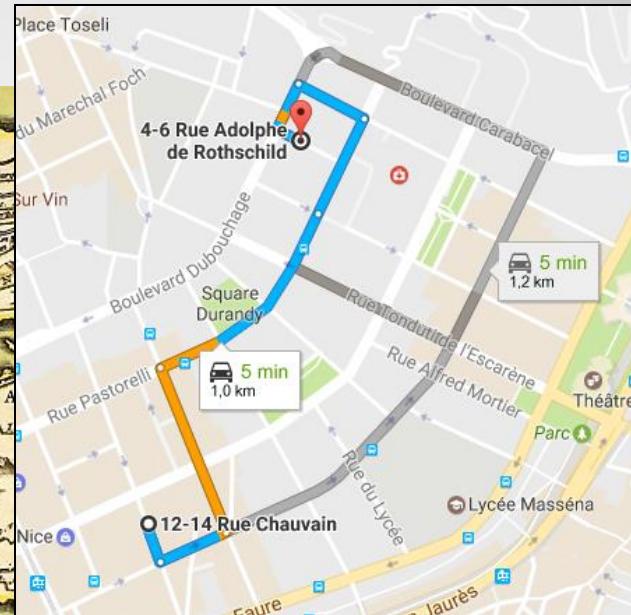
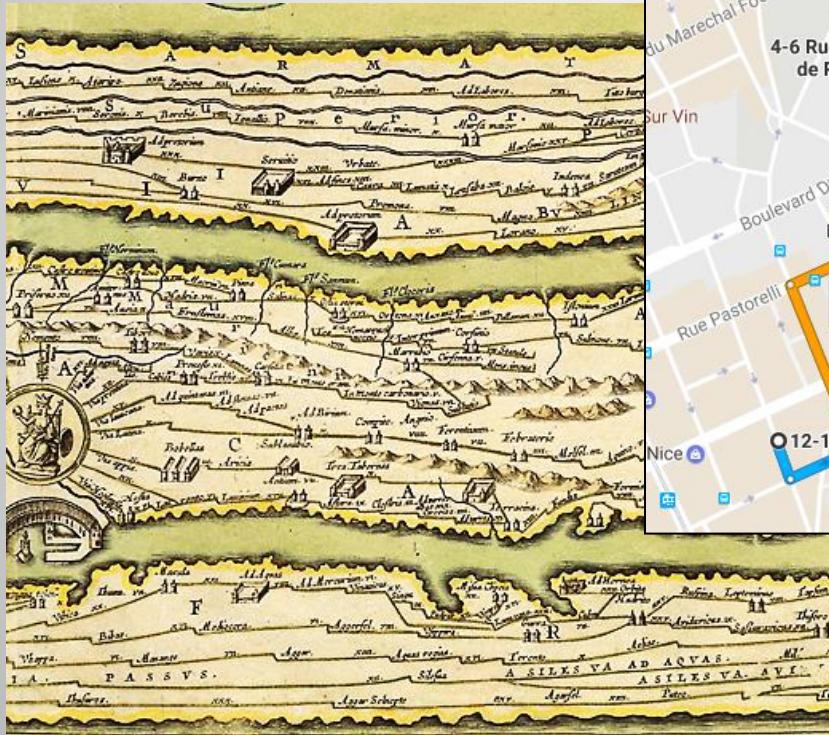
- Connaître
- Représenter
- Contrôler
- Agir
- Imaginer



# Les enjeux de la cartographie

## Connaître

En projetant sur la carte la représentation qu'il se fait du monde, l'homme a fait progresser sa connaissance

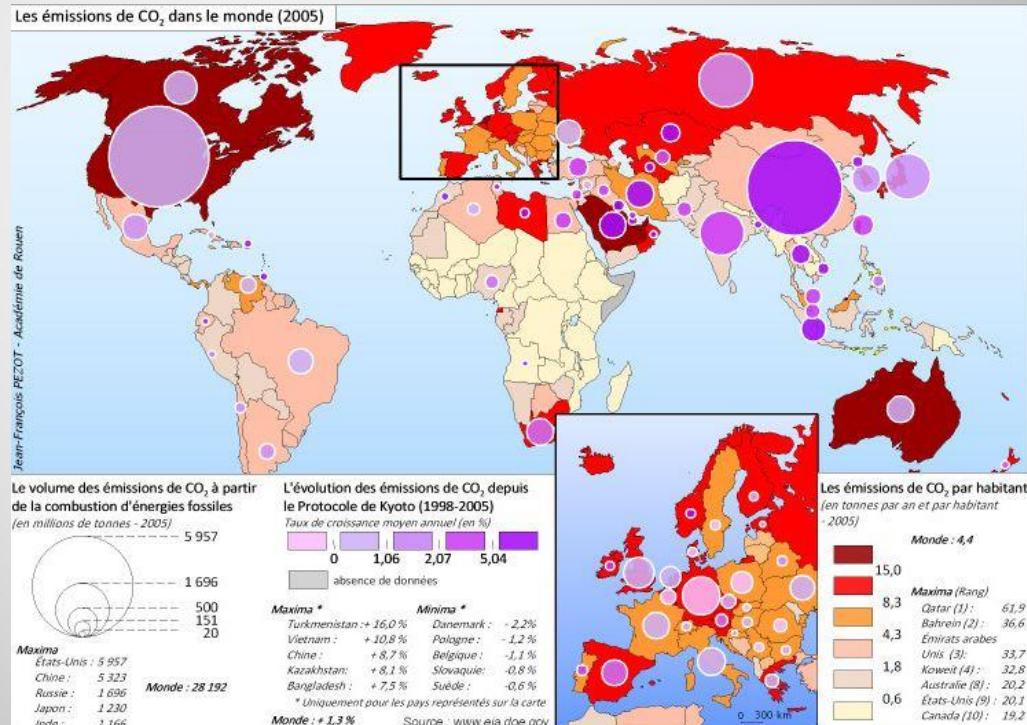


Premier degré de la cartographie, l'itinéraire

# Les enjeux de la cartographie

## Représenter

Toute représentation du monde implique des choix. Chacun a tendance à se voir au centre du monde, à privilégier un point de vue. Aussi faut-il savoir lire la carte, comprendre sa légende, saisir les intentions du cartographe qui survalorise certains aspects pour des raisons pratiques, ou parfois idéologiques.



Plus d'infos...

# Les enjeux de la cartographie

## Contrôler

Des terres du Nil aux Censives et Plans terriers, l'homme a toujours tracé les limites de son domaine.

Toujours cette volonté de quadriller le territoire pour des raisons administratives et fiscales



# Les enjeux de la cartographie

## Contrôler

La carte dessine la frontière qui reste pour bien des pays un enjeu majeur



# Les enjeux de la cartographie

## Agir

La carte est aussi un instrument d'action :

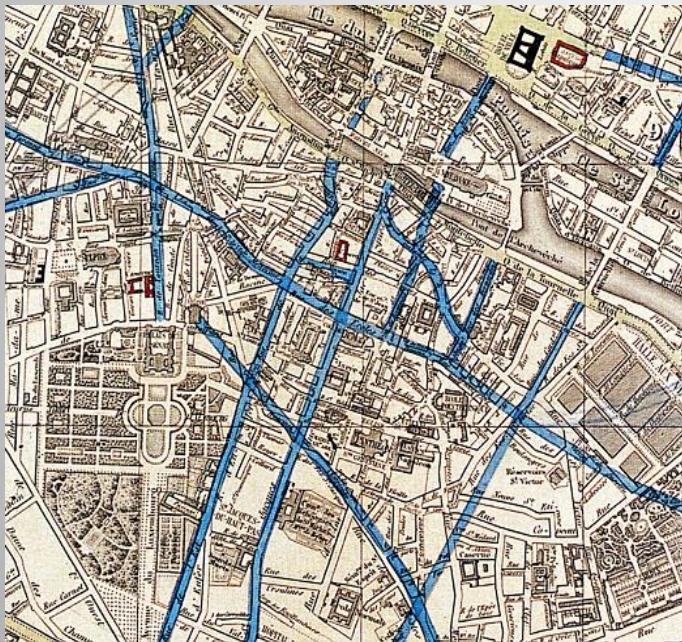
- Elle joue un rôle fondamental dans la stratégie militaire.



# Les enjeux de la cartographie

## Agir

- Un outil d'aménagement du territoire, de prospective en matière de politique d'urbanisme, de santé ou d'environnement.
- Un outil de décision.

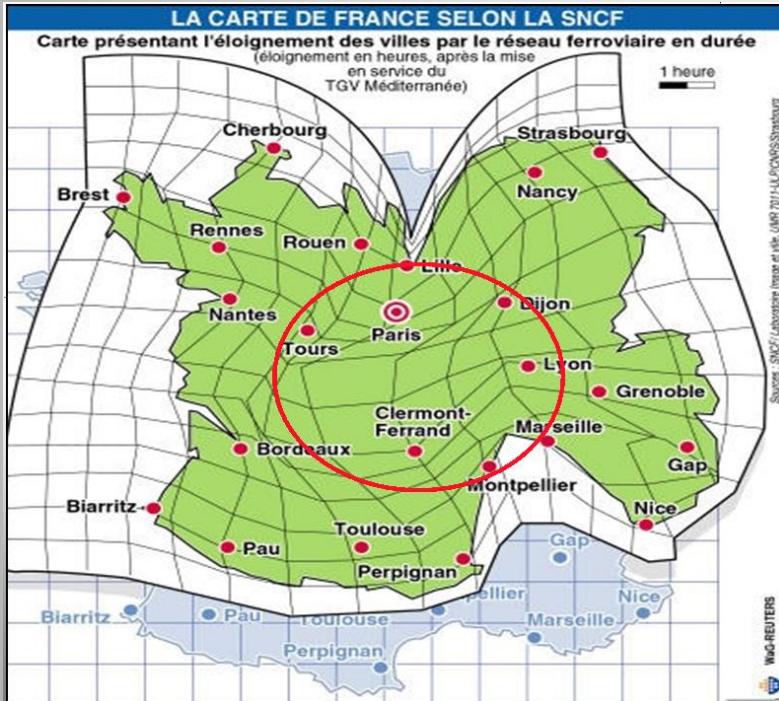


Planifications haussmann

# Les enjeux de la cartographie

## Imaginer

La carte n'a pas pour autant quitté le registre de l'imaginaire



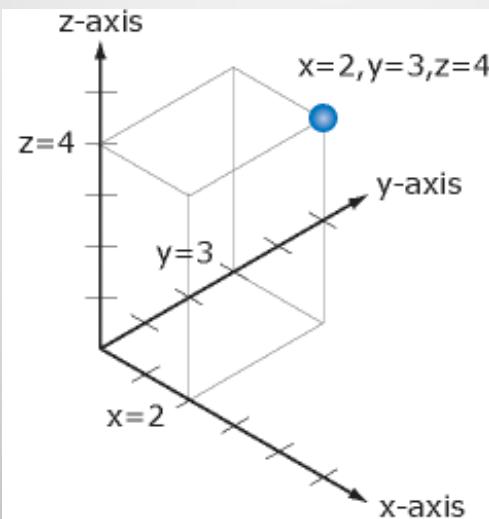
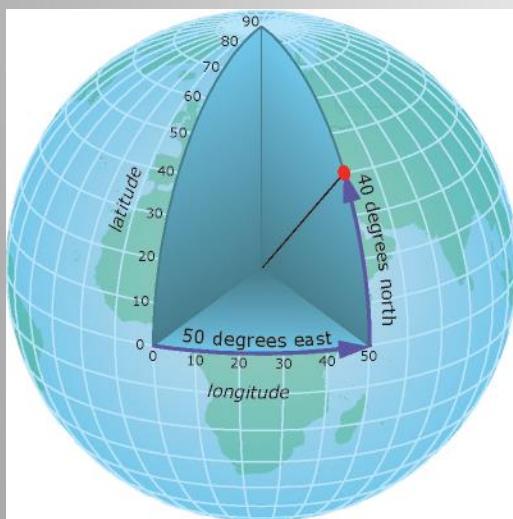
# Sommaire

- Définitions
- Histoire de la cartographie
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

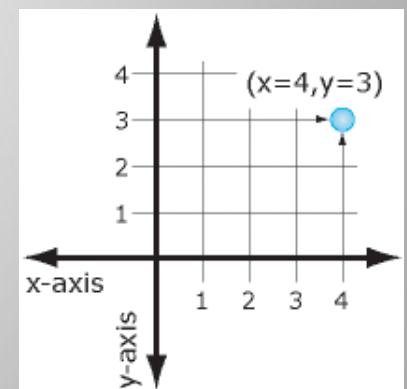
# Les projections et SCR

Les SCR (Systèmes de Coordonnées de Référence) sont des modèles mathématiques permettant, grâce aux coordonnées, de faire le lien entre un endroit réel sur terre et sa représentation en plan.

En général, les SCR se divisent en systèmes de coordonnées de référence projetées (aussi appelés systèmes de coordonnées de référence cartésiennes ou rectangulaires) et systèmes de coordonnées de référence géographique.



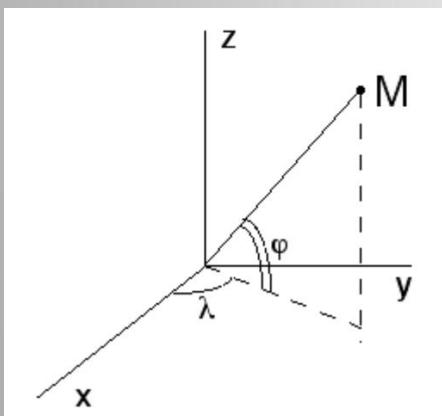
Projection  
→



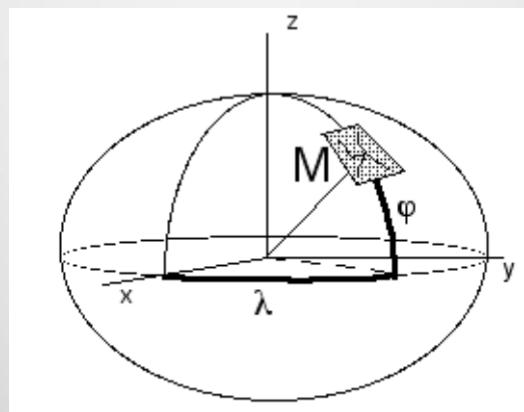
# Systèmes Géographiques et Cartographiques

- Construction d'un référentiel géographique

Choix d'un ellipsoïde



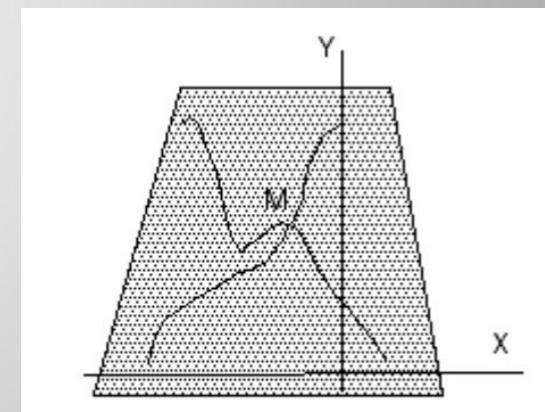
Choix d'une projection



Système de référence terrestre (3D)  
x,y,z

Système géographique  
 $\varphi, \lambda$

Système cartographique  
X,Y



# Les projections et SCR

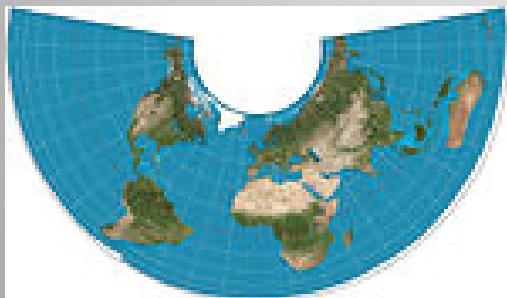
## Distorsions des projections cartographiques

**Equidistante** : conserve les distances

**Équivalente** : conserve les surfaces => intérêt : petite échelle

**Conforme ou orthomorphique** : conserve les formes et les angles localement

**Aphylactique** : ne conserve ni angles, ni surfaces



# Sommaire

- Définitions
- Histoire de la cartographie
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

# A propos du SIG

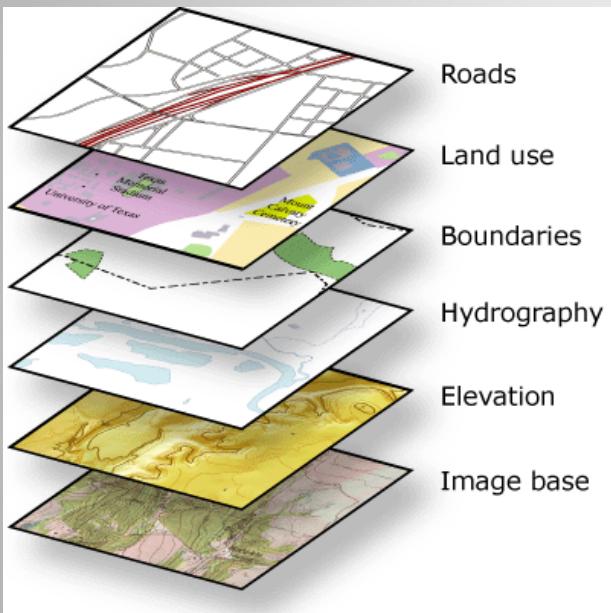
Tout comme nous utilisons un traitement de texte pour écrire des documents et traiter des mots sur un ordinateur, nous utilisons une application SIG pour traiter l'information spatiale sur un ordinateur. SIG est l'acronyme de « **Système d'Information Géographique** ».

Un SIG est constitué :

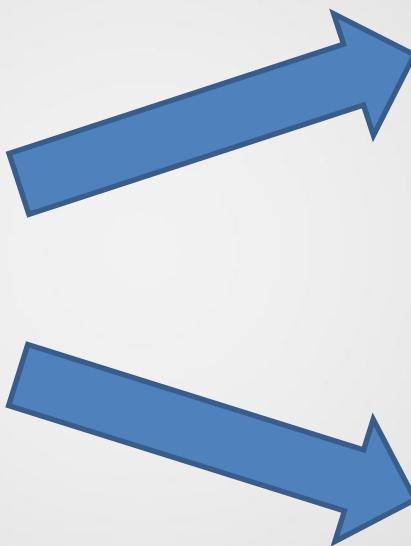
- **base de données** : l'information géographique que vous visualiserez et analyserez en utilisant des composants matériels et logiciels informatiques.
- **Composants matériels** : ordinateurs utilisés pour stocker les données, afficher les graphiques et traiter les données.
- **Logiciel informatique** : programme informatique qui s'exécute sur un composant matériel informatique et qui vous permet de travailler avec des données numériques. Un programme informatique qui fait partie du SIG est appelé une application SIG.

Avec une application SIG vous pouvez ouvrir et afficher des cartes numériques sur votre ordinateur. Vous pouvez créer de nouvelles données spatiales à ajouter sur une carte.

# A propos du SIG



<http://opendata.nicecotedazur.org/site/>



## Diffusion WEB

<https://www.mapbox.com/>  
<https://www.arcgis.com/home/>  
<https://www.openstreetmap.fr/>  
<https://leafletjs.com/>

## Edition cartes à la demande

<https://www.geoportail.gouv.fr/>

# Plan Cours 1

- Historique Cartographie et Géographie + SIG
- **Git/Github/Github.io**
- Géolocalisation
- Capteurs smartphones
- Exercices d'accès capteurs smartphone
  - Geolocalisation
  - Device Events
  - UI et touch events

# Pour tester sur un Mobile Git/Github/Github.io

- **Créer un compte sur github**
- **Poster le code sur monnom.github.io**
- **Tester avec votre smartphone**
- Sinon: <https://codepen.io/> mais il faudra m'envoyer le lien (pas terrible)

# Git

- Logiciel de versioning créé en 2005 par Linus Torvalds, le créateur de Linux.



## Quelques commandes [ modifier | modifier le code ]

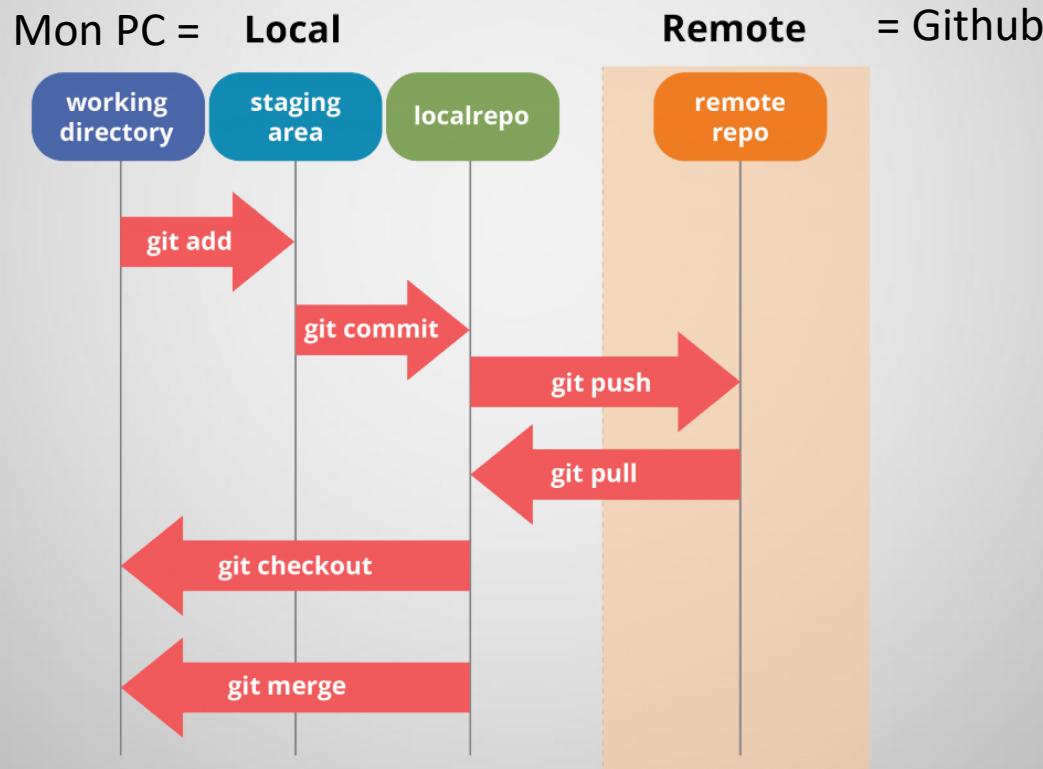
Git dispose notamment des commandes suivantes :

- `git init` crée un nouveau dépôt ;
- `git clone` clone un dépôt distant ;
- `git add` ajoute de nouveaux objets *blobs* dans la base des objets pour chaque fichier modifié depuis le dernier *commit*. Les objets précédents restent inchangés ;
- `git commit` intègre la somme de contrôle `SHA-1` d'un objet *tree* et les sommes de contrôle des objets *commits* parents pour créer un nouvel objet *commit* ;
- `git branch` liste les branches ;
- `git merge` fusionne une branche dans une autre ;
- `git rebase` déplace les commits de la branche courante devant les nouveaux commits d'une autre branche ;
- `git log` affiche la liste des commits effectués sur une branche ;
- `git push` publie les nouvelles révisions sur le *remote*. (La commande prend différents paramètres) ;
- `git pull` récupère les dernières modifications distantes du projet (depuis le *Remote*) et les fusionne dans la branche courante ;
- `git stash` stocke de côté un état non committé afin d'effectuer d'autres tâches.

- Outils: TortoiseGit, SourceTree...

# GitHub

- Service d'hébergement «gratuit» utilisant git



# monNom.GitHub.io

- Une page web directement accessible avec smartphone (pour tester)
- Gère les CORS, on mets tous les fichiers nécessaires (images, modèles 3D) en local
- <https://pages.github.com/>

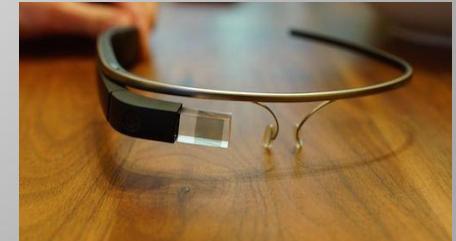
# Premier exercice

- Créer votre compte Github
- Installer tortoiseGit (install git aussi)
- Installer une page pour le projet et les exercices: <https://pages.github.com/>
  - Hello world avec arborescence par ex:

📁 .git	02/01/2021 09:29	Dossier de fichiers
📁 ExoCarto1	04/01/2021 21:52	Dossier de fichiers
📁 ExoCarto2	04/01/2021 21:52	Dossier de fichiers
📁 ExoCarto3	04/01/2021 21:52	Dossier de fichiers
📝 index.html	04/01/2021 21:52	Firefox HTML Doc... 0 Ko

# RA avec smartphones

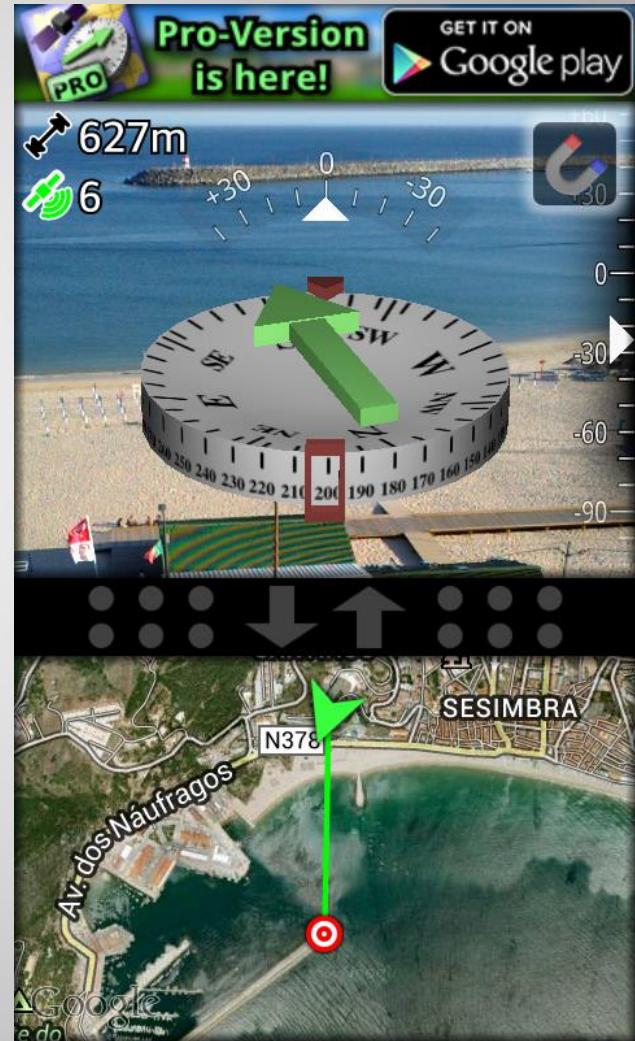
- Smartphones, tout pour la RA
  - Camera + écran – déterminer/montrer ce qui doit être vu
  - Donnée GPS – localisation
  - Compas – quelle direction on regarde
  - Accéléromètre – orientation
  - Connection Internet – fournir des données utiles
- 58% des Français ont un smartphone en 2015
- 90% des 18-24ans
- Lunettes de RA et VR



# RA avec géoloc+sensors

Utilisation des Capteurs du smartphone:

- GPS pour localiser son téléphone
- Recherche de Point d'interêt proche de nous
- Mesure orientation (compas, accéléromètre)
- Augmente la réalité



# Applications



Immobilier



Pokemon Go



GPS



Recherche de points d'intérêts

# Capteurs smartphones

- Géolocalisation,
- Accéléromètre,
- Gyromètre
- Magnétomètre,
- Capteurs de pression,
- Capteurs de lumière ambiante,
- Capteur de proximité.

# Géolocalisation

## Techniques de géolocalisation

- Localisation par satellite,
- Réseaux mobiles GSM/GPRS/UMTS (+/-100m à qqs km)
- Bornes wifi,
- Puces RFID
- Vidéo-surveillance / vidéoprotection,
- Cartes de paiement et de transport.

# Géolocalisation par Satellite

## Systèmes de positionnement par satellite

### Systèmes de navigation satellitaires existants ou en développement [ [modifier](#) | [modifier le code](#) ]

Les systèmes de positionnement satellitaires avec une couverture globale sont :

- [GPS](#) pour les [États-Unis](#) (pleinement opérationnel depuis 1995) ;
- [GLONASS](#) pour la [Russie](#) (opérationnel entre 1996 et 1999, puis de nouveau opérationnel depuis 2010) ;
- [Galileo](#) pour l'[Europe](#) (opérationnel depuis 2016<sup>1</sup>) ;
- [Compass](#) ou Beidou-2 et 3 (évolution à dimension mondiale de [Beidou-1](#), régional) pour la [Chine](#).

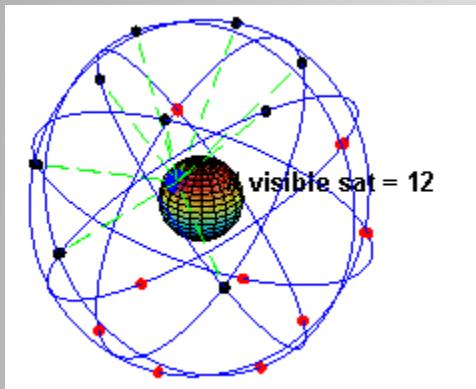
Les systèmes de positionnement avec une couverture régionale :

- [Beidou-1](#) pour la Chine ;
- [IRNSS](#) pour l'Inde (en cours de déploiement en 2015) ;
- [QZSS](#) pour le Japon (en cours de déploiement en 2015).

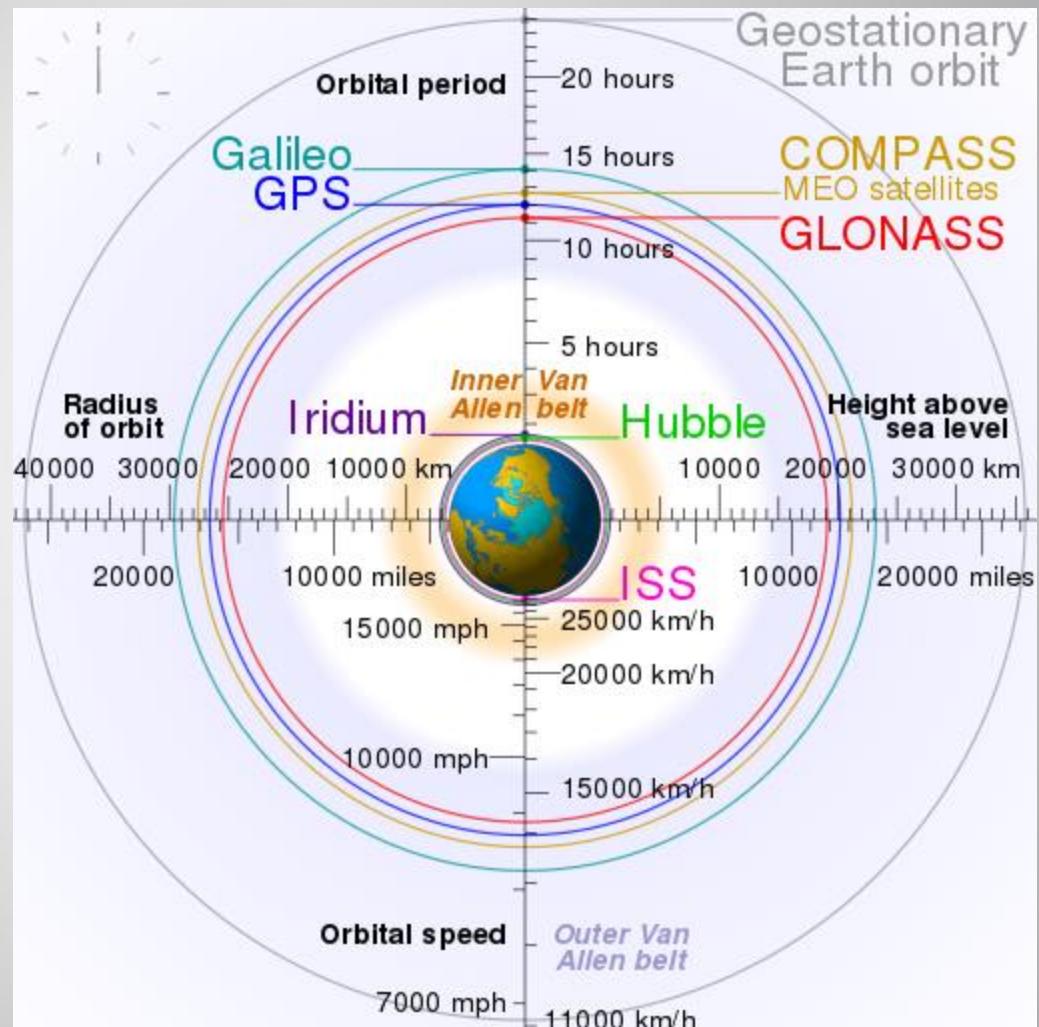
Comparaison des caractéristiques du segment spatial (2017)

Caractéristique	GPS	GLONASS	GALILEO	Beidou/Compass
<b>Segment spatial</b>				
Altitude	20 200 km	19 100 km	23 222 km	21 528 km
Inclinaison	55°	64,8°	56°	55°
Période orbitale	11 h 58	11 h 15	14 h 07	12 h 53
Nombre de plans orbitaux	6	3	3	3
Nombre de satellites opérationnels (en cible)	31 (31)	24 (24)	15 (27)	20 <sup>2</sup> (27 + 5)

# Géolocalisation par Satellite



Constellation de satellites constituant un système de positionnement par satellites ; ici celle du système GPS.

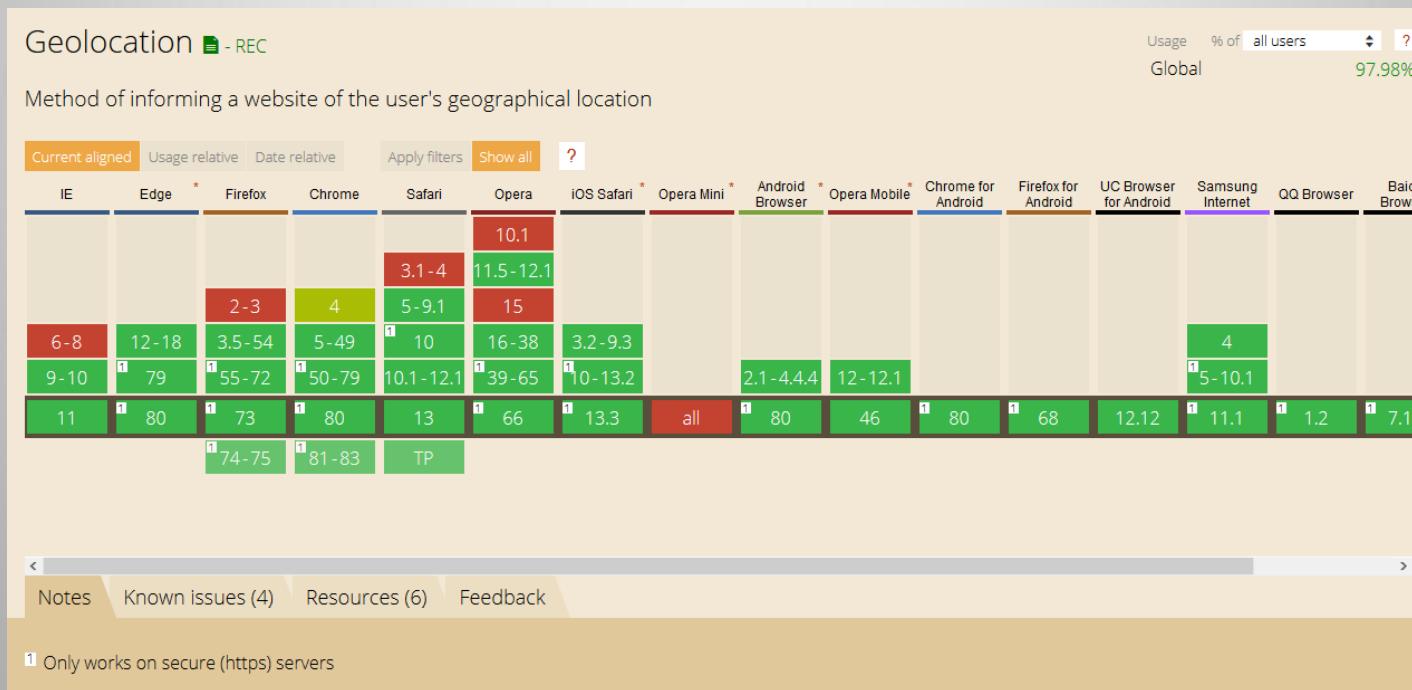


# Quelques site Html utiles

- <https://www.w3schools.com/>
- Web fundamentals:  
<https://developers.google.com/web>
- <https://developer.mozilla.org/en-US/>
- <https://caniuse.com/>
- Intro HTML, DOM, javascript, Web Api ???

# Geolocation Specification

- HTML5: Geolocalisation sur mobile
- <https://w3c.github.io/geolocation-api/>
- [CanIuse: GeoLocation 98%](#)



# Exercice 2

<https://github.com/vestri/CoursGeo>

- **Testez accès Geolocalisation**
- **Afficher**
  - sa position lon, lat
  - la précision de mesure
  - sa vitesse
  - Le time stamp
- **Tester avec/sans gps**
- **utilisez getCurrentPosition() et watchPosition()**

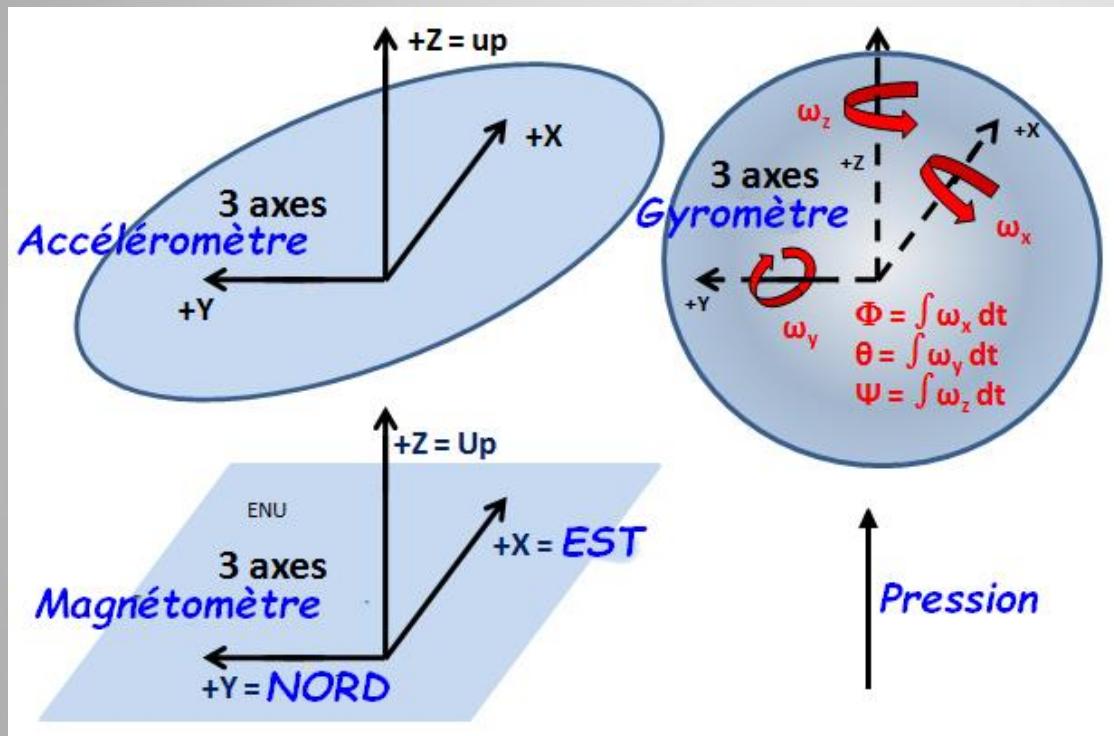
# Capteurs smartphones

- **GPS**
  - Localisation de l'appareil
- **Accéléromètre:**
  - Il ne détecte pas une position, mais une accélération sur chaque X, Y, Z.
  - Permet de savoir dans quelle direction l'appareil se déplace;
- **Gyromètre** ( $\neq$  gyroscope qui mesure position angulaire):
  - Le gyromètre ne détecte pas un déplacement linéaire le long d'un axe, mais une accélération de la rotation AUTOUR d'un AXE.
  - Le gyromètre mesure soit des changements dans l'orientation (mouvement angulaires) ou des changements de vitesse de rotation.
- **Magnétomètre**
  - Un magnétomètre mesure les champs magnétiques et parce que la terre possède un champ magnétique significatif,
  - le magnétomètre peut être utilisé comme une boussole.

# Capteurs smartphones

- **Le pédomètre:**
  - Donne le nombre total de pas en 24h, la distance parcourue et l'énergie dépensée.
- **Le capteur d'orientation**
  - Déetecte le statut de direction de l'appareil, permet la rotation automatique de l'écran lorsque l'appareil est tourné horizontalement..
- **Le capteur de proximité:**
  - Déetecte la présence du corps humain au niveau de l'écouteur de l'appareil.
- **Le DéTECTEUR de luminosité:**
  - Ce capteur permet de savoir quelle est l'intensité lumineuse de l'environnement, ce qui permet de régler automatiquement l'éclairage de l'écran (l'écran consomme beaucoup de courant).

# Capteurs smartphones

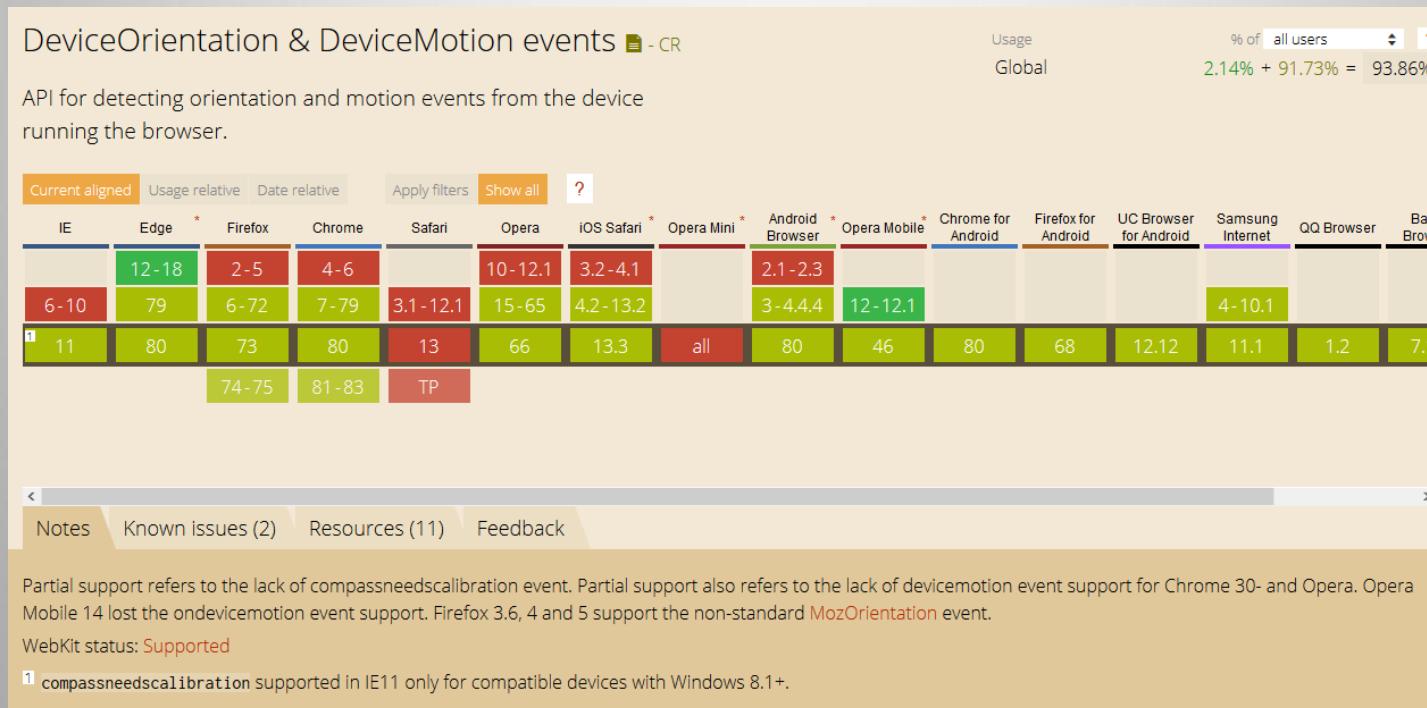


C'est donc un système à 10 capteurs d'attitude qui est embarqué

= 3 accéléromètres  
+ 3 gyromètres  
+ 3 magnétomètres  
+ 1 pression

# DeviceOrientation Event Specification

- HTML5: attitude et mouvement du mobile
- <https://w3c.github.io/deviceorientation/>
- Canluse: DeviceOrientation et DeviceMotion 94%



# DeviceOrientation Event Specification

- DeviceOrientation:
  - Collecte les données d'inclinaison envoyées par l'accéléromètre
  - L'objet **event** retourne trois propriétés: alpha, beta, gamma

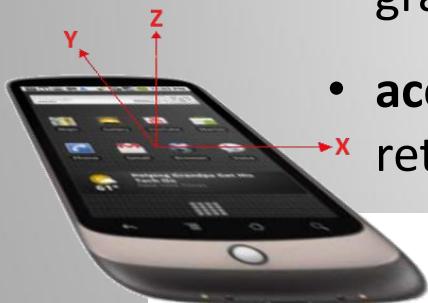


```
if(window.DeviceOrientationEvent) {  
    window.addEventListener("deviceorientation", process, false);  
} else {  
    // Le navigateur ne supporte pas l'événement deviceorientation  
}
```

JavaScript

# DeviceMotion Event Specification

- DeviceMotion:
  - collecte l'accélération sur les 3 axes ( $\text{m/s}^2$ )
  - L'objet **event** retourne deux propriétés :
    - **acceleration** : L'accélération calculée par l'appareil en enlevant la gravité.
    - **accelerationIncludingGravity** : La valeur de l'accélération brute, retournée par l'accéléromètre.



	Not accelerating	Accelerating up	Accelerating forward	Accelerating right	Accelerating up & to the right
<b>acceleration</b>	{0, 0, 0}	{0, 5, 0}	{0, 0, 2}	{3, 0, 0}	{5, 5, 0}
<b>accelerationIncludingGravity</b>	{0, 9.81, 0}	{0, 14.81, 0}	{0, 9.81, 2}	{3, 9.81, 0}	{5, 14.81, 0}

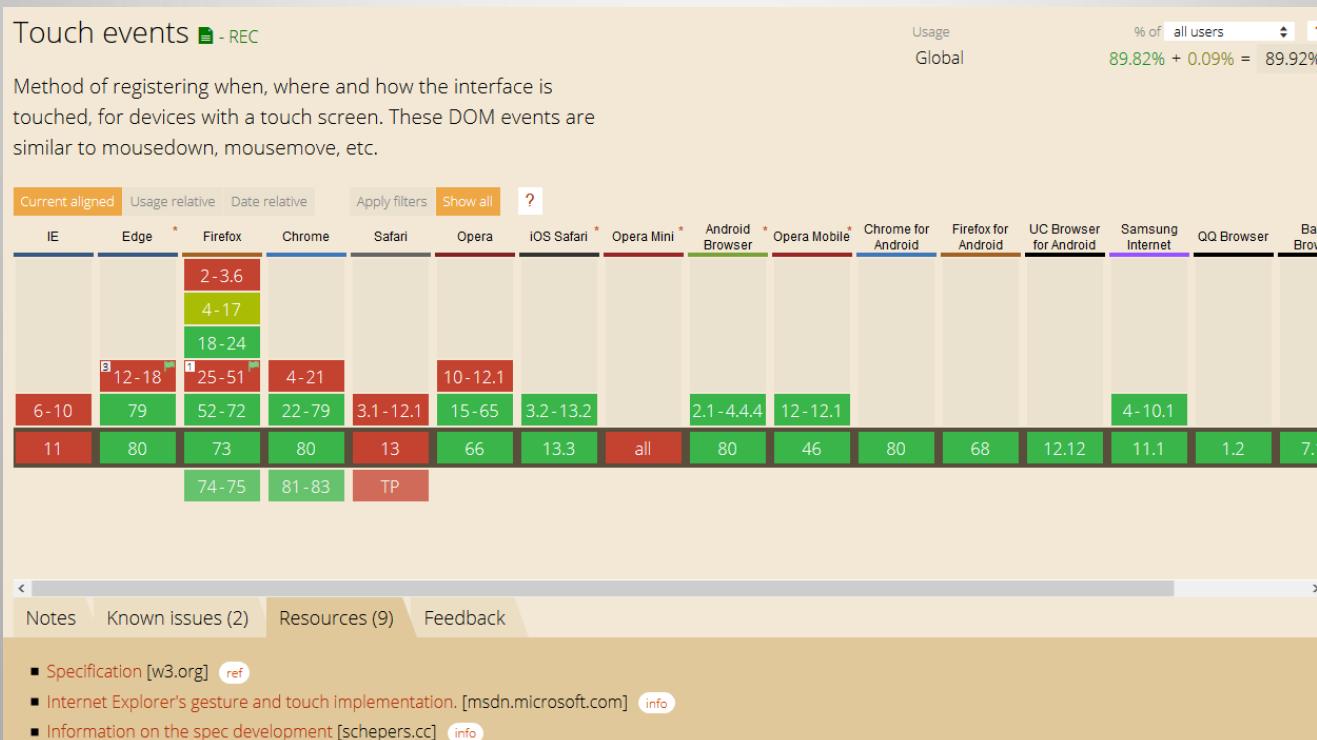
# Exercice 3

<https://github.com/vestri/CoursGeo>

- Testez DeviceOrientation
- Testez DeviceMotion
- Sur votre smartphone
- <https://developers.google.com/web/tools/chrome-devtools/remote-debugging/>
- <https://developers.google.com/web/fundamentals/native-hardware/device-orientation/>

# Touch Event Specification

- HTML5: Events définis pour mouse/keyboard...mobile
- <https://www.w3.org/TR/touch-events/>
- Canluse: TouchEvents 90%



# Exercice 4

- **touchevents/mouse/...**
  - <https://dvcs.w3.org/hg/webevents/raw-file/tip/touchevents.html>
  - [https://www.w3schools.com/jsref/event\\_touchend.asp](https://www.w3schools.com/jsref/event_touchend.asp)
  - <https://developers.google.com/web/fundamentals/design-and-ux/input/touch/#touch-mouse-and-pointer-events>
- Tester les touch events avec votre smartphone

# **Exercice 4 (bonus)**

- **Combiner le tout:**
  - Utiliser Géolocalisation, DeviceOrientation et/ou DeviceMotion + touch events (bouton ou autre)
  - Lisser les données
  - 2 écrans: carte avec localisation et informations
  - Dessiner des rectangles de variable selon capteur
  - Dessiner un cercle ou flèche selon orientation
- **Envoie lien/code en fin de séance (ce soir maxi)**

[Christophe.VESTRI@univ-cotedazur.fr](mailto:Christophe.VESTRI@univ-cotedazur.fr)