

# **Cartographie Geolocalisation et capteurs**

**Christophe Vestri**

Le mardi 26 février 2019

# Plan du cours

- 26 février : Intro Carto/géo, Leaflet
- 5 mars: Capteur et Geoloc/access en HTML5
- 12 mars: WebRTC, WebGL et Three.js
- 19 mars: Aframe, AR.js et VR
- 26 mars : Projets

# Projet final

- **Projet final**
  - **GéoLocalisation**
  - **Capteurs mouvement/orientation**
  - **UI et scene 3D, interaction**
  - **Exemples:**
    - **Compas 2D/3D: carte 2D + geoloc et directions 3D**
    - **Objets 3D animés avec interaction smartphone**
    - **Réalité augmentée (HtIm5/JS)**

# Plan Cours 1

- Historique Cartographie et Géographie
- Géolocalisation
- Exercices de géolocalisation avec cartes
  - Leaflet
  - Geoloc en Html5
  - Device Events

# La Cartographie

**Christophe Vestri**  
**Slides de Gérald CUREY**

# 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...)

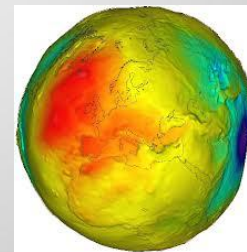
# Définitions

## - 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





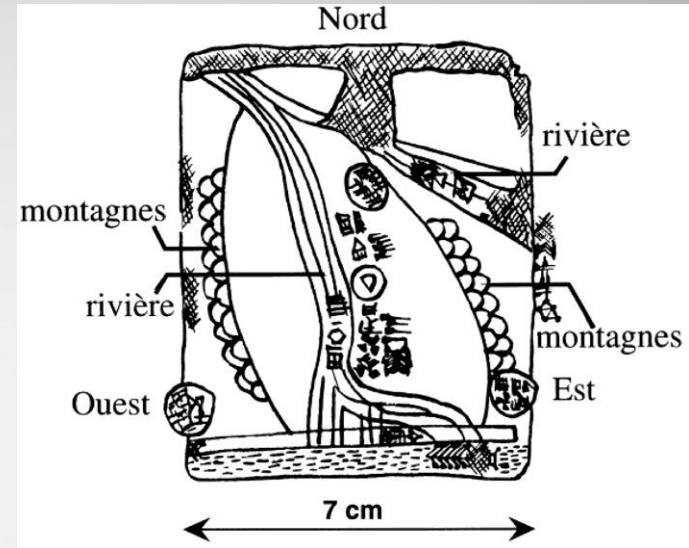
# Sommaire

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

# Histoire de la cartographie

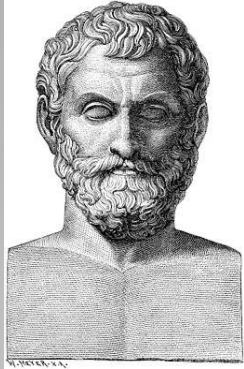
Dans l'antiquité...

XXIIIe siècle av. notre ère



Carte babylonienne du monde 400 et 600 av. notre ère

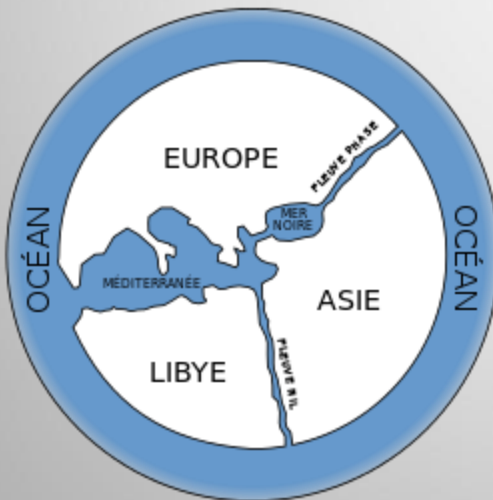
# Histoire de la cartographie



Thalès de Milet

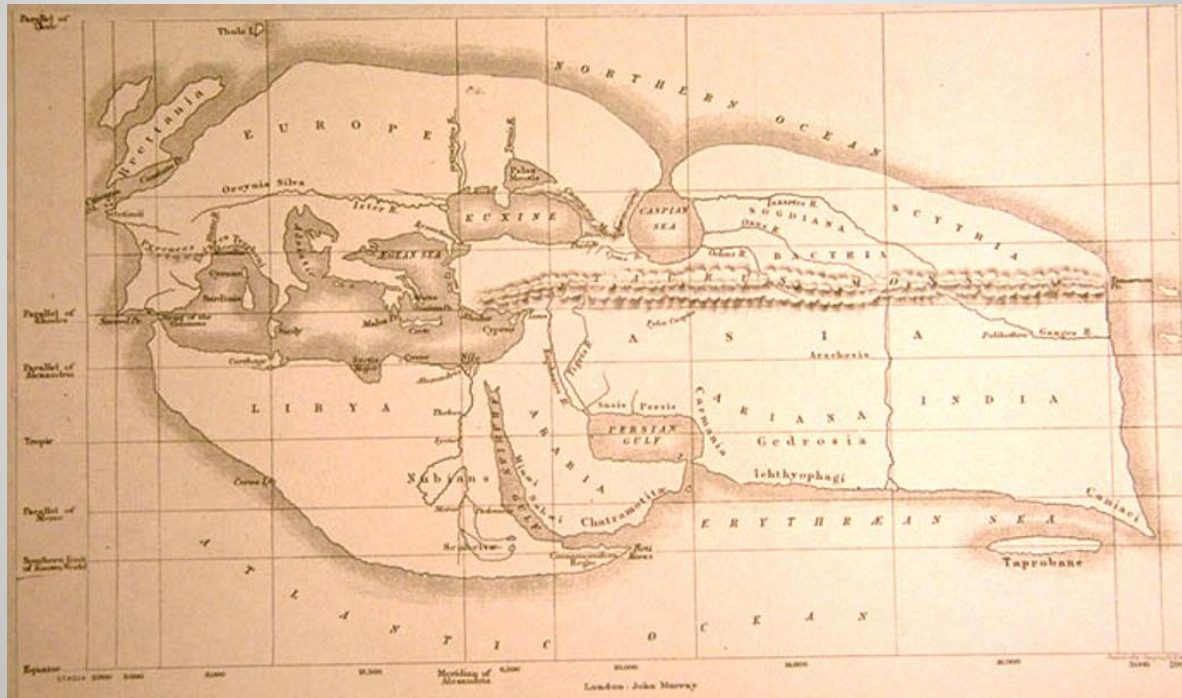
V<sup>e</sup> siècle avant notre ère, il considère la terre comme sphérique en s'appuyant sur des observations.

Monde tel qu'il était vu au V<sup>e</sup> siècle avant notre ère :



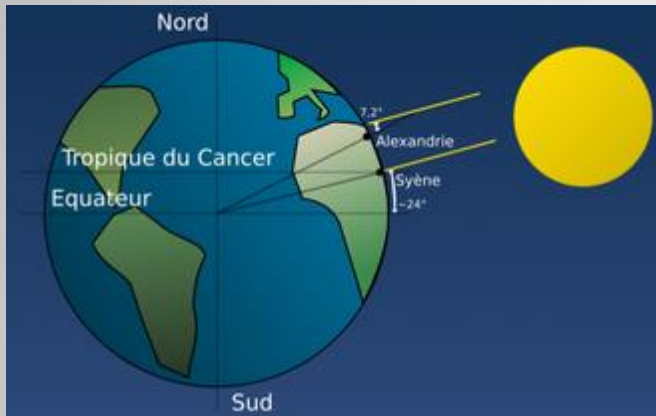
# Histoire de la cartographie

Près de 300 ans plus tard, au III<sup>ème</sup> siècle avant notre ère :  
**Ératosthène... l'inventeur du terme géographie**



# Histoire de la cartographie

Eratosthène est le premier à avoir calculé la circonférence de la Terre avec une faible marge d'erreur (env 250 ans av JC).



Eratosthène découvre que durant le solstice d'été à Alexandrie l'ombre d'un bâton est projetée avec un angle de  $7^\circ$  tandis qu'à Syène, l'angle est de  $0^\circ$ .  
(l'expérience du puits de Syène)

Avec une distance mesurée entre « Alexandrie » et « Syène » qui est d'environ 5000 stades, Eratosthène déduit donc que si,  $7^\circ$  représentent un déplacement de 5000 stades,  $360^\circ$  représentent environ 257 000 stades.

Les historiens nous disent qu'un stade valait 157m environ. Le calcul d'Eratosthène nous donne donc :

**$257.000 \times 157 = 40349000$  m, soit 40349 km.**



# 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.



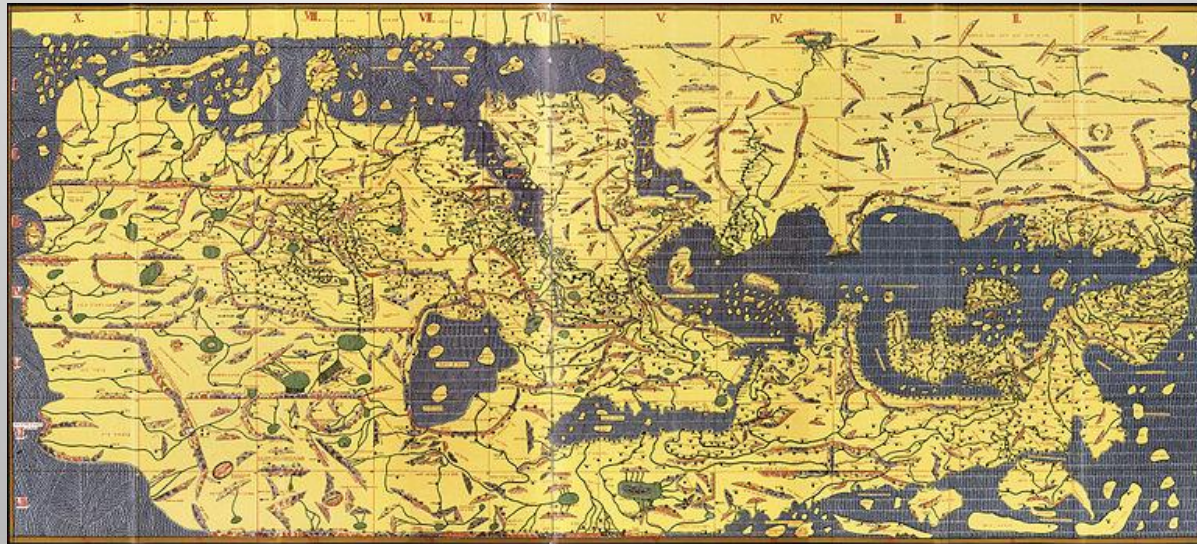
# Histoire de la cartographie

La période médiévale avant le VIII<sup>ème</sup> 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...

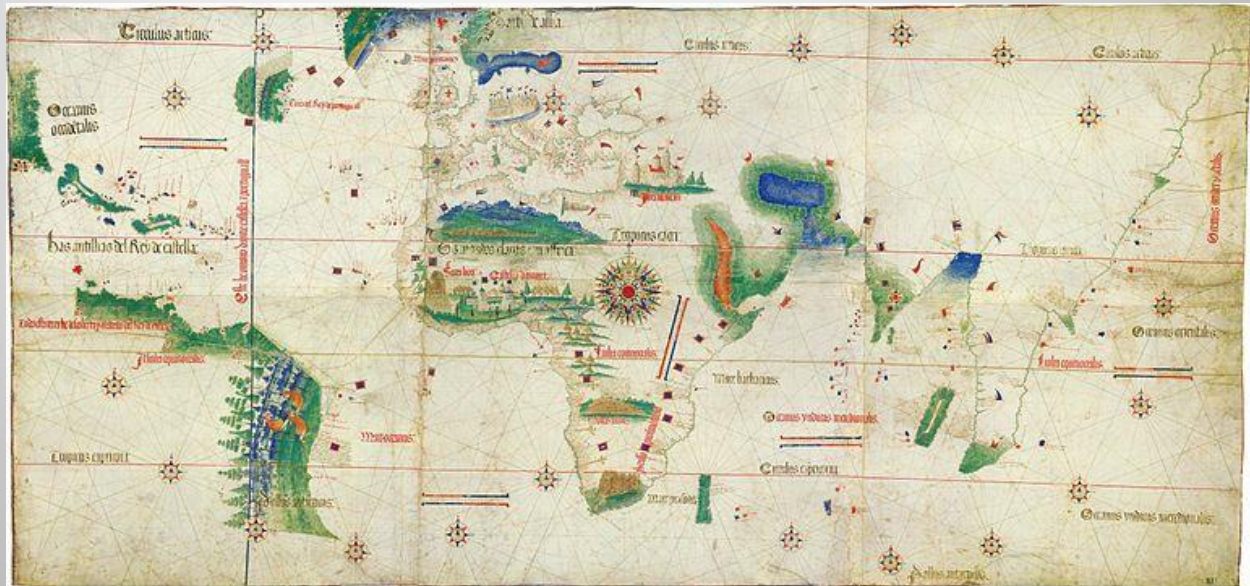


# Histoire de la cartographie

# 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

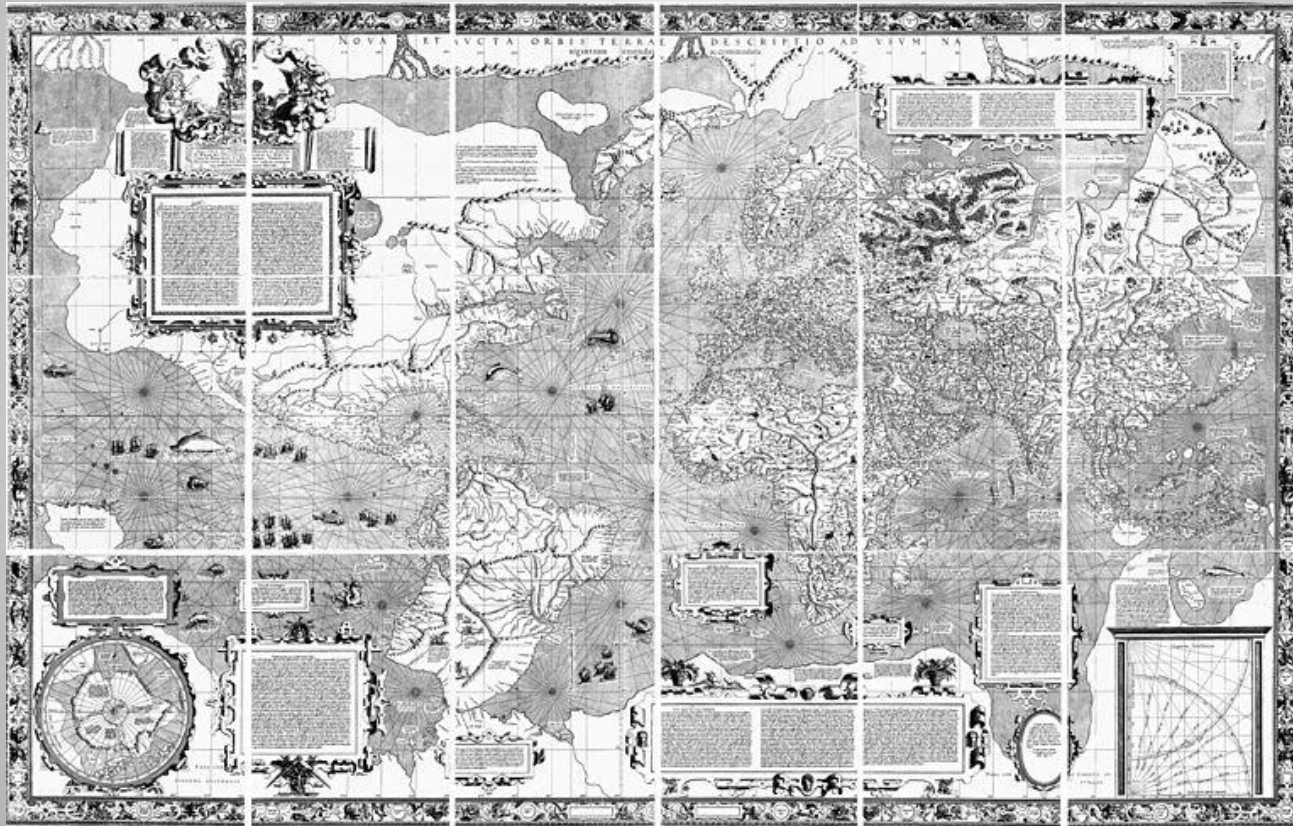
Chaque expédition prend soin de cartographier avec les moyens de l'époque, les différents lieux visités. (Boussole, astrolabe ancêtre du sextant)



# Histoire de la cartographie

Fin du XVI<sup>ème</sup> siècle

Elaboration du premier système de projection par Gérard Mercator



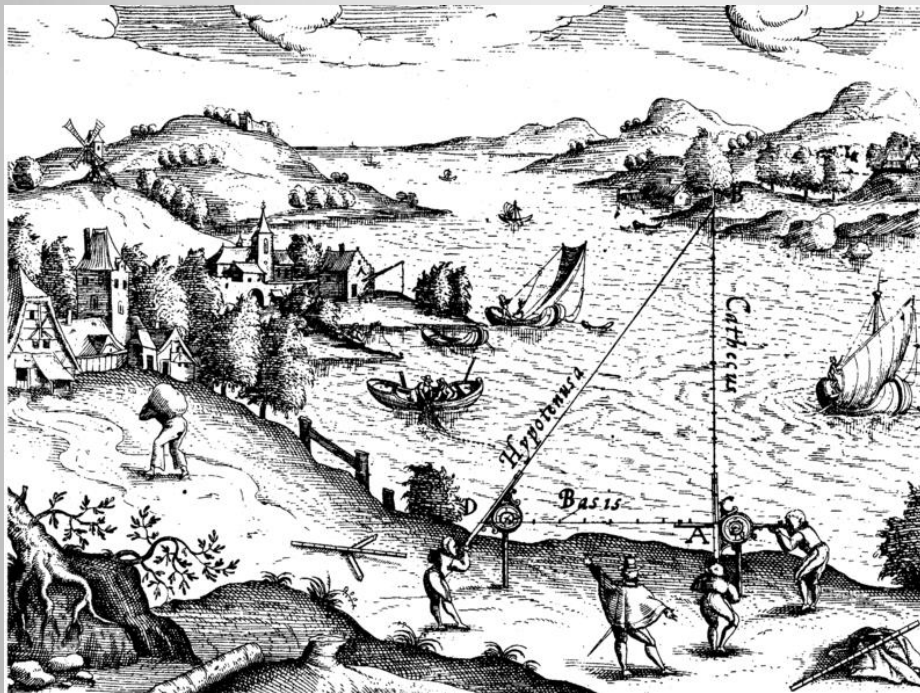
En 1569, Gérard Mercator fait publier à Duisbourg une [carte](#) dont les parallèles et méridiens dessinent un quadrillage orthogonal. C'est la première représentation plane du monde, fruit d'une réflexion mathématique.



# Histoire de la cartographie

Au XVII<sup>ème</sup> siècle

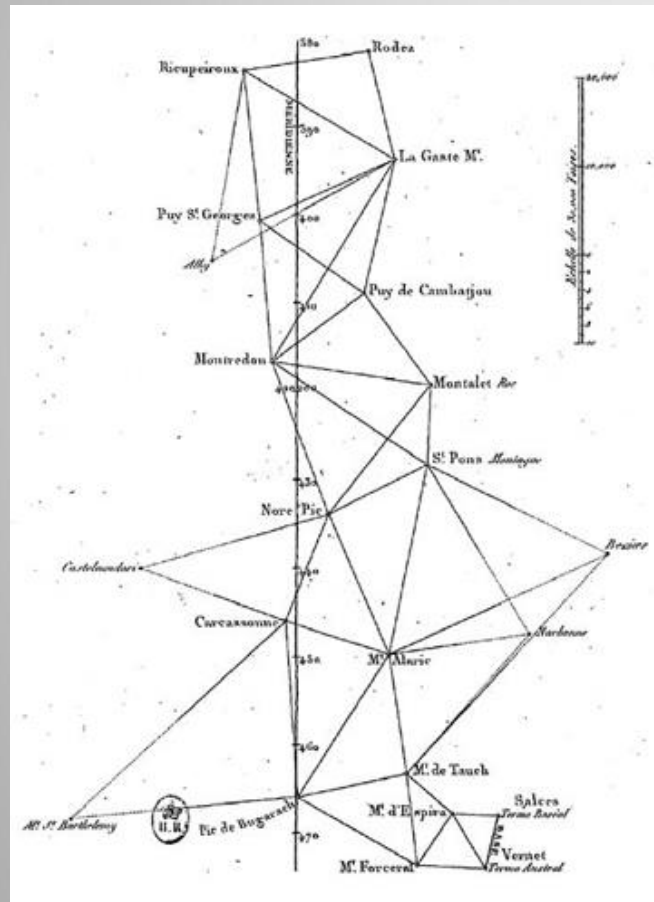
On voit apparaître la géodésie dite « moderne », qui se base à la fois sur de nouvelles techniques et de nouveaux instruments



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 XVIIIème que les physiciens démontrèrent théoriquement l'aplatissement 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](#) commande 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.**

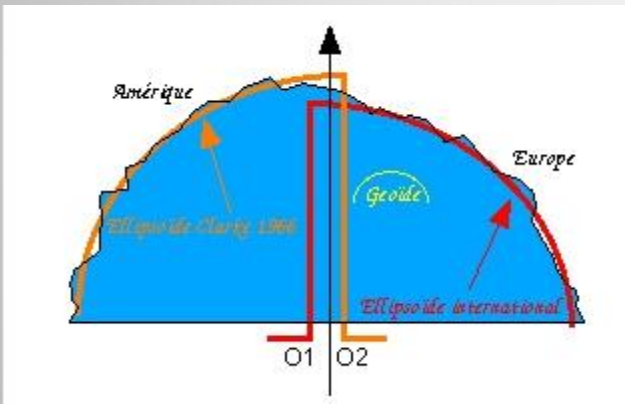
Au passage, c'est la naissance du système métrique.

# 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

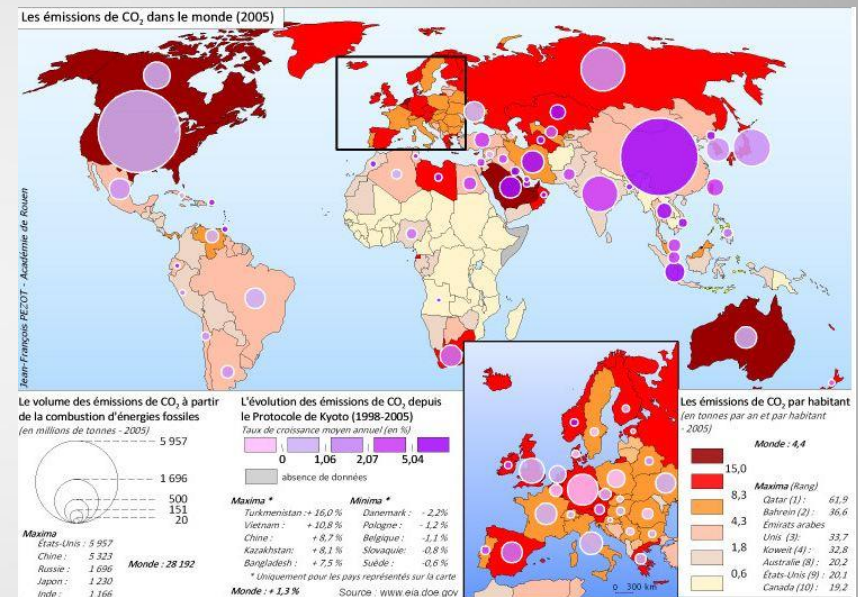
- Définitions
- Histoire de la cartographie
- Les enjeux de la cartographie
- Les projections et SCR
- A propos du SIG

# 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

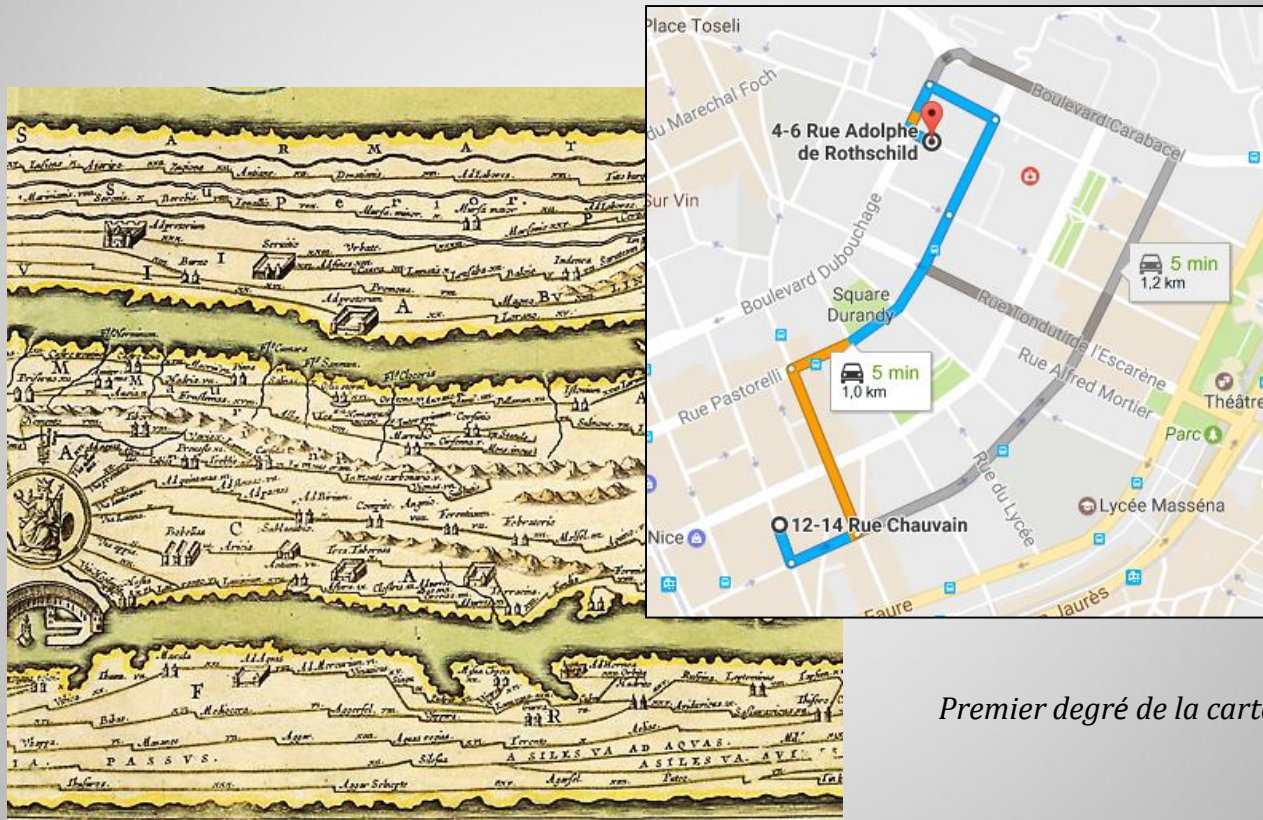




# Les enjeux de la cartographie

## Connaître

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



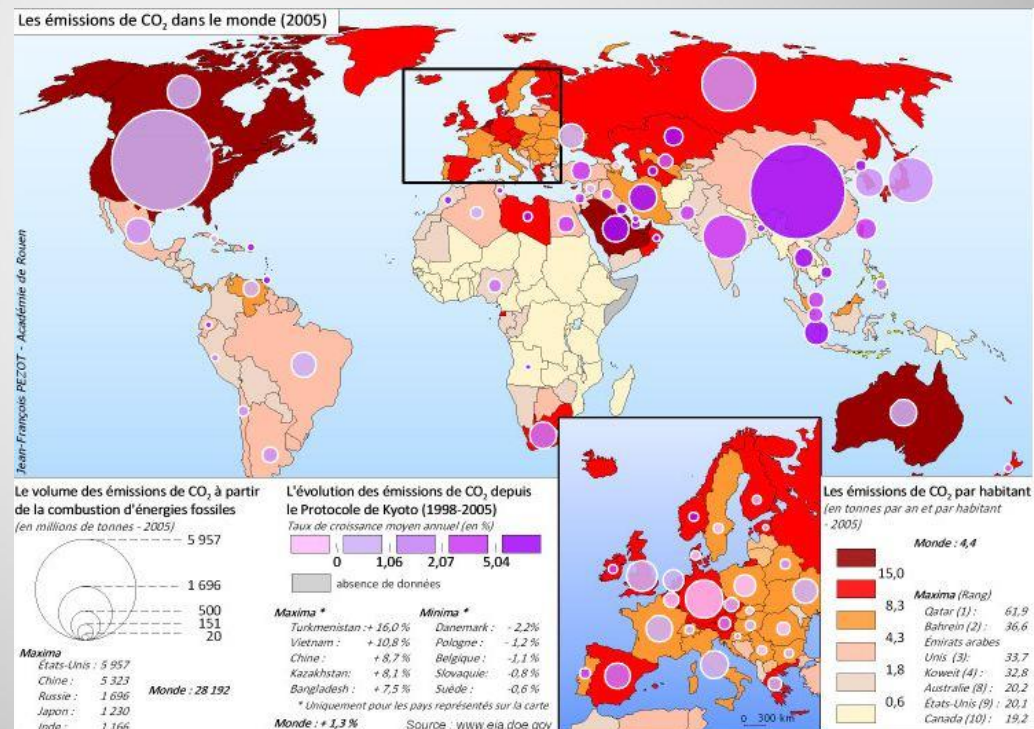
*Premier degré de la cartographie, l'itinéraire*

# 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...](#)



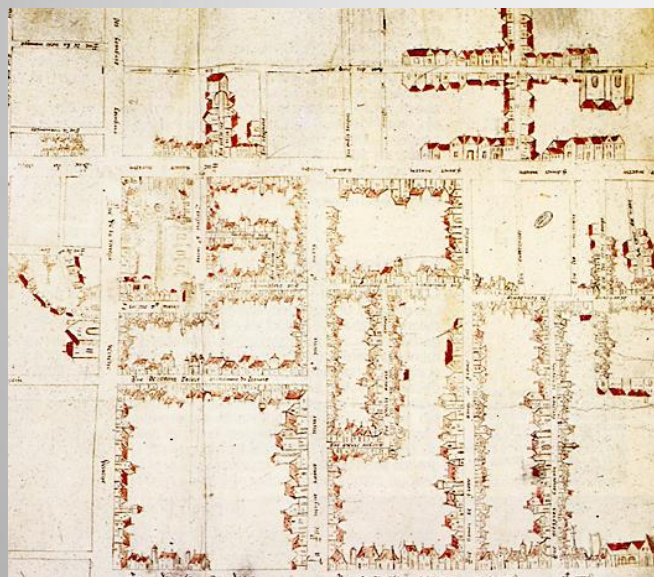


# Les enjeux de la cartographie

## Contrôler

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

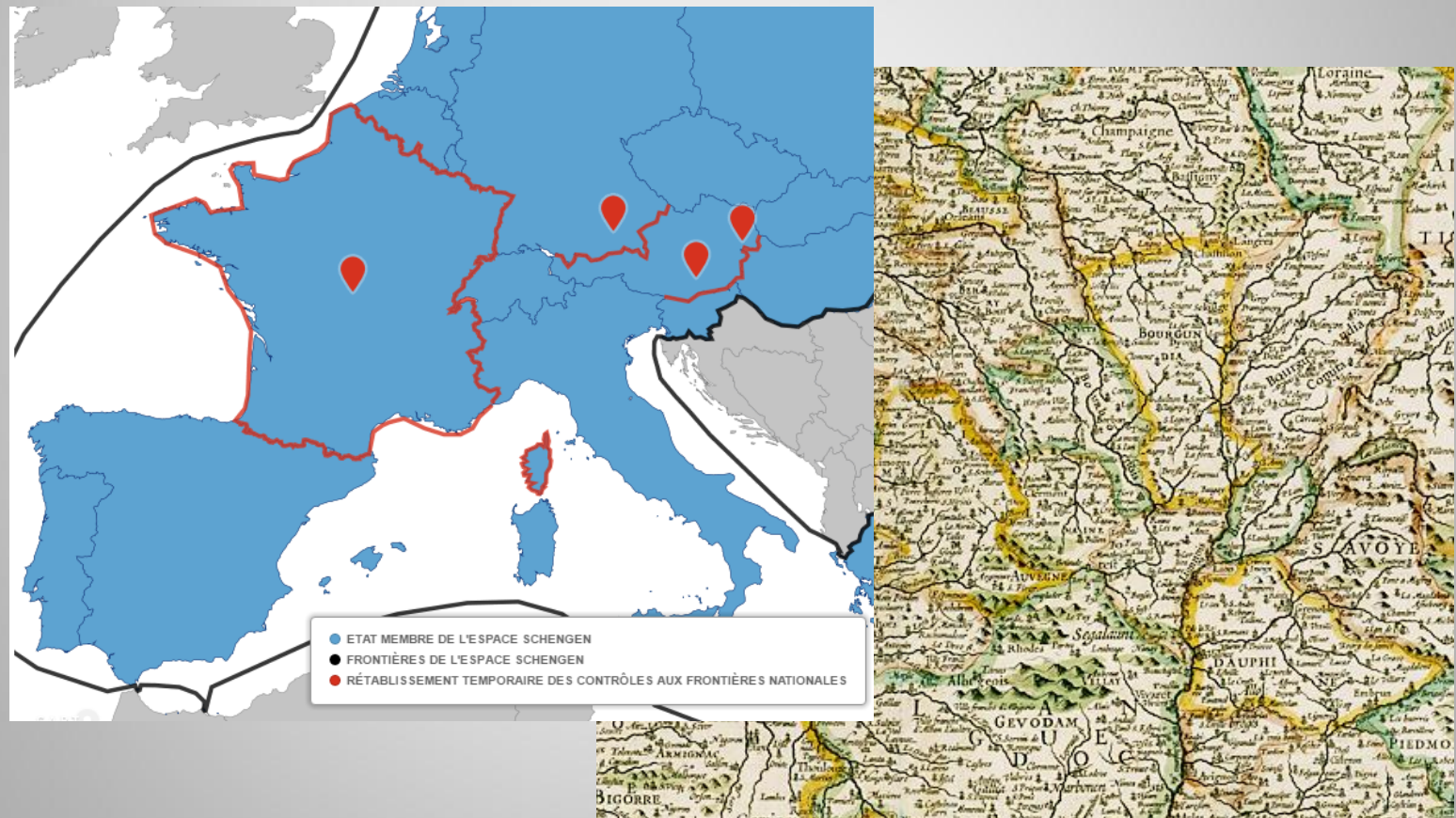
Toujours cette volonté de quadriller le territoire pour des raisons administratives et fiscales



# 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 :

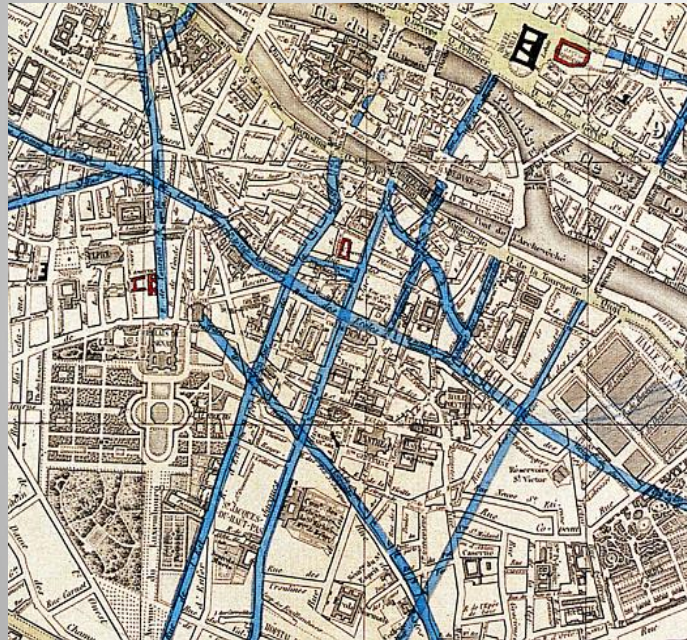
- Elle joue un rôle fondamental dans la stratégie militaire.



# 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





# Sommaire

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



# Les projections et SCR

## Les projections

La méthode la plus simple pour représenter la terre est d'utiliser un globe.

Ils sont aussi peu pratiques à utiliser du fait de leurs petites échelles de l'ordre du 100.000.000ème quand on sait que la plupart des données de cartes thématiques ont des échelles de l'ordre 1:250 000 ou plus...

Les projections cartographiques ont donc été élaborées par les cartographes et les mathématiciens pour représenter un objet sphérique en deux dimensions.

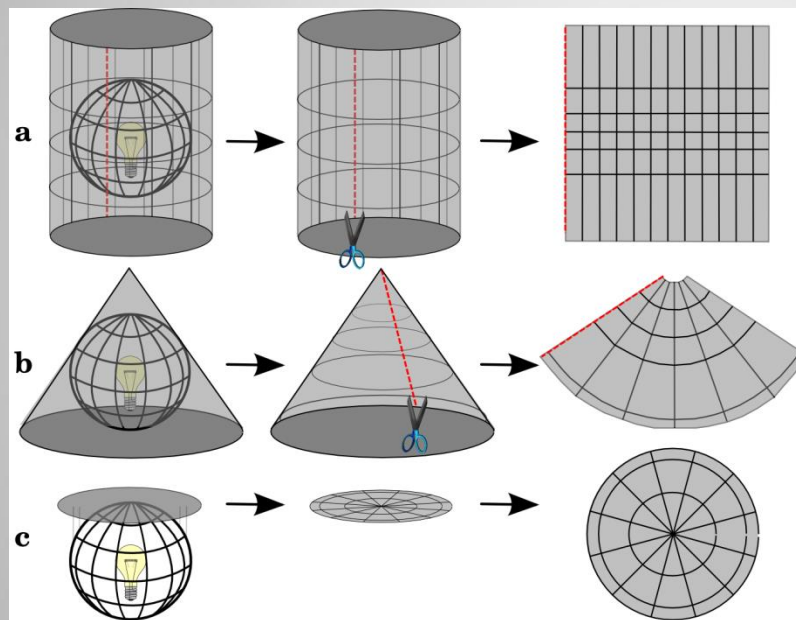
$$x = f_1(\varphi, \lambda) \text{ et } y = f_2(\varphi, \lambda)$$

Chapitre 1 : dimensions maths

# Les projections et SCR

## Les projections

**Les 3 familles de projections cartographiques :**



- a) Projections cylindriques
- b) Projections coniques
- c) Projections planes ou azimutales

Chaque projection cartographique a des avantages et des désavantages. La meilleure projection d'une carte dépend de l'échelle de la carte, et pour l'objectif pour laquelle elle sera utilisée.

# Les projections et SCR

## Les projections

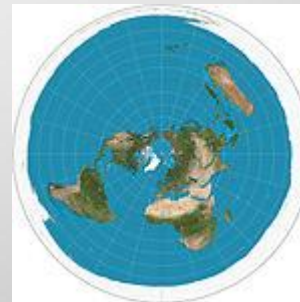
### Distorsions des projections cartographiques

**Equidistante** : conserve les distances

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

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

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

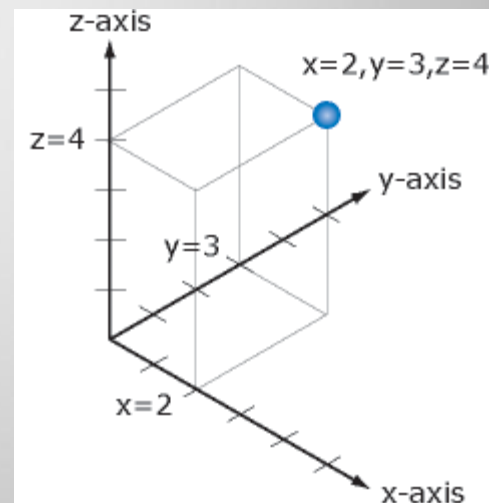
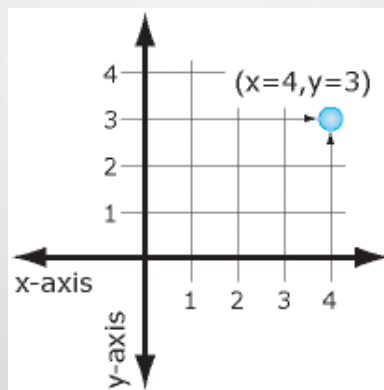
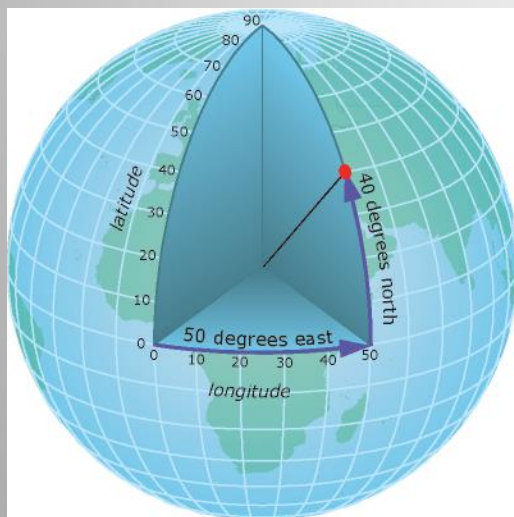


# Les projections et SCR

## Les SCR (Systèmes de Coordonnées de Référence)

Les SCR 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.



# Sommaire

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

# A propos du SIG

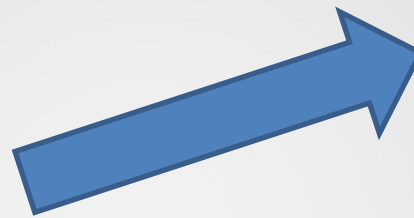
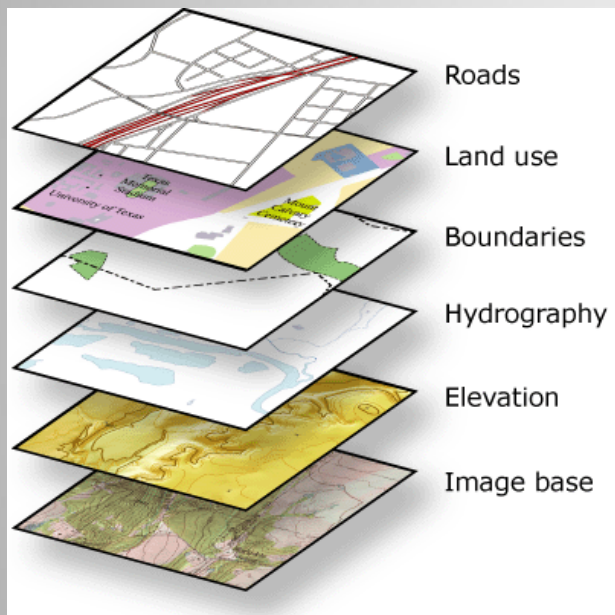
Tout comme nous utilisons un traitement de texte pour écrire des documents et traiter des mots sur un ordinateur, nous utilisons une application SIG pour traiter l'information spatiale sur un ordinateur. SIG est l'acronyme de « **Système d'Information Géographique** ».

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.

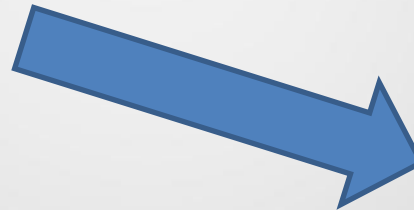
# A propos du SIG



Diffusion WEB

<https://www.mapbox.com/>

<https://www.arcgis.com/home/>



Edition cartes à la demande

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

# Plan Cours 1

- Historique Cartographie et Géographie
- **Géolocalisation**
- Exercices de géolocalisation avec cartes
  - Leaflet
  - Geoloc en Html5
  - Device Events



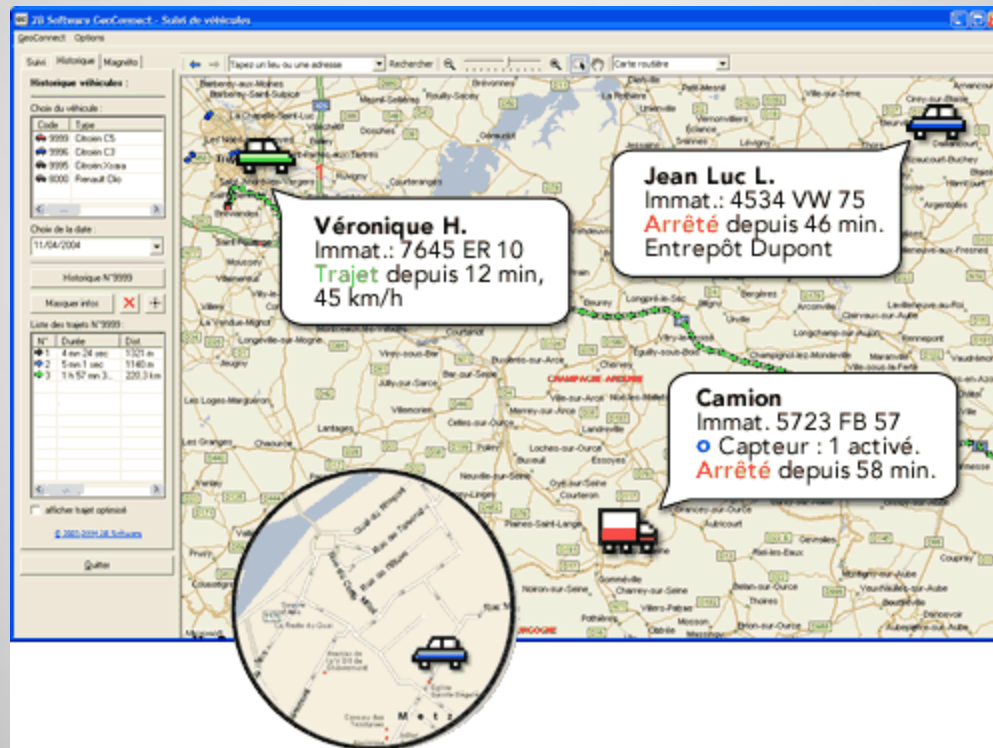
# Géolocalisation

# Sommaire

- Définitions
- Les techniques de géolocalisation
- Les domaines d'application
- Les limites

# Définitions

La géo-localisation est une technologie qui permet de collecter des informations permettant de localiser un objet ou une personne sur une carte, à l'aide de coordonnées géographiques.



# Sommaire

- Définitions
- Les techniques de géolocalisation
- Les domaines d'application
- Les limites



# Les techniques

## **Le GPS (positionnement absolu)**

Les spécifications de départ en termes de localisation sont les suivantes :

La position et la vitesse d'un objet mobile,

- A tout instant
- En tout endroit
- Dans un système de référence mondial

(appelé WGS84) avec une précision inférieure à 10 m.

Le système GPS propose deux services :

- Le SPS (grand public)
- Le PPS (réservé aux militaires)

# Les techniques

## Réseaux mobiles GSM/GPRS/UMTS

Par simple triangulation et fonction du temps que met votre mobile à communiquer avec l'antenne relais.

Cependant, ce moyen de localisation possède une précision pouvant varier de +/-100 mètres à plusieurs kilomètres en campagne.

## Bornes wifi [Mozilla](#)

Le fonctionnement reste assez similaire que pour les réseaux mobiles

## Puces RFID

Actuellement, la distance d'interrogation d'une puce RFID bien qu'il s'agisse d'un élément passif, peut varier de quelques centimètres à plusieurs centaines de mètres selon les lecteurs et la taille de la puce.

## Vidéosurveillance / vidéoprotection

## Cartes de paiement et de transport

# Sommaire

- Définitions
- Les techniques de géolocalisation
- Les domaines d'application
- Les limites

# Les domaines d'application

## L'information

La géo-localisation permet de faciliter l'accès à l'information qui vous entoure au travers d'applications de réalité augmentée et autres.



Applications mobiles :  
CultureClic, l'application culturelle  
de réalité augmentée conçue par i-Marginal

## Les transports

Aujourd'hui, de plus en plus de titres de transport contiennent une puce électronique avec nos informations. Cela permet de gagner du temps. Par traitement d'information, on connaît mieux vos déplacements habituels et leurs fréquences.



# Les domaines d'application

## **La recherche**

Des chercheurs américains ont mis au point un système qui utilise la géo-localisation et qui est capable de déterminer votre âge, votre sexe et vos goûts.

## **Le marketing (geomarketing)**

La géo-localisation peut permettre aux marques d'augmenter leurs ventes. En effet, elles peuvent nous repérer et, en fonction de l'endroit où l'on se trouve, nous proposer des bons plans à ne pas rater, des services ou des produits adaptés.

Gestion des campagnes de couponing par geo-localisation

# Les domaines d'application

## **La recherche**

Des chercheurs américains ont mis au point un système qui utilise la géo-localisation et qui est capable de déterminer votre âge, votre sexe et vos goûts.

## **Le marketing (geomarketing)**

La géo-localisation peut permettre aux marques d'augmenter leurs ventes. En effet, elles peuvent nous repérer et, en fonction de l'endroit où l'on se trouve, nous proposer des bons plans à ne pas rater, des services ou des produits adaptés.

Gestion des campagnes de couponing par geo-localisation

## **Le traçage (geotracking)**

Traçage d'une flotte de véhicule, jusqu'au traçage des personnes (geofamily)

## **Le traçage (geotracking)**

Traçage d'une flotte de véhicule, jusqu'au traçage des personnes (geofamily)

# Sommaire

- Définitions
- Les techniques de géolocalisation
- Les domaines d'application
- Les limites

# Les limites

« Notre liberté se bâtit sur ce qu'autrui ignore de nos existences »

Que deviennent les informations collectées sur nos déplacements ?

L'article 9 du code civil : « chacun a droit au respect de sa vie privée »

La géo-localisation n'a pas besoin systématiquement de garder une trace de nos déplacements

Obligation d'une géo-localisation volontaire de la part de l'utilisateur.



# Les limites

**Des règles simples pour un meilleur respect des libertés individuelles des utilisateurs**

Intérêts mutuels à être transparent vis-à-vis de l'utilisateur.

Volonté des utilisateurs à être maîtres de leurs informations personnelles

De ces constats, deux règles doivent être observées afin d'éviter des problèmes

- Toute application utilisant la géo-localisation, doit adopter le principe dit « check in »
- Déclarer un fichier client à la [CNIL](#)

# Plan Cours 1

- Historique Cartographie et Géographie
- Géolocalisation
- **Exercices de géolocalisation avec cartes**
  - Leaflet
  - Geoloc en Html5
  - Device Events

# Rendu Exos du Cours

- Pour les exercices Html/Js
- Vous pouvez les mélanger (Ex1, Ex2 et Ex3)
- Par mail:

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

# Geolocalisation sous HTML5

- HTML5: dans le navigator: 92%
- [http://www.w3schools.com/html/html5\\_geolocation.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_geolocation.asp)
- Canluse Geolocalisation

## Geolocation 📍 - REC

Global

91.56% + 0.01% = 91.57%

Method of informing a website of the user's geographical location

Current aligned

Usage relative

Show all

IE	Edge *	Firefox	Chrome	Safari	Opera	iOS Safari *	Opera Mini *	Android Browser *	Chrome for Android
			45						
8			46					4.3	
9		43	47					4.4	
10		44	48			8.4		4.4.4	
11	13	45	49	9	35	9.2	8	47	49
	14	46	50	9.1	36	9.3			
		47	51		37				
		48	52						



# Leafletjs

- [leafletjs](https://leafletjs.com/) est une librairie Opensource pour afficher des cartes interactives utiles à la navigation (comme google maps)
- Seulement 33Ko, Tous les browsers
  - Map controls
  - Layers
  - Interaction Features
  - Custom maps



# Pour tester sur un Mobile

- Créer un compte sur <https://www.000webhost.com/>
- Ou tout autre free webhosting site
- Uploader vos fichiers
- Tester avec votre smartphone

# Exercices 1

- Avec Leafletjs
  - Récupérez votre position GPS
  - Afficher une carte locale (utilisez openStreetmap)
  - Affichez un marqueur sur Nice

<https://codepen.io/>

<https://www.000webhost.com/>

# Exercices 2

**Exercice 1:**

Afficher une carte locale

Afficher un marqueur sur Nice

- Avec Leafletjs
  - Tracez le triangle des Bermudes (en rouge)
  - Changer de carte (stamen:  
<http://maps.stamen.com/>)
  - Dessiner un cercle autour de sa position avec une taille représentant la précision estimée

# Exercices 3

## Exercice 2:

Tracez le triangle des Bermudes (en rouge)  
Carte (<http://maps.stamen.com/>)  
Cercle autour position de taille précision estimée

- Avec Leafletjs
  - Calculez la distance à Marseille, l'afficher ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Distance\\_du\\_grand\\_cercle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Distance_du_grand_cercle))
  - Récupérer des données Geojson sur <http://opendata.nicecotedazur.org>
  - Afficher les données Geojson sur la carte
- Extra: même chose avec MapBoxGL
  - Possibilité navigation... Faire requête navigation + Tracer le chemin