

APPLICATION DES SIG

**Ce cours est destiné aux étudiants L3 Aménagement
Université Oum El Bouaghi
La faculté des sciences de la terre et d'architecture
Département d'Aménagement
Réalisée par l'enseignante : Dr Benoumeldjadj Maya
Année universitaire 2022/2023**



Le plan de travail :

Objectif du cours

Introduction

1. Définition des Systèmes d'information
2. Définition des SIG
3. Fonctionnalités des SIG
4. Composantes des SIG
5. Données des SIG
6. Les logiciels des SIG
7. Les domaines d'application
8. Les avantages



Partie 02: avec 4 chapitres
Données dans les SIG

Introduction

Dans cette partie nous allons aborder:

- *les données et l'acquisition
- *la projection géographique ...
- *les mode vecteur et raster
- *les types de logiciels des SIG



5- Les données dans les SIG :

Les types de données :

Les données géographiques possèdent quatre composantes :

Les données géométriques : la forme et la localisation des objets ou phénomènes

Les données descriptives : les attributs descriptifs des objets et phénomène sauf la forme et la position (l'identification et le code) . Les cartes communiquent des informations descriptives à l'aide de symboles, de couleurs et d'étiquettes cartographiques.

Les données graphiques : paramètres d'affichage des objets (type de trait, couleur.)

Les métadonnées associées qui sont les données sur les données (nom du propriétaire, date d'acquisition..), visent donc à documenter l'information spatiale, de sorte qu'elle soit comprise de la même manière par tous ses utilisateurs.

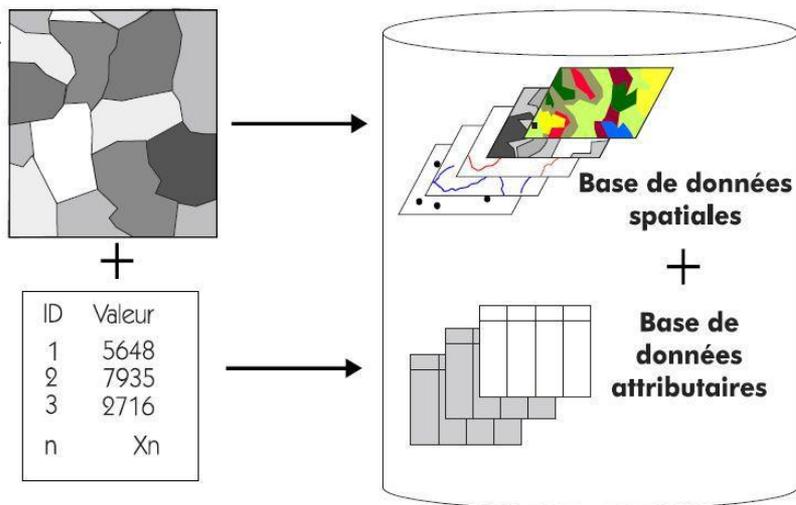


Figure 05

Types de données dans un SIG

<http://resources.arcgis.com>

****Données spatiales :**

Elles déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique dont :

La localisation : coordonnée par rapport à une échelle graphique de référence.

La forme: point, ligne, surface.

La taille: longueur, périmètre, surface.

Les informations font référence à des objets de trois types : (entités spatiales) (voir Figure 7)

- Point: est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.

- Ligne: une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.

- Polygone (zone ou surface): est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite.

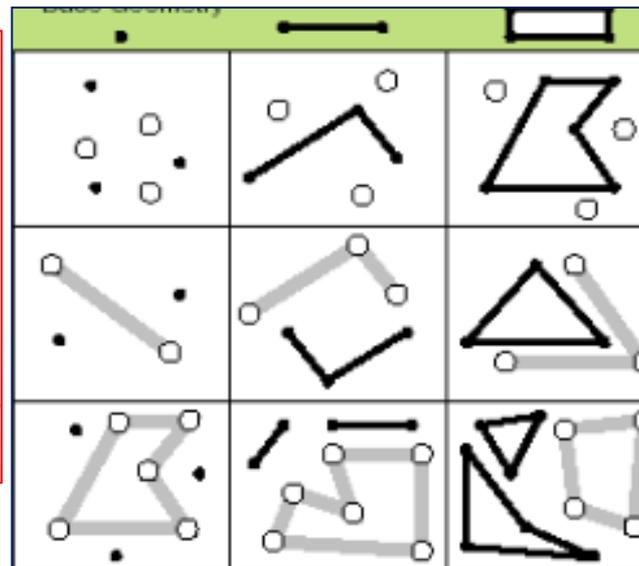
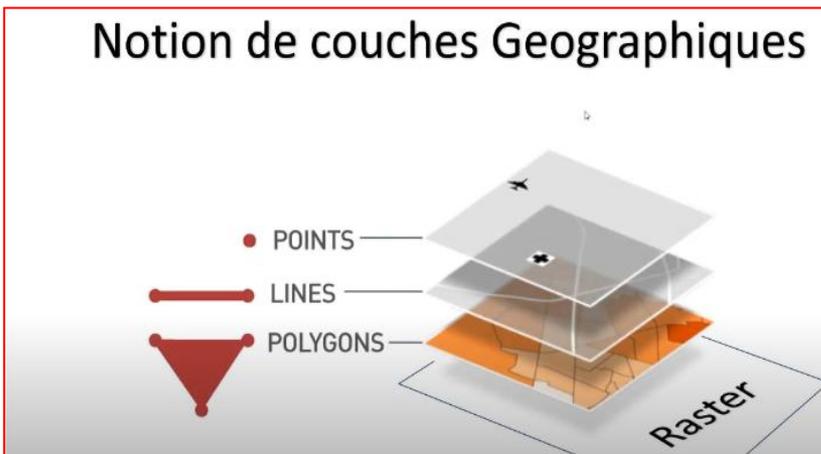


Figure 06
entités spatiales

****Les données associées :**

Les données de classification : limite administrative, contour de parcelle, bordure de trottoir, arbre d'alignement, conduite de réseau d'eau.... plusieurs couches d'informations, que l'on saisit successivement.

Les données d'identification : donner un code à chaque objet ou phénomène exemple numéro du lot, de parcelle.....)

Les données attributaires : apporte des données supplémentaires (nom du propriétaire ...)

Les modes de données dans les SIG (mode de description)

Deux modes de représentation des objets géographiques sont possibles, deux modes de description de la réalité géographique : le mode vecteur et le mode raster ou image.

Vectériel (format vecteur) : ou les objets sont représentés par des points, des lignes et des polygones (simple ou à trous)

***Les données surfaciques** : représentés par des polygones un parcellaire ,un ilot.. ...

***Les données linaires ou filaires** : représentées par des lignes : les réseaux routiers et électriques, les cours d'eau..

***Les données ponctuelles** représentées par des points comme,les puits les points de sondages..

Une couche réunit généralement des éléments géographiques de même type.

Les éléments géographiques (objets spatiaux) peuvent être représentés sur une carte par des points, des lignes ou des polygones.

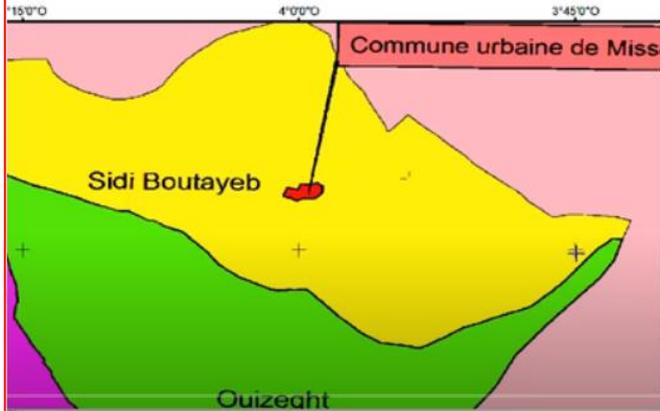


Figure 8:Exemple de donnée surfacique

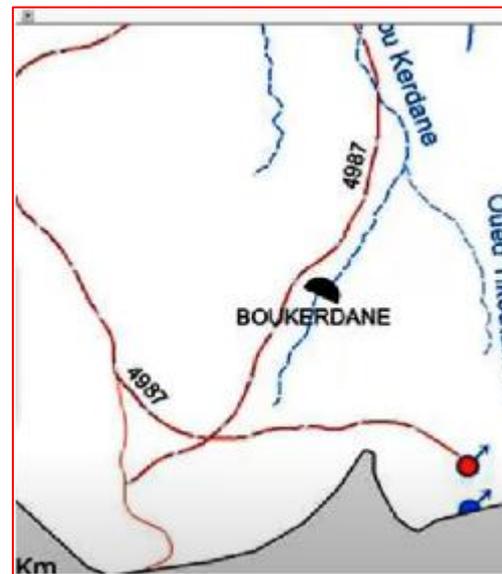


Figure 9:exemple de donnée linéaire

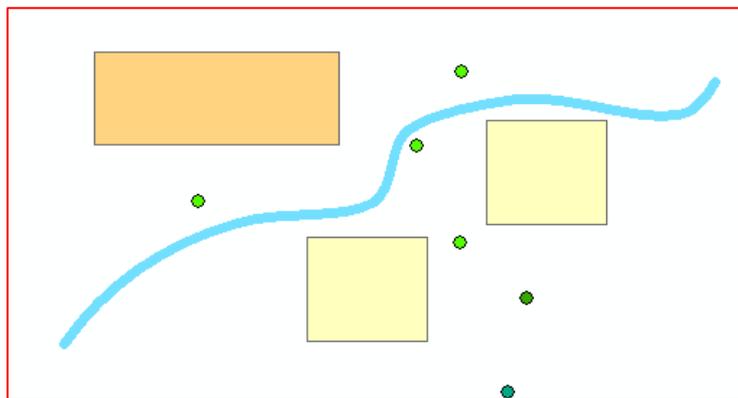


Figure 10:Mode vecteur (Auteure)

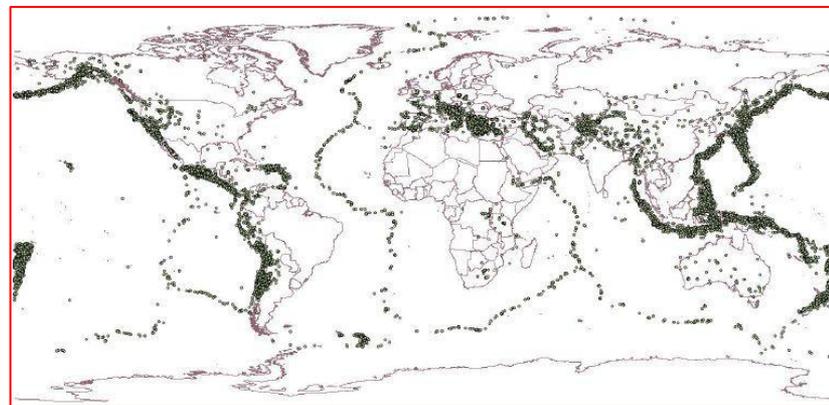


Figure 11:exemple de donnée poctuelle (epicentre de séisme)

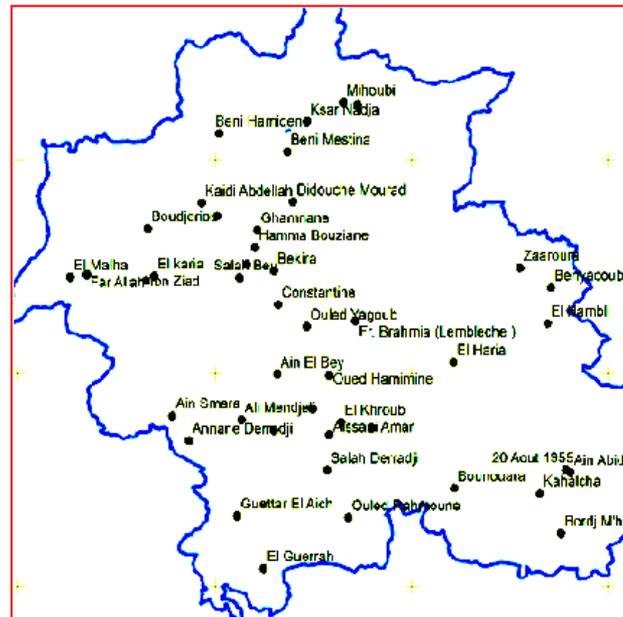
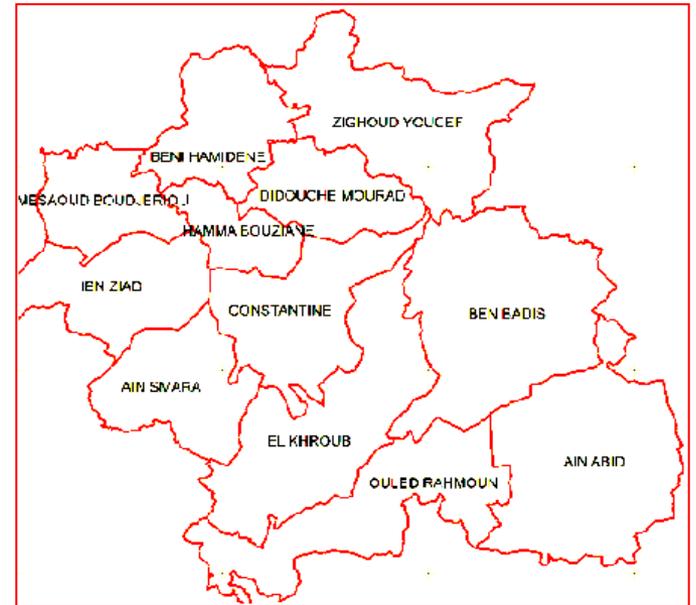
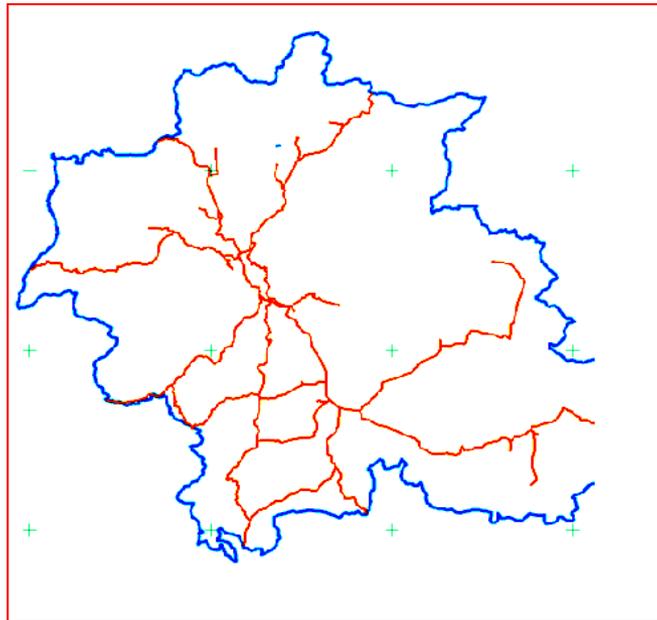


Figure 7 Exemple sur les types de données appliqués pour la wilaya de Constantine
 Données linaires surfaciques, et poctuelles, (par ordre) (Auteurs

Matriciel : (format raster) :

Il s'agit d'une image, d'un plan ou d'une photo numérisée (aérienne) et affichée avec le SIG en tant qu'image.

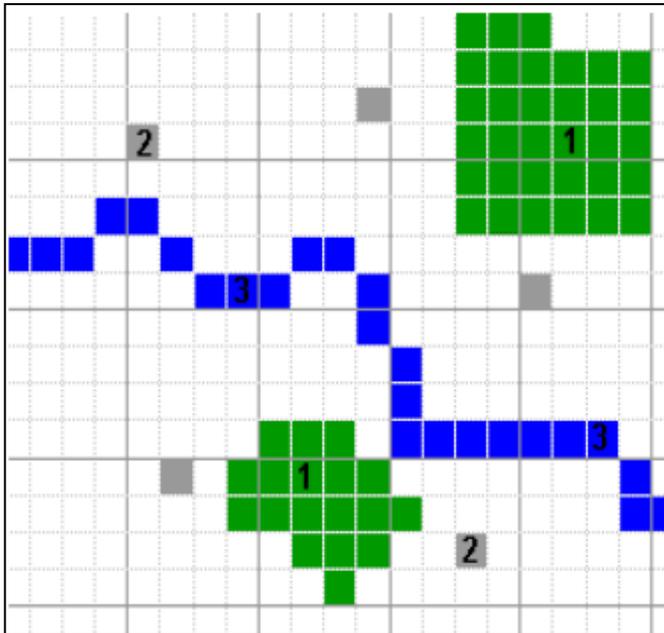


Figure 13: Mode raster
<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>

Photos aérienne



Documents scannés
(plan , carte, ...),



Image satellite



Image satellite radar



Figure 14:types de données raster Dr. Wahiba MENAD Polycopié Système d'Information Géographique (cours et travaux pratiques)

Tableau 2 : Avantages et inconvénient de la donnée vecteur et la donnée raster.

Type de donnée	Avantages	Inconvénients
Raster	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne représentation des réalités continues • structure de données simple • analyse spatiale aisée • combinaison de thèmes aisée (unités spatiales directement comparables) • calculs rapides 	<ul style="list-style-type: none"> • prend beaucoup de place • faible qualité d'affichage et d'impression • position et forme des objets peu précises (selon résolution)
Vecteur	<ul style="list-style-type: none"> • prend peu de place • excellente qualité d'affichage et d'impression • représentation précise de la position et de la forme des objets • bonne intégration et mise à jour facile • approche par objet 	<ul style="list-style-type: none"> • peu adapté à la représentation des réalités continues • structure de données complexe • croisement de thèmes complexe (nécessité de créer de nouvelles unités spatiales) • calculs lents

(El Janyani S, 2015)

6. Les logiciels du SIG :

** Logiciels libres :

GRASS GIS : Logiciel de SIG libre, aussi connu pour avoir été le plus gros projet géomatique Open Source. Il regroupe des fonctionnalités de traitement et d'analyse d'images de télédétection ainsi que des fonctionnalités à base topologique.

Map Server : Logiciel libre de publication de carte sur internet. Il peut être utilisé pour réaliser des applications web, mais également pour publier des services web.

QGIS : Logiciel de cartographie. Il est disponible sous Linux (KDE), Mac OS X, ou Windows. Il permet la visualisation "à la volée" des couches de données ainsi que leur modification. Il permet notamment l'élaboration de fichiers destinés à être publiés sur Map Server. Il présente une ergonomie qui le rend très simple à utiliser.

PostGIS : Extension pour la base de données PostgreSQL, qui permet de faire des **uDig, gvSIG** : SIGs libres développés en Java pour Linux et Windows.

I.8.2. Logiciels Gratuits

DIVA-GIS : Offre des outils d'analyse statistiques et géo-spatiale pour la caractérisation des attributs numériques des bases de données associées aux objets.

AutoDEM : Logiciel de SIG permettant d'extraire des informations sur des cartes topographiques numérisées. En particulier, il offre des outils pour créer des modèles numériques de terrains (MNT) à partir de courbes de niveaux. Il supporte de nombreux formats pour chaque type de couche (images, MNT, courbes de niveaux, toponymes).

**** logiciels commerciaux :**

ArcGIS : (ArcInfo, ArcView, etc.) de chez ESRI.

GeoMapGIS : Métiers s'appuyant sur l'environnement Autodesk (AutoCAD, AutodeskMap, AutodeskMapGuide, etc.).

Manifold : Logiciel novateur (serveur, géocodage, 3D, script .net, sgbd).

L'échelle :

L'échelle de représentation est le rapport entre la distance mesurée sur la carte ou à l'écran et la distance réelle. Ainsi par exemple, à l'échelle du 10 millièmes, un centimètre sur la carte représente 100 mètres sur le terrain alors qu'à l'échelle du 50 000, ce centimètre représente 500 mètres et à l'échelle du 100 000, il représentera 1 000 mètres.

Le choix de l'échelle est dicté par des contraintes techniques, par des contraintes graphiques, voire par des contraintes physiologiques, ce que l'oeil humain est capable de percevoir.

L'échelle c'est transformer la réalité afin de lui donner un modèle réduit sur une surface plane

Exemple: l'arbre mesure 1m et sur la carte il mesurera pas plus que 20 cm
cest a dir 1m =100cm represente 20cm
1cm sur carte represente 5 cm réalité.



Modele réel
1 unités

Modele réduit
5 unités

En cartographie 1 cm sur la carte represente 1 m ou 1 km en réalité

Plus la transformation est grande plus l'échelle est petite

Echelle de représentation

- Rapport entre la distance mesurée sur la carte ou à l'écran et la distance réelle.



1:10'000

1 cm = 10'000 cm = 100 m

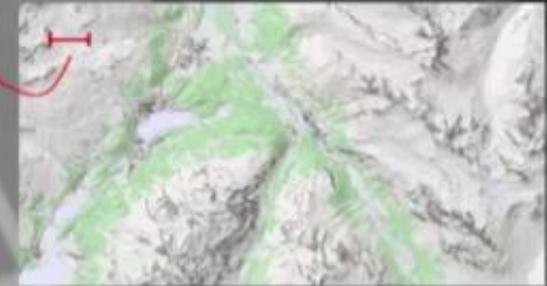


1:50'000

1 cm = 50'000 cm = 500 m

1:100'000

1 cm = 100'000 cm = 1000 m



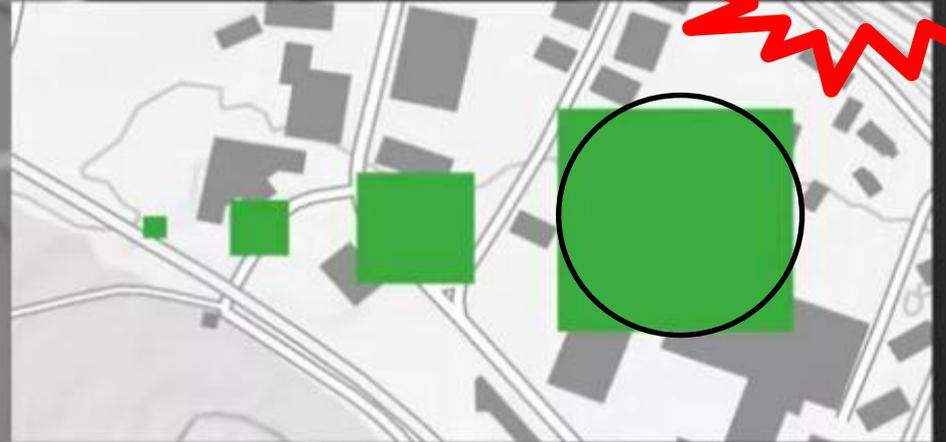
d'information sur les entités spatiales
et vecteur de représentation

→ Forte interdépendance des échelles
d'observation et de représentation

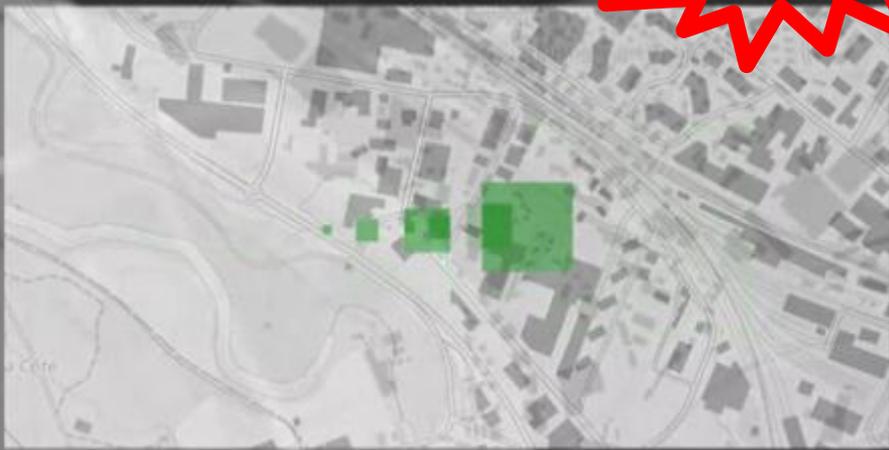
● l'échelle devrait correspondre au seuil
à partir duquel un objet devient
observable sur la carte,

→ Surface > 1mm x 1 mm sur la carte

→ Résolution de 10m >> 1:10'000



10m 25m 50 m 100 m



1:2'500



1:5'000

Exercice: quelle serait la longueur en metre d'une conduite representée sur carte 3 cm avec
une echelle de 1/5000 (150)

La localisation d'un objet dans l'espace s'appuie sur les notions de position et de voisinage.

Donc, son emplacement dans l'espace d'une part et sa relation à d'autres objets d'autre part.

Les notions de voisinage du type,

l'épicerie se trouve près de l'église, sont très opérantes dans la vie de tous les jours mais ne fournissent pas un cadre de description qui convient aux objets complexes tels que ceux exploités dans les systèmes d'information géographiques.

Il faut pour ceci une méthode de positionnement sur la surface terrestre qui implique un système de référence et une métrique, deux conditions vérifiées par un système euclidien,

● Position et voisinage

● Positionnement sur la surface terrestre: système de référence et métrique

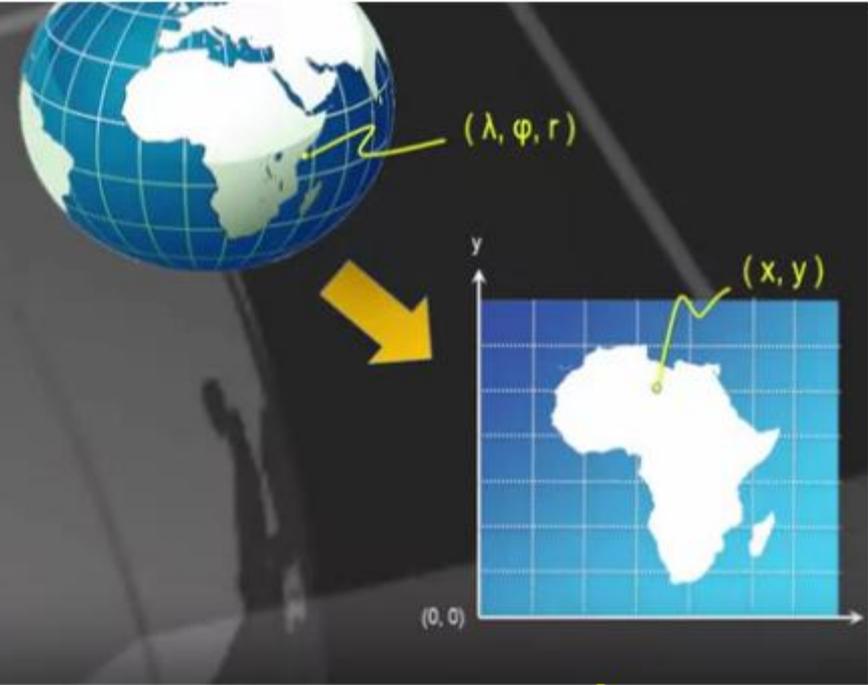
➔ **Systeme euclidien basé sur l'hypothèse d'un espace plan, continu et d'une métrique constante, défini par un système d'axes perpendiculaires entre eux.**

(0, 0)

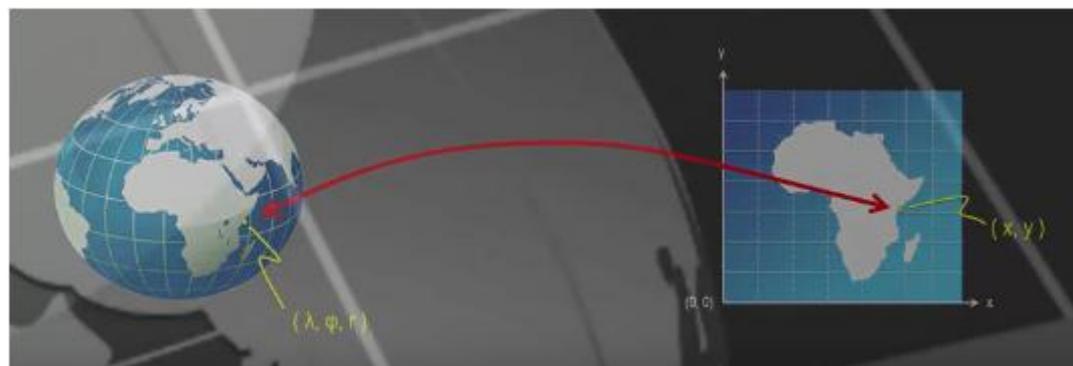
(x, y)

x

- Position et voisinage
- Positionnement sur la surface terrestre: système de référence et métrique
 - ➔ Système euclidien basé sur l'hypothèse d'un espace plan, continu et d'une métrique constante, défini par un système d'axes perpendiculaires entre eux.
- Rotondité de la terre
 - ➔ projection géométrique sur une surface plane



La surface de la Terre est courbe et il est souhaitable pour des raisons évidentes de commodité de la représenter sur une surface plane. Cela implique une projection géométrique pour passer d'un système de positionnement sphérique à trois coordonnées à un système de positionnement plan à deux coordonnées.



Dans cet autre exemple, on voit que le tracé d'un ours d'eau peut être décrit avec une grande précision à grand échelle mais qu'à des échelles plus petites, cette précision devient superflue et qu'il est préférable de simplifier la géométrie pour une représentation plus accessible. Le degré de généralisation dépend également de la richesse en détails thématiques recherchée. Comme le montre cet exemple (voir figure 14) du réseau routier dont les composants essentiels sont représentés en priorité mais pour lequel on voit qu'à plus grande échelle,



Figure 16 :Réseau routier sur différentes map

***Le système de projection géométrique :**

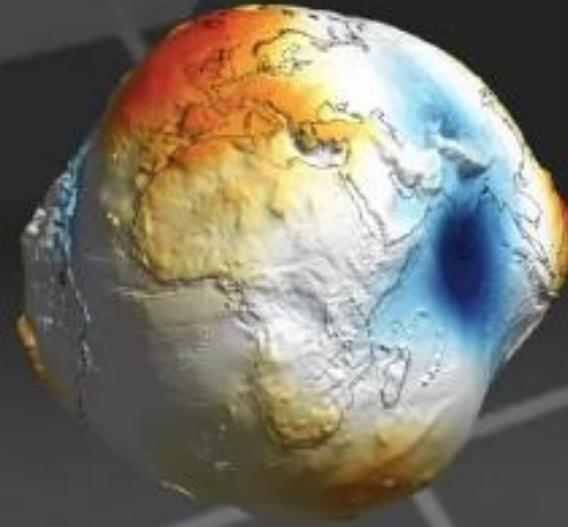
Les systèmes de projection permettent d'établir une relation ponctuelle univoque entre la surface de la terre et sa représentation plane. D'un point de vue géométrique, la terre constitue un objet tridimensionnel sphérique irrégulier appelé géoïde.

Une surface sphérique irrégulière qui constitue le globe terrestre avec des renflements au niveau des zones

C'est le principe du (WGS) World Geodetic System dont la dernière version remonte à 1984, raison pour laquelle on se réfère à cet ellipsoïde sous le nom WGS84. Cet ajustement peut se faire également localement pour obtenir une meilleure précision sur une zone d'intérêt particulier, ce qui est le cas par exemple de l'ellipsoïde de Bessel utilisé en Suisse.

Le géoïde

- Surface sphérique irrégulière que constitue le globe terrestre
- Surface équipotentielle en gravité, avec des variations locales par rapport à un ellipsoïde de révolution, renflements au niveau des zones montagneuses, dépressions au niveau des océans



La projection de la surface terrestre sur une surface plane s'effectue en deux étapes

- Approximation du géoïde par un ellipsoïde de révolution
- Projection de l'ellipsoïde de révolution sur une surface plane

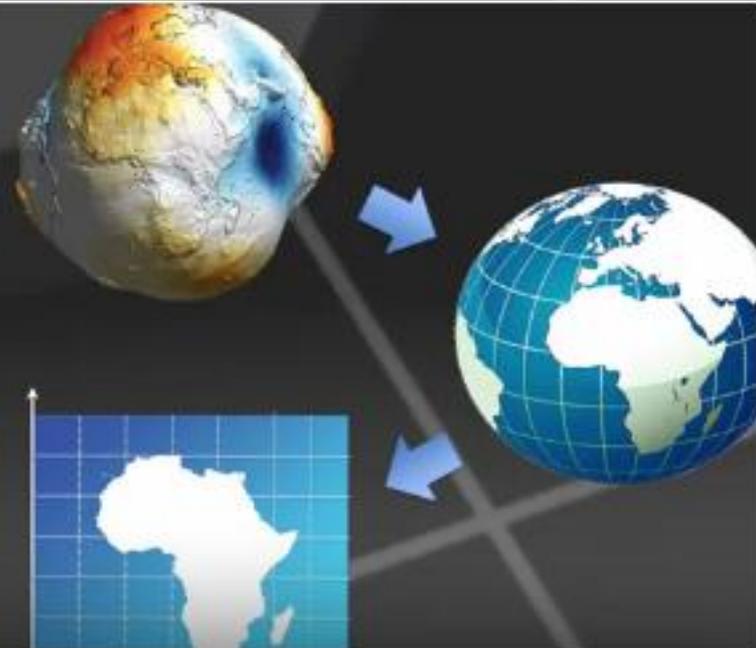


Figure 17:Le géoïde (cours des Mooc de Lausanne)

Le passage d'un ellipsoïde de révolution à une surface plane implique de passer d'un système de trois coordonnées sphériques, latitude, longitude et distance au centre, à un système de deux coordonnées euclidiennes, la coordonnée Est et la coordonnée Nord.

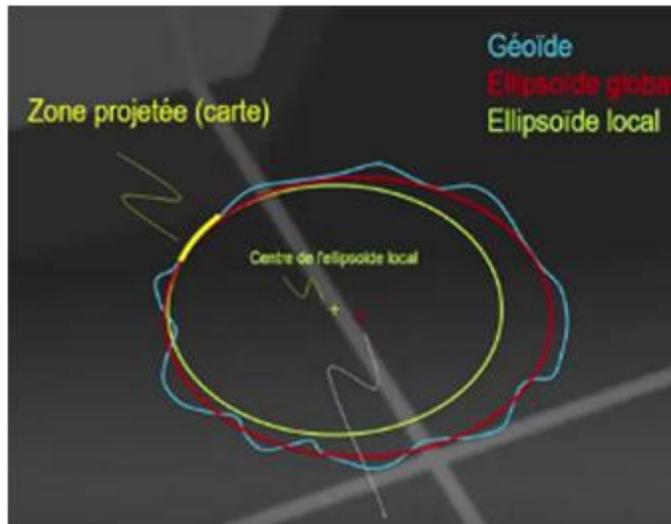


Figure 19:L'ajustement du géοide

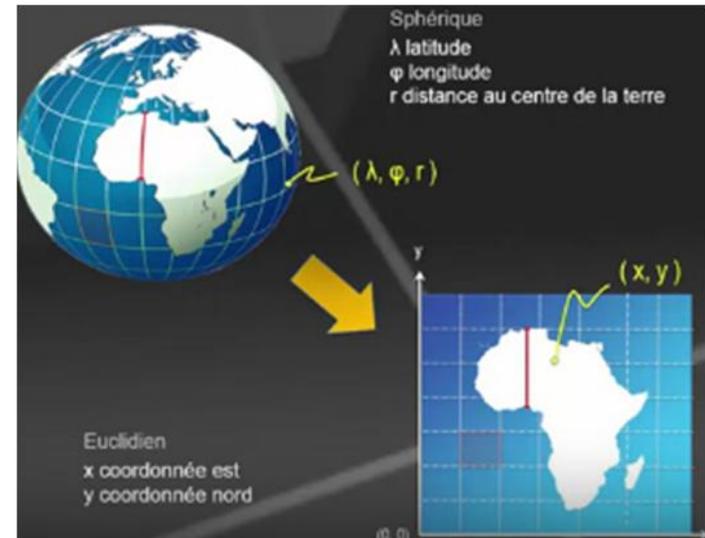


Figure 20:Projection géοmétrique sur une surface plane

La projection cylindrique :

Placer le globe terrestre à l'intérieur d'un cylindre généralement tangent, même si celui qui est représenté ici ne l'est pas, puis à projeter les points de la surface du globe sur les parois du cylindre, à découper le cylindre et à le déplier pour obtenir la carte

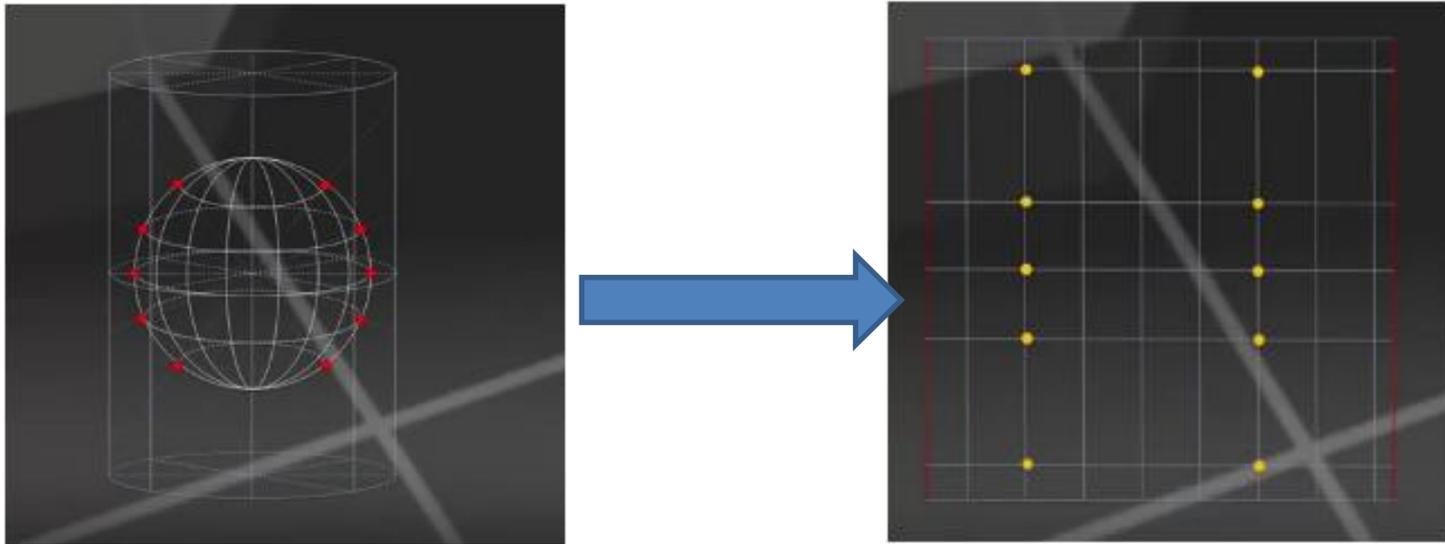


Figure 21:La projection cylindrique (cours du Mooc EPFL)

La forme la plus courante de projection cylindrique est la projection de Mercator qui est une projection conforme qui conserve donc les angles ou les directions.

Parmi les autres projections cylindriques, on peut relever la projection de Gall-Peters, qui est une projection équivalente, qui préserve donc les surfaces et qui donne une vision un peu différente de la planète, que celle à laquelle on est habituée.

Cette projection présente une zone de trois degrés de part et d'autre du grand cercle de tangence où les autres propriétés, la surface et la distance, sont suffisamment peu altérées pour que la cartographie soit fiable. La projection UTM est très largement utilisée avec des déclinaisons, des paramètres donc qui dépendent de la longitude du lieu. Ainsi, par exemple, on utilise UTM 28 au Sénégal, bien, UTM 40 aux Seychelles.

La projection conique :

La forme la plus courante de projections coniques est la projection conforme de Lambert, qui est donc également une projection qui conserve les directions ou les angles. Cette projection possède également un parallèle de tangence qui définit une zone cartographiable où les surfaces et les distances sont peu altérées par la projection. Cette projection conforme de Lambert est utilisée par les Français.

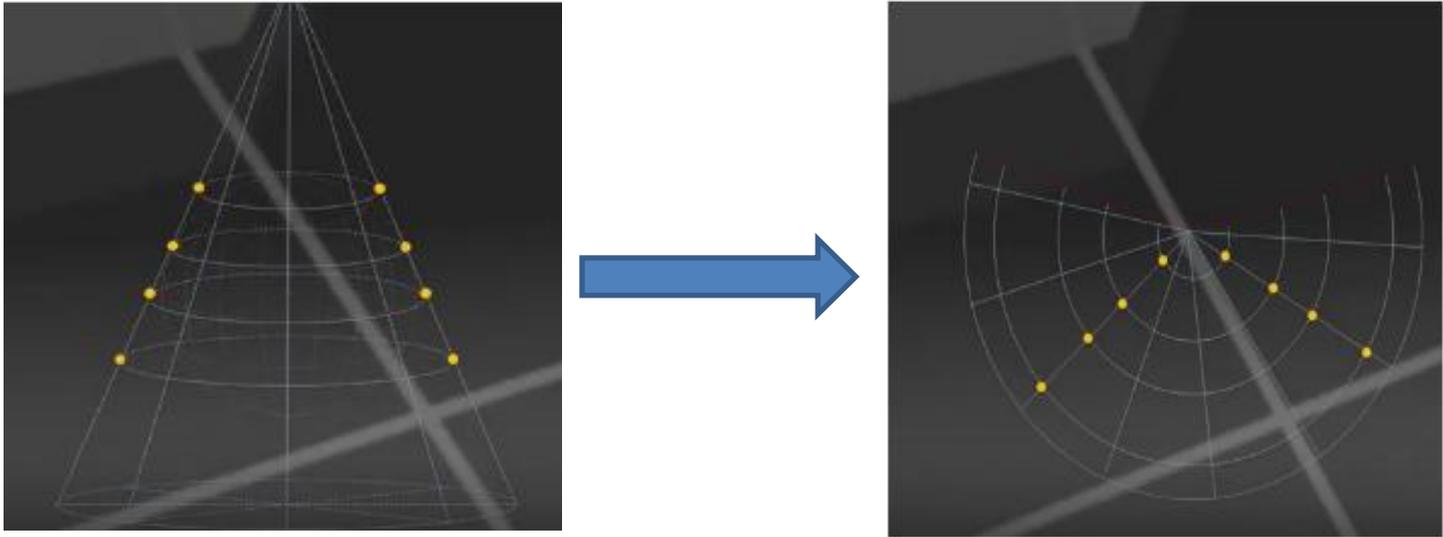


Figure 22: La projection conique

La projection azimutale :

Le principe de la projection azimutale consiste à placer un plan tangent en un point de l'ellipsoïde de révolution puis à projeter les points de la surface de l'ellipsoïde sur ce plan tangent, qui devient au final la carte. Les différents types de projections azimutales se distinguent par la position du centre de projection, qui peut être au centre de la terre pour les projections gnomoniques, aux pôles pour les projections stéréographiques, placée à l'infini pour les projections orthographiques, qui sont donc des projections où chaque point est projeté orthogonalement sur le plan tangent.

La projection azimutale :

Le principe de la projection azimutale consiste à placer un plan tangent en un point de l'ellipsoïde de révolution puis à projeter les points de la surface de l'ellipsoïde sur ce plan tangent, qui devient au final la carte. Les différents types de projections azimutales se distinguent par la position du centre de projection, qui peut être au centre de la terre pour les projections gnomoniques, aux pôles pour les projections stéréographiques, placée à l'infini pour les projections orthographiques, qui sont donc des projections où chaque point est projeté orthogonalement sur le plan tangent.

Figure 23:La projection azimutale

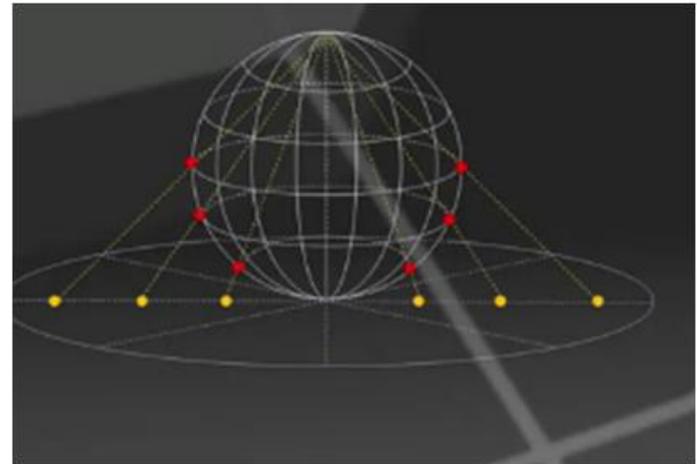
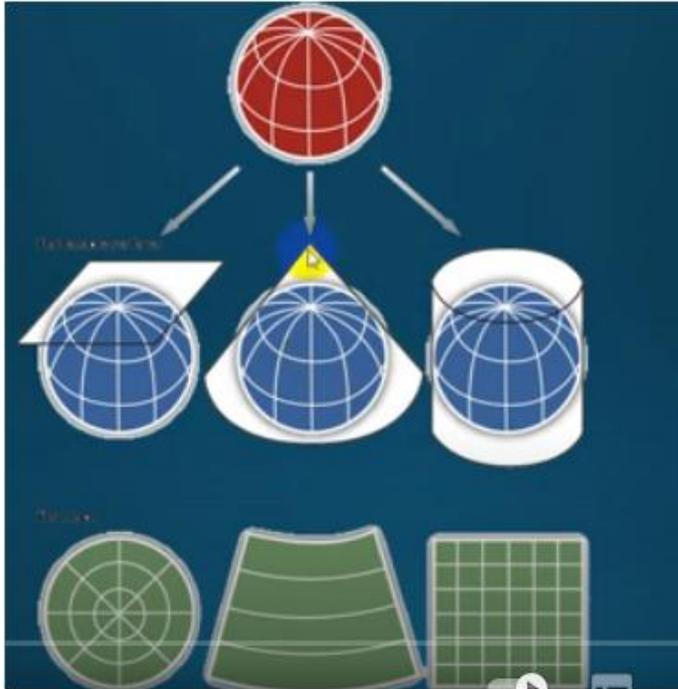


Figure 23:La projection azimutale

Les types de projection (<https://www.youtube.com/watch?v=i87ufVGaSIM>)

*Le code EPSG :

European Petroleum Survey Group :

Organisation scientifique de géodésie, mensuration et cartographie liée à l'exploration pétrolière. Elle compile et diffuse une base de données des systèmes de projection, permet de caractériser les systèmes de projection qui n'est pas le seul mais le plus courant.

- Latitude/longitude pour WGS84
EPSG 4326
- Web Mercator, utilisé par les globes virtuels (e.g. Google, Bing, etc.)
EPSG 3857
- Projection Suisse
EPSG 21781
- UTM 40 S, utilisée aux Seychelles
EPSG 32740

Comment acquérir les données géographiques ?

Mesure astronomique :

La latitude par des mesures directes peut également être obtenue en mesurant la hauteur sur l'horizon d'un astre dont la position est connue. Ces positions sont décrites par des tables astronomiques ou éphémérides qu'il faut avoir sous la main pour effectuer cette mesure.

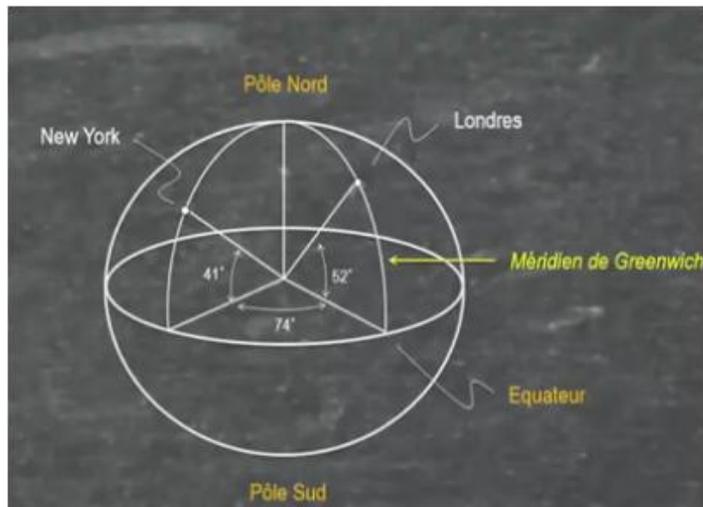


Figure 24: mesures longitudinale

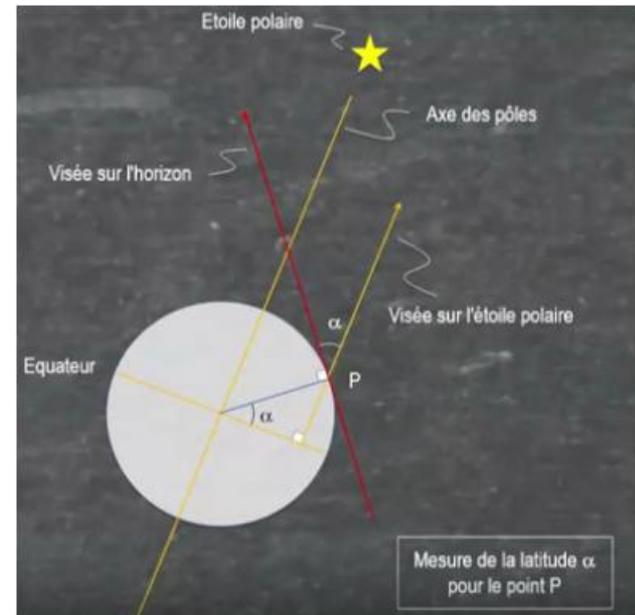


Figure 25: mesures de latitude

Comment acquérir les données géographiques ?

Mesure astronomique :

La longitude : la mesure de la longitude est beaucoup plus délicate en raison de la rotation de la terre. Cette mesure a constitué un des principaux défis de la navigation maritime jusqu'au XVIIIe siècle, et c'est la raison pour laquelle les cartes qui datent d'avant cette époque ont parfois des formes un peu biscornues.

Les mesures astronomiques n'étant pas toujours très simples, elles ont été complétées par des mesures terrestres, par triangulation, qui comptent des mesures d'angles effectuées à l'aide d'un appareil appelé théodolite, et des mesures de distances effectuées à l'aide de tachéomètres. Ces derniers permettent de lire directement la distance sur une échelle graduée à partir d'un intervalle de mesures définies dans la lunette de l'appareil de visée.

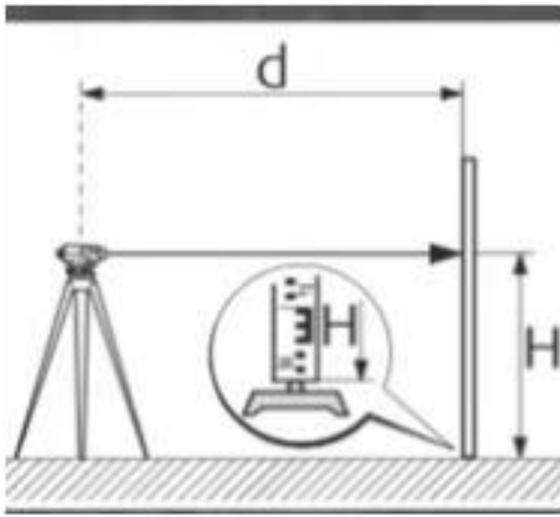


Figure 25: mesures de distance et de hauteur
Figure 26: Le théodolite et le tachéomètre (par ordre)
et latitude



Les méthodes de triangulation sont complétées par des méthodes de nivellement, destinées à la détermination des altitudes par des mesures de niveaux. L'équipement est constitué d'une lunette de visée posée sur un trépied et d'une échelle graduée qu'un opérateur tient à une certaine distance. Et les altitudes sont reportées de proche en proche par une vision horizontale vers l'arrière et vers l'avant, qui permet ensuite d'effectuer un calcul de compensation et d'obtenir l'altitude du point d'arrivée.

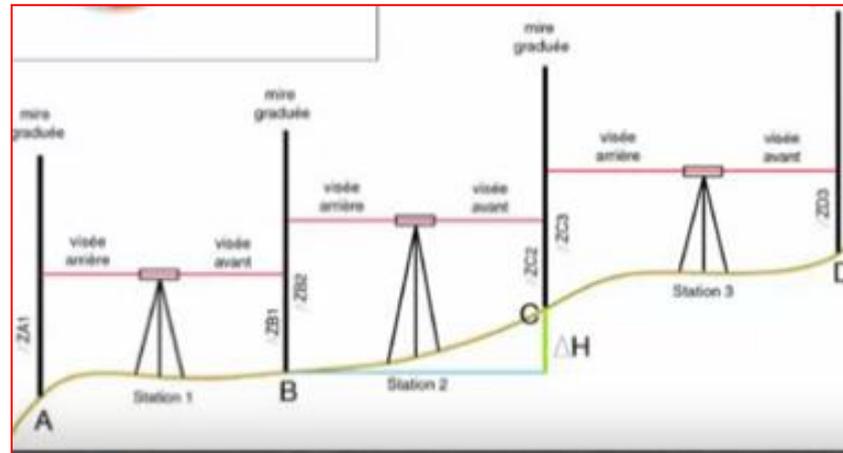


Figure 25: mesures dFigure 26:Le théodolite et le tachéomètre (par ordre) e latitude

Les méthodes de mesure astronomiques et terrestres qui ont été principalement utilisées jusqu'à il y a une trentaine d'années sont de plus en plus souvent supplantées par les méthodes satellitaires, le GPS (Global Positioning System), et le GPS différentiel, qui permettent d'obtenir les coordonnées d'un point, donc le positionnement à partir des signaux émis par une série de satellites qui sont spécifiquement dédiés à cette mesure.

Les méthodes d'acquisition de données de positionnement avec les mesures par laser ou lidar pour light detection and ranging.

Le principe de la mesure est assez simple puisqu'on a un laser qui émet un faisceau lumineux..

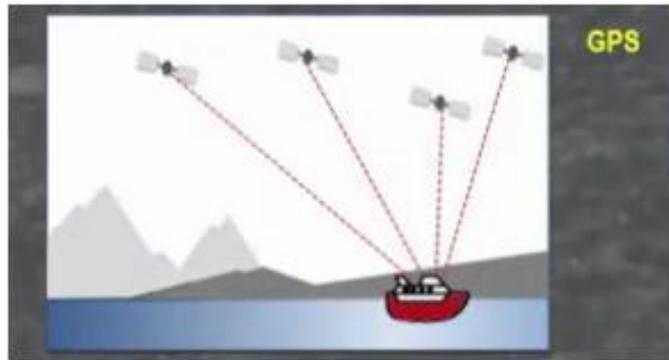


Figure 28: le GPS (Global Positioning System)

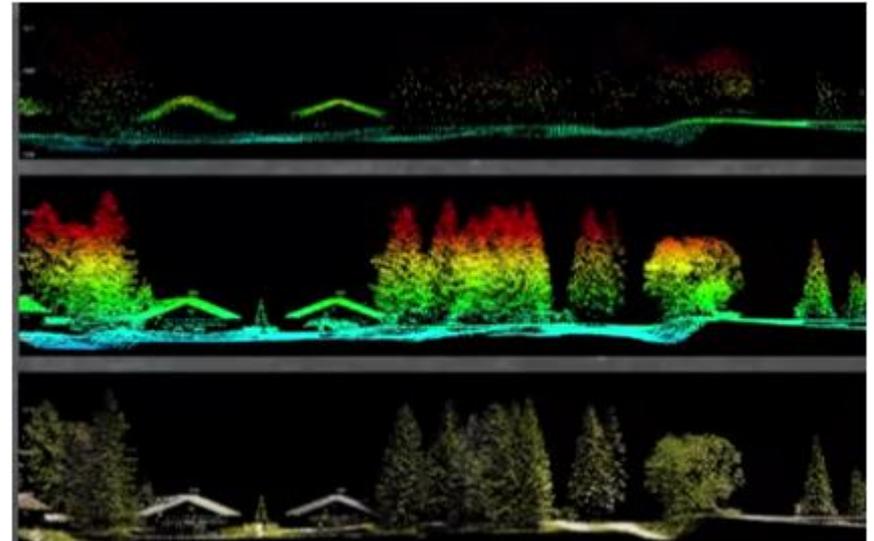


Figure 29: les mesures par laser ou lidar

Ce faisceau entre en interaction avec les obstacles qu'il rencontre et envoie un signal en retour qui est lui capté par un système optique filtré, détecté et qui permet en fait de positionner les points interceptés dans l'espace. L'application de ce principe de mesure est possible

dans des systèmes embarqués à bord d'avions.

On parle alors de lidar aérien avec l'acquisition de réseaux de points tridimensionnels qui permettent de reconstituer

Les mesures physiques ponctuelles sont complétées par de l'imagerie aérienne et satellitaire qui se caractérise par le type de vecteur utilisé, des drones, des hélicoptères, des avions, etc. et par le type de capteur utilisé, visible, proche infrarouge, infrarouge thermique, etc.

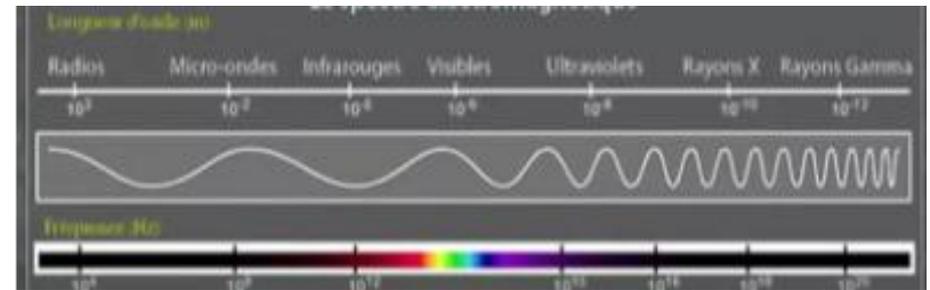
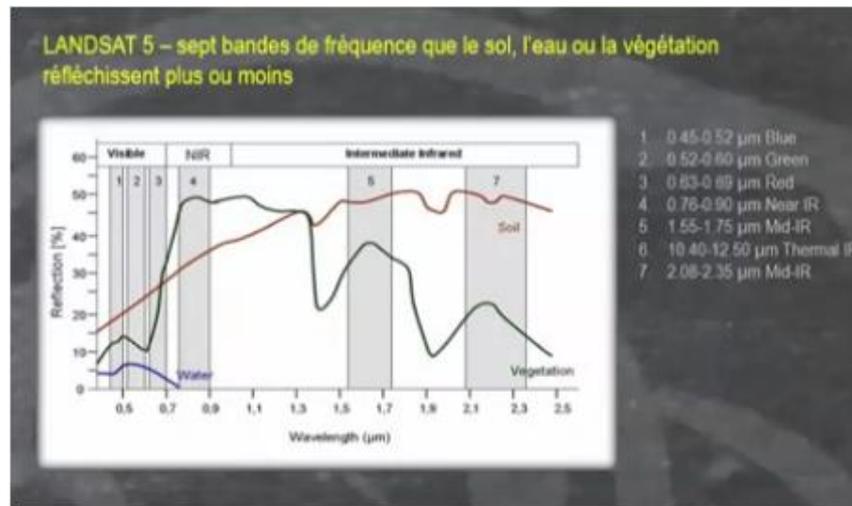


Figure 30: Le spectre électromagnétique

Ce faisceau entre en interaction avec les obstacles qu'il rencontre et envoie un signal en retour qui est lui capté par un système optique filtré, détecté et qui permet en fait de positionner les points interceptés dans l'espace. L'application de ce principe de mesure est possible

dans des systèmes embarqués à bord d'avions.

On parle alors de lidar aérien avec l'acquisition de réseaux de points tridimensionnels qui permettent de reconstituer

Sept bandes de fréquences sont mesurées et elles réfléchissent plus ou moins fortement en fonction de la nature du substrat qu'elles rencontrent. Donc, on a des bandes spectrales particulièrement sensibles à la présence de végétation, à la présence d'eau, etc.

Et ces diverses combinaisons de bandes spectrales permettent de mettre en évidence divers phénomènes.

Ainsi, une image dont les canaux rouges, verts et bleus sont constitués par les bandes 3, 2, 1 d'une image Landsat donne une image visible, une image en fausse couleur avec les bandes 7, 5 et 3, une image infrarouge avec les bandes 4, 3 et 2, puisque le 4 est dans le proche infrarouge, et une image qui met en évidence la présence de végétation en combinant les bandes 7, 4 et 2. Les bandes de l'infrarouge thermique sont utilisées pour cartographier parfois à très grande échelle et avec une très bonne résolution les températures,



Figure 32 :Image visible Bande 3-2-1

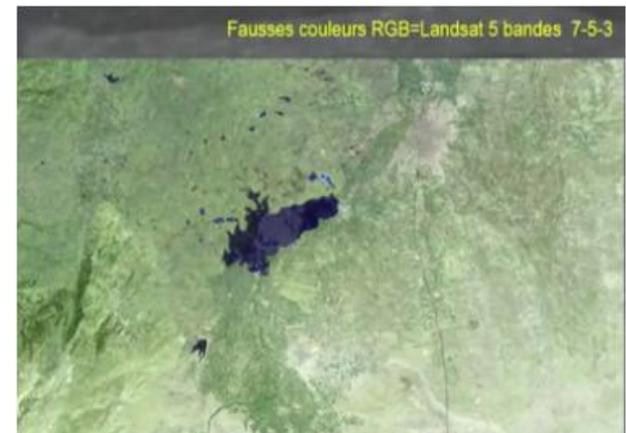


Figure 33 : fausse couleur Bande 7-5-3



Figure 34:Infrarouge 4-3-2

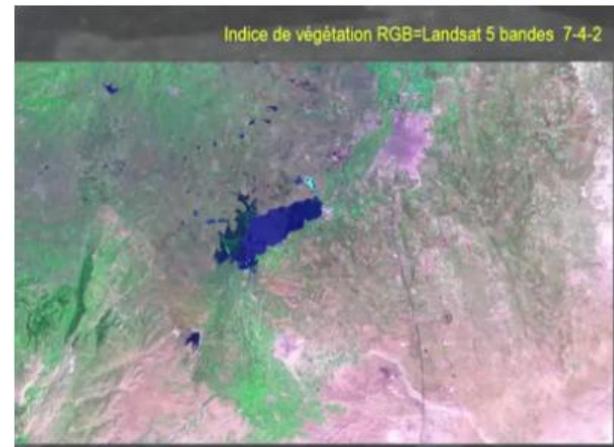


Figure 35:Indice de végétation 7-4-2

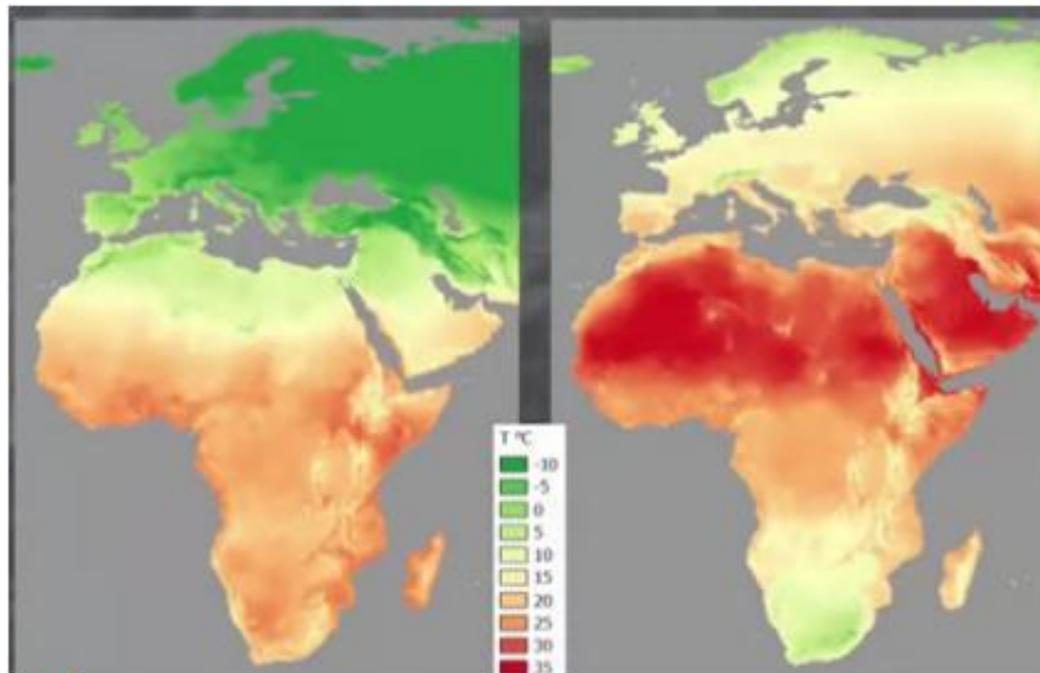


Figure 36:Infrarouge thermique

Références:

- Abdelbaki, C. and Zerouali, M. (2012) 'Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution a sa gestion a l'aide d'un système d'information géographique-Cas du chef lieu de commune de Chetouane-wilaya de Tlemcen Algérie', *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (10).
- Aram, F. *et al.* (2019) 'Urban green space cooling effect in cities', *Heliyon*. Elsevier, 5(4), p. e01339.
- Jin, N. *et al.* (2022) 'Assimilating remote sensing data into a crop model improves winter wheat yield estimation based on regional irrigation data', *Agricultural Water Management*. Elsevier, 266, p. 107583.
- Haddad, K. and Vizakos, N. (2021) 'Air quality pollutants and their relationship with meteorological variables in four suburbs of Greater Sydney, Australia', *Air Quality, Atmosphere & Health*. Springer, 14(1), pp. 55–67.
- Morley, C. and Figueiredo, M. B. (2016) 'Impact des processus de recherche sur les organisations-Le cas du domaine «systèmes d'information»', *Revue française de gestion*. Lavoisier, 42(261), pp. 21–38.
- Seeberg, G. *et al.* (2022) 'Evaluating the Potential of Landsat Satellite Data to Monitor the Effectiveness of Measures to Mitigate Urban Heat Islands: A Case Study for Stuttgart (Germany)', *Urban Science*. MDPI, 6(4), p. 82.
- Tariq, A. *et al.* (2021) 'Monitoring land use and land cover changes using geospatial techniques, a case study of Fateh Jang, Attock, Pakistan', *Geography, Environment, Sustainability*, 14(1), pp. 41–52. doi: 10.24057/2071-9388-2020-117.