

BOÎTE À OUTILS SIG

PARTIE 2 : LES CONCEPTS CLÉS EN SIG

COORDONNÉES, PROJECTIONS,
TYPES DE DONNÉES

CARTONG

Créée en 2006, CartONG est une ONG française support spécialisée en gestion de l'information qui a vocation à mettre la donnée au service des projets humanitaires, de développement et d'action sociale. Nous cherchons à améliorer la qualité et la redevabilité des activités terrain, notamment par une meilleure évaluation des besoins et un meilleur suivi/évaluation. En tant que centre de ressources et d'expertises pluridisciplinaire, nous accompagnons les stratégies et les opérations de nos partenaires. Nos équipes soutiennent également le secteur en produisant de la documentation, en renforçant les capacités et en sensibilisant aux défis techniques, stratégiques et éthiques des technologies numériques.

Cette boîte à outils a été réalisée par l'équipe de CartONG, en particulier Marie Beeckman, Gilles Cazaban et Luc Kpogbe. Cette deuxième partie a notamment bénéficié de la relecture avisée de Brice Pruvost et Eliot Sotty.

CONTENU

La cartographie et les SIG mobilisent de nombreux concepts qu'il est nécessaire de maîtriser pour pouvoir utiliser et comprendre pleinement les outils. Cette deuxième partie de la boîte à outils SIG aborde les notions de SIG, couches, type de données, tables attributaires, coordonnées et projections.

REMERCIEMENTS



La présente publication bénéficie du soutien de l'Agence Française de Développement (AFD). Néanmoins, les idées et les opinions présentées dans ce document ne représentent pas nécessairement celles de l'AFD.

La boîte à outils SIG est mise à disposition sous Creative Commons
[Attribution – ShareAlike 4.0 International Licence](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1. ESSOR DE LA CARTOGRAPHIE ET DES SIG | 4 |
| 2. QU'EST-CE QU'UN SIG ? | 5 |
| 2.1. LES COMPOSANTES D'UN SIG..... | 5 |
| 2.2. ET LA CARTOGRAPHIE ? | 6 |
| 2.2.1. DES CARTES STATIQUES | 6 |
| 2.2.2. DES CARTES DYNAMIQUES | 6 |
| 3. QUELQUES CONCEPTS CLES | 7 |
| 3.1. LES COUCHES..... | 7 |
| 3.2. TABLE ATTRIBUTAIRE DES COUCHES..... | 8 |
| 3.3. LES DONNEES VECTEUR ET RASTER..... | 8 |
| 3.3.1. RASTER..... | 9 |
| 3.3.2. VECTEUR..... | 10 |
| 3.4. LES GÉOMÉTRIES | 10 |
| 3.5. COORDONNEES, SYSTEMES DE COORDONNEES ET PROJECTIONS..... | 11 |
| 3.5.1. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES | 11 |
| 3.5.2. SYSTEME DE COORDONNEES..... | 12 |
| 3.5.3. LES SYSTEMES DE PROJECTION..... | 13 |
| 4. EXEMPLES D'OUTILS ET LOGICIELS SIG | 15 |
| 4.1. OUTILS DE COLLECTE DE DONNEES | 15 |
| 4.2. LOGICIELS DE CARTOGRAPHIE / SIG | 16 |
| 5. EXEMPLES D'OUTILS DE WEBMAPPING | 17 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|--|-----------|
| ILLUSTRATION 1 - MAPATHONS | 4 |
| ILLUSTRATION 2 - ATELIER DE CARTOGRAPHIE SENSIBLE | 4 |
| ILLUSTRATION 3 - BIAIS DE LECTURE DU NOMBRE DE CAS DU COVID-19 | 5 |
| ILLUSTRATION 4 - LES COMPOSANTES D'UN SIG | 6 |
| ILLUSTRATION 5 - LES COUCHES D'UN SIG | 7 |
| ILLUSTRATION 6 - LA TABLE ATTRIBUTAIRE | 8 |
| ILLUSTRATION 7 - DONNEES VECTEUR ET RASTER | 9 |
| ILLUSTRATION 8 - ILLUSTRATIONS D'ANALYSES AVEC DE LA DONNEE VECTORIELLE | 10 |
| ILLUSTRATION 9 - GEOMETRIES DANS UN SIG | 11 |
| ILLUSTRATION 10 - UTILISATION VARIEE DE GEOMETRIES POUR UNE MEME DONNEE | 11 |

| | |
|---|----|
| ILLUSTRATION 11 - LATITUDE ET LONGITUDE | 12 |
| ILLUSTRATION 12 - PASSAGE D'UNE SURFACE RONDE A UNE SURFACE PLANE..... | 13 |
| ILLUSTRATION 13 - TYPES DE PROJECTION | 13 |
| ILLUSTRATION 14 - DEFORMATION DES SURFACES TIREE DE HTTPS://THETRUESIZE.COM | 14 |
| ILLUSTRATION 15 - OUTILS DE COLLECTE DE DONNEES | 15 |
| ILLUSTRATION 16 - OUTILS DE CARTOGRAPHIE / SIG..... | 16 |
| ILLUSTRATION 17 - OUTILS DE WEBMAPPING | 17 |

1. ESSOR DE LA CARTOGRAPHIE ET DES SIG

Au fil des années, le domaine de la cartographie a beaucoup évolué et est devenu plus accessible. Cet essor s'explique par :

- Une **amélioration des outils et des méthodes** de traitement de données.
- L'**accès** d'un plus grand nombre de personnes aux outils informatiques et numériques.
- Le « **coût** » des logiciels de cartographie qui n'est plus un facteur bloquant avec la multiplication d'outils libres et gratuits.
- La multiplication de **sources de données géographiques** accessibles gratuitement en ligne.



Un **outil libre** est un logiciel qui peut être utilisé, modifié et redistribué sans restriction par la personne à qui il a été distribué. Il n'est pas forcément gratuit mais est toujours diffusé sous une Licence libre.

Ce développement technique s'accompagne de nouvelles méthodes et approches plus inclusives, notamment la **cartographie participative**, la **cartographie communautaire**¹ et la **cartographie sensible**².



Illustration 1 - Mapathons



Illustration 2 - Atelier de cartographie sensible

Cette « **démocratisation** » a vu le nombre de producteur·trice·s et demandeur·euse·s de cartes croître considérablement. Des acteur·trice·s de divers secteurs d'activités ont de plus en plus besoin de productions cartographiques. C'est par exemple le cas des **ONG, des organes de presse, des bureaux d'études, de la société civile, des entreprises, des organismes de recherches**, etc.

¹ Pour une définition de ce terme, voir <https://cicada.world/fr/recherche/themes/cartographie-communautaire/>

² Pour une définition approfondie, se réfère à la Boîte à outils d'animation d'ateliers de médiation artistique autour de la cartographie sensible : <https://www.im-portal.org/boite-a-outils-animer-ateliers-mediation-artistique-cartographie-sensible>

Il est important de prendre connaissance **des concepts** et **des règles de base de la cartographie**, afin d'éviter de produire des cartes contenant des erreurs de représentation et induisant des biais dans l'interprétation des données.



Des biais en cartographie ? La manière de traiter statistiquement les données et de le représenter visuellement peut orienter la lecture d'une carte³.

Dans cet exemple, **les deux cartes affichent la même donnée, mais la représentation visuelle diffère**. Sur la première carte, la faible différence de taille entre le plus et le plus gros cercle écrase les différences entre les pays. La seconde carte quant à elle permet de mieux saisir les différences entre pays : L'Allemagne et la France semblent avoir la même valeur sur la première alors que ce n'est pas le cas.

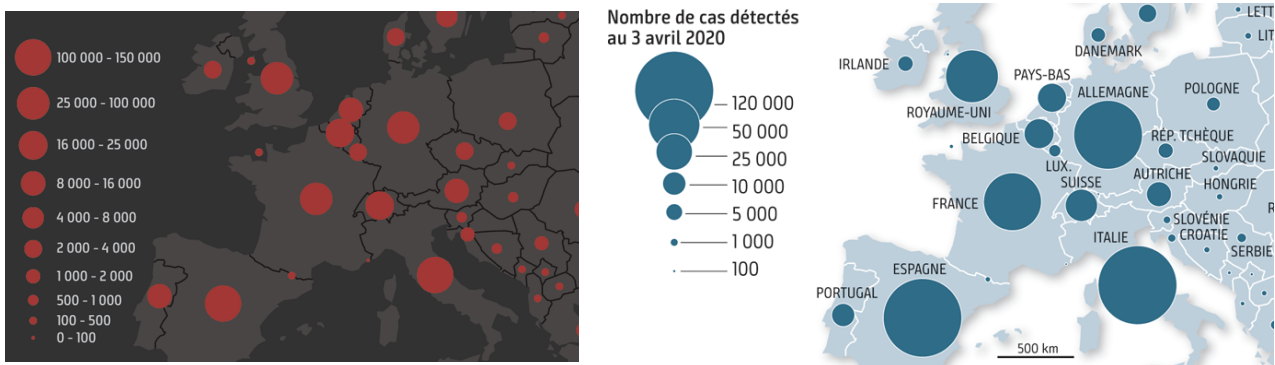


Illustration 3 - Biais de lecture du nombre de cas du Covid-19

C'est pourquoi, pour se lancer concrètement dans la cartographie, il est indispensable d'avoir une bonne compréhension globale des concepts mobilisés dans les **SIG** et de la **sémiologie graphique** (voir *Partie 5 : Les règles de base*). Cette prise en main est nécessaire pour produire **des cartes « logiques »**, **graphiquement « correctes »** et répondant à **un besoin clairement identifié**.

2. QU'EST-CE QU'UN SIG ?

2.1. LES COMPOSANTES D'UN SIG

Un Système D'information Géographique se présente comme un **système informatique permettant de traiter, représenter et analyser tous les objets et événements qui existent ou se produisent sur la terre** (*l'information géographique*). Cet ensemble est constitué de plusieurs composants aussi importants les uns que les autres : les données, le matériel, les logiciels, les méthodes et les utilisateur·trice·s. Le schéma suivant nous permet d'avoir un aperçu de l'ensemble de ses composantes.

³ Le coronavirus et son traitement cartographique est un très bon exemple : <http://cartonumerique.blogspot.com/2020/01/cartographie-epidemies.html>

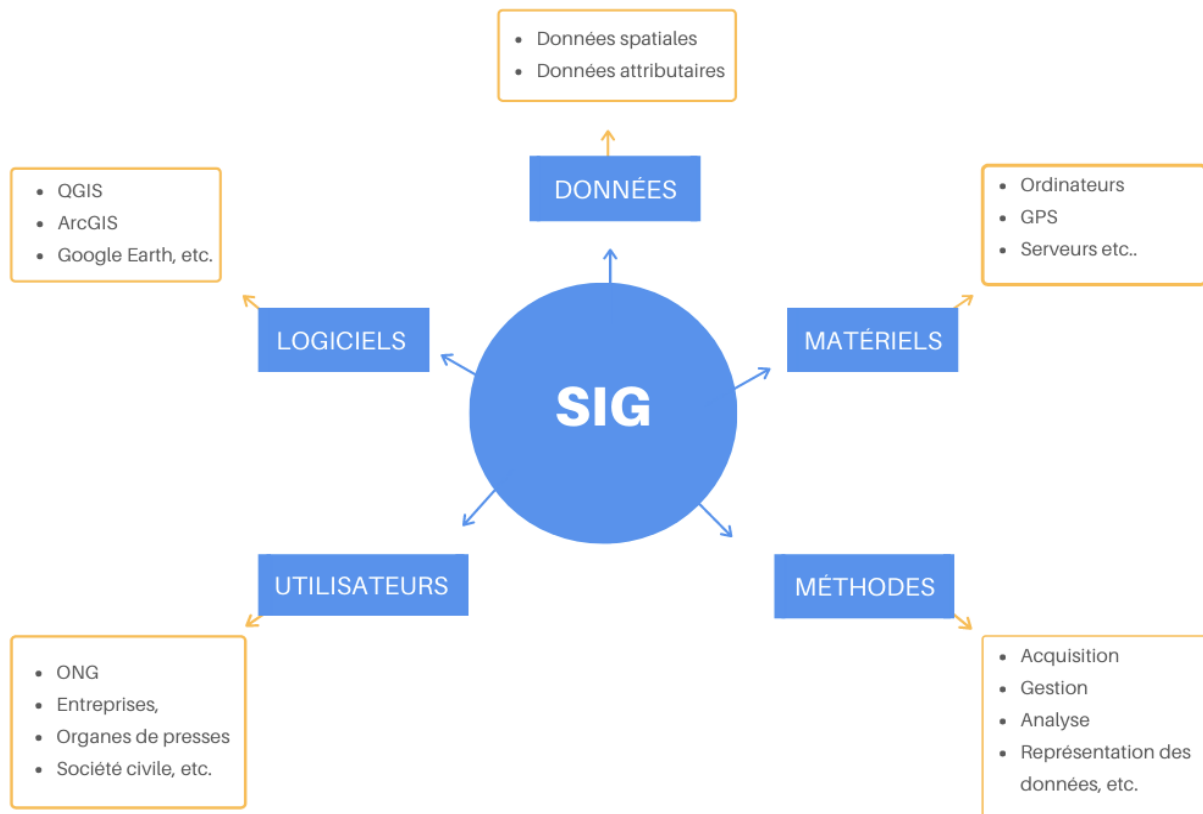


Illustration 4 - Les composantes d'un SIG



L'**information géographique** est la représentation dans l'espace d'un objet ou d'un phénomène, qu'il soit réel ou non.

2.2. ET LA CARTOGRAPHIE ?

Partie intégrante des systèmes d'information géographique, la **cartographie** a pour objectif la conception et la réalisation de cartes. Elle mobilise des concepts et enjeux similaires à ceux liés au SIG. La carte est l'un des produits finaux possible grâce au SIG, bien que la création de carte ne passe pas forcément par l'utilisation de logiciels de SIG.

2.2.1. DES CARTES STATIQUES

Le premier format de production de carte est le **format statique**, le plus classique. On retrouve de nombreux logiciels qui, sans être des SIG, permettent de produire ce genre de cartes. C'est le cas de Google Earth, Magrit ou encore Khartis (cf. *Partie 4 : Tutoriels Outils*).

2.2.2. DES CARTES DYNAMIQUES

La multiplication d'outils de visualisation cartographiques dans notre quotidien tels que Google Maps ou Bing Maps élargit l'utilisation de la carte au seul support statique. Ce format de **cartes dynamiques** correspond aux technologies de *webmapping*. Le *webmapping* correspond à la diffusion de données cartographiques via un site web où L'utilisateur·trice peut accéder à l'information disponible et interagir avec.



Carte statique vs Carte dynamique

On distingue les cartes **statiques**, sous format d'image, que l'on peut imprimer, des cartes **dynamiques**, que l'on visualise sur un navigateur web et qui permettent d'interagir avec la carte (zoomer, afficher/masquer une couche, cliquer sur la donnée).

On distingue des outils clé-en-main de *webmapping*, tels que uMap ou GoGoCarto (voir *Partie 4 : Tutoriels Outils*), et des applications développées sur mesure qui se basent sur les mêmes technologies (bibliothèques *JavaScript*, architecture serveur, etc.). Nous ne traiterons pas ici de ces dernières qui nécessitent des compétences avancées en langages de développement web.

3. QUELQUES CONCEPTS CLÉS

Avant de manipuler des outils de cartographie / SIG, nous insistons sur le fait de prendre connaissance et de se référer aux **concepts** présentés ci-après. S'ils ne sont pas tous mobilisés dans certains logiciels de cartographie comme Google Earth, ils restent essentiels pour comprendre le fonctionnement des outils. C'est également un prérequis pour prendre en main QGIS via le tutoriel de la partie suivante.

3.1. LES COUCHES

Les SIG utilisent la notion de **couches** pour traiter les jeux de données géographiques. Une couche est **un ensemble d'objets géographiques de même type** (ex : une couche de routes, une couche de points d'eau) pouvant provenir de différentes sources sur lequel on peut réaliser des analyses ou appliquer des représentations à l'aide de symboles et d'étiquettes.

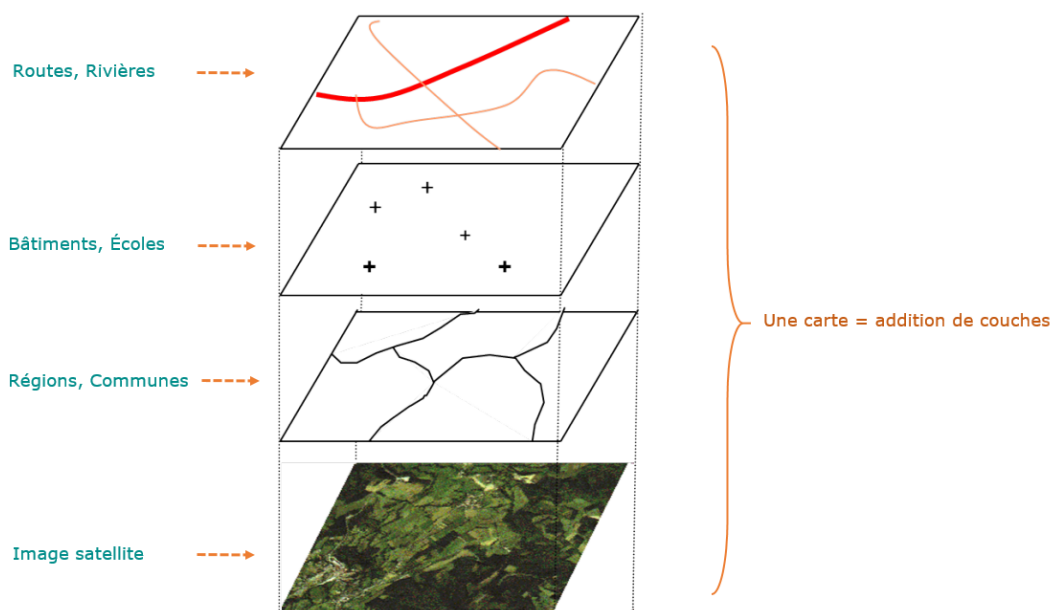


Illustration 5 - Les couches d'un SIG

Chaque carte est le résultat d'une **compilation de différentes couches** affichées les unes sur les autres dans un ordre spécifique.

3.2. TABLE ATTRIBUTAIRE DES COUCHES

Un des points qui distingue les SIG des outils de graphisme, c'est que les couches ne sont pas seulement composées d'**éléments géométriques** (points, lignes ou polygones : concept développé plus bas). À chaque couche est également associée ce qu'on appelle une "**table attributaire**". Cette table contient des informations ("attributs") sur chaque élément de la couche. Pour une couche recensant des villes par exemple, ces "attributs" peuvent être : le nom, le code postal, la population, le type de ville, etc.

Ces informations sont stockées dans une table, composée de lignes et de colonnes. Chaque ligne correspond à un élément géométrique et chaque colonne correspond à un attribut. Le nombre de lignes et de colonnes dépend donc du nombre d'éléments dans la couche et du nombre d'attributs associés. Comme dans une table Excel, les colonnes et les informations qu'elles contiennent peuvent être de différents types : nombre, texte, date, etc.

Sur l'illustration ci-dessous, nous pouvons voir la couche de données sur 4 communes de la *Bretagne*, ainsi que sa table attributaire avec différentes colonnes qui sont autant d'**attributs (id, nom_comm, code_insee, code_dept)**.

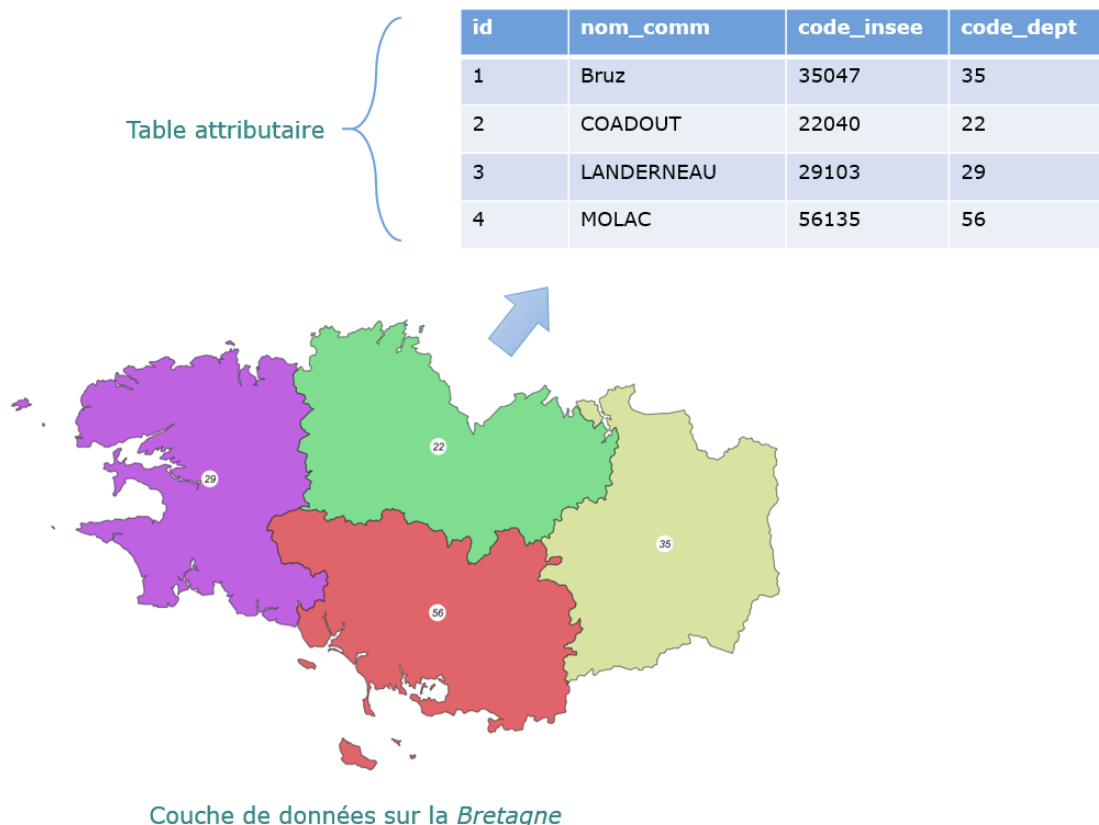


Illustration 6 - La table attributaire

3.3. LES DONNEES VECTEUR ET RASTER

Les données géographiques ont deux modes de représentations : le **mode vectoriel** et le **mode raster**. Ces modes de représentation numériques, grâce à leurs caractéristiques propres, permettent des traitements différents tant en termes d'analyse spatiale que de représentation.

Pourquoi distinguer les deux ? Selon la donnée que l'on souhaite afficher / chercher en ligne, je vais m'orienter vers l'un ou l'autre type de donnée géographique. On ne procède pas aux mêmes analyses selon le type de donnée.

3.3.1. RASTER

Pour faire simple, la donnée **raster** représente le monde réel au travers d'une image. Un raster se compose d'une matrice de **cellules**, ou **pixels**, organisées en lignes et en colonnes (grille) dans laquelle chaque cellule a une valeur représentant des informations du monde réel.

Comme en photographie, une caractéristique clé des rasters en SIG est la **résolution**. Celle-ci définit la taille des pixels et donc la précision de la donnée.

Les données topographiques sont des exemples de données de type raster. Dans ce type de raster chaque pixel a une valeur correspondant à l'*altitude*.

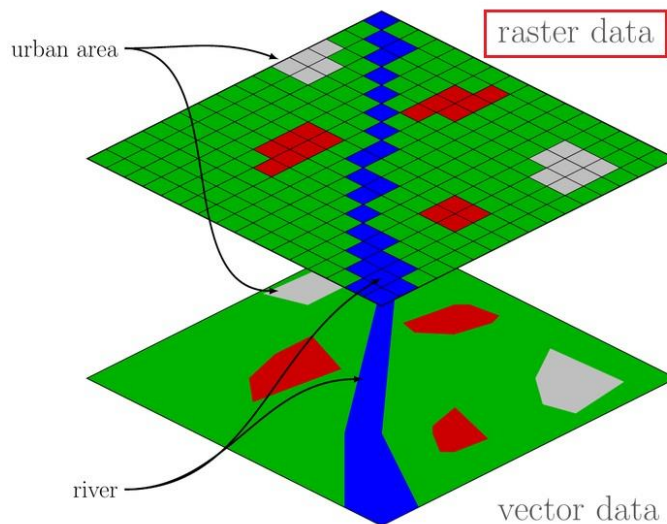


Illustration 7 - Données vecteur et Raster



Faible résolution :
1 pixel = 1km de côté
Je ne distingue pas les bâtiments à l'échelle de la ville



Haute résolution :
1 pixel = 10m de côté
Je distingue les bâtiments à l'échelle de la ville

Les rasters peuvent être utilisés pour représenter des données liées au **relief ou à la température**. Ils peuvent aussi représenter des données **d'occupation du sol**. Dans ce cas, la valeur de chaque pixel correspond à une catégorie (1 = forêt, 2 = eau, etc.).



Quelle analyse avec une donnée raster ?

La donnée raster permet de procéder à des analyses comme **une évaluation des dommages** avant/après une catastrophe ou **un comptage de population** via les bâtiments visibles à l'imagerie satellite. On se base sur l'image satellite dans ce cas.

Contrairement aux couches de données vecteurs, les **données raster** n'ont pas de base de données (*composante attributive*) associée. Elles sont **géoréférencées** grâce aux **coordonnées x/y des pixels**.

3.3.2. VECTEUR

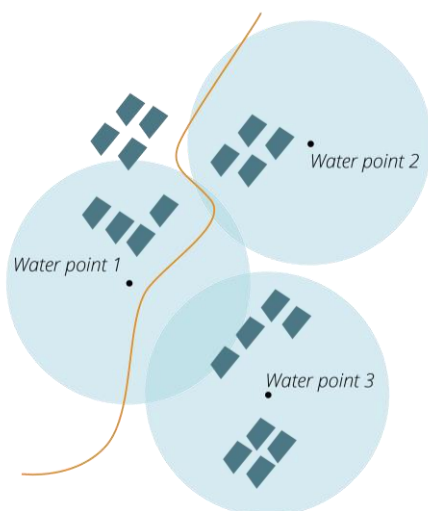
La **donnée vectorielle** représente quant à elle le monde réel à l'aide d'**objets géométriques (points, lignes et polygones)**. À chacun de ces objets sont associés des coordonnées géographiques permettant de les localiser dans l'espace. À ces coordonnées s'ajoutent une composante attributaire qui permet de décrire la donnée en fournissant des informations complémentaires (*nom de la localité, nombre d'habitants, type de localité, etc.*).



Quelle analyse avec une donnée vectorielle ?

La donnée vectorielle permet de procéder à des analyses sur base de la géométrie de la donnée :

- Croisement de données selon leur localisation (zone tampon)
- Statistiques spatiales (comptage de points d'eau par zone).
- Calculs de surface (densité)



Zone tampon



Comptage

Illustration 8 - Illustrations d'analyses avec de la donnée vectorielle

3.4. LES GÉOMÉTRIES

Dans un SIG, les **données** apparaissent sous forme de **géométries** et de **tables** et sont représentées de différentes manières en fonction du type de données.

Trois types de géométries existent pour représenter les objets géographiques :

- Les **points** pour représenter les *entités ponctuelles* (villes, projets, points d'eau, etc.)
- Les **lignes** pour représenter les *objets linéaires* (rivières, routes, etc.)
- Les **polygones** pour représenter les *éléments surfaciques* (communes, zonage, occupation du sol, etc.)

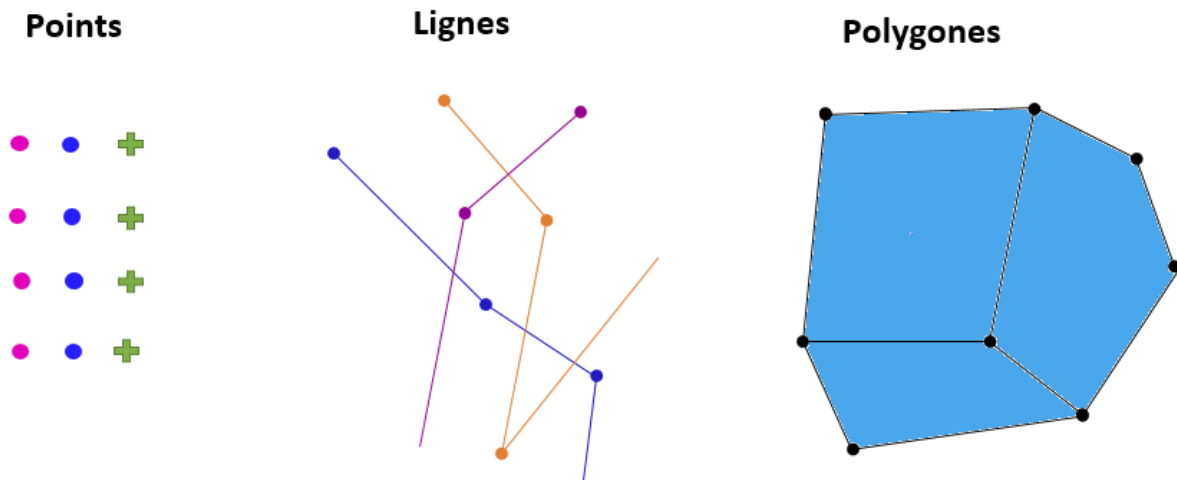


Illustration 9 - Géométries dans un SIG

Le choix de la géométrie pour représenter les données peut **varier en fonction de l'échelle de visualisation**.

Par exemple, il est préférable de représenter les hôpitaux sur une carte de la France par des points. Par contre, à l'échelle d'un quartier, on peut utiliser des polygones pour représenter l'emprise au sol des bâtiments de l'hôpital.

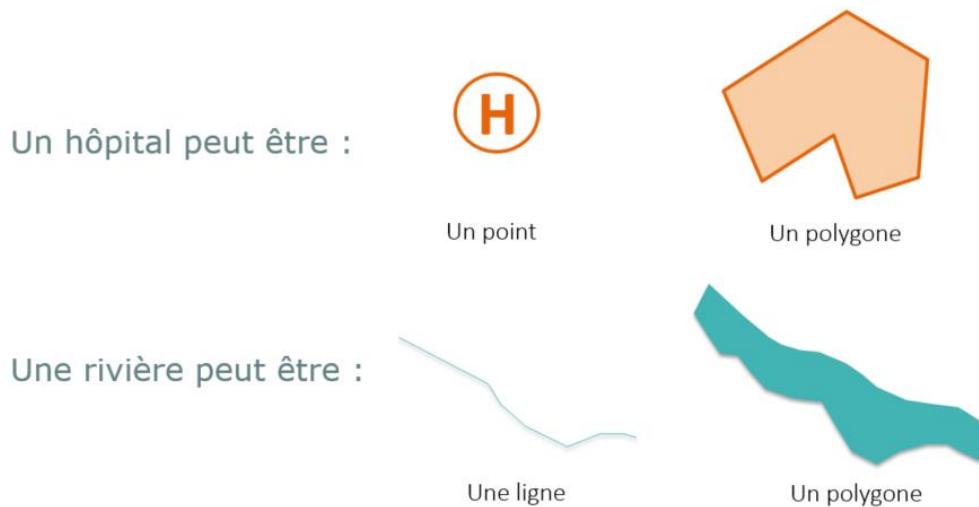


Illustration 10 - Utilisation variée de géométries pour une même donnée

3.5. COORDONNEES, SYSTEMES DE COORDONNEES ET PROJECTIONS

Se localiser et collecter des données géographiques nécessite de comprendre comment celles-ci sont gérées dans un Système d'Information Géographique.

3.5.1. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les **coordonnées géographiques** s'énoncent sous forme de degrés d'angles par rapport à un *méridien* et à un *parallèle* de référence, à savoir :

- **Le Méridien de Greenwich ou « méridien origine »** : méridien servant de référence internationale de longitude ;

- **L'Équateur** : ligne imaginaire perpendiculaire à l'axe de rotation de la terre à distance égale des deux pôles (nord et sud).

Ces valeurs d'angles sont appelées longitude et latitude, et il est important de bien maîtriser ces deux termes puisqu'une inversion risque de vous emmener bien loin de l'endroit souhaité. À vous de trouver votre moyen mnémotechnique

La **longitude (X)** correspond au positionnement **est/ouest** d'un point sur la Terre par rapport au Méridien de Greenwich. Elle peut prendre des valeurs comprises entre -180° (ouest) et $+180^\circ$ (est).

La **latitude (Y)** correspond au positionnement **nord/sud** d'un point sur la Terre par rapport à l'Équateur. Elle peut prendre des valeurs comprises entre -90° (sud) et $+90^\circ$ (nord).

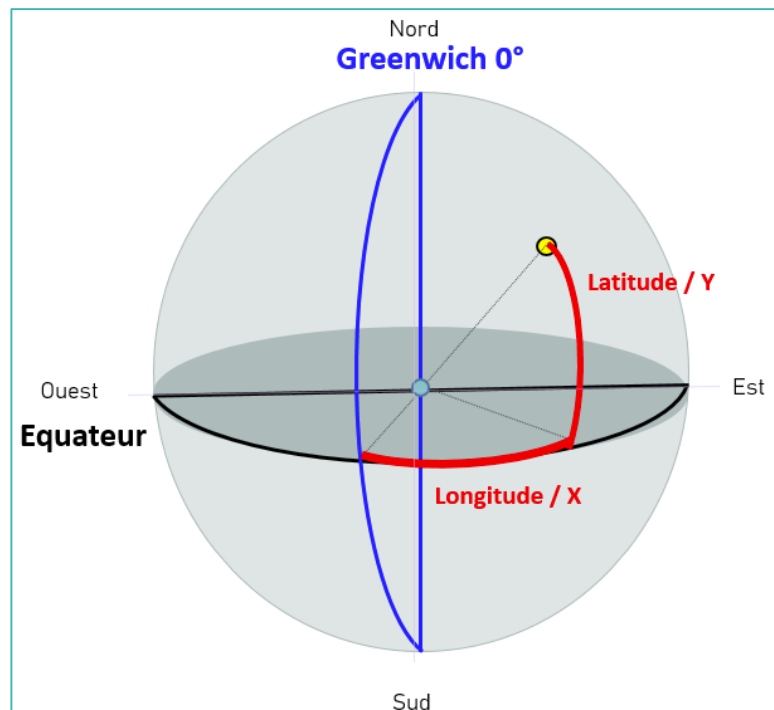


Illustration 11 - Latitude et Longitude

Par convention, les coordonnées sont exprimées en énonçant d'abord la longitude et ensuite la latitude.

Généralement, les **coordonnées géographiques** s'expriment en :

- **Degrés Minutes, Secondes (DMS)** $36^\circ 23' 35''$ N, $24^\circ 54' 45''$ E
- **Degré Décimaux (DD)** 36.39305555, 24.91249999

Notons qu'il est possible de faire la conversion de ces coordonnées d'un format à un autre, via de nombreux [outils en ligne](#).

3.5.2. SYSTÈME DE COORDONNÉES

Un **système de coordonnées** est un système de **référence** qui permet la localisation exacte d'un point à la surface de la Terre. Sans système de référence, les coordonnées n'ont pas de sens, elles doivent forcément y être associées⁴.

Le système le plus courant est le **WGS 84**, associé au système de positionnement GPS. D'autres systèmes existent, comme le RGF93 en France, mais le WGS84 reste celui le plus utilisé.

⁴ Pour approfondir sur ces questions de systèmes de références, coordonnées et projections, consultez <https://geodesie.ign.fr/index.php?page=srt>

3.5.3. LES SYSTEMES DE PROJECTION

Les **systèmes de projection** ont été développés afin de pouvoir représenter sur une carte en deux dimensions des informations provenant d'une forme sphérique. Faites l'exercice en épluchant une orange et essayez de mettre la peau à plat. Le principe est le même pour la Terre, pour la représenter sur une surface plane, il va falloir la découper, la déformer. La logique que l'on va suivre pour déformer la Terre est régi par le système de projection choisi.

Ci-dessous des images montrant des **exemples de projections** utilisées pour la représentation cartographique. En fonction du type de projection utilisé, des *déformations* plus ou moins importantes peuvent s'observer.



Illustration 12 - Passage d'une surface ronde à une surface plane

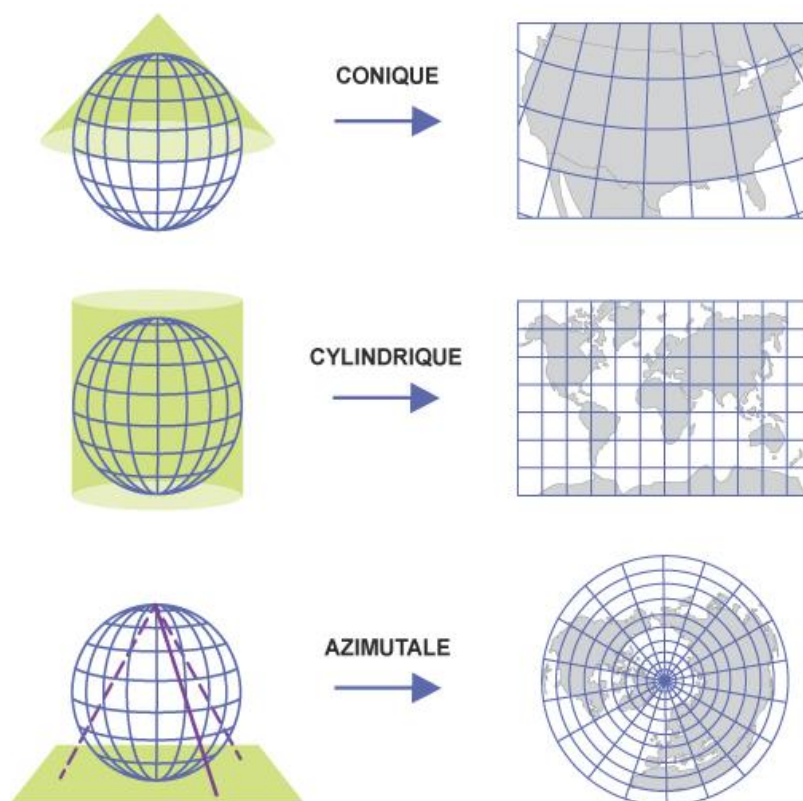


Illustration 13 - Types de projection

Prenons ici l'exemple de la **projection de Mercator** qui est de type **cylindrique** et la plus utilisée. Cette projection présente des **distorsions au niveau des pôles**. Ainsi, les régions situées au niveau des pôles apparaissent extrêmement grandes par rapport aux autres régions. **L'Afrique** semble avoir la même taille que le **Groenland**, ce qui n'est pas le cas en réalité. La figure suivante illustre bien la déformation des surfaces liée à cette projection.



Illustration 14 - Déformation des surfaces tirée de <https://thetruesize.com>

De tous ces exemples, nous pouvons retenir que :

- Toutes les projections sont « fausses » et déforment de façons différentes la réalité.
- Chaque projection a ses avantages et ses inconvénients⁵.
- Le choix de la projection a des influences sur la carte produite et l'expression de celle-ci.

⁵ Pour aller plus loin voir <https://www.thpanorama.com/blog/geografia/proyeccion-de-mercator-ventajas-desventajas-y-ejemplos.html>

4. EXEMPLES D'OUTILS ET LOGICIELS SIG

4.1. OUTILS DE COLLECTE DE DONNEES



Illustration 15 - Outils de collecte de données

4.2. LOGICIELS DE CARTOGRAPHIE / SIG

Interopérabilité
avec les outils ESRI

License nécessaire

Prise en main
difficile



ArcGIS Pro

Logiciel SIG de
bureau développé
par Esri



ArcMap

Principal composant
de la gamme de
logiciels SIG Esri

Interopérabilité
avec les outils ESRI

License nécessaire

Prise en main
difficile

Open-
source/Gratuit

Communauté
développée

Prise en main
difficile



QGIS

Logiciel SIG open source
exploitable sous plusieurs
plateformes



Google Earth

Logiciel développé par Google
permettant de visualiser la terre
grâce à l'imagerie satellite

Fonctionnalité
basique

Prise en main
facile

Propriétaire/Gratuit

Illustration 16 - Outils de cartographie / SIG

5. EXEMPLES D'OUTILS DE WEBMAPPING



Ushahidi

Plateforme dynamique
de cartographie
participative citoyenne



GoGoCarto

Site web de cartographie
participative basique
accessible à tout public



Umap

Outil web qui permet de
créer des cartes
personnalisées sur des fonds
OpenStreetMap



Google MyMaps

Application de
cartographie en ligne
développée par
google



ArcGIS Online

Plateforme de
cartographie en
ligne avancée de
Esri

Illustration 17 - Outils de webmapping



Pour avoir une vision claire des outils de *webmapping* « clé-en-main », consultez notre **[Analyse comparative des solutions de cartographie interactive en ligne pour débutants.](#)**



23 Boulevard du Musée
73000 Chambéry (France)
+33 (0)4 79 26 28 82

INFO@CARTONG.ORG

WWW.CARTONG.ORG

