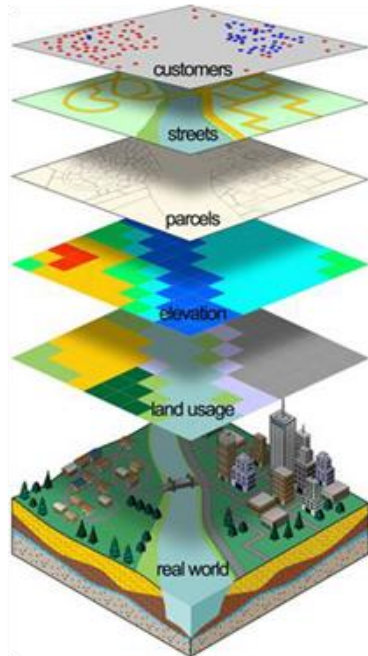


Introduction à la géomatique

Définition de la géomatique

- Le mot "**géomatique**" est issu des termes "géographie" et "informatique"



- Elle consiste à **acquérir, stocker, traiter, analyser, modéliser, interpréter, visualiser, gérer et diffuser** des données localisées sur un territoire

- Multi-disciplinaire (approche intégrée environnement et société): données variées sous forme d'empilement de couches : cartes, photos, images satellite, réseau de routes ...

- La géomatique est utilisée pour répondre à des questions nécessitant une composante spatiale (inventaire des ressources, sélections de sites, réseau de transport, gestion des risques, aménagement et planification, établir des zones tampon ...) = **prise de décisions**

Historique du développement de la géomatique

1^{ère} (1914-18) et 2^{nde} (1939-45) Guerres Mondiales

- Essor des missions aériennes et dvt des photos aériennes
- Vision à plus grandes échelles des territoires



Entre les années 1970 et 1980

- Dvt et diffusion de logiciel SIG (ESRI en 1969)
- Programmes civils de lancement de satellites (Landsat I 1972)
- Démocratisation de l'accès aux données

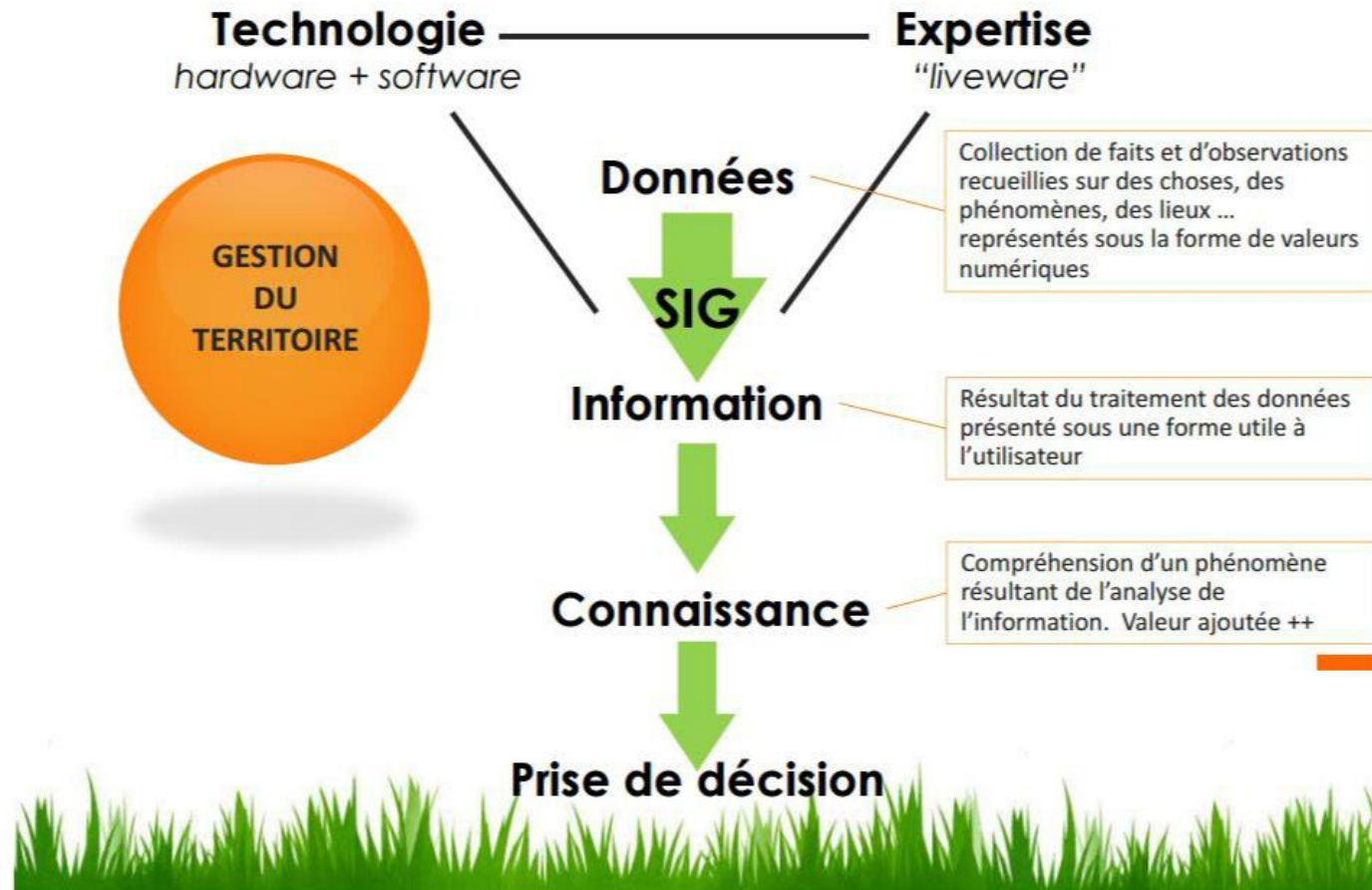


Depuis les années 80

- Croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC, mise en réseau (bases de données distribuées, applications sur Internet de géolocalisation ...)



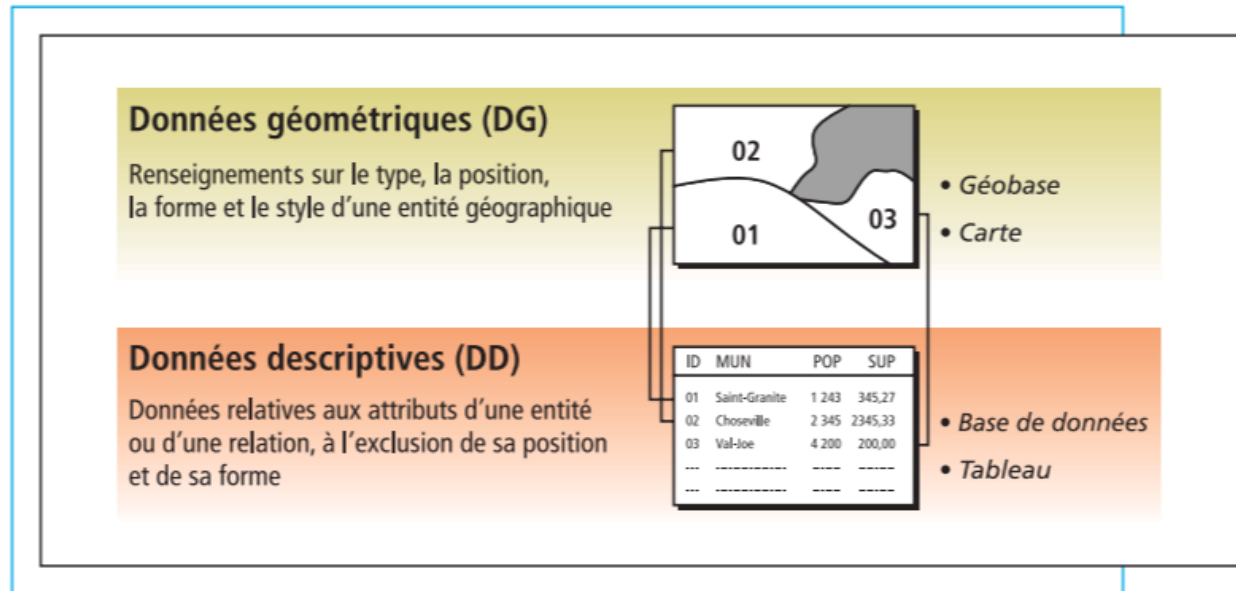
Structure et utilité d'un SIG



En conservation: identifier où se situent les milieux naturels d'intérêt

Données spatiales

- L'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel ou modélisé, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné
 - Géoréférencement : coordonnées X et Y (voire Z altitude)
 - Topologie (forme) : points, lignes, polygones ou matrice
 - Données descriptives/attributaires



Systemes de coordonnees

Forme de la terre = datum



- **Systeme geographique** : Systeme de representation de coordonnees base sur un datum = expression mathematique de la surface (ellipsoïde) visant à minimiser l'erreur par rapport à la surface réelle de la terre (géoïde). Coordonnees = degre-minute-seconde

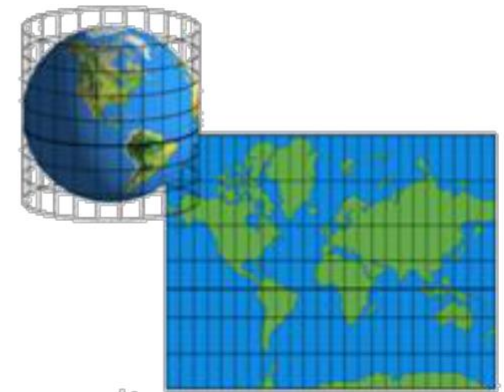
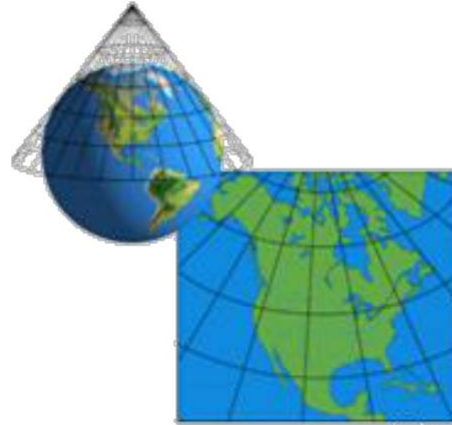
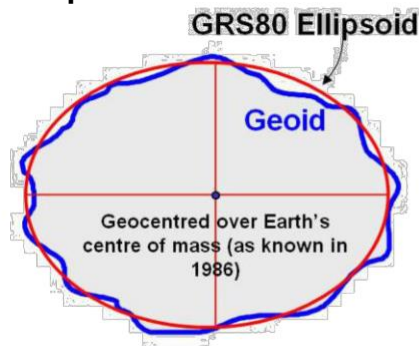
Vidéo

- https://www.youtube.com/watch?v=xKGIMp_jog

Systemes de coordonnees

Projections

- **Systeme projete** : Systeme de representation mathematique plane de coordonnees base sur un ellipsoide. La projection est la representation de la totalite ou d'une partie de l'ellipsoide sur une surface developpable = cylindrique ou conique la plupart du temps. Coordonnees = metres



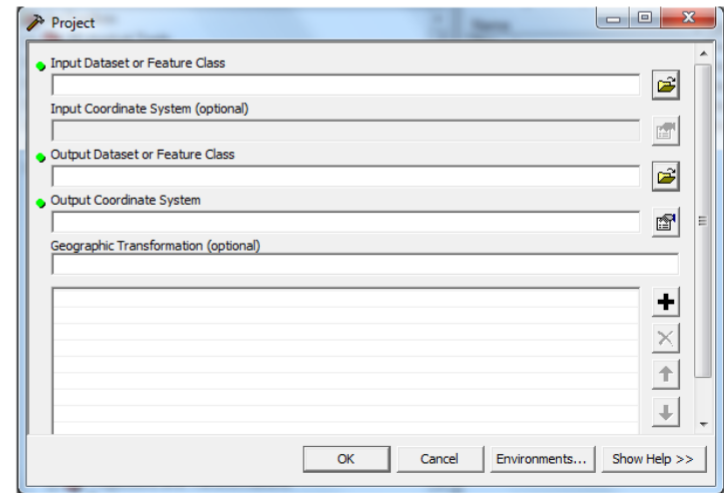
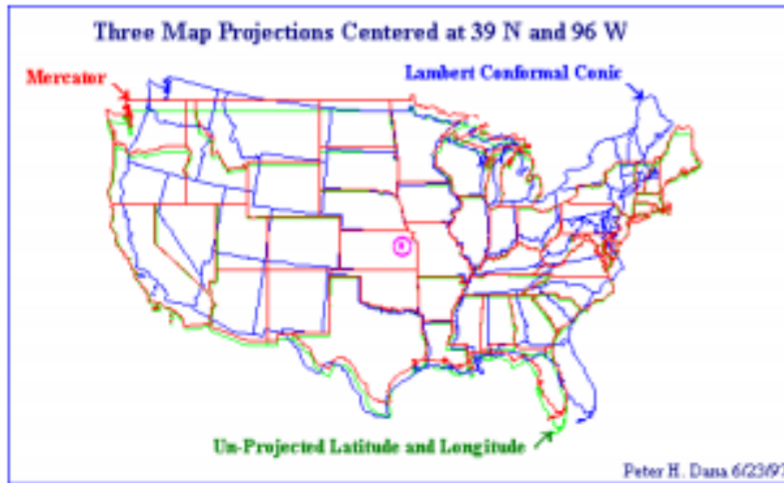
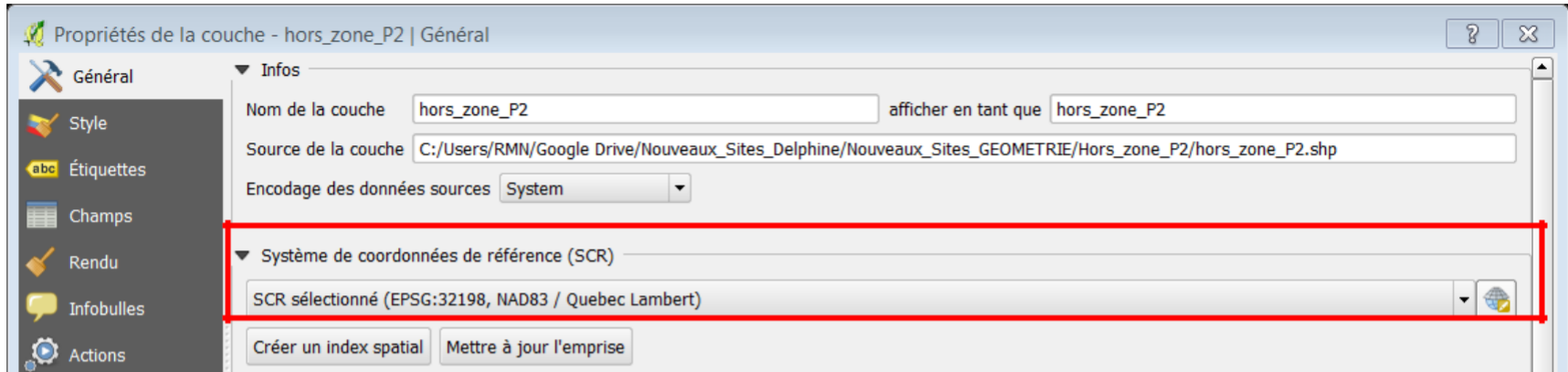
Le Goenland semble grand comme l'Afrique alors qu'il lui est 14 fois plus petit !!

Projection Conique Ex:
Lambert conforme
(grands territoires)

Projection cylindrique
Ex: Universal Transverse
Mercator (UTM)

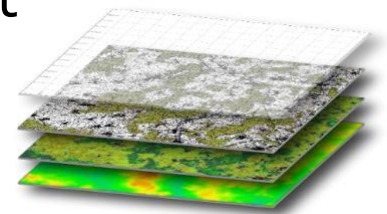
Autres = projection azimutale : pour les p6les

Connaitre le système de coordonnées projetées utilisé



Données spatiales

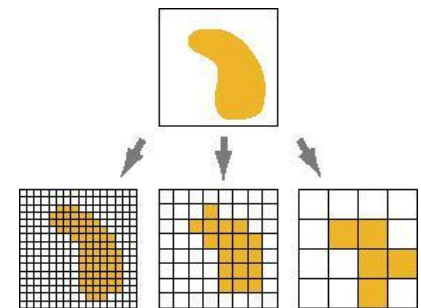
- L'information géographique est constituée de couches d'information représentant les multiples faces de l'environnement social et physique, c'est l'image du millefeuille



- Métadonnées = données sur les données
 - Description et détails sur le jeu de données : origine, date, auteur, détails des codes / abréviations...
 - Permet à d'autres utilisateurs de comprendre et d'utiliser les données (en vue de partager)

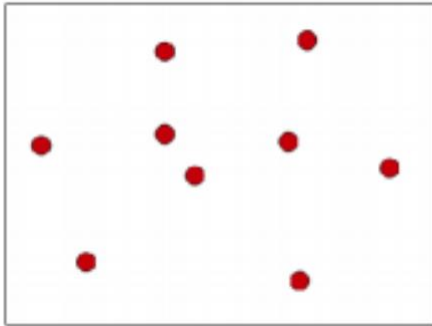
- Types de données spatiales

- **Vectorielles**: points, lignes, polygones
- **Matricielles**: pixels (maillage)



Modèle vectoriel

Points



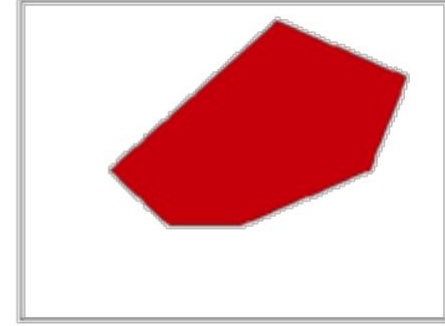
Villes, stations d'échantillonnage, arbres
... (dépend de l'échelle de la
représentation)

Ligne



Routes, cours d'eau, transects, frontières
...

Polygone



Pays, province, réserve naturelle,
bâtiment, zones urbaines, cartographie
d'habitats ...

Identifiant unique pour chaque entité

Tableau de coordonnées X et Y Représente une localisation réelle dans
l'espace Un seul type d'objet par *shapefile*

Phénomènes discrets

Données vectorielles

- Table d'attributs

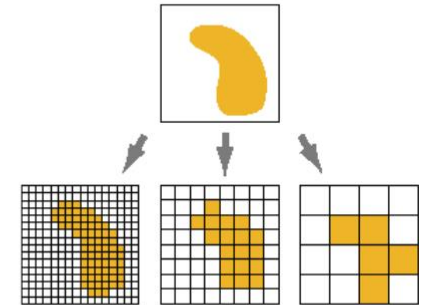
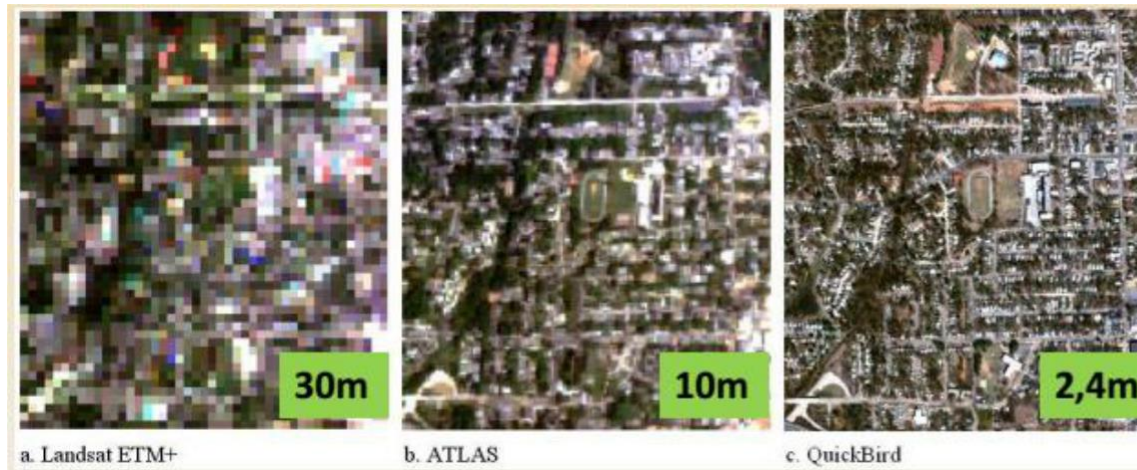
- Ligne = une entité
- Nbre de champs « infinis » : date d'observation, note, expert ...
- Sélection d'entités en fonction de critères de recherche = requêtes (langage SQL)
 - Requêtes attributaires : area > 50 ha
 - Requêtes spatiales : polygones/points compris dans une autre couche

Attribute table - AIRE_PROT_PRIVÉ(mddelcc) :: Features total: 224, filtered: 224, selected: 0

OBJECTID	MACODE	NOM	ARTICLE	TOPONYME	DESIG_NO	DESIG_GR	DESIGNOM	NOM_ANGLAI	RESPONSABIL
0	1	16529	du	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Lac-du-Portag...	
1	2	14922	NULL	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Sûre-la-Mont...	
2	5	2593	NULL	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	Marécage Qui...	
3	7	5142	de la	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	baie au Chên...	
4	8	4955	de la	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	frayère de la ...	
5	13	7985	NULL	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Thomas-Weld...	
6	18	5174	des	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	monts Sutton ...	
7	20	6767	de la	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	baie de Mille-...	
8	23	7897	de	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	l'Échappée-Be...	
9	25	6771	du	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	marais de Kat...	
10	27	7809	du	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Sault-à-la-Puc...	
11	29	11609	NULL	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Colby Nature ...	
12	30	5242	de la	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	rivière du Sud...	
13	31	7793	du	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Lac-Brais Nat...	
14	32	2102	NULL	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	Propriété Lips...	
15	35	16528	du	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Parc-Langued...	
16	40	773	du	Milieu naturel ...	134	Milieu naturel ...	Milieu naturel de conservation volontaire	Cap-Saint-Jac...	
17	41	7916	du	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Lac-du-Broch...	
18	43	7775	NULL	Réserve natur...	7	Réserve natur...	Réserve naturelle reconnue	Amala Nature...	

Montrer toutes les entités

Données matricielles



Matrice de cellules = pixels ! Espace géographique représenté par une grille de cellules de même dimension (=résolution choisie par l'utilisateur ou restreinte par le matériel, moins précis)

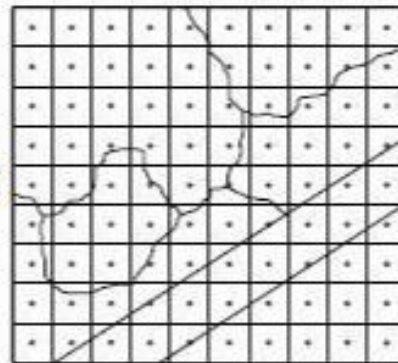
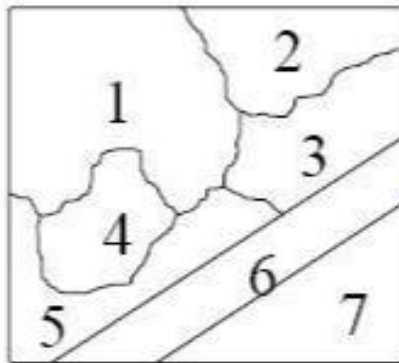
Valeur numérique = 1 seul attribut par cellule (différent du modèle vectoriel)

Représente des phénomènes continus

Provient d'images satellites ou données d'élévation, relevés terrains, précipitation ...

Passage matrice \leftrightarrow vectoriel

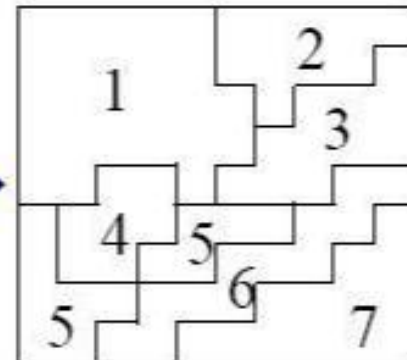
DU VECTEUR VERS LE RASTER : RASTERISATION



1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	4	4	1	3	3	3	6	6
5	4	4	4	5	5	5	6	6	7
5	4	4	5	5	6	6	6	7	7
5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
5	5	6	6	7	7	7	7	7	7

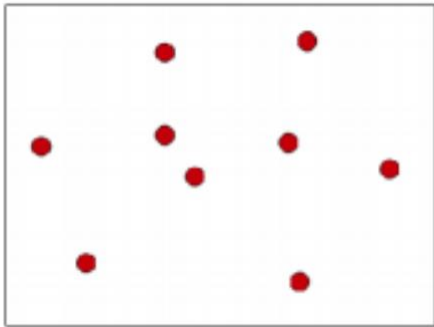
DU RASTER VERS LE VECTEUR : VECTORISATION

1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	4	4	1	3	3	3	6	6
5	4	4	4	5	5	5	6	6	7
5	4	4	5	5	6	6	6	7	7
5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
5	5	6	6	7	7	7	7	7	7



Différence vecteur / matrice

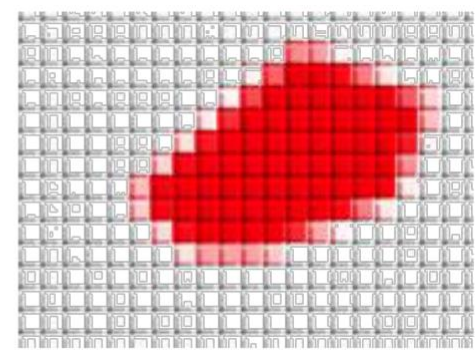
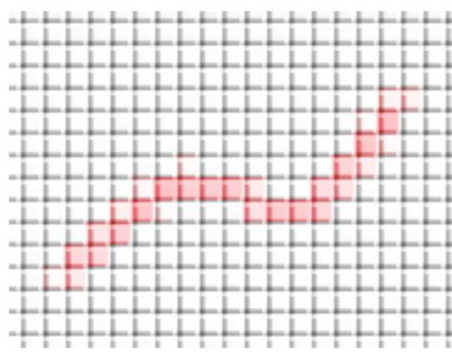
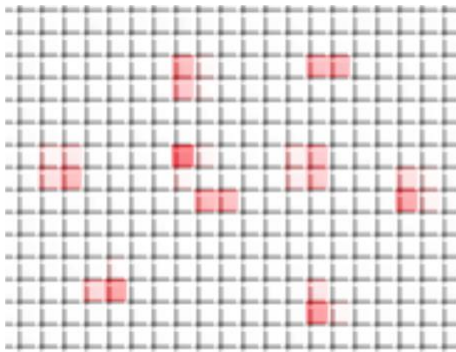
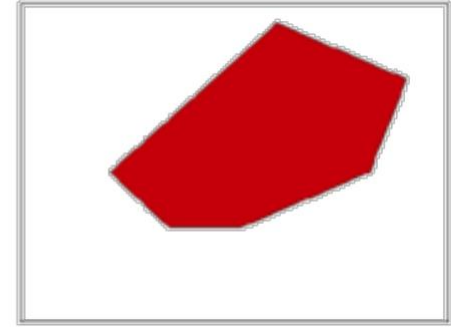
Points



Ligne



Polygone

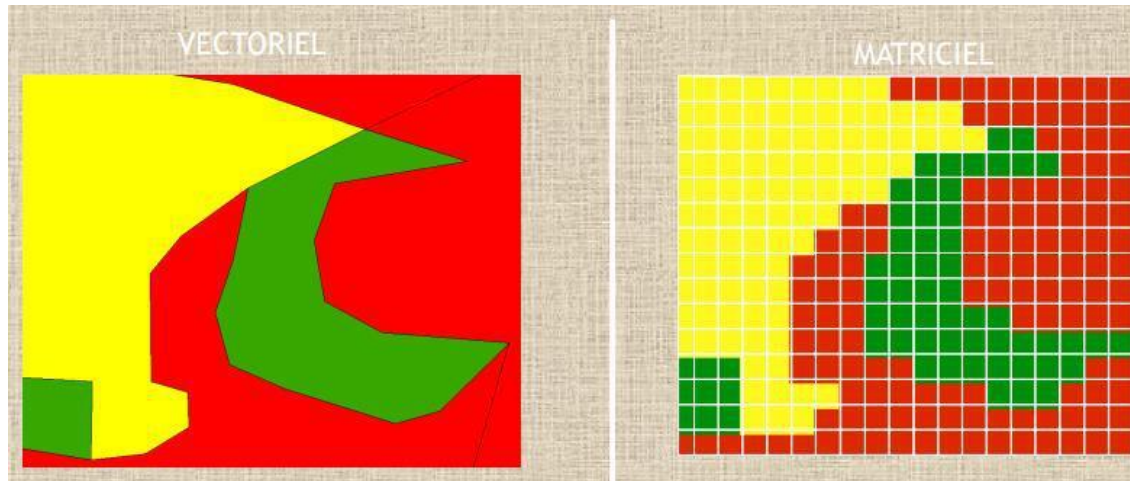


Comparaison Matricielle et Vectorielle

Vectoriel	Matriciel
Phénomènes discontinus: cours d'eau, routes, zonage ...	Phénomène continu: élévation, précipitations
Coordonnées x y : point d'observation précis d'un phénomène	Unité = pixel moins précis 5 x 5, 30 x 30 ...
Cartographie: lignes, points, polygones	Analyses complexes et modélisation (habitat, agriculture, corridors ...) Si carto = utile pour le background (land cover)
Outils d'analyse : tampon, clip, ...	Analyse spatiale : raster calculator, modélisation ...
Description topologique multiple	Une seule caractéristique par couche (sauf images composites)
Mise à jour simple (édition)	Mise à jour complexe (opération matricielle)
Peu adapté aux analyses et simulations	Bon pour la modélisation
Shapefile: *.shp + données tabulaires *.xls , *.mdb + fichiers textes *.csv	Raster: *.tif , *.ecw , *.img ...

En pratique une combinaison matricielle et vectorielle!

- Superposition de données matricielles et vectorielles !
 - Google satellite = matriciel
 - Réseau routier = vectoriel
- Déterminer quelle représentation est plus appropriée en fonction du type de données, de l'échelle (lac = polygones, cours d'eau = polylignes) et des analyses à effectuer !



Acquisition de données spatiales

- Levés topographiques : récolte de données existantes sur le terrain (+ mesure des angles dans les deux plans horizontaux et verticaux afin de déterminer une direction, format DXF)
- Relevé terrain = GPS (point d'échantillonnage, télémétrie)
- Digitalisation : photo-interprétation ou cartes existantes



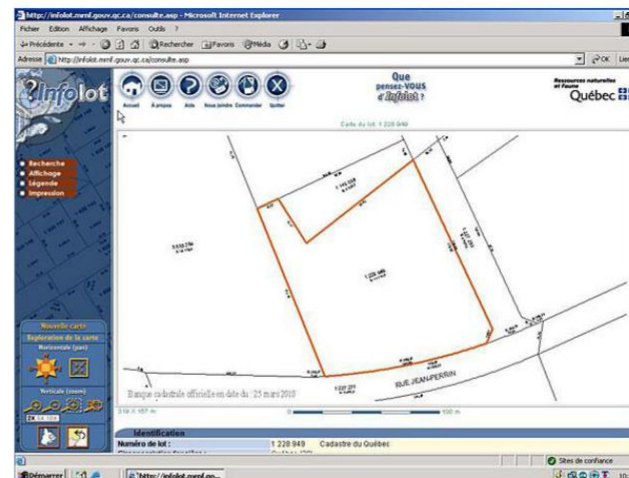
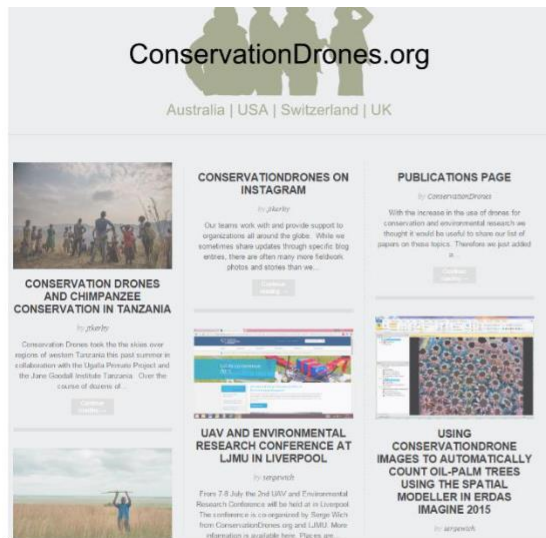
Digitalisation 1er polygone
(fourrés arbustifs)



Digitalisation 2e polygone
(pelouse entourant les fourrés)

Acquisition de données spatiales

- Photos aériennes : obtenues à partir des survols par avion (futur = drones?!)
- Images satellites (LandSat, Ikonos ...) = résolution, bandes et longueurs d'ondes (NDVI)
- Données administratives : Infolot (cadastre) zonage agricole (CPTAQ) ...



Où se procurer des données géomatiques ?

- Télédétection
 - Fournisseurs d'images gratuites: NASA /USGS, Global Land cover facility, GeoBase / Geogratis, Google Earth, Ministères
- Couches thématiques
 - Ministères du Québec : réseau hydrologique, Québec administratif, domaines bioclimatiques ...
- En cherchant sur internet ! Bcp de ressources (vérifier les sources des données)

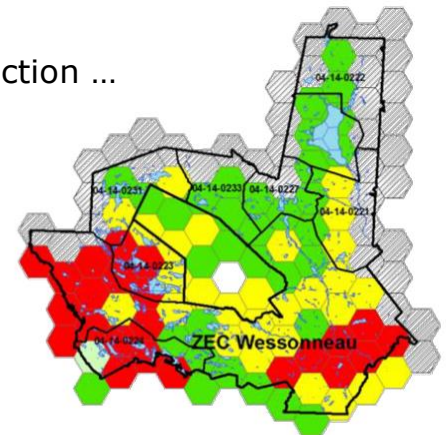
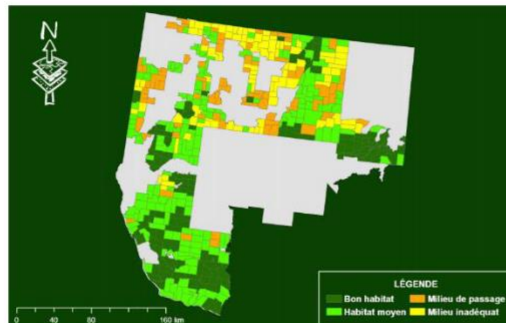


The screenshot shows the 'Le territoire' website interface. The main heading is 'La base de données géographiques et administratives à l'échelle de 1/5 000 000'. Below this, there is a table listing various thematic data layers. The table has three columns: 'Thèmes', 'Données rasterisées (format .shp)', and 'Données vectorielles (format .shp)'. The rows include 'Hydrologie (mise à jour: mars 2010)', 'Péage d'occupation (mise à jour: mars 2010)', and 'Occupation administrative (mise à jour: mai 2010)'. Each row has a small thumbnail image and two icons representing the data formats.

Thèmes	Données rasterisées (format .shp)	Données vectorielles (format .shp)
Hydrologie (mise à jour: mars 2010)	Hydrologie de surface	Hydrologie souterraine
Péage d'occupation (mise à jour: mars 2010)	Land use/cover	
Occupation administrative (mise à jour: mai 2010)	Municipalités régionales de comté (MRC) et territoires équivalents	Régions administratives

Exemple de données spatiales

- Exemples de données spatiales paramètres pour l'évaluation d'un indice de risque à la biodiversité
 - Activités humaines
 - Accès routier : densité des routes et tailles des routes: autoroute, chemin ...
 - Population : densité de population, changements démographiques à venir, rejets industriels, pollution, cultures agricoles ...
 - Conditions environnementales
 - Élévation et Végétation : composition en espèces du couvert, densité, surface terrière ...
 - Climat : précipitation, températures, humidité ...
 - Perturbations naturelles: feux, épidémie de tordeuse, chablis ...
 - Biodiversité
 - Espèces en péril
 - Dynamique des populations : source / puits, succès de reproduction ...



Analyse d'images

Principaux logiciels

- ArcGIS

- Le plus connu
- Licence \$\$\$ (2000 à 10 000 \$ selon la licence + extensions)
- Didacticiels et tutoriels complets
- Potentiel limité pour développer des extensions
- User-friendly



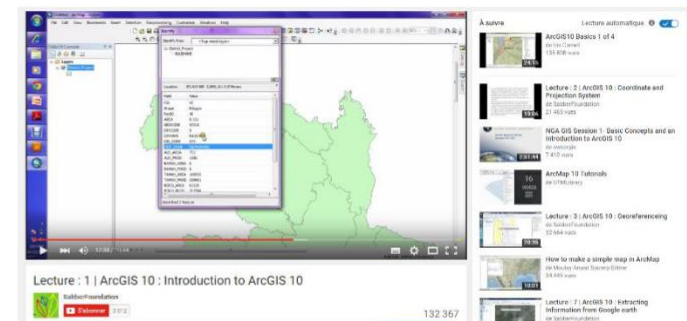
- QGIS

- Moins connu
- Open-source
- Aide assez anarchique (forum, tutoriels ...)
- Mais très grand potentiel pour analyses poussées
- Moins user-friendly



- Ressources en OR : [Youtube !](#)

- Tutoriels



LES DOMAINES D'"APPLICATION

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés.

Citons cependant :

- **Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)**
- **Marketing (localisation des clients, analyse du site)**
- **Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement)**
- **Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)**
- **Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)**
- **Hydrologie**
- **Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)**
- **Géologie (prospection minière)**
- **Biologie (études du déplacement des populations animales)**
- **Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)**

QU'EST--CE QUE CELA APPORTE ?

- **les informations sont stockées de façon claire et définitive**
- **gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets**
- **comprendre les phénomènes, prévoir les risques (simulations)**
- **établir des cartographies rapides**
- **localiser dans l'espace et dans le temps**
- **réagir rapidement après des évènements ayant un impact sur le territoire**
- **calculer des coûts ou des bénéfices**
- **associer un plus grand nombre de partenaires aux choix d'aménagement**
- **fournir des itinéraires, des plans adaptés**

