

Systemes d'Informations Géographiques (SIG) – niv. 1 (UE 3 ECTS)

2025-2026

Valentin CHARDON (vchardon.unistra.fr)

Clément BRESSANT

Anne PUISSANT

Objectifs et organisation

■ 24h de Cours Intégrés (CM+TP)

- Initiation aux SIG : source, acquisition et collecte
 - ✓ Définitions et historique
 - ✓ Source de données et acquisition : pré-traitements
 - ✓ Collecte, création et structuration des données
 - ✓ Représentation cartographique -> **Cartographie – Niv.2**

■ Logiciel QGIS

- 6x3h : source, pré-traitements, création, structuration, interprétation
- 2x3h : résolution de deux exercices en mode projet

■ MECC : projet QGIS (0,15) + DM (0,5) + (0,35)

Évaluations

■ MECC

🎬 DS (15%)

✓ Gr. 1 ⇒ 07.10.2025

✓ Gr. 2 ⇒ 29.09.2025

🎬 DM 1 (35%) ⇒ 31.10.2025 (individuel)

✓ Analyse de l'évolution temporelle de l'occupation du sol d'une commune jurasienne de votre choix

• DM 2 (50%) ⇒ 14.11.2025 (binôme)

✓ Étude de la répartition pluviométrique au sein du département des Vosges et du Haut-Rhin

Séances

■ Cours 1 :

CM

→ TP « prise en main »

■ Cours 2 :

CM

→ TP « source de données et importation »

■ Cours 3 :

CM

→ TP « géoréférencer »

■ Cours 4 :

→ TP « créer des données »

■ Cours 5 :

CM

→ TP «interpréter le paysage »

■ Cours 6/7 :

→ TP « projet 1 »

■ Cours 8 :

→ TP « projet 2 »

Définitions

■ Les SIG : une discipline à part entière

- Un **objet** : l'espace géographique
- Un **ensemble de méthodes**
- Un **champ de recherches académiques**

Système d'Information Géographique

→ représentation d'un objet ou d'un phénomène, réel ou imaginaire, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné

■ Une discipline jeune

- Environ 40/50 ans
- D'importants développements méthodologiques et techniques
- La multiplication des données géographiques

Historique

■ Aux origines des SIG :

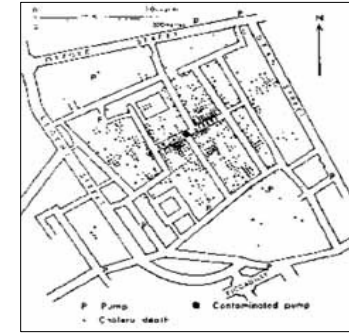
- La cartographie thématique :

Premières applications en épidémiologie

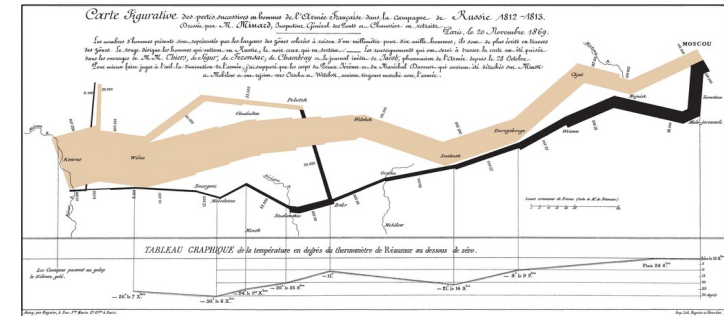
Evolution de la visualisation et des thématiques

- Décomposition des images en plusieurs couches

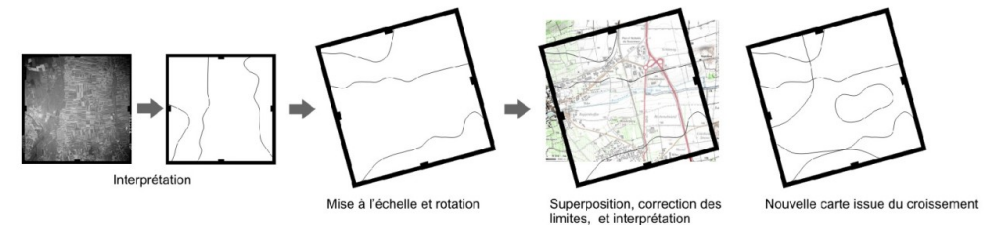
... des processus fastidieux en termes de temps et de main d'œuvre (photo-interprétation manuelle)



Carte des foyers de choléra à Londres par J. Snow (1854)



Carte figurative des pertes successives en hommes de l'armée française dans la campagne de Russie de 1812-13 par C.J. Minard (1869)

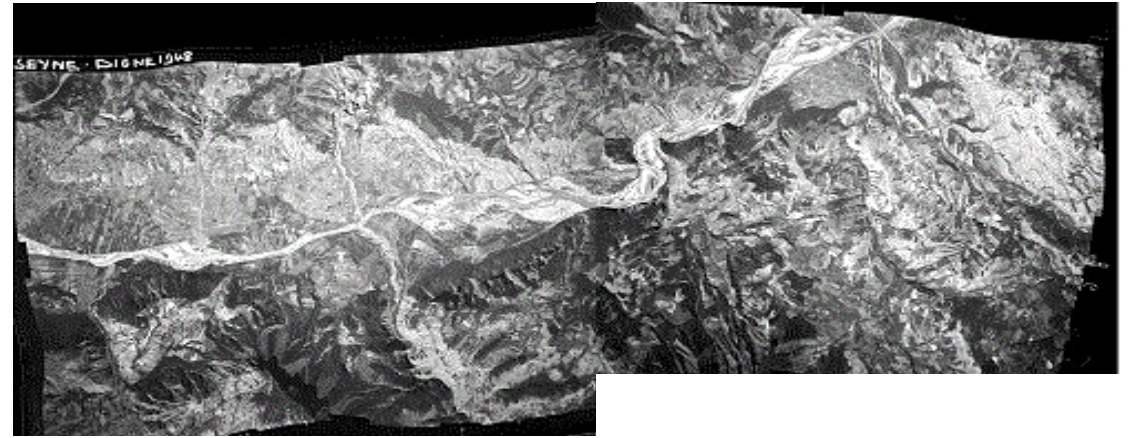


Historique

■ Dans l'après-guerre :

- **Multiplication des sources de données**

Problèmes d'hétérogénéité et de disponibilité des données



Photographie aérienne de la Vallée de la Moyenne Durance (1948)



Photographie aérienne
de Amiens (1947)

Comment simplifier ce processus et intégrer des données hétérogènes dans un système commun ?
Et comment dépasser les limites du support papier ?

Années 1950 : premiers pas de l'informatique moderne et premiers travaux théoriques sur l'information géographique (Tyrwitt 1950)

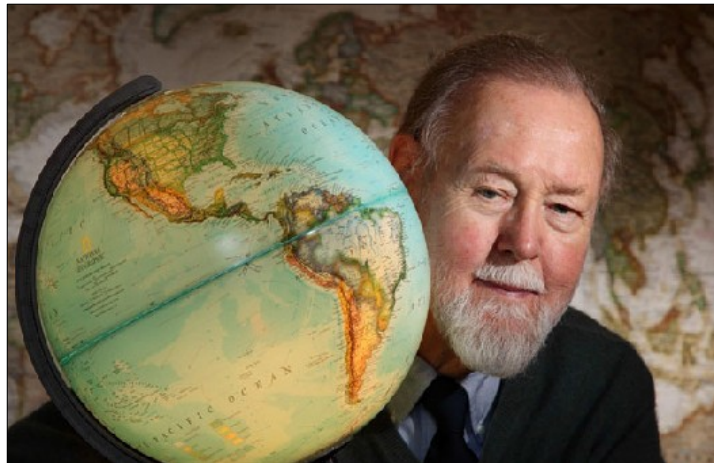
Historique

■ Années 60 :

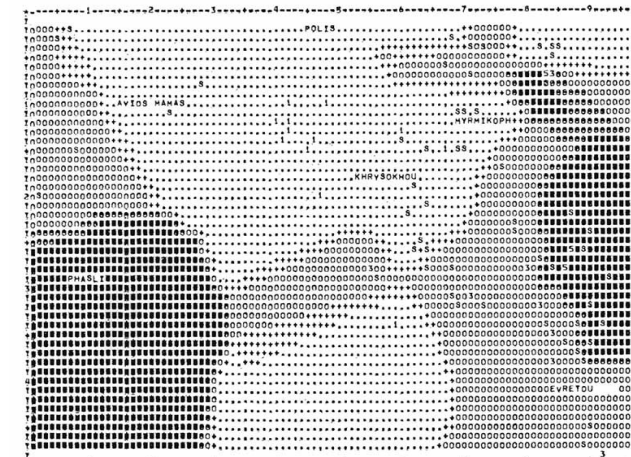
- **Apparition des premiers SIG**

Automatisation de la production de cartes, du croisement de couches (overlay)

- 1963 : CGIS – Canada geo. info. sys. (ensembles de couches environnementales à échelle 1/50 000)
- 1965 : Création à l'université de Harvard du Laboratory for computer graphic (Howard Fisher)
- 1967 : Développement du premier logiciel de cartographie automatique : SYMAP



Roger
Tomlinson



SYMAP

Historique

■ Années 70 :

• Développement de l'IG

Nouvelles méthodes et données

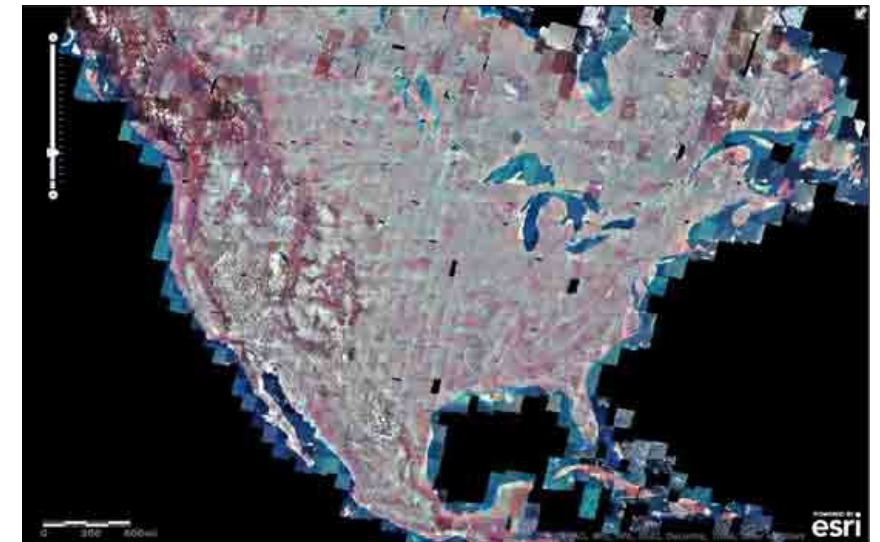
- 1972 : Langages de programmation (C)
- 1972 : Premier satellite de télédétection civile (LANDSAT 1)
- 1973 : Premier SIG commercial développé par la société ESRI
- 1977 : Premiers micro-ordinateurs (Apple II)
- 1978 : Premiers SIG « libres » (MOSS)

LANDSAT 1 : étudier et de
surveiller les masses
continentales
Résolution (80 m)



The Blue Marble (1972)

Image LANDSAT 1



Historique

■ Années 80 et 90 :

- **Démocratisation de l'IG et émergence de la géomatique**

Un enjeu... harmoniser les formats et les processus d'échange.

- 1989 : Premier GPS portatif
- 1994 : Internet au grand public
- 1995 : Disques durs



Disquettes

■ Années 2000 : web 2.0

- **SIG Dynamique**

Portails cartographiques ouverts et sociaux

- 2004 : OSM (cartographie collaborative)
- 2005 : 1^{er} globe virtuel

■ Années 2010 : web 3.0

- **SIG Open-source**

Rendre accessibles les données publiques

- 2009 : GeoPortail
- 2011 : data.gouv

Historique

■ Actuellement : vers web 4.0

- **Ere du numérique ou « 4ème révolution industrielle »**

Vers des services SIG en ligne

- Ville intelligente (Smart Cities)
- Objets connectés
- Démocratisation des réseaux de capteurs à bas coûts
- Retour de l'IA pour traiter les masses de données
 - John McCarthy (1955 – utilisation du terme IA)

- Souveraineté des données
 - stockage des données personnelles
 - mise en place du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données)



Définitions

- **Comment définir les SIG ?**

Définitions

■ Comment définir les SIG ?

Une multitude de définitions possibles, selon les utilisateurs :

- « *Un outil informatique pour résoudre des problèmes à caractère géographique* »
- « *Un système d'aide à la décision* »
- « *Un inventaire mécanisé d'éléments et d'objets spatialement distribués* »
- « *Un outil qui révèle les processus et les évolutions des objets géographiques* »
- « *Un outil qui permet d'automatiser des tâches difficiles ou trop coûteuses à réaliser manuellement* »
- « *L'ensemble du matériel, des données, des connaissances qui sont nécessaires pour acquérir, gérer, analyser, et représenter de l'information avec une référence géographique* »

Définitions

■ Comment définir les SIG ?

Une multitude de définitions possibles, selon les utilisateurs :

- « *Un outil informatique pour résoudre des problèmes à caractère géographique* »
- « *Un système d'aide à la décision* »
- « *Un inventaire mécanisé d'éléments et d'objets spatialement distribués* »
- « *Un outil qui révèle les processus et les évolutions des objets géographiques* »
- « *Un outil qui permet d'automatiser des tâches difficiles ou trop coûteuses à réaliser manuellement* »
- « *L'ensemble du matériel, des données, des connaissances qui sont nécessaires pour acquérir, gérer, analyser, et représenter de l'information avec une référence géographique* »

« Un SIG est l'ensemble des structures, des compétences, des méthodes, des outils et des données numériques constitué pour raisonner dans l'espace et répondre aux besoins d'un territoire ou d'une organisation »

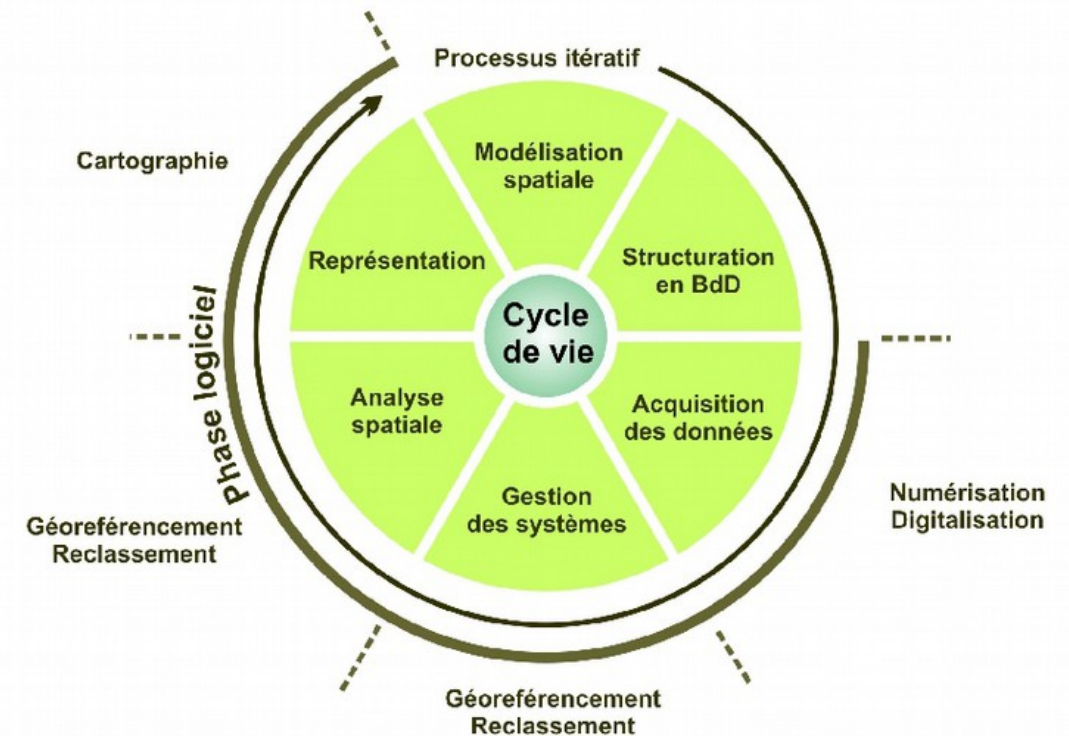
Définitions

■ Finalité des SIG :

Étudier le fonctionnement/évolution du monde réel par la modélisation des dynamiques/intéractions grâce aux informations et aux données géographiques.

Cela passe par :

- L'**acquisition** et l'**intégration** des données dans le système
- Le **stockage**
- La **modélisation**
- L'**analyse**
- La **restitution** (notamment cartographique !)



Le cycle de l'information géographique
d'après Pornon et al. (2013)

Information géographique

■ Retour sur l'Information géographique

- Un **enjeu** de taille à **prendre en compte**
- Elle présente des particularités...

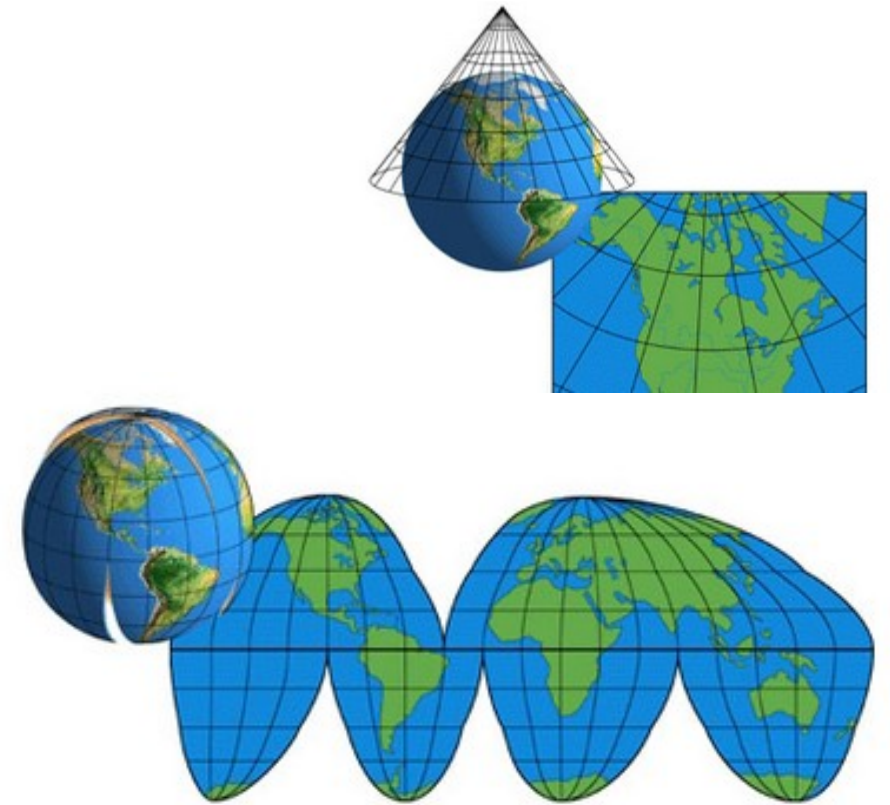
X



Elle est localisée sur la surface terrestre
dans un système de coordonnées défini...

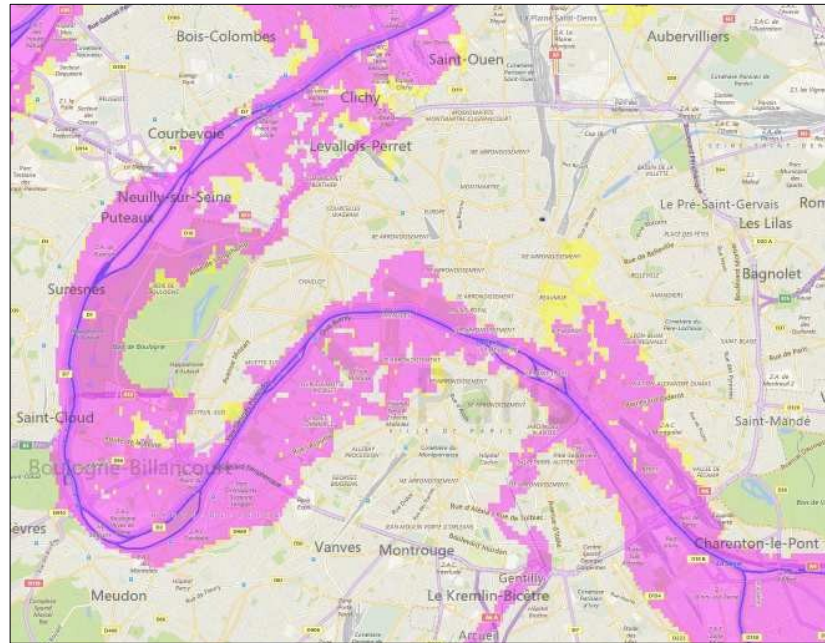
Y

... et renvoie à un système de
projection précis....



Information géographique

■ Les deux composantes de l'IG



Zones inondables à Paris

- **Spatiale :**
 - Que trouve-t-on à cet endroit ?
 - Où trouve-t-on telle caractéristique ?

→ Caractéristiques spatiales : position, forme, relations à d'autres objets (voisinage, distance, intersection, relations spatiales...)
- **Thématique :**
 - Quelle est la nature du phénomène ?

Information géographique

■ Des caractéristiques qui nécessitent des méthodes adaptées

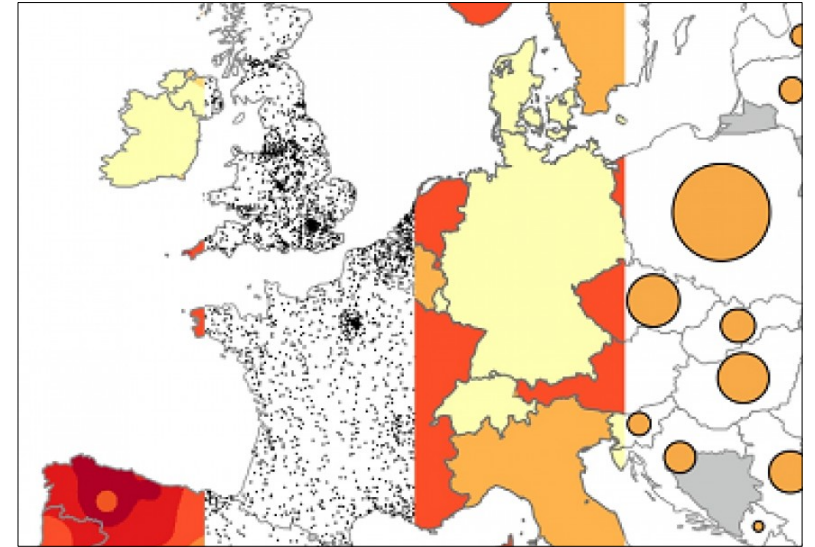
- Des données **multidimensionnelles**
- Des données **volumineuses**
- Des données **projetées**
- Des données **hétérogènes**
- Un besoin de **représenter l'information** de façon adaptée, et aussi intuitive que possible.



Information géographique

■ Particularité de l'espace géographique

- Système continu, horizontalement et verticalement
- Peut être subdivisé en un nombre illimité de régions
- Dynamique, il change continuellement dans le temps
- Trop vaste pour être appréhendé dans sa totalité

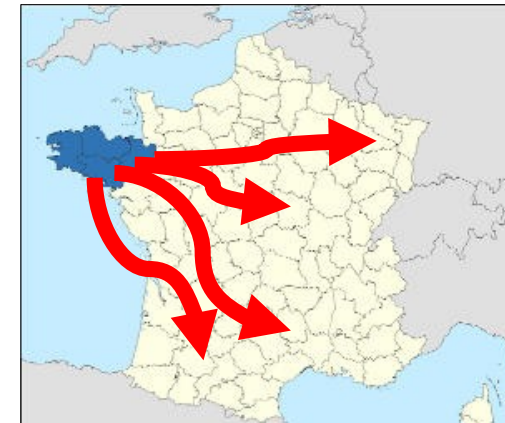


■ La question fondamentale

- L'espace géographique est infiniment complexe et les systèmes d'information géographique sont finis
- Il faut donc décider :
 - Ce qui sera représenté
 - Comment cela sera représenté

■ Pour représenter l'espace, il faut donc :

- Savoir l'échantillonner
- Savoir le modéliser



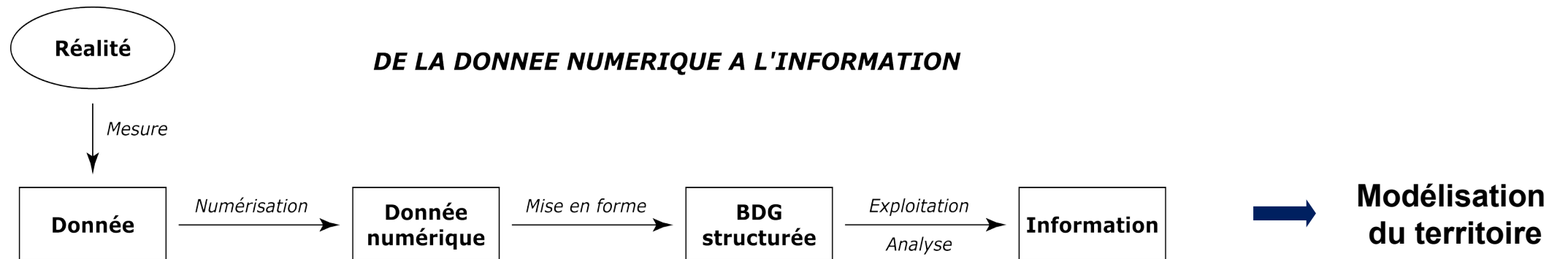
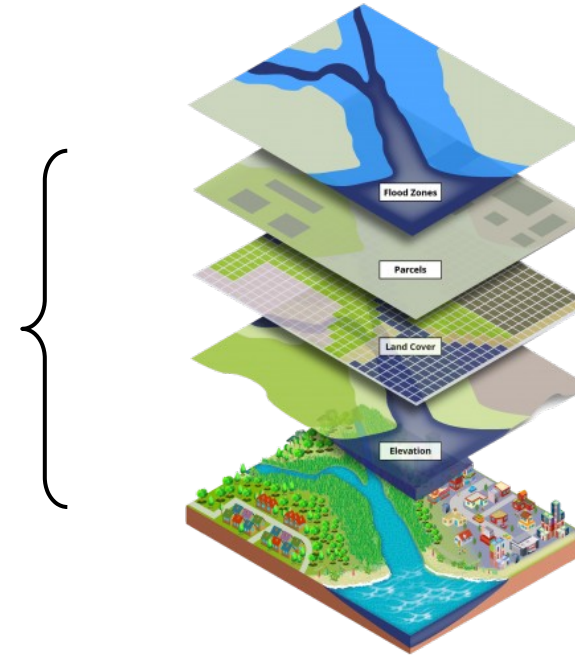
Représentation de l'espace géographique

■ Modélisation de l'EG

Modèle = représentation simplifiée de la réalité où seules des variables considérées comme essentielles sont sélectionnées



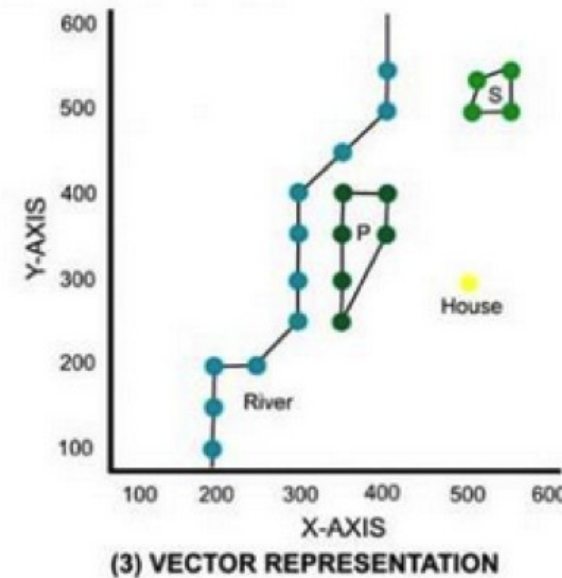
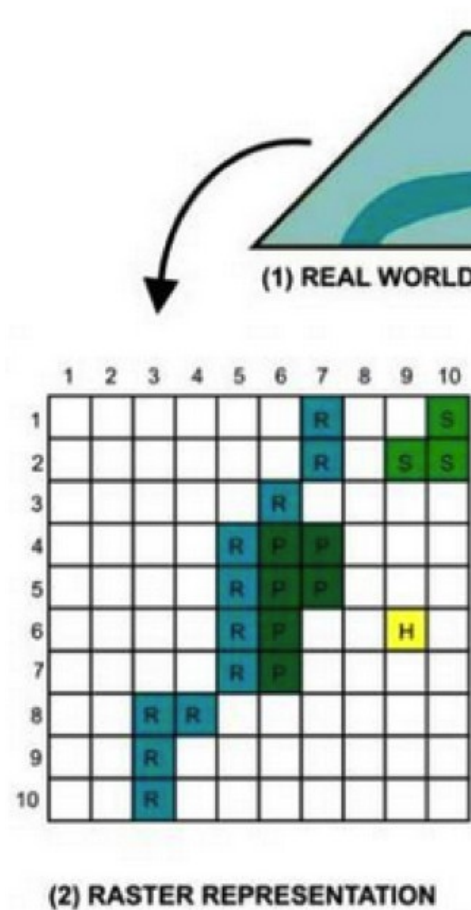
BD = ensemble de données **non redondantes** et **structurées** pouvant servir dans différentes applications



Représentation de l'information géographique

■ Les modèles traditionnels de représentation numérique

- Modèle matriciel



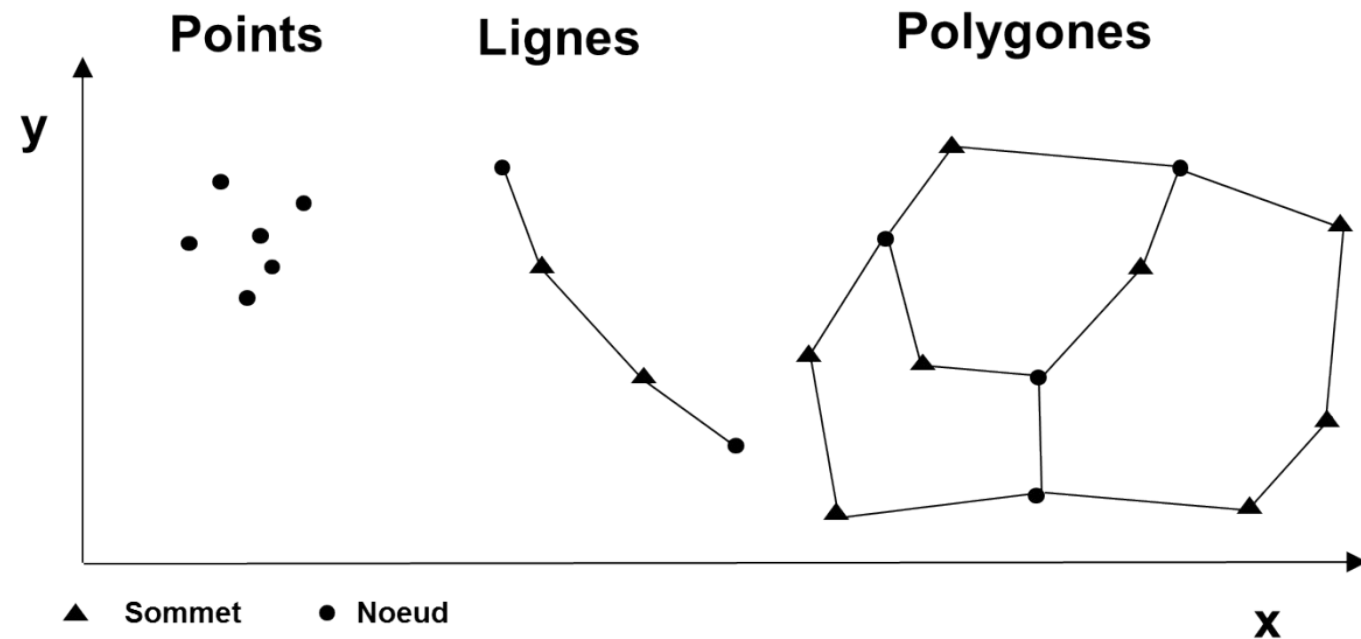
- Modèle vectoriel

Représentation de l'information géographique

■ Le modèle vectoriel : principe

- Utilise des **objets géométriques** ... qui sont géométriquement indépendants

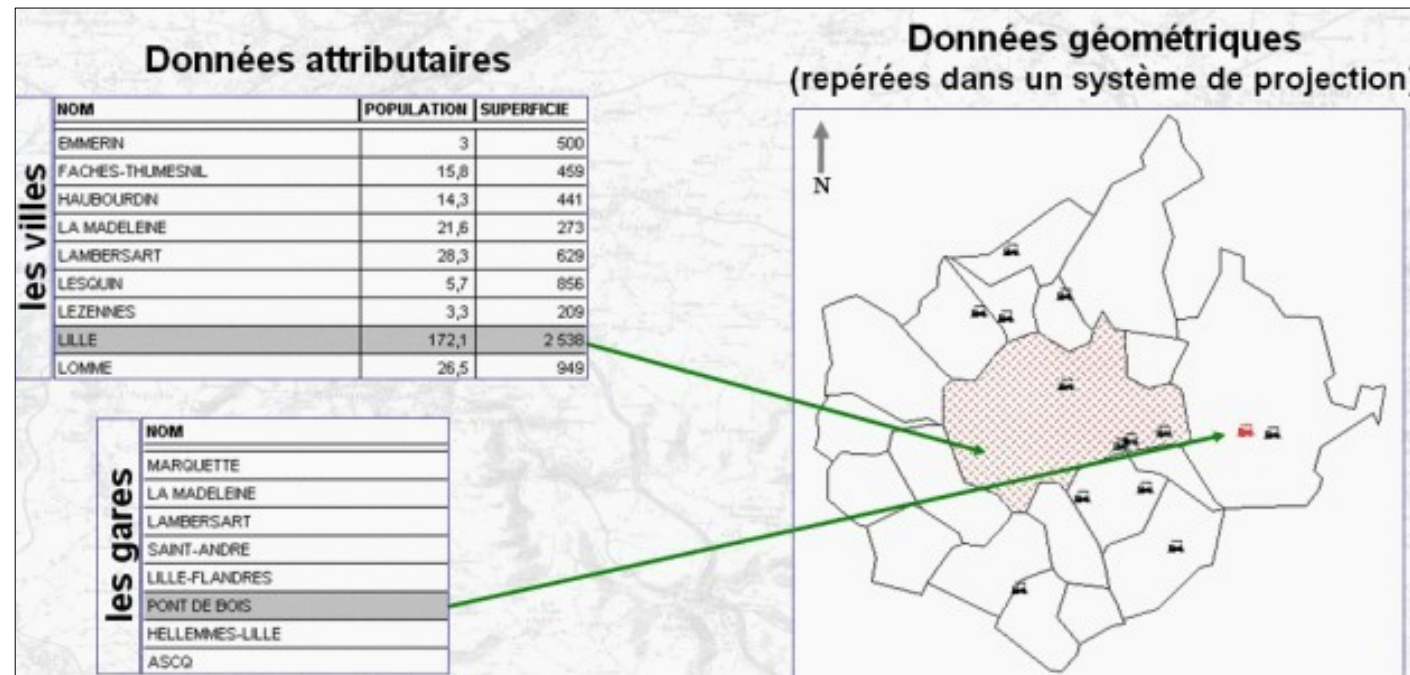
→ Représentation **discrète**



Représentation de l'information géographique

■ Le modèle vectoriel : caractéristiques

- Les informations relatives aux attributs sont résumées dans des **tables attributaires**
- Points, lignes et polygones n'apportent **pas que des informations géométriques**

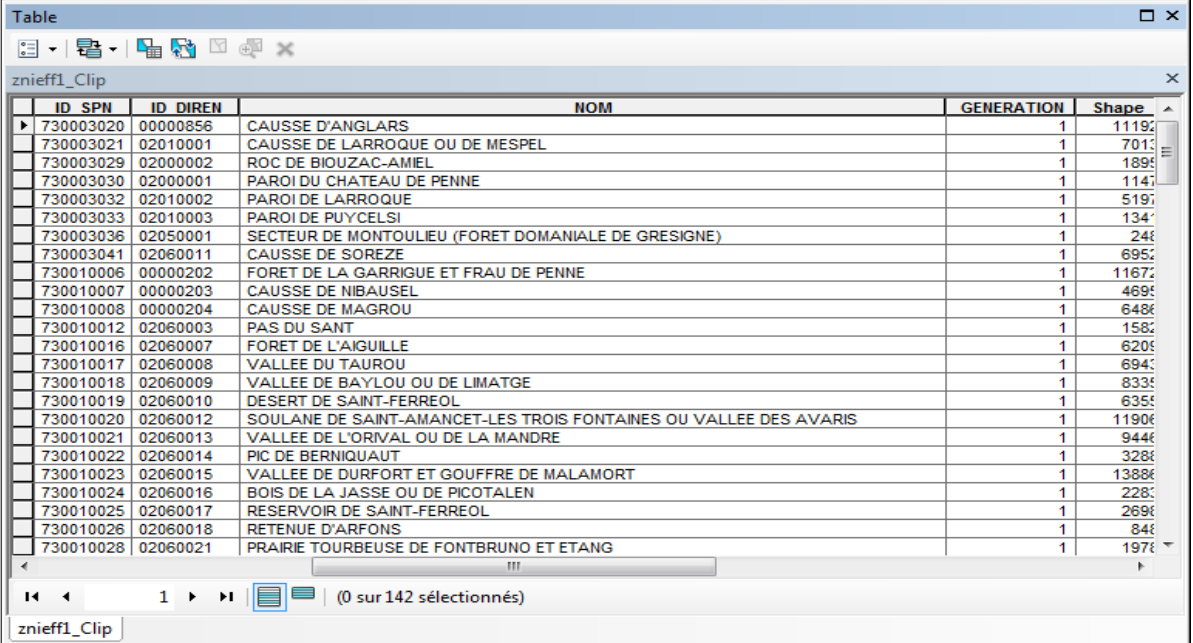


Représentation de l'information géographique

■ Le modèle vectoriel : caractéristiques

- Les **tables attributaires** contiennent :
 - Autant de lignes qu'il y a d'objets dans la couche
 - Autant de colonnes qu'il y a d'attributs par objet

Table attributaire des ZNIEFF du
département du Tarn :
142 objets x 5 attributs



| ID SPN | ID DIREN | NOM | GENERATION | Shape |
|-----------|----------|---|------------|-------|
| 730003020 | 00000856 | CAUSSE D'ANGLARS | 1 | 11192 |
| 730003021 | 02010001 | CAUSSE DE LARROQUE OU DE MESPEL | 1 | 7013 |
| 730003029 | 02000002 | ROC DE BIOUZAC-AMIEL | 1 | 1895 |
| 730003030 | 02000001 | PAROI DU CHATEAU DE PENNE | 1 | 1147 |
| 730003032 | 02010002 | PAROI DE LARROQUE | 1 | 5197 |
| 730003033 | 02010003 | PAROI DE PUYCELSI | 1 | 1347 |
| 730003036 | 02050001 | SECTEUR DE MONTOLIEU (FORET DOMANIALE DE GRESIGNE) | 1 | 248 |
| 730003041 | 02060011 | CAUSSE DE SOREZE | 1 | 6952 |
| 730010006 | 00000202 | FORET DE LA GARRIGUE ET FRAU DE PENNE | 1 | 11672 |
| 730010007 | 00000203 | CAUSSE DE NIBAUSEL | 1 | 4695 |
| 730010008 | 00000204 | CAUSSE DE MAGROU | 1 | 6486 |
| 730010012 | 02060003 | PAS DU SAINT | 1 | 1582 |
| 730010016 | 02060007 | FORET DE L'AIGUILLE | 1 | 6209 |
| 730010017 | 02060008 | VALLEE DU TAOU | 1 | 6943 |
| 730010018 | 02060009 | VALLEE DE BAYLOU OU DE LIMATGE | 1 | 8335 |
| 730010019 | 02060010 | DESERT DE SAINT-FERREOL | 1 | 6355 |
| 730010020 | 02060012 | SOULANE DE SAINT-AMANCET-LES TROIS FONTAINES OU VALLEE DES AVARIS | 1 | 11906 |
| 730010021 | 02060013 | VALLEE DE L'ORNAL OU DE LA MANDRE | 1 | 9446 |
| 730010022 | 02060014 | PIC DE BERNICHAUT | 1 | 3288 |
| 730010023 | 02060015 | VALLEE DE DURFORT ET GOUFFRE DE MALAMORT | 1 | 13886 |
| 730010024 | 02060016 | BOIS DE LA JASSE OU DE PICOTALEN | 1 | 2283 |
| 730010025 | 02060017 | RESERVOIR DE SAINT-FERREOL | 1 | 2696 |
| 730010026 | 02060018 | RETENUE D'ARFONS | 1 | 848 |
| 730010028 | 02060021 | PRAIRIE TOURBEUSE DE FONTBRUNO ET ETANG | 1 | 1976 |

Représentation de l'information géographique

■ Le modèle vectoriel : caractéristiques

Une colonne (ou **champ attributaire**) contient toujours des données :

- De même nature : les données renvoient toutes à la même chose : nombre d'habitants, nom de commune...
- De même type (même type d'information) : nombres, chaînes de caractère...

Les **types de données** qui peuvent être stockées dans une table sont :

- Des *données numériques* plus ou moins complexes :
 - Entiers courts, stockés sur 2 octets (-32 768 à 32 767) = *short*
 - Entiers longs stockés sur 4 octets (-2 147 483 648 à 2 147 483 647) = *long*
 - Réels courts stockés sur 4 octets ($3.4 \cdot 10^{-38}$ à $3.4 \cdot 10^{38}$) = *floats*
 - Réels longs stockés sur 8 octets ($1.7 \cdot 10^{-308}$ à $1.7 \cdot 10^{308}$) = *doubles*
- Des *chaînes de caractères* de longueur prédéfinie = *string*
- Des *dates* stockées dans un format prédéfini (jjmmaaaa ou mmjjaaaa) = *date*
- Des *blob* (Binary Large Object) correspondant à de longues chaînes binaires servant à stocker des fichiers.

1 octet = 2^8 nombres ; 256 valeurs

2 octets = 2^{16} nombres ; 65536 valeurs

**= informations
qualitatives ou
quantitatives**

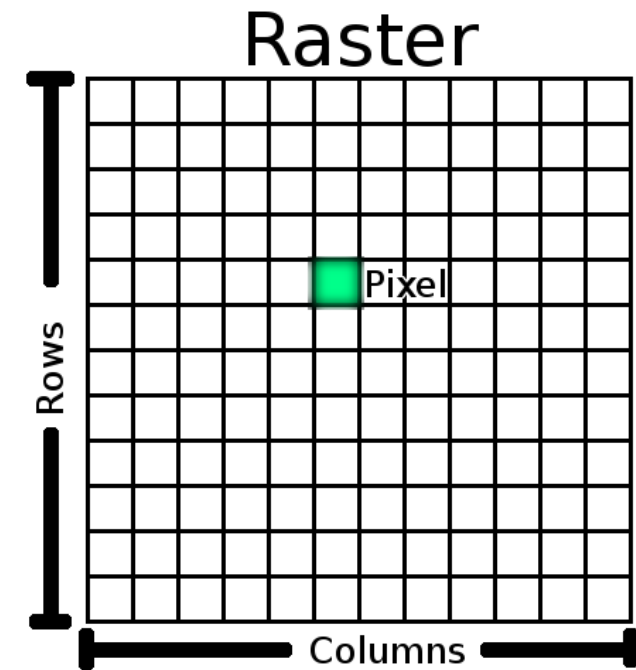
Représentation de l'information géographique

■ Modèle matriciel : principe

- Les données **raster** sont des **images** qui sont repérées dans un **système de coordonnées**
- L'image est divisée en **pixels** qui représentent une portion variable de l'espace
- Chaque élément de l'image est caractérisé par une position en X et en Y

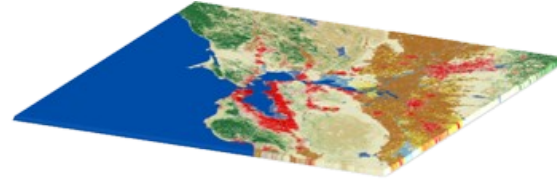
→ Représentation **discrète** ou **continue**

→ Les rasters n'intègrent pas de géométrie explicite

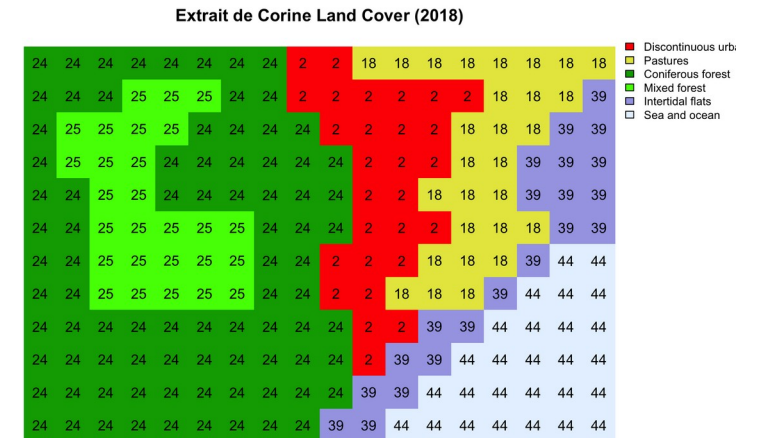


Représentation de l'information géographique

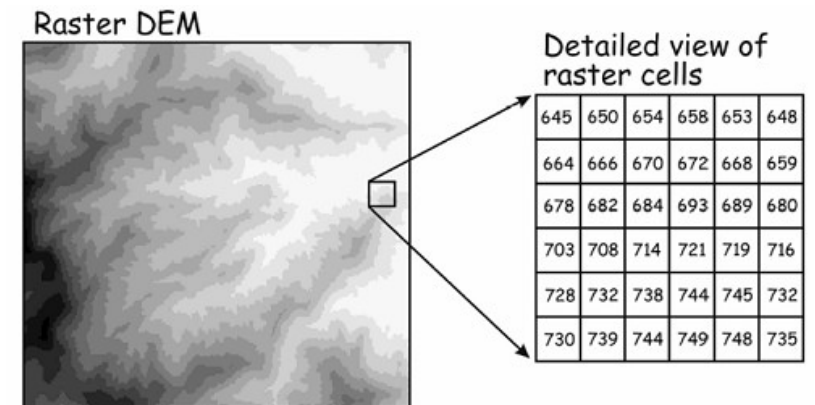
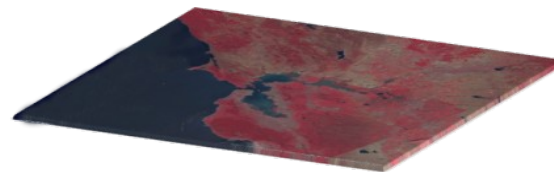
■ Modèle matriciel : principe



→ **RASTER discret** avec thèmes ou catégories :
(occupation du sol, type de sol...)



→ **RASTER continu** avec valeurs graduelles :
(élévation, température, photo. aérienne, image satellite...)



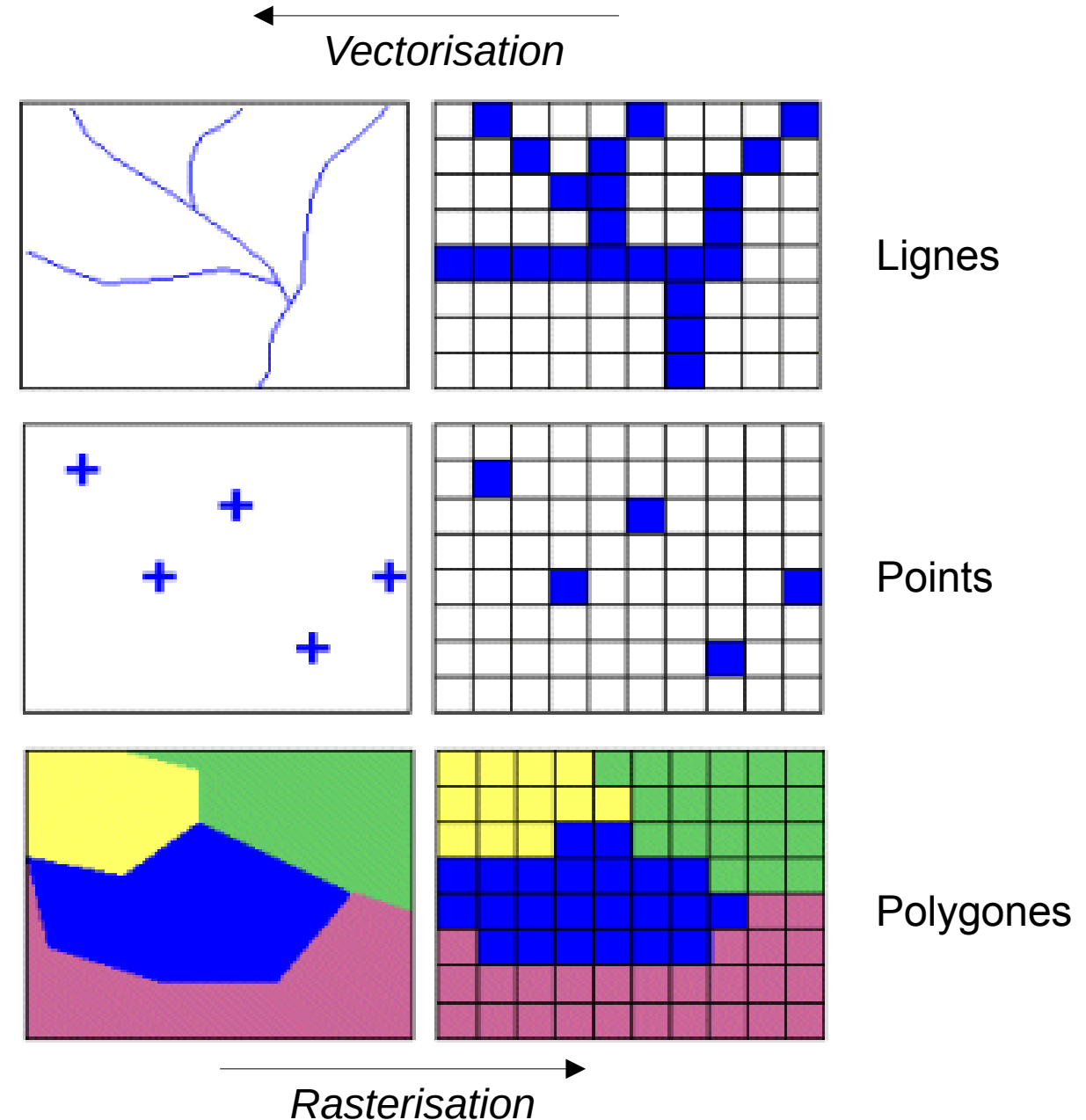
Représentation de l'information géographique

Quel modèle utiliser ?

- Des **représentations visuelles distinctes et complémentaires** du monde réel
- Chacune devant être **adaptée à l'application particulière de l'utilisateur**

Deux critères principaux doivent guider le **choix du modèle** :

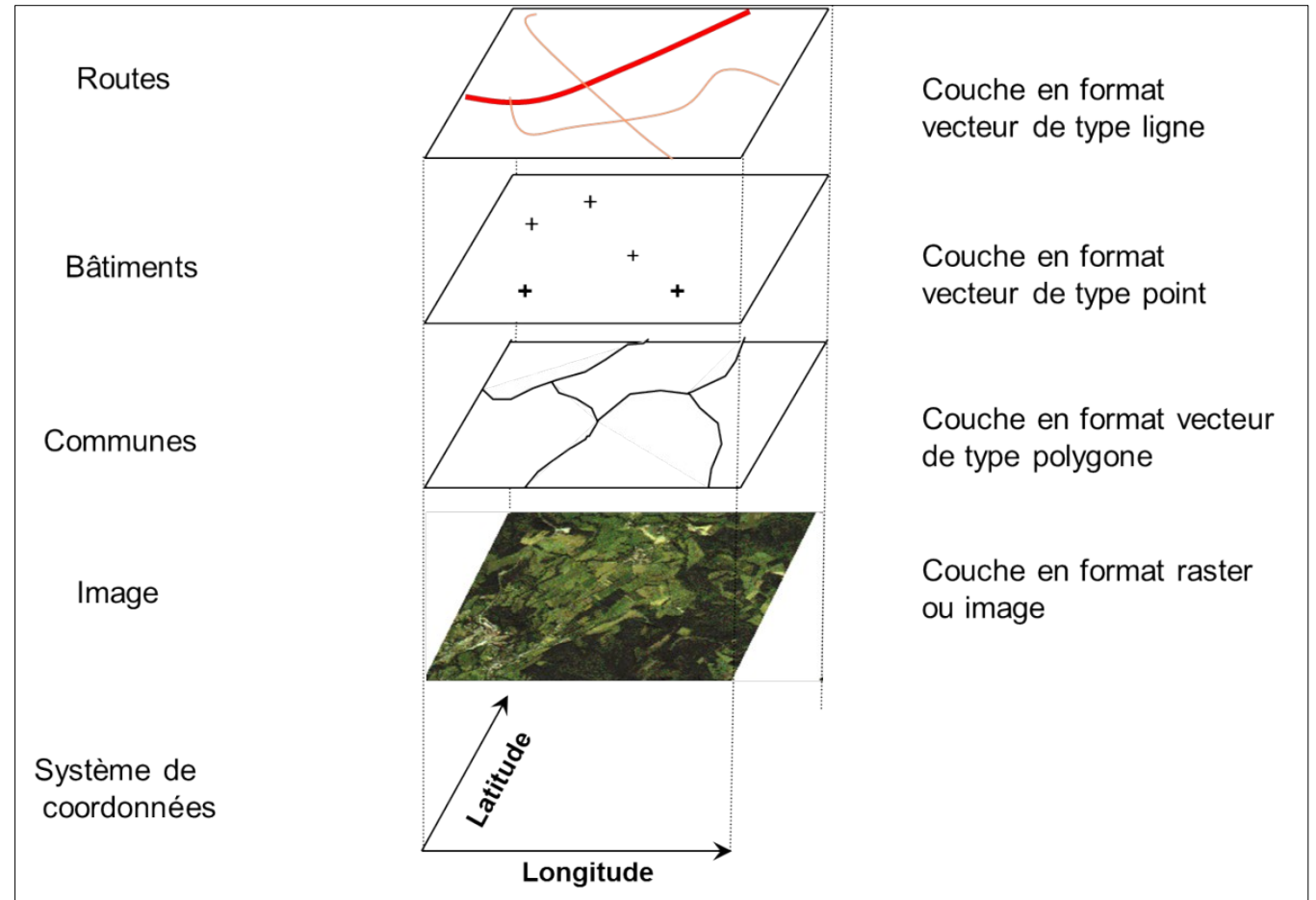
- le type d'analyse à réaliser
- l'échelle d'étude



Représentation de l'information géographique

■ Quel modèle utiliser ?

- Possibilité de juxtaposer les **couches de données** = ensemble d'entités spatiales avec leur localisation, leur topologie et leurs attributs
- Des couches qui correspondent à des **thèmes particuliers**



Utilisation des SIG

■ Rôle des SIG

↪ Quand a-t-on besoin des SIG ?

- Quand les informations relatives à la **localisation** des objets / des phénomènes est nécessaire à leur **gestion / leur étude**.

Exemple d'applications : environnement, gestion des ressources, gestion des réseaux, gestion territoriale, géomarketing, santé, transport, ...

↪ Qui a besoin des SIG ?

- Les chercheurs
- Les collectivités territoriales
- Les établissements publics
- Les bureaux d'étude ...

Utilisation des SIG

■ Conclusion



Finalité du SIG différente selon le type d'utilisateurs :

- **Outil de gestion** pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'un service ou d'une activité
- **Outil d'analyse** pour l'aménageur ou l'urbaniste qui doit observer, analyser, planifier le territoire
- **Outil d'aide à la décision** pour le décideur, élu, directeur, administrateur) qui doit disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions



Besoins en informations différentes (échelle, en mise à jour, précision) selon les applications / tâches et les utilisateurs

Utilisation des SIG

■ La Géomatique:

« Discipline ayant pour objet la gestion des données à référence spatiale et qui fait appel aux sciences et aux technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion »

d'après M. Bergeron (1992)

- La géomatique est liée au développement des méthodes d'informatique permettant de décrire, représenter et analyser des données de l'espace : les Systèmes d'Information Géographique
- Néologisme formé du préfixe **géo-** et du mot **informatique**
- Elle doit se comprendre dans un contexte général de numérisation systématique de l'information sur l'espace terrestre



TP 1 : Prise en main

Objectifs :

- Prendre en main QGIS, son architecture et son fonctionnement
- Comprendre les données vecteur et raster
- Adopter les bonnes pratiques

Logiciel SIG

■ Pourquoi QGIS ?

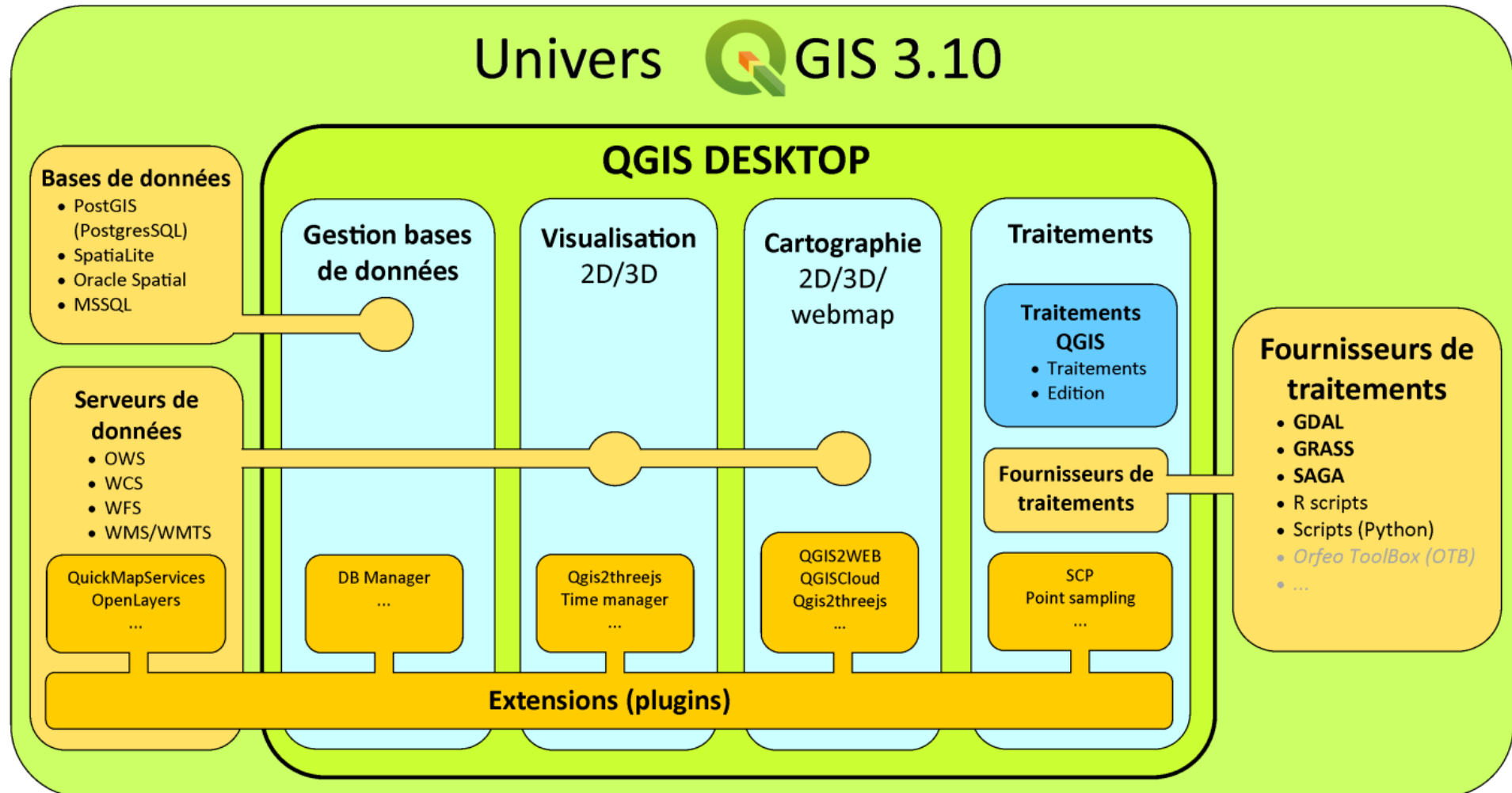
En quelques mots :

- **Open-source**
- **Multi-plateformes**
- Une communauté d'utilisateurs et de développeurs
- Projet officiel de **OSGeo (Open Source Geospatial Foundation)**
- Développement rapide depuis 2002
- **Intégrateur** d'autres logiciels SIG Libre / opensource comme GRASS, GDAL, SAGA, R scripts, Scripts Python, Orfeo ToolBox (OTB),...
- Simple à utiliser



Logiciel SIG

■ De nombreuses fonctionnalités :



d'après
Antoine
Denis

Logiciel SIG

Menu

Barre d'outils

Explorateur

Fenêtre d'aperçu

Gestion de couches

Barre d'état

