



Ecole Nationale Polytechnique d'Oran – Maurice Audin (Polytech'Oran)

Département de Génie des Systèmes Informatiques

Filière: Systèmes d'Information & Télécom

Spécialité: Ingénierie et Management des Systèmes d'Information (IMSI) & RTélécom

1

Introduction aux SIG Systèmes d' Information Géographique



Complément du Master – IMSI – 2021/2022

DR. BRAHAMI MENAOUER (HDR)
E-MAIL: MENAOUER.BRAHAMI@ENP-ORAN.DZ

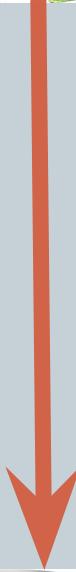
Spatial database Modeling

2

SPATIAL DATABASE TRACKING

Cycle de vie des données géographiques

3

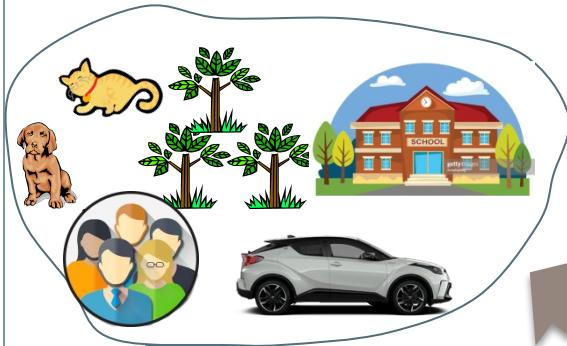


- **Abstraction** du **monde réel** → Quelle **information** veut on représenter ?
- **Acquisition** des **données** → Quels moyens vont permettre de fournir des données représentant cette **information** ?
- **Modélisation** des **données** → Comment représenter formellement l'**information** acquise?
- **Archivage** des **données** → Comment et sous quelle **forme** stocker les données?

Utilisation des données

Cycle de vie d'une base de données

4



personne
Voiture

Concepteur

Schéma conceptuel

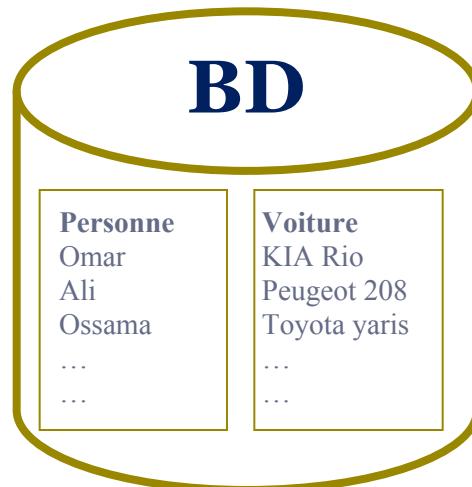


Table Personne
Table Voiture
Table Conduit
...
...

Schéma logique

Utilisateurs

LMD



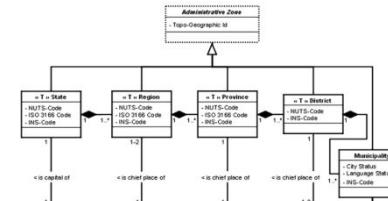
Modélisation d'une base de données spatiales

5

Etape des besoins
Inventaire des éléments nécessaires



Etape Conceptuelle
Présentation formelle du monde réel



Etape Logique
Préparation à l'implémentation



Commune (numérisée int, nomCom string, ...)
Rivière (numRivière int, nomRivière string,)

Etape Physique
Implémentation dans un système particulier



Commune (numérisée integer not null primary key , nomCom var char (256), ...
Rivière (numRivière integer not null primary, nomRivière var char (256), ...)

Index

Utilisation, maintenance



Table commune

Id.	Att. 1	...	Att. n	Col. Spatiale
				•

Modèle conceptuel

6

- ❖ **But** : décrire de façon **formelle** les données et les relations entre ces données, indépendamment des choix techniques d'implémentation.
- ❖ C'est une représentation **formelle** du **monde réel**.
- ❖ Deux types de modèles conceptuels :
 - **Modèles statiques** : Permettent de décrire la structure de données.
 - **Modèles dynamiques** : Permettent de décrire les opérations sur les données.
- Formalismes de modélisation :
 - Modèle **Entité/ Relation**
 - Méthode **MERISE**
 - Notation **UML (Geo-UML)**
 - Spécifiques aux données géographiques : **MADS** (Modélisation d'Application à Données Spatio-temporelles), **CONGOO** (CONception Géographique Orientée Objet), **MODUL-R**

Méthodes de modélisation – Modèle conceptuel

7

1. Le formalisme **MADS** (Modélisation d'Applications à Données Spatio-temporelles).
 - [Parent et al. 1997-1999; Parent et al. 2006] et intégré à **Oracle**, **ArcView**, **MapInfo**.
 - Les auteurs ont proposé un modèle conceptuel de données sous forme d'**entité-association** conçu selon **trois (03) axes : structurel, spatial et temporel**.
2. Le formalisme **CONGOO** (CONception Géographique Orientée Objet) [Pan, 1996]
 - Le formalisme CONGOO distingue trois types de relations: les relations de structure, les relations topologiques et les relations logiques.
4. Le formalisme **UML** a développé un module spécial appelé **Perceptory** (le géo-UML de Perceptory) qui est intégrable à l'atelier de génie logiciel (AGL) Visio [Bedard, 1999].
 - ❖ F-Perceptory met en œuvre les principaux concepts du diagramme de classes UML (classes, attributs, associations, généralisation, contraintes et notes). L'approche est utilisée pour définir un **diagramme de classes floues**.
5. Le formalisme **OMEGA** (Objet Modeling for End-user Geographie Application) est basé sur UML pour la conception des applications SIG [Den, 2004].
 - La méthode T-OMEGA est une extension de la méthode OMEGA pour les applications télégéomatiques.
6. La méthode **MODUL_R**: est une méthode basée sur une extension de **Merise**. Des notations spécifiques aux informations spatiales sont intégrées au **MCD**.
7. La méthode **MECOSIG** a été conçue pour l'informatisation de SIG existants ou leur conception, une opération qui est souvent désignée par la «géomatisation des organisations» [Pantazis et Donnay, 1996].

Méthodes de modélisation

Hiérarchie des types abstraits spatiaux

8

- Le type géosimple représente n'importe quel type spatial simple.
- Le type spatial géocomposé permet de décrire toute composition de types spatiaux simples:
 - par exemple, un réseau fluvial défini par un ensemble de rivières (lignes orientées) et de lacs (surfaces).
- Les sous-types homogènes de géocomposé ont été définis:
 - **le semis** (ensemble de points), **exemple:** un ensemble de forages,
 - **le graphe** (ensemble de lignes), **exemple:** une portion de réseau routier,
 - **le digraphe** (ensemble de lignes orientées), **exemple:** une rivière avec ses affluents.
 - **la surface complexe** (ensemble de surfaces simples), **exemple:** un archipel.



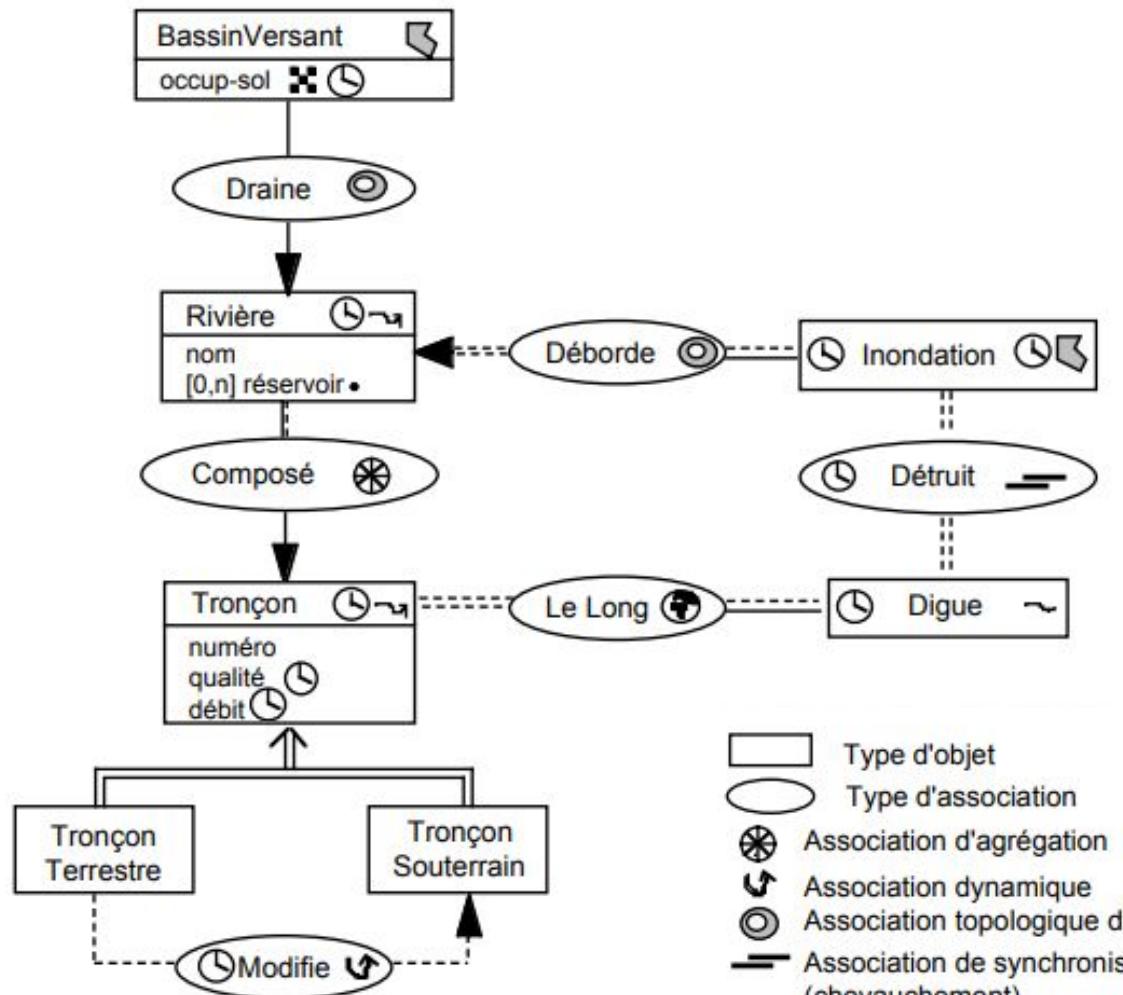
Surface simple



Surface complexe

Schéma MADS partiel pour une application de gestion des eaux

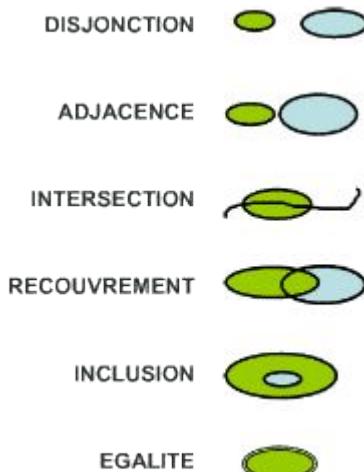
9



La figure donne une solution avec deux types d'objets spatiaux, **Rivière** et **BassinVersant**, et un attribut spatial multivalué, **réservoir**, attaché à **Rivière**.

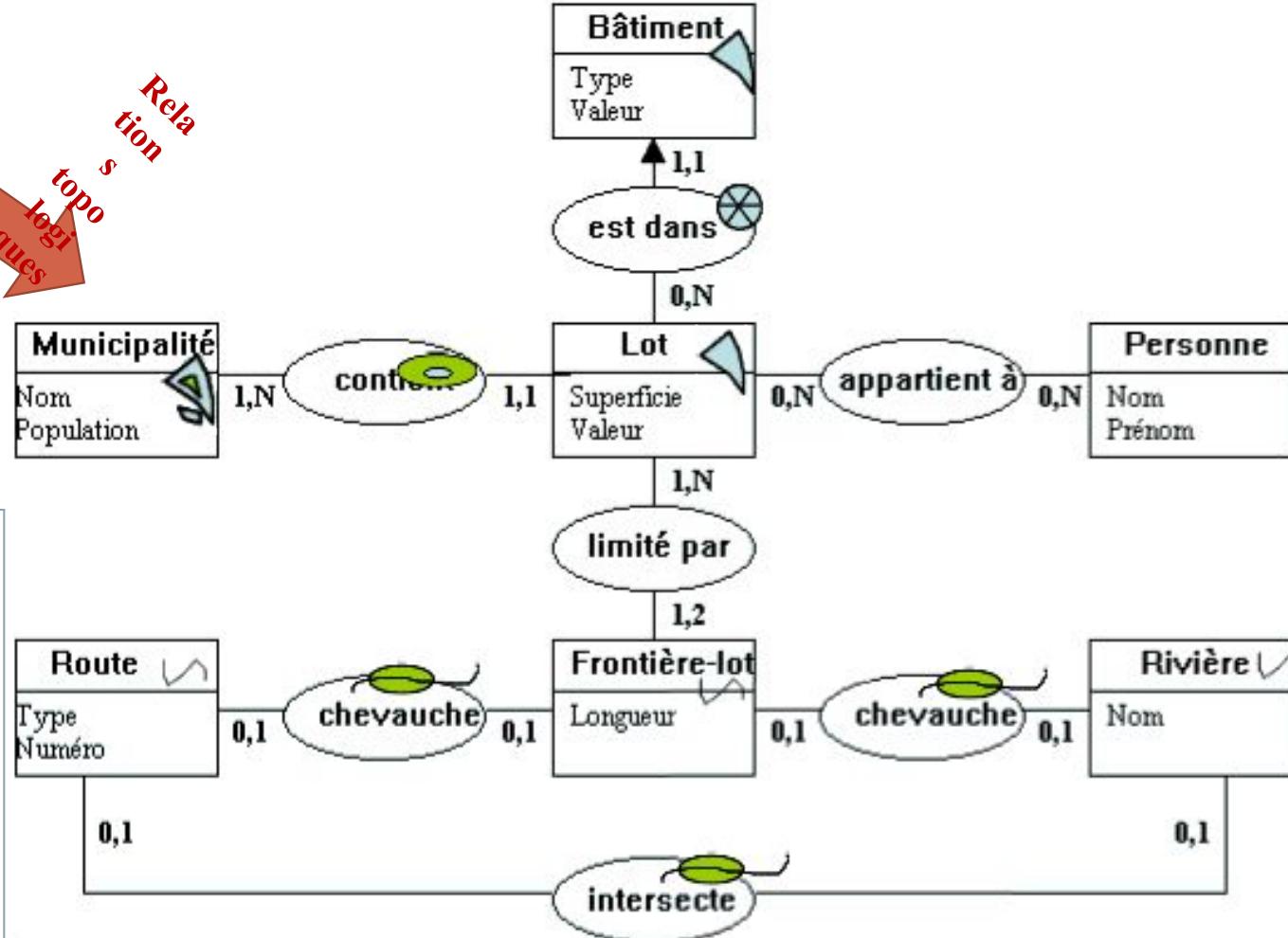
Pictogrammes des relations topologiques (modèle MADS)

10



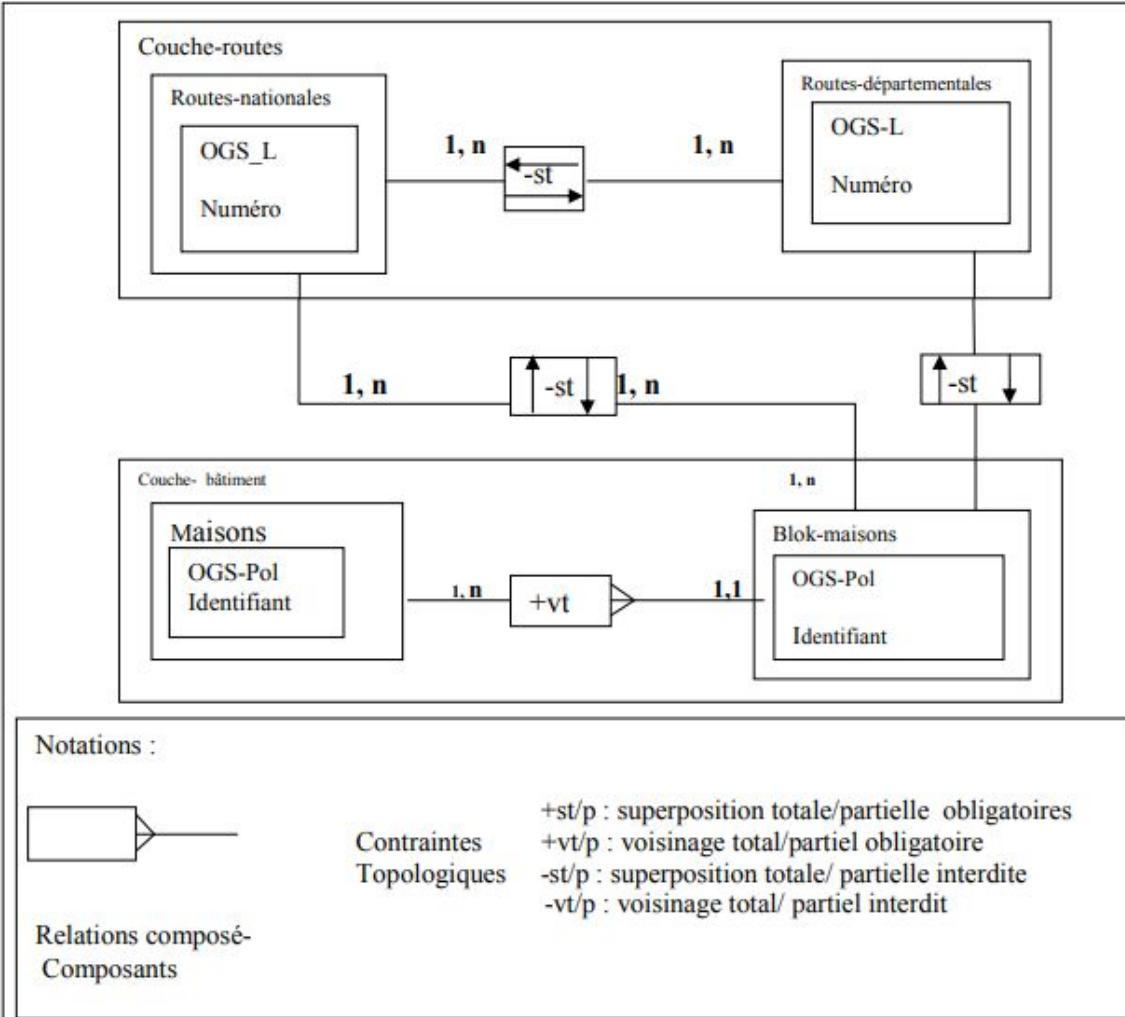
relations
topo
logiques

des liens particuliers
tels que les
relations
topologiques entre
classes d'objets
spatiaux peuvent
être sur le schéma



Exemple de modèle CONGOO routes et Bâtiments

11

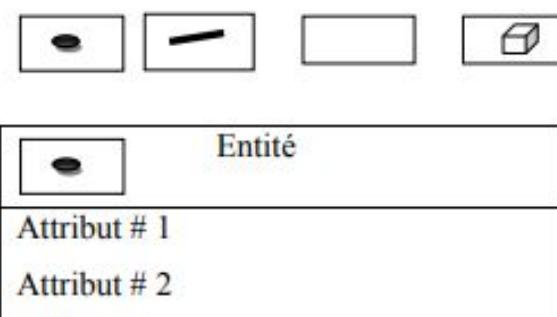


La figure donne une solution avec deux types d'objets spatiaux, **Routes** et **Bâtiment**, et un attribut spatial **bloc-maison**, attaché à des **Routes nationales**.

Méthodes de modélisation – Modèle conceptuel

12

Entités géométriques et pictogrammes propres à la référence spatiale dans MODUL_R

Composantes sémantiques	Notations graphiques (le différent Pictogrammes utilisées)
Entités Géométriques (Point, ligne, polygone, volume)	 <p>Entité</p> <p>Attribut # 1</p> <p>Attribut # 2</p>



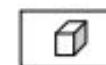
0 dimension (objet ponctuelle)



2 dimensions (objet surface)



1 dimension (objet linéaire)

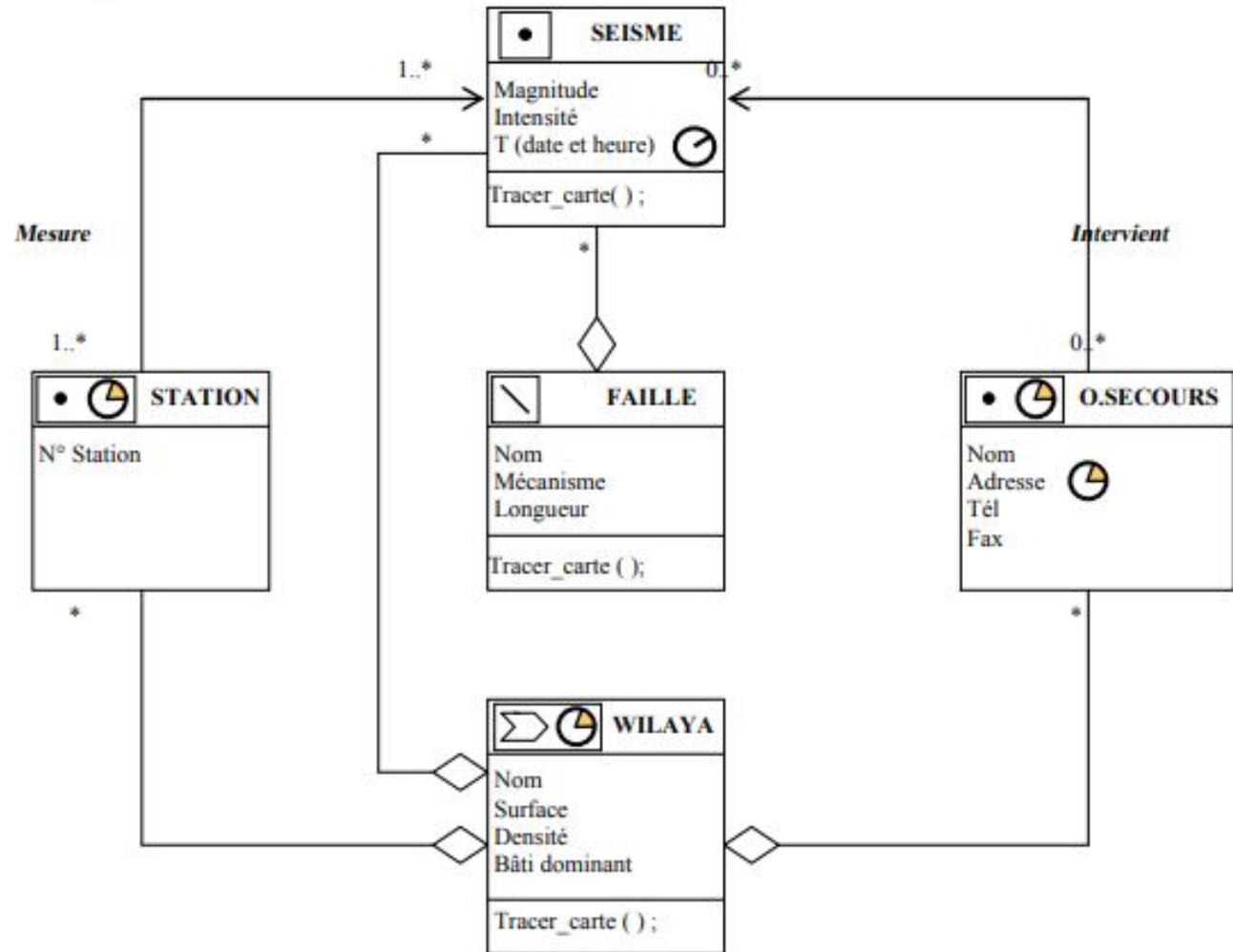


3 dimensions
(objet volumique)

Exemple de modélisation selon PERSPECTORY

13

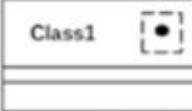
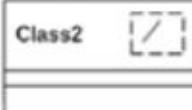
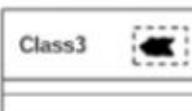
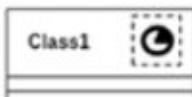
Cette **temporalité** peut être **instantanée** ou **durable**. Elle est représentée dans le diagramme de classe de **UML** par une variété de pictogrammes temporels appelés **PVL** (Plug-in for Visual Language).



Modélisation pictogrammique de F-Perceptory

14

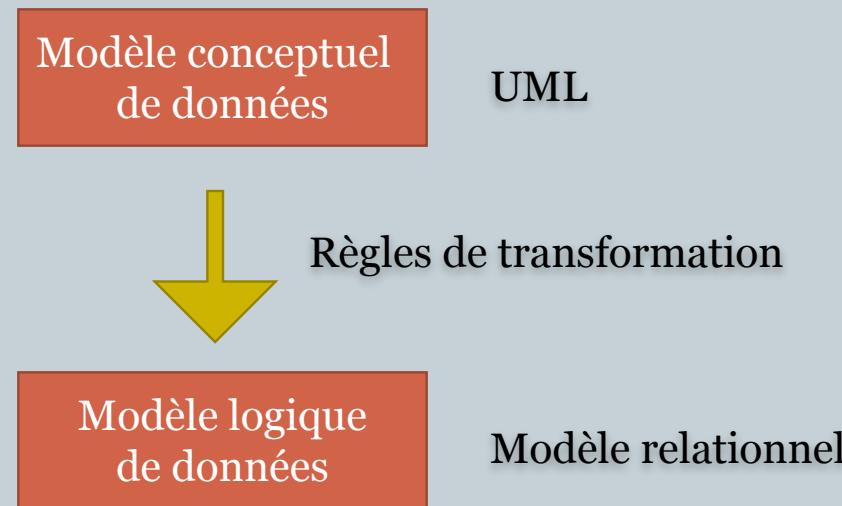
- ❖ Pour modéliser la spatialité imprécise, F-Perceptory distingue trois formes spatiales simples : le **point flou**, le **polygone flou** et la **ligne floue**.

Modèle F-Perceptory	Description	Exemple
	Classe d'objets avec une forme point flou	Centre ville (0 dimension)
	Classe d'objets avec une forme ligne floue	Segment de route ou une rivière (1 dimension)
	Classe d'objets avec une forme polygone flou	Villes, parcs, bâtiments (2 dimension)
	Classe d'objets avec une date floue	Date d'accident (0 dimension)
	Classe d'objets avec une période floue	Période d'existence du patrimoine (1 dimension)

Passage du modèle conceptuel au modèle logique

15

- Dépend du **formalisme** utilisé pour le modèle **conceptuel** et du **formalisme** utilisé pour le **modèle logique**;
- Transformation grâce à des **règles**;
- Dans ce cours, passage d'un modèle conceptuel défini en UML à un modèle logique défini par un modèle relationnel;



Transformation UML->Modèle relationnel

16

● Règles de transformation

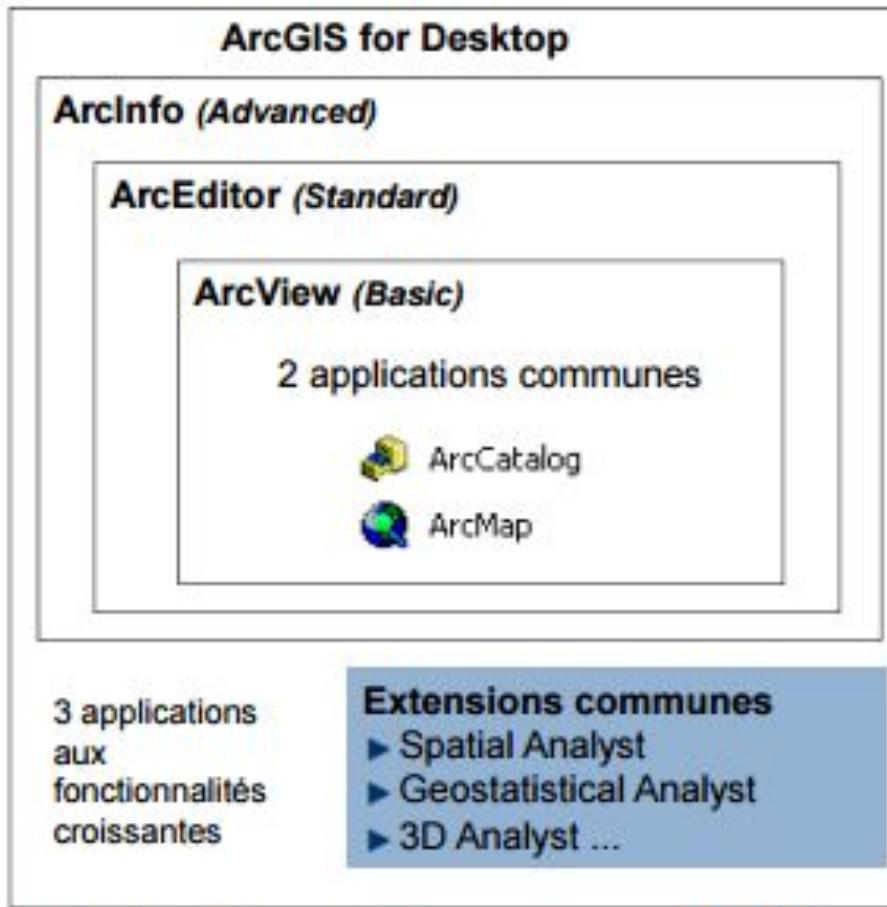
- Nom de la classe **UML** => Nom de la relation (**table**)
- **Attributs** de la classe UML => **Champs** de la table
- **Relation** entre classes => Création d'un **nouveau champ** ou d'une **nouvelle table** selon la multiplicité.

● Comment définir la clé primaire?

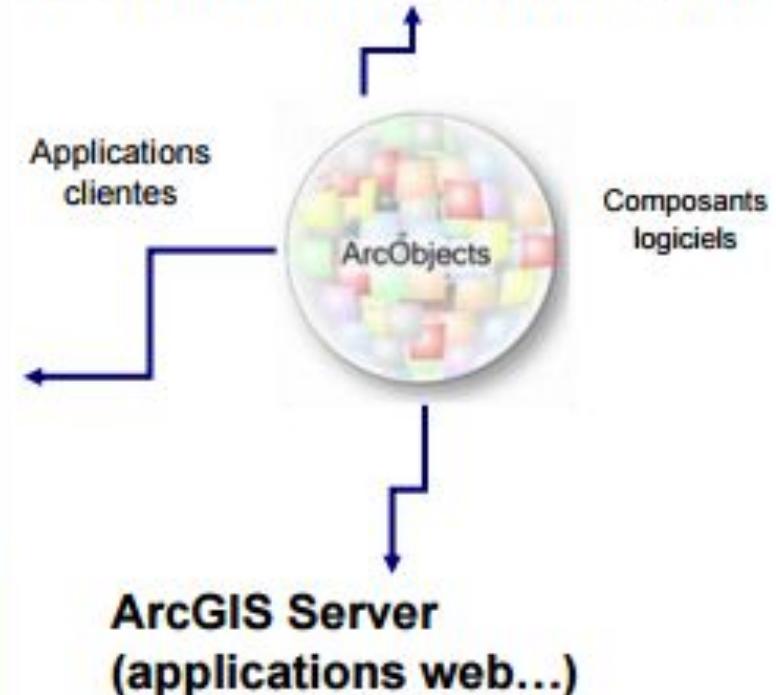
- Il existe un attribut de la classe qui est unique et pérenne et qui ne prend jamais la même valeur pour des **objets différents**, alors il peut servir de clé primaire.
 - *Exemple : numéro la rue pour une région.*
- Il n'existe pas **d'attribut** dans la classe pouvant remplir ces conditions, il faut alors générer un identifiant.

Le système ArcGIS...

17



ArcGIS Engine (développement d'applications)



Les données de type SHP pour ArcGIS & TAB pour MapInfo

18

- Le **shapefile (*.SHP)**, ou "fichier de formes" est un format de fichier issu du monde des SIGs.
- Initialement développé par **ESRI** pour ses logiciels commerciaux, ce format est désormais devenu un standard de facto, et largement utilisé par un grand nombre de logiciels libres (**Grass, QGIS,...**) comme propriétaires (**VectorWorks, Autodesk Map 3D ...**).
- Il contient toute l'information liée à la géométrie des objets décrits, qui peuvent être : **des points, des lignes, des polygones**.
- Un shapefile est en réalité composé de plusieurs fichiers. Les trois suivants sont requis :
 - ***.shp** fichier contenant la géométrie des entités.
 - ***.dbf** fichier contenant les attributs au format dBase.
 - ***.shx** fichier d'index.
- Un **shapefile** inclut également un fichier ayant l'extension ***.prj** qui contient les informations sur le système de coordonnées.
- Il existe des fichiers de type (***.mif**) pour le logiciel **Mapinfo**.
 - <https://github.com/eric-pommereau/communes-algerie-shp>
 - <http://www.sogefi-sig.com/ressources/>
 - <http://www.statsilk.com/maps/download-free-shapefile-maps>
 - <http://www.esri.com/> (Fichiers ***.eoo** (fichiers d'échanges ESRI))

Shapefile des pays du monde

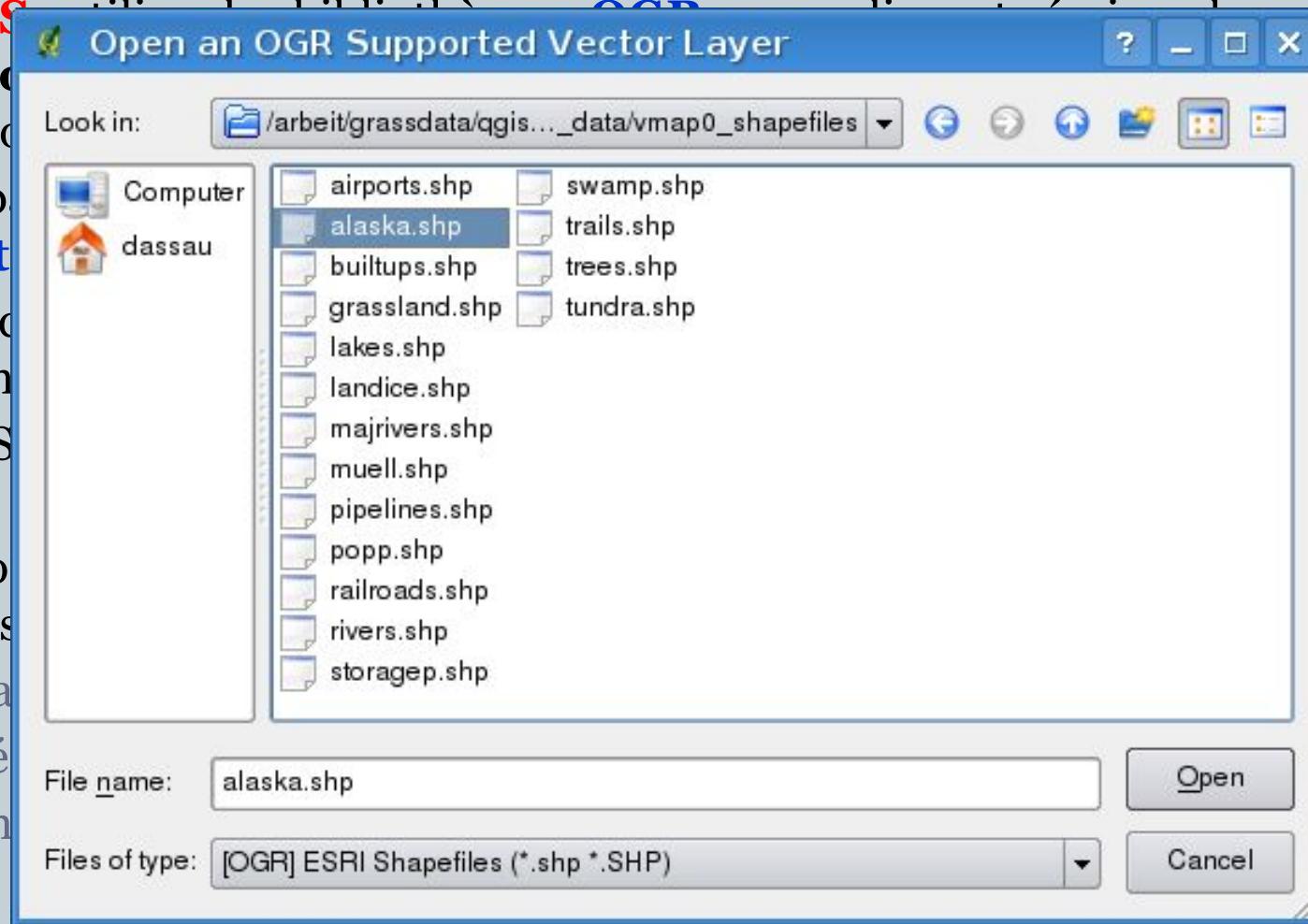
19

- Ce site web présente un tableau permettant de télécharger les shapefiles des différents pays du monde:
 - <http://www.actualitix.com/shapefile-des-pays-du-monde.html>
 - https://github.com/eric-pommereau/communes-algerie-shp/raw/master/dist/communes_algerie_2016-10.zip
- **Lien** : Données disponibles dans les différents formats de la suite ArcGis(site ESRI).
- Nombreux formats liés à la diversité des logiciels utilisés: Google Earth (*.kmz) ; GeoConcept (*.gcm)

Préparation des données

20

- **QGIS** pour la préparation des données vectorielles
- MicroStation pour la préparation des données tabulaires
- les bases de données spatiales
- Les données extensives
- QGIS dans le cloud
- Le format vectoriel en les étapes:
 - Datavisualisation
 - Vérification
 - Enrichissement

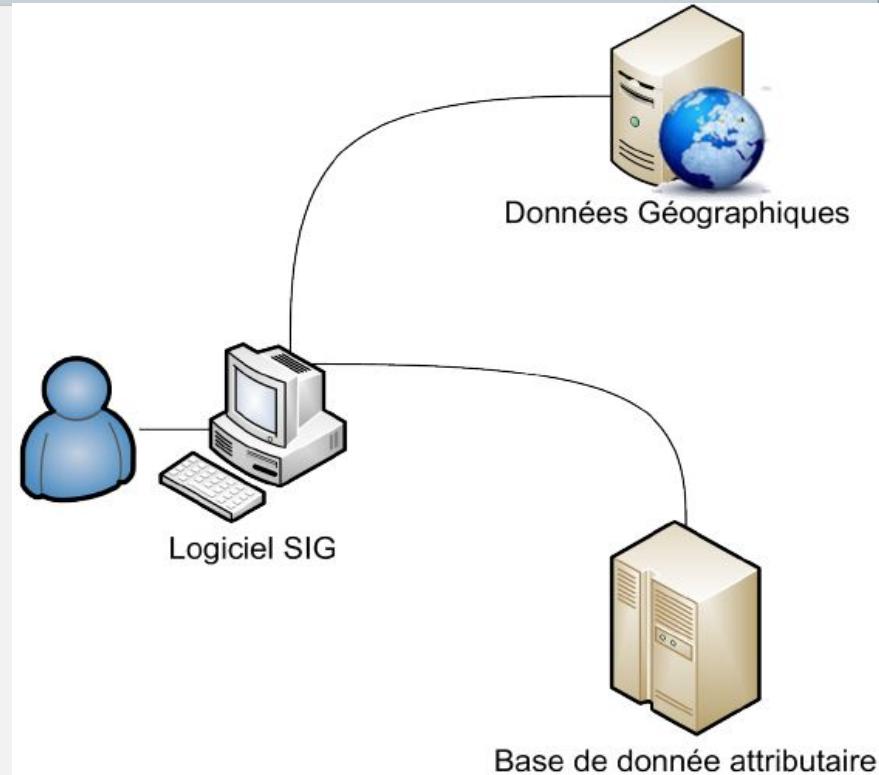
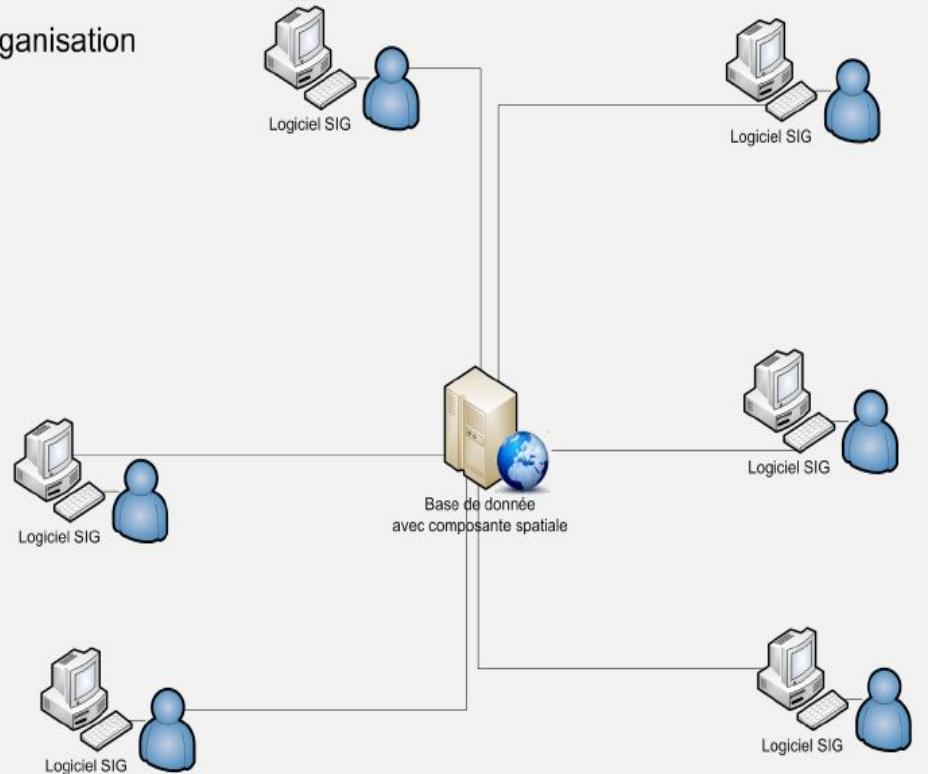


Bases de données géographique

21

- Données = carburant du SIG (le SIG n'est qu'un outil).
- Les données **géographiques** et les données **tabulaires**.
- Où trouver les données?

Organisation



Bases de données spatiales (**Abstract**)

22

Fichiers SIG



- ❖ **Vecteurs** : SHP (ESRI), MIF/ MID (MapInfo) , OSM (Open Street Map)
,...
- ❖ **Raster** : TIF, Geotiff, Img, Jpeg,

BDG ou BDS



BD: ensemble structuré et organisé permettant le stockage de grandes quantité d'information afin de faciliter leur exploitation.
BDG ou BDS : permet le stockage et la manipulation des objets spatiaux

- ❑ **BDS ou BDG = ensemble de couches (set of layers)**
- ❑ **Table d'une BDS = une couche (Layer)**
- ❑ **Ligne = Géométrie + attributs = Feature (un objet géographique ou spatiale)**

Explication d'une base de données spatiales (SGBD PostgreSQL avec PostGIS!)

23

- **PostGIS 2.5.2**, est une "extension" de **PostgreSQL 9.4-11 (64-bit /32-bit)** qui permet de stocker des données spatiales (géographiques ou géométriques : des points, des lieux, des géométries, etc.) et de travailler avec grâce à des fonctions dédiées (distance, intersection, ensemble, etc.).
- **Création de la base de données:** Après avoir installé PostgreSQL/PostGIS, il faut lancer **pgAdmin 4 (Python et Javascript / jQuery)** qui est l'outil graphique de gestion et de développement de base de données de PostgreSQL/PostGIS.
- **Chargement des données dans la base:** Le chargement des données peut se faire en invite de **commandes** en exécutant la commande **psql sur le fichier SQL générer par la commande shp2pgsql ou soit en passant par l'interface graphique de PostgreSQL/PostGIS** en ouvrant la fenêtre SQL pour exécuter le fichier SQL générer par la commande **shp2pgsql**.

Pourquoi PostGIS?

24

SGBD : Comparaison



- Apparition plus récente chez les BDD NoSQL (MongoDB, CouchDB, Solr...)



Exemples!!!

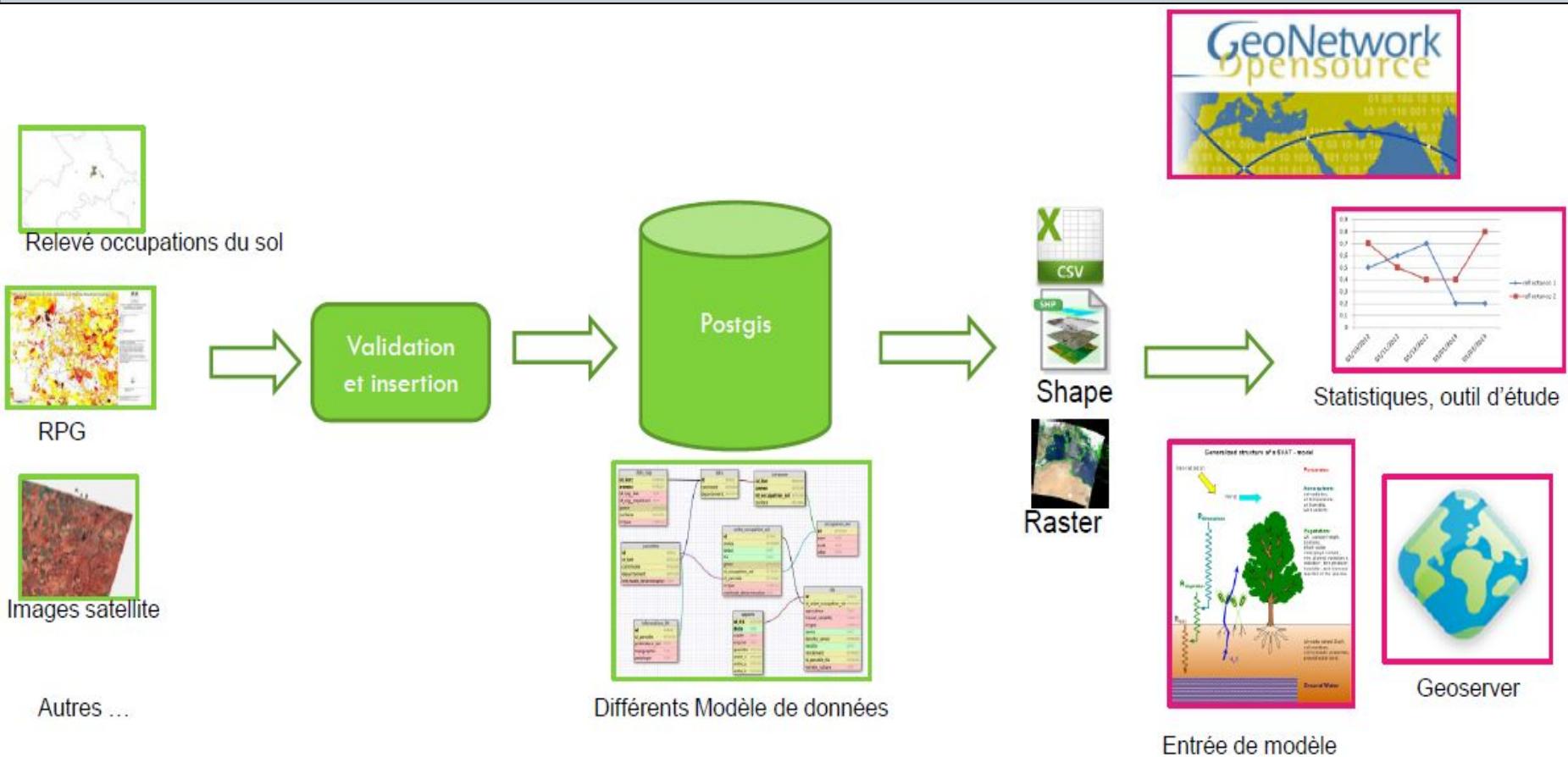
25

POUR CONSULTATION...

Un exemple d'utilisation de PostGIS au sein d'un laboratoire de recherche

26

- Cas du CESBIO (Centre d'Etudes Spatiales de la BIOsphère)



Un exemple d'utilisation de PostGIS au sein d'un laboratoire de recherche

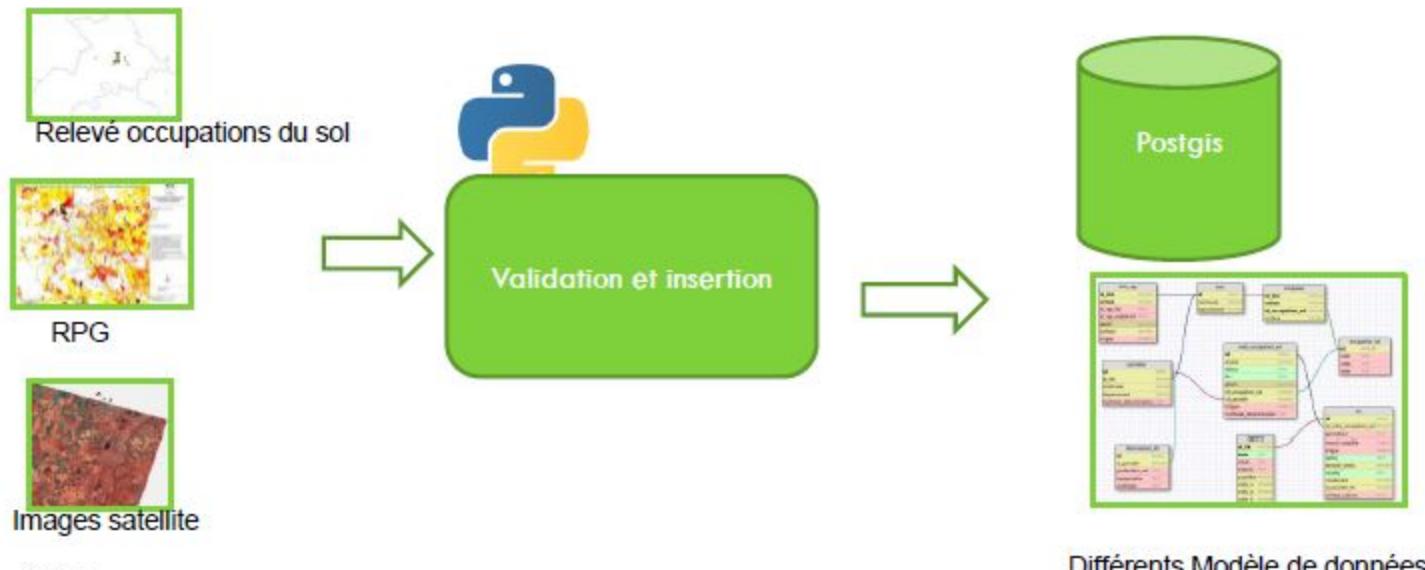
27

Principes et possibilités

- Architecture autour d'une base de données postgresql (SIG : POSTGIS);
- Chaines de validation et d'insertion des données (shape, raster, csv) ;
- Export des données (SQL , Python, Besoins récurrents encapsulés) ;
- Export pour geoserver et geonetwork .

Outils

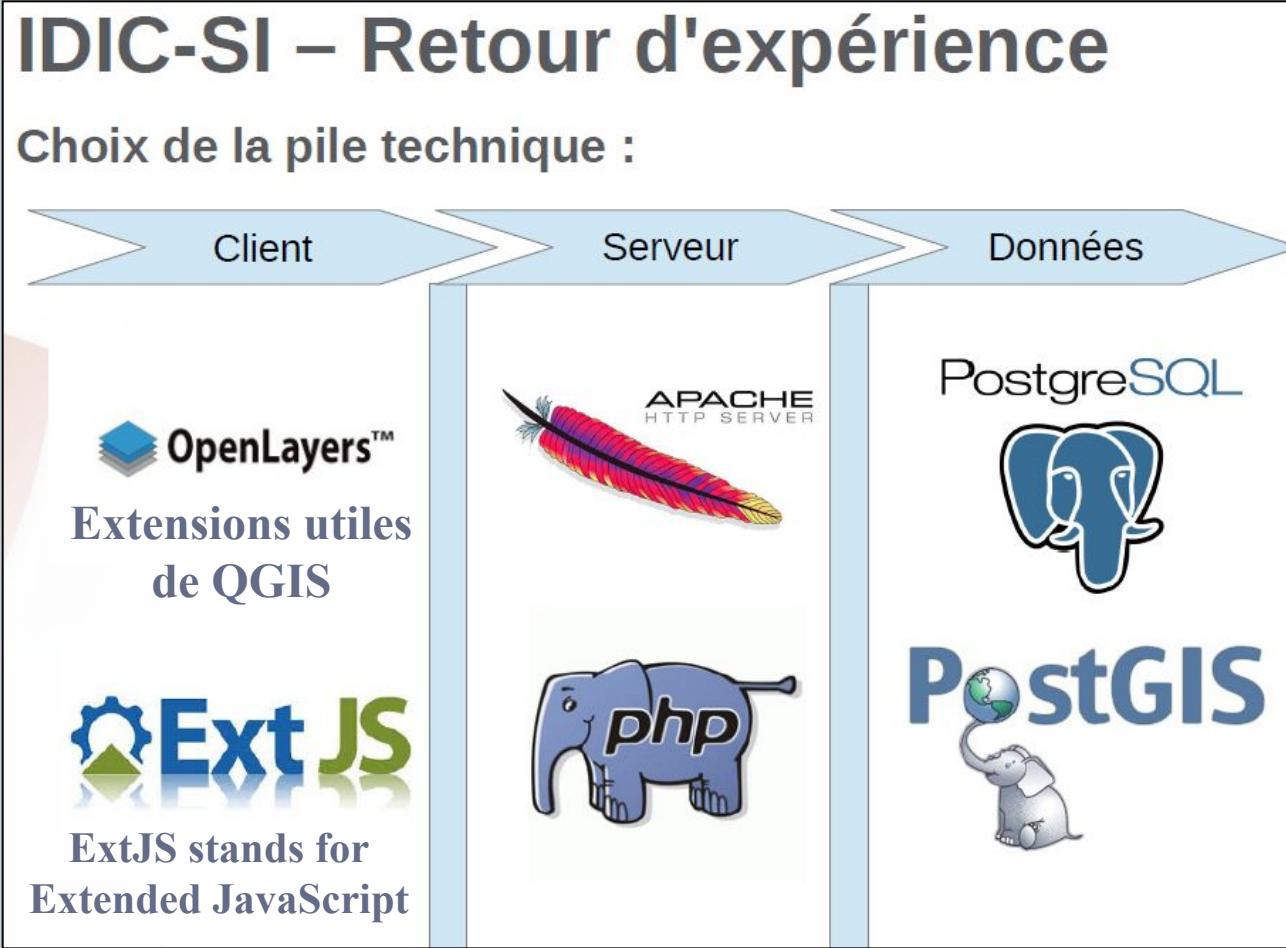
- Shape2pgsql
- Raster2pgsql (adaptation et intégration de la version python)
- Python + GDAL pour mettre en forme/valider les données
 - RPG : Elimination des doublons et Suivi pluri-annuel, caractérisation des « parcelles ».



Un exemple d'utilisation de PostGIS au sein d'un service informatique d'un ministère

28

- Service des Technologies et des Systèmes d'Information de la Sécurité Intérieure



Un exemple d'utilisation de PostGIS au sein d'un service informatique d'une entreprise de logistique

29

La société Teknowlogea, Maroc, offre aux entreprises, locations de voitures. La meilleure solution de géolocalisation des véhicules (voitures, camion, moto) par GPS.

The screenshot shows a web browser window with multiple tabs open at the top. The main content area displays the Teknowlogea website for 'Smart Solutions'. The header features the Teknowlogea logo (a stylized 'T' inside a red circle) and the text 'Smart Solutions'. Below the header, there are links for 'A PROPOS', 'SOLUTIONS', and 'CONTACT'. The main section is titled 'IGEOTEK MOBILE' and features the heading 'Solution mobile de géolocalisation GPS'. It includes a paragraph describing the service's capabilities and two download buttons for the App Store and Google Play. To the right, there is a large image of a smartphone displaying a map with several red location markers. At the bottom of the page, there is a navigation bar with several PDF files listed and a system tray at the bottom right showing the date and time.

Un exemple d'utilisation de PostGIS au sein d'un Web-Based GIS for Sustainable Water Management System

30

Case Study of Potable Water Sector in Egypt



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION
THANKS!**