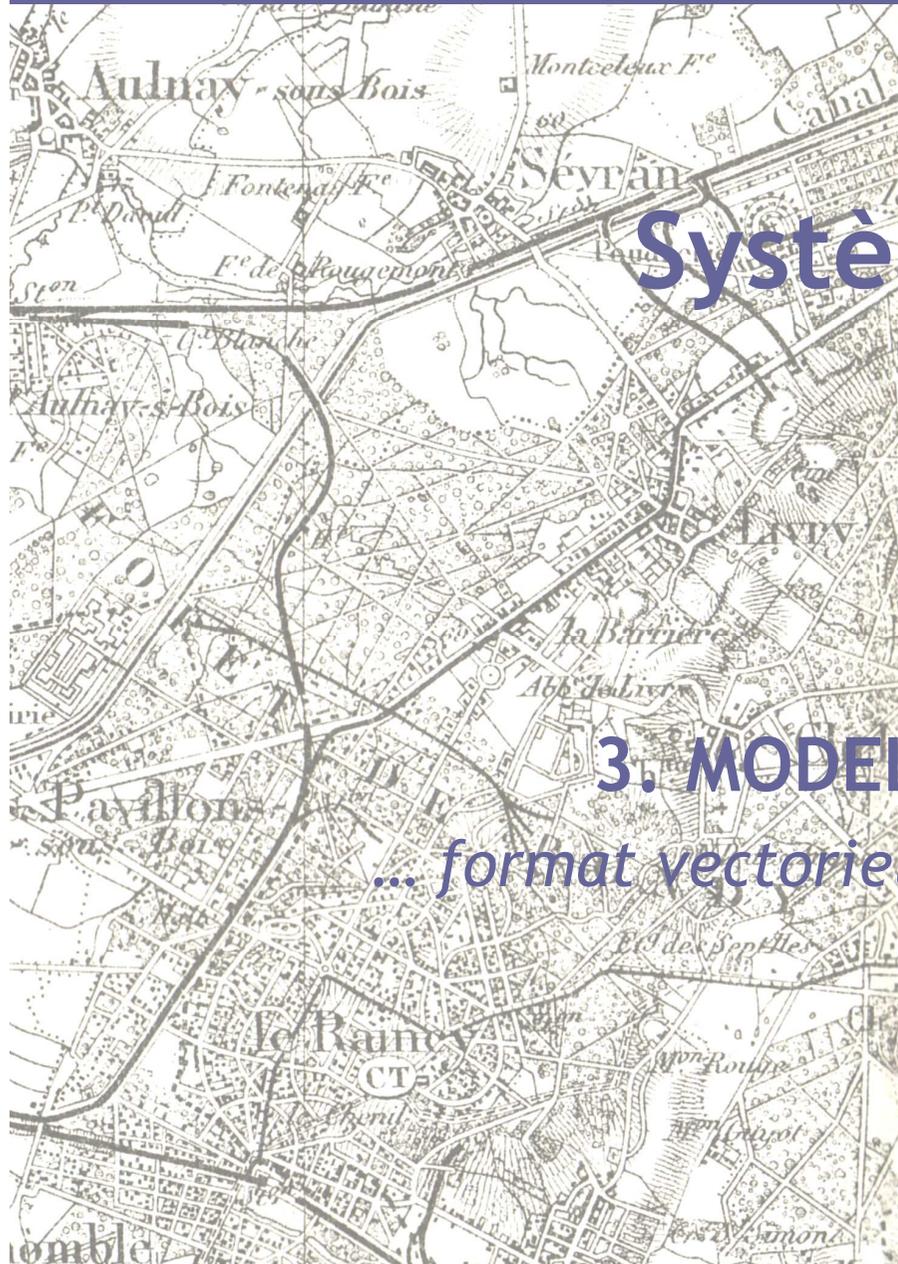


Systemes d'Information Géographique

Jean-Yves Antoine

Université François Rabelais de Tours

www.info.univ-tours.fr/~antoine



Systèmes d'Information Géographique

3. MODELISATION INFORMATIQUE

... format vectoriel et modélisation des terrains

Sommaire

- **Format vectoriel : modélisation conceptuelle** 4
- **Lien entre sémantique et géographie : couches** 9
- **Planimétrie : modélisation des terrains (relief)** 13
- **Modélisation des réseaux** 17
- **Qualité de l'information : contraintes d'intégrités spatiales** 18

Rappel : format vectoriel

Modèle topologique

- **Points remarquables** : extrémités des segments de droite + **intersections**
- **Modélisation hiérarchique des données** – les arcs (segments ou polygones) sont codés à partir des points, puis les polygones à partir des arcs.
- **Codage explicite de relations topologiques de base**

Objet point	Codage
A	(20,30)
...	...

Objet arc	Codage
α	(A,B)
β	(B,E)

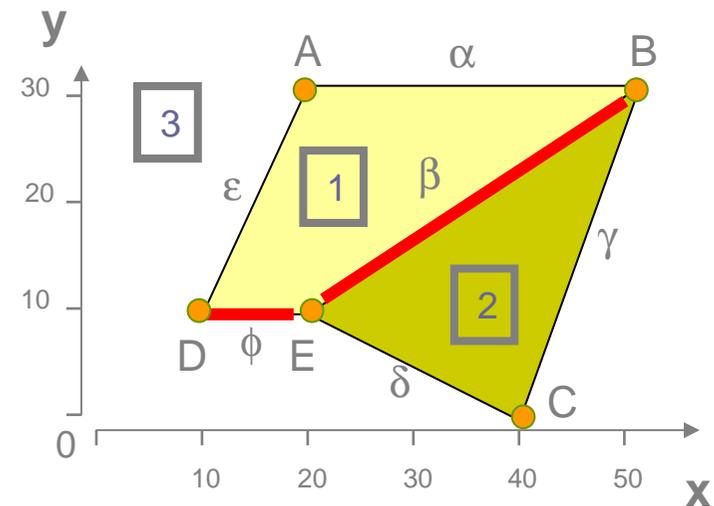
Objet zone	Codage
1	($\alpha, \beta, \phi, \epsilon$)
2	(β, δ, γ)

A gauche	A droite
3	1
2	1

Inclus
F

Localisation

Topologie

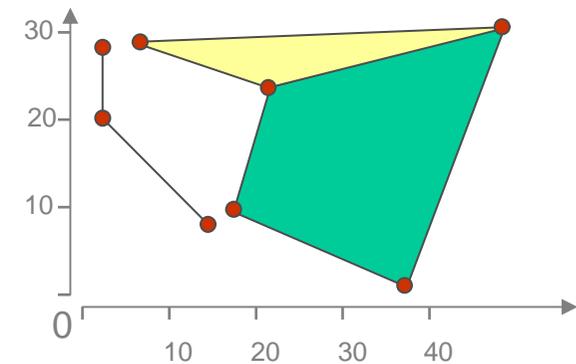
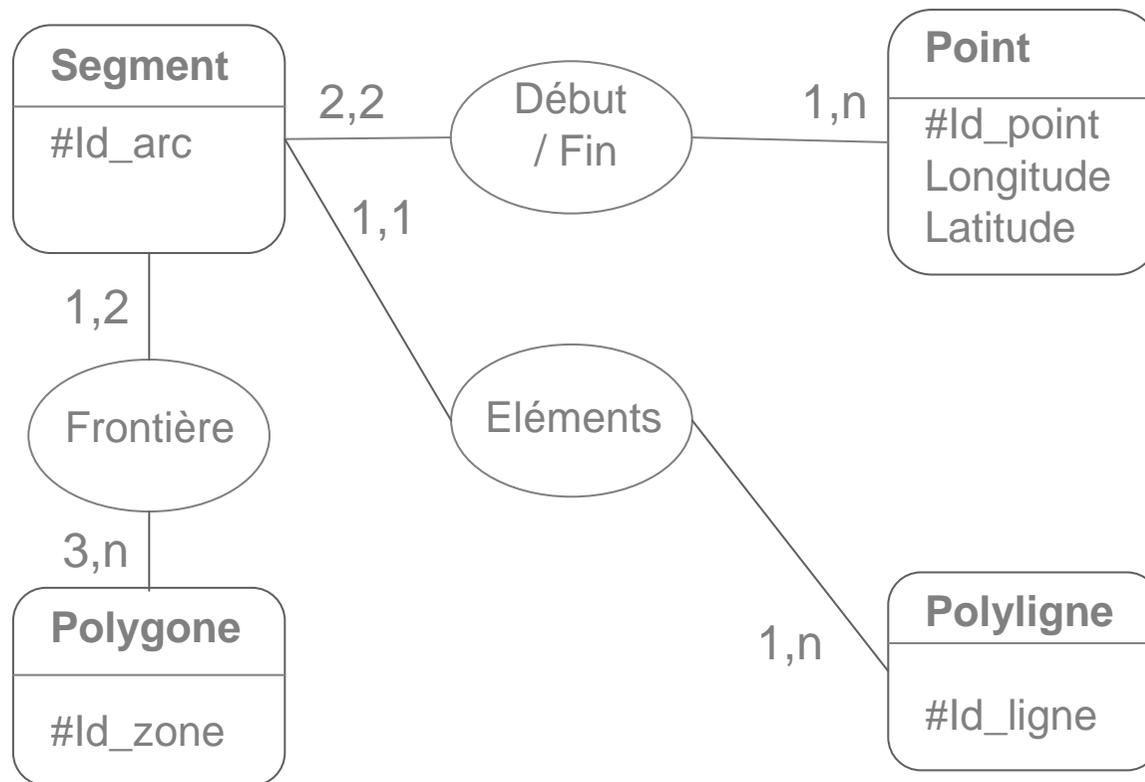


Format vectoriel : modélisation

Modélisation informatique de l'information géographique

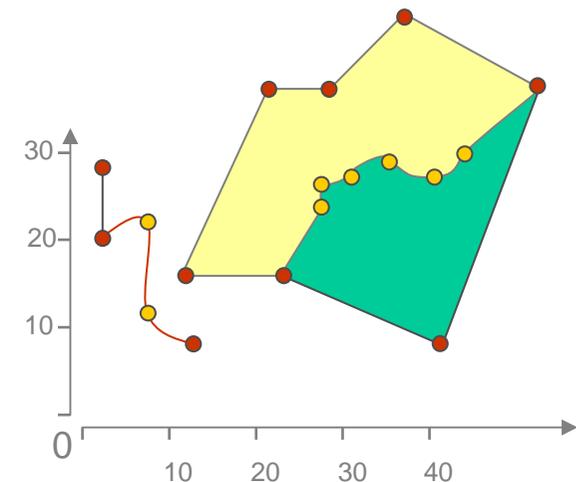
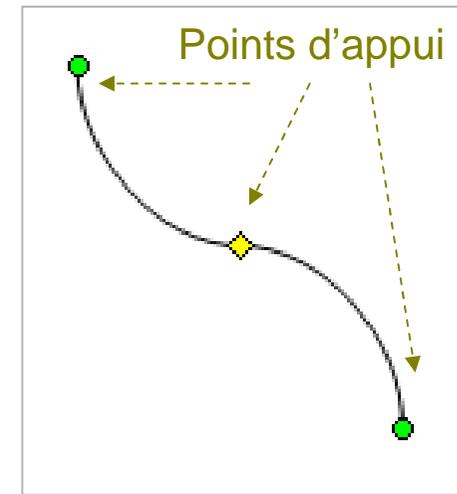
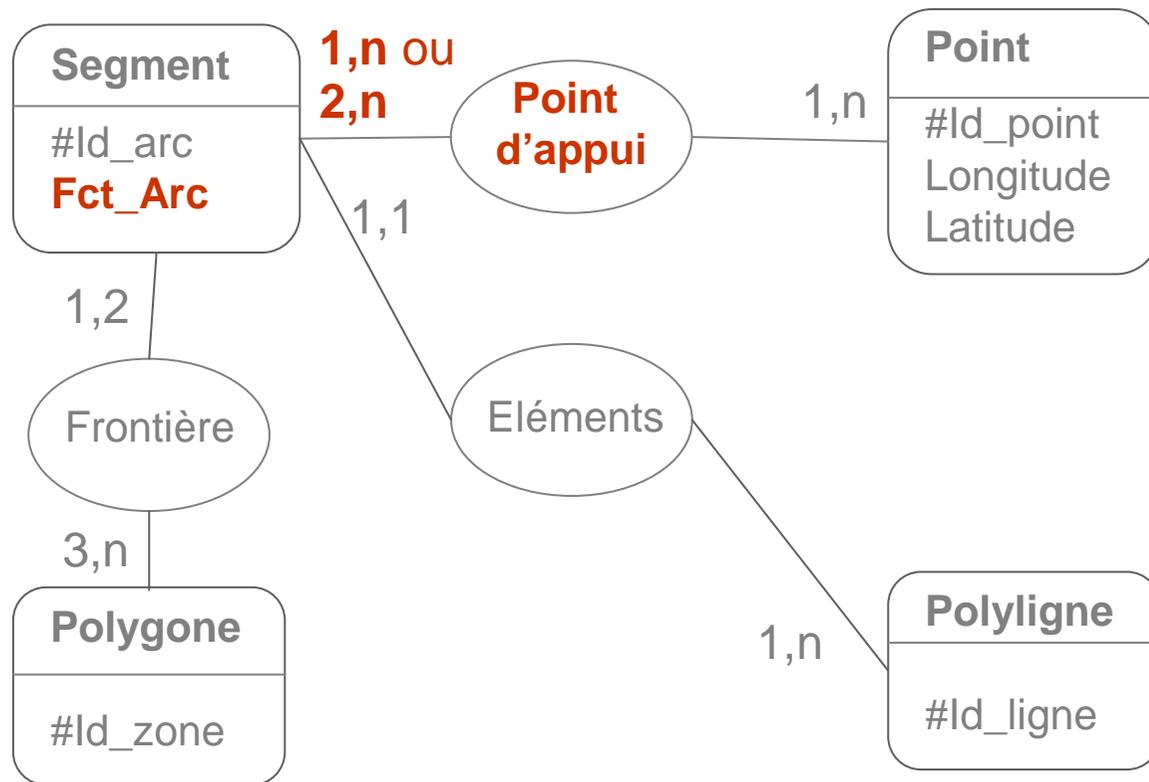
- Capacités de représentation des BD relationnelles assez adaptées aux SIG
- **Modélisation** (MCD) : schéma entité-relation [Chen 1976]

Format vectoriel : modèle topologique de base



Format vectoriel : modélisation

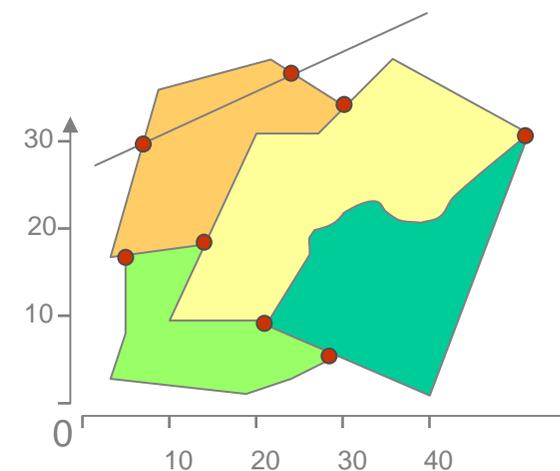
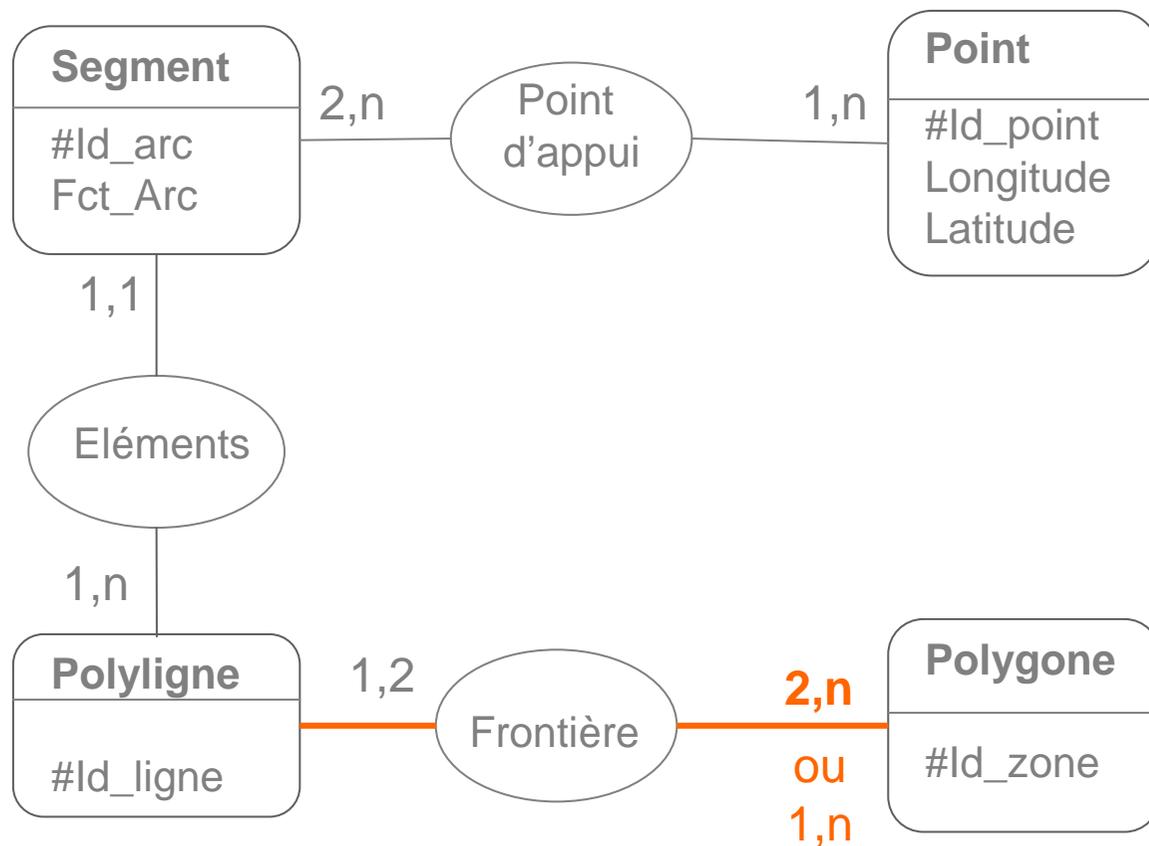
Mixtilignes



Format vectoriel : modélisation

Polygones formés de polylignes

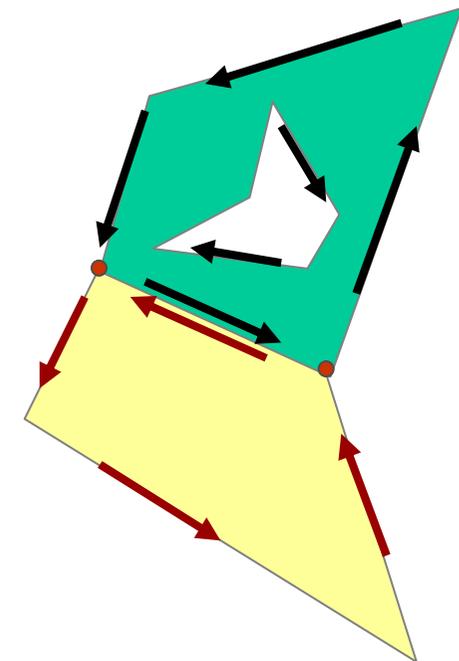
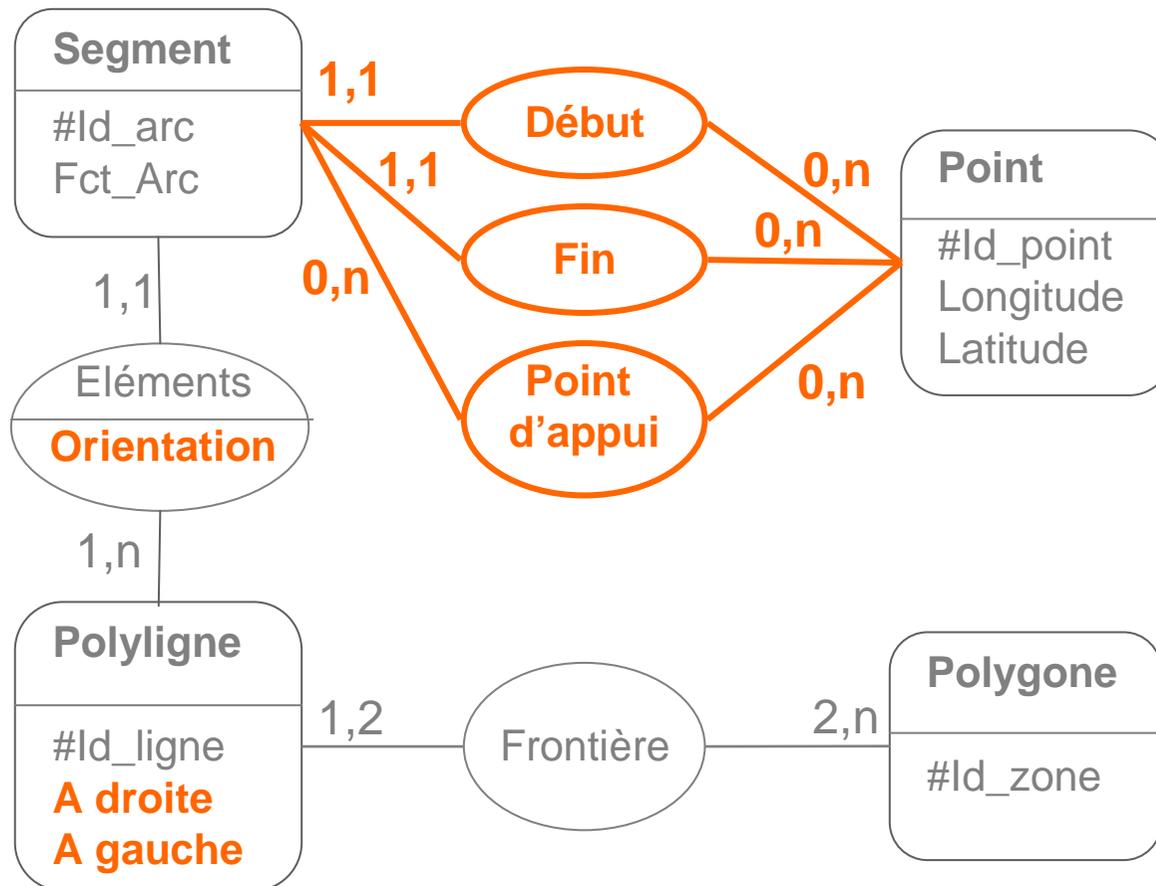
Regroupements des segments frontières en éléments significants



Format vectoriel : modélisation

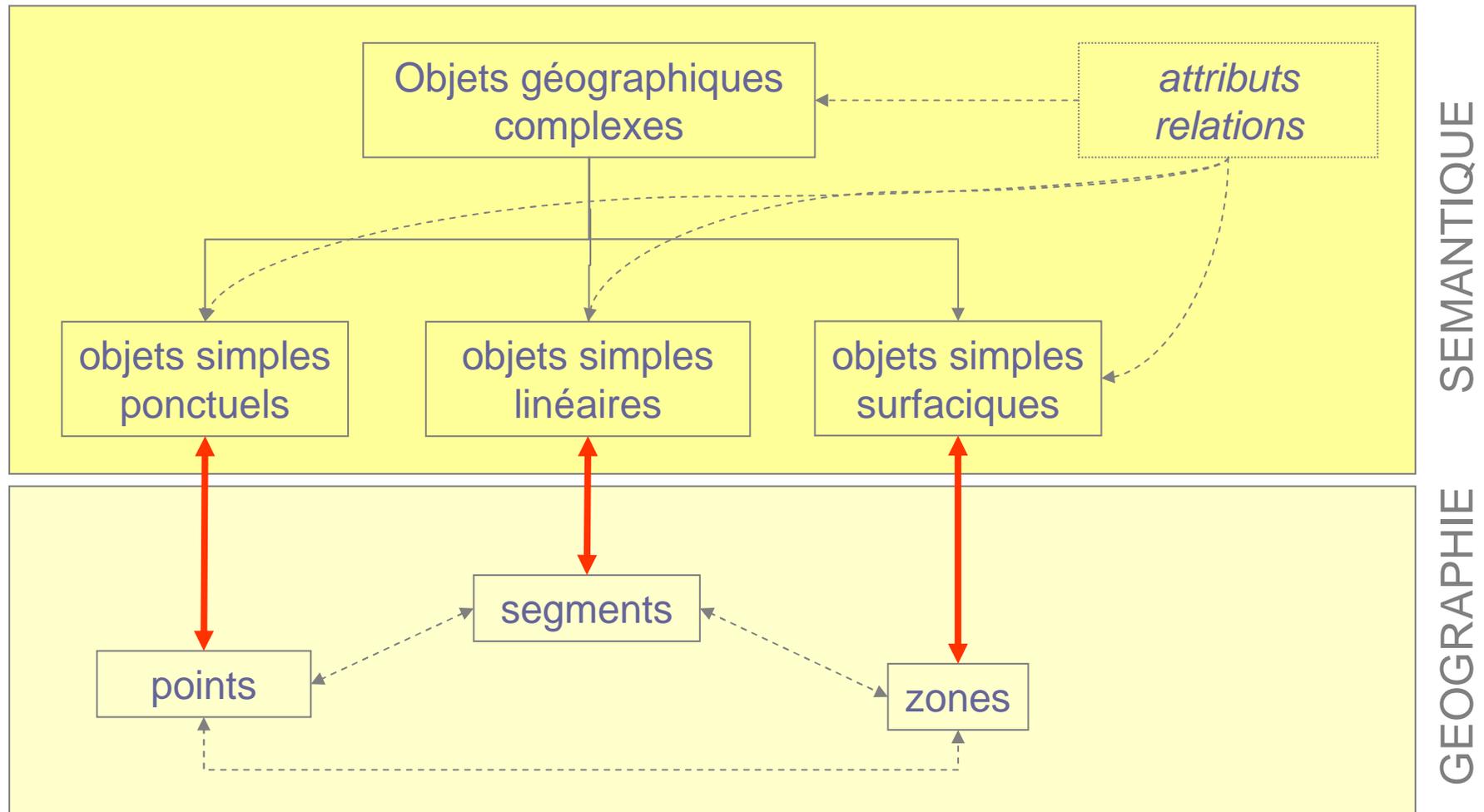
Polygones complexes

- **Enclaves** : frontières extérieures ou intérieures
- **Iles** : association au niveau sémantique
- **Orientation** des frontières pour distinguer extérieur et intérieur



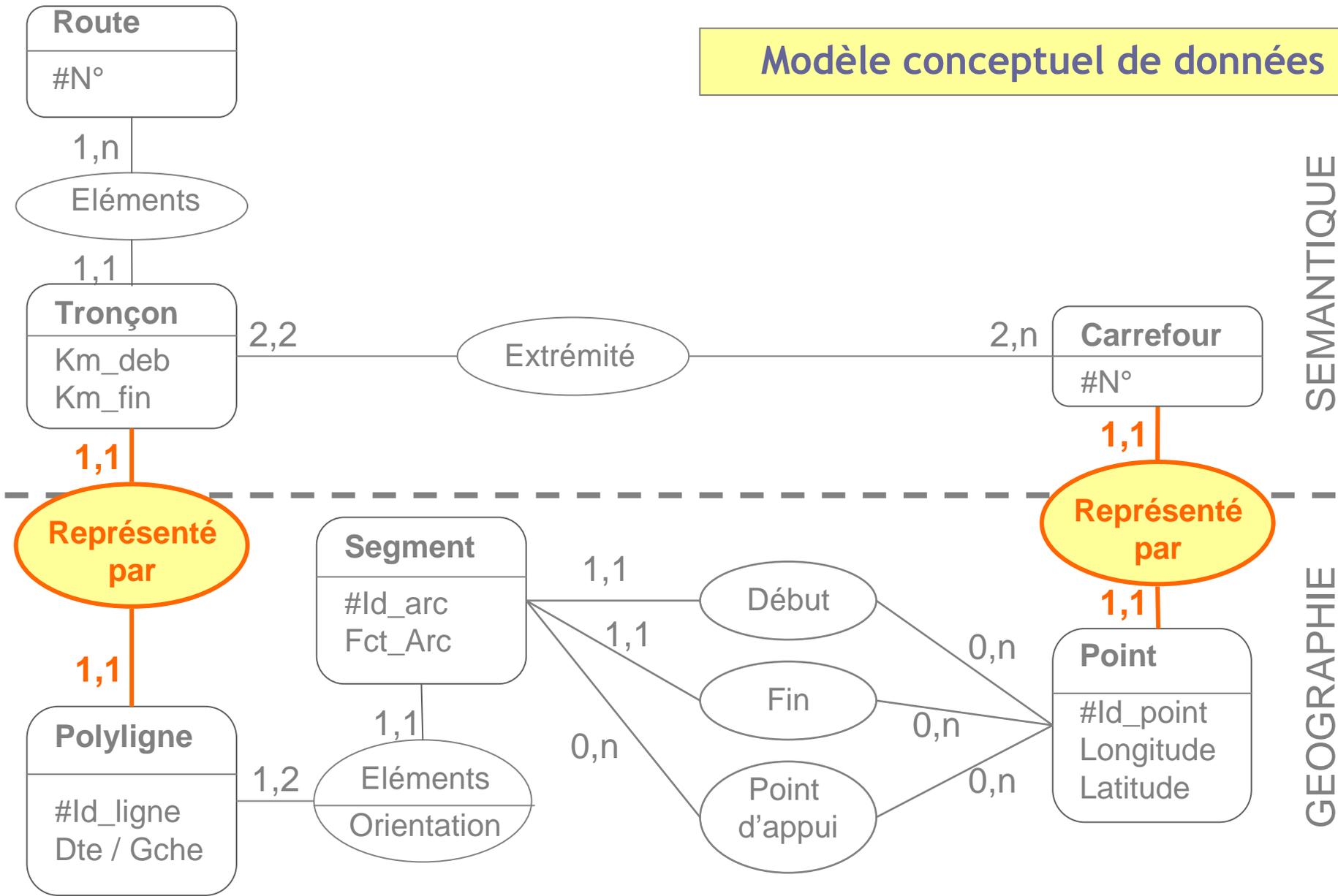
Lien entre infos sémantiques et géographiques

Rappel correspondances entre objets sémantiques et éléments géographiques



Lien entre infos sémantiques et géographiques

Modèle conceptuel de données



Organisation en couches

Format vecteur et organisation en couches

- Un MCD par couche
- En règle générale, une table de données sémantiques par couche

Id_parcelle	Proprietaire	Superficie
2A041_345	Antoine_1_66_12	483



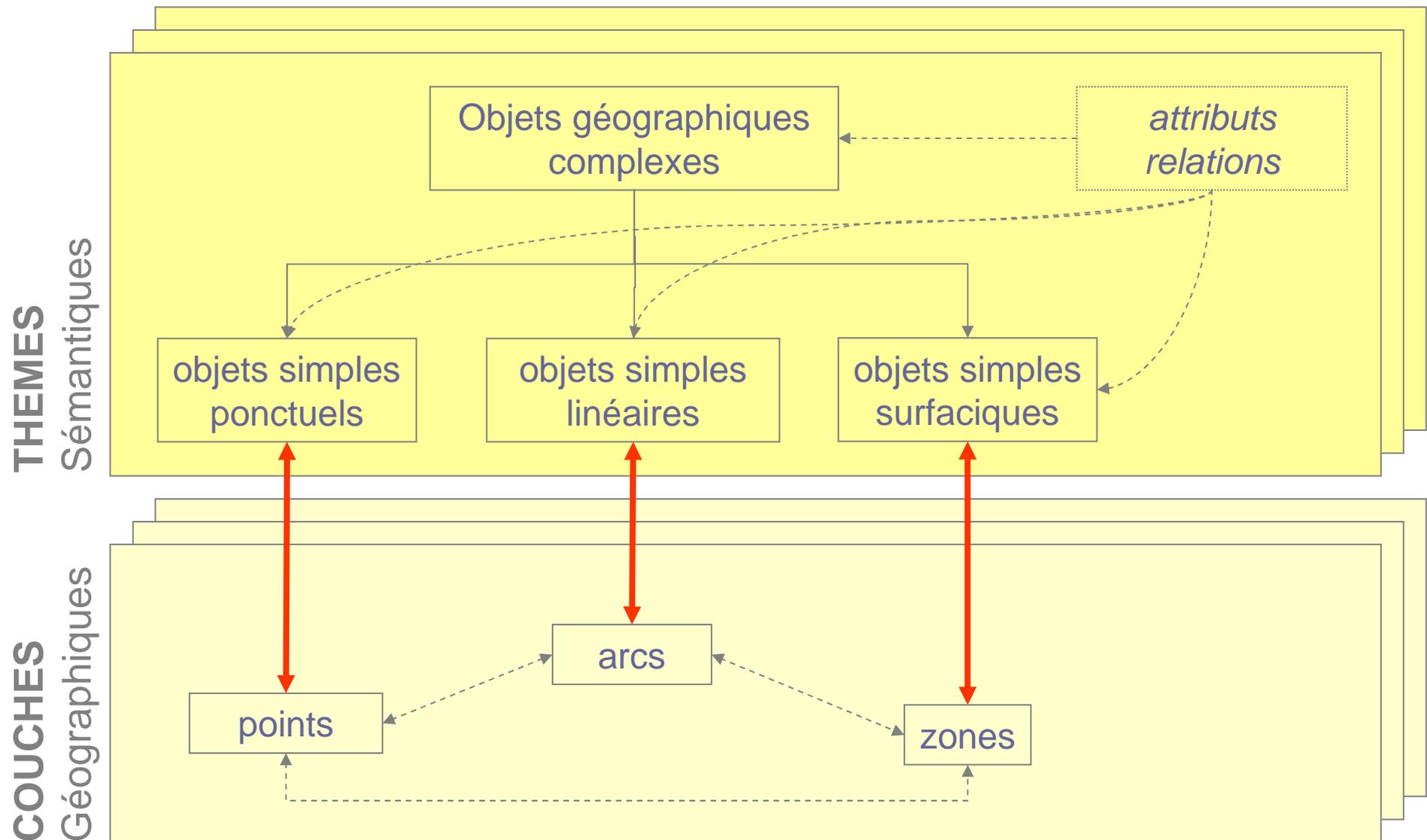
Cadaastre

Id	Long
N14	173



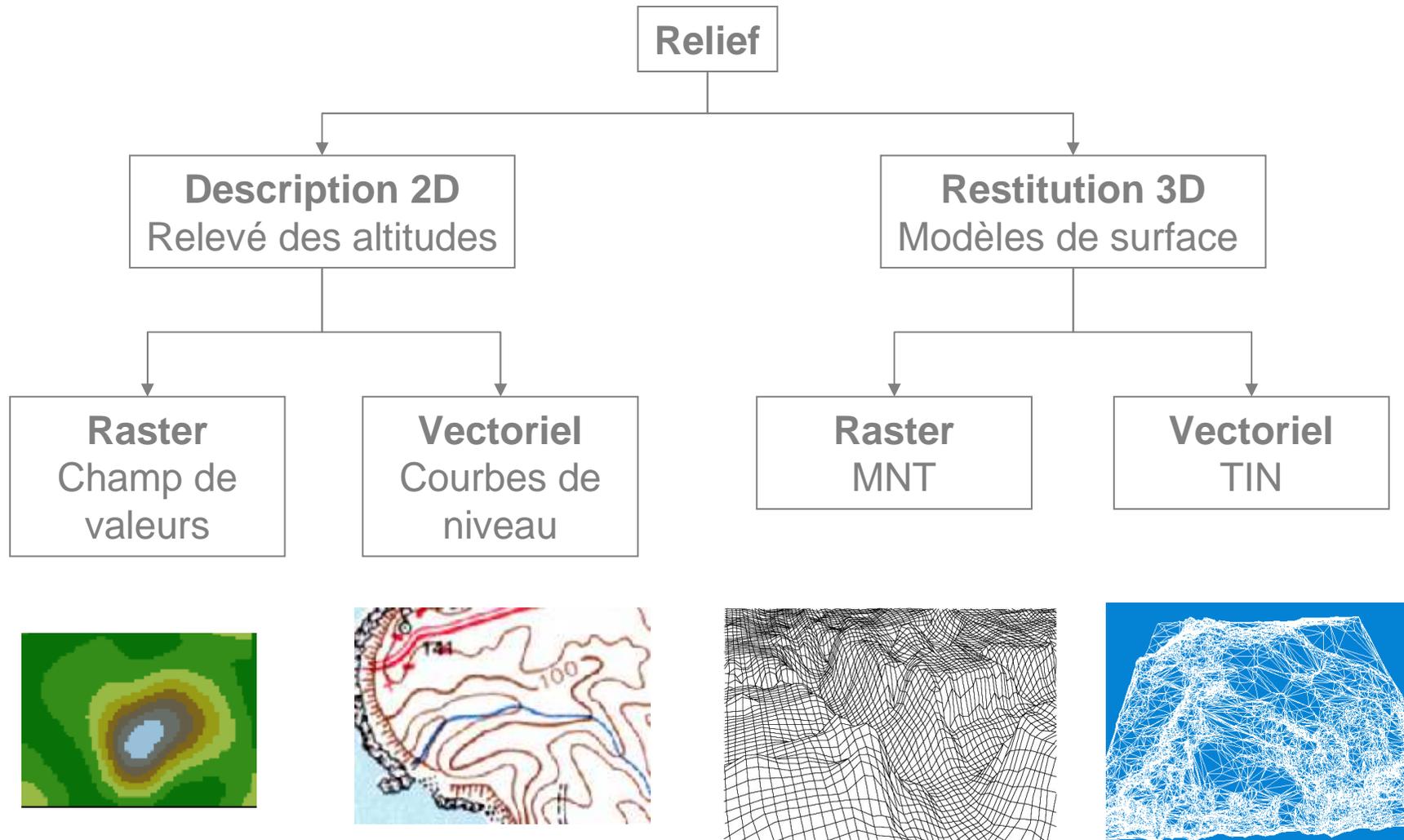
Voirie

Organisation en couches : modélisation



Modélisation du terrain

Rappel : problématique



Modélisation du terrain

Mode Raster

- **Description** – Altitudes, pentes, bathymétrie : champ de valeurs comme tout autre donnée Raster
- **Restitution** – Calcul de surface directement à partir des descriptions Raster

Mode Vectoriel : description

- **Points particuliers côtés** – Ajout d'un attribut altitude voire d'un gradient (G_x, G_y, G_z) décrivant la pente
- **Isolignes** (courbes de niveau, bathymétrie) – Modélisation sous forme de polygones ou plutôt de mixtilignes. Altitude définie au niveau des points ou de la courbe



Modélisation du terrain

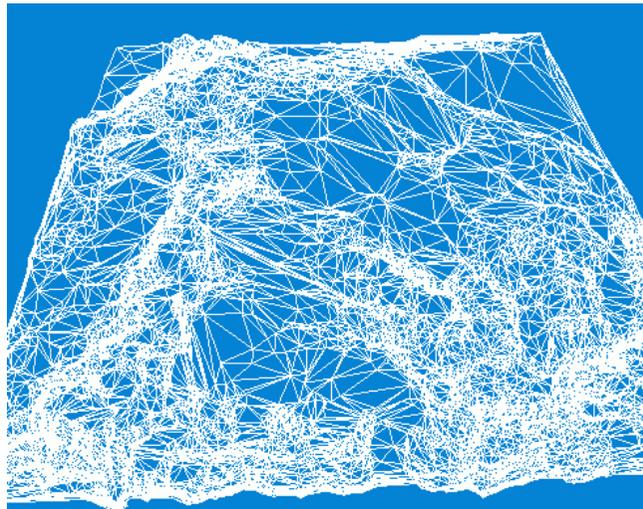
Modèle TIN (*Triangulated irregular networks*)

Principe – Tessellation de l'espace à l'aide de polygones triangulaires adjacents décrits dans l'espace 3D

Modélisation – Deux modélisations possibles

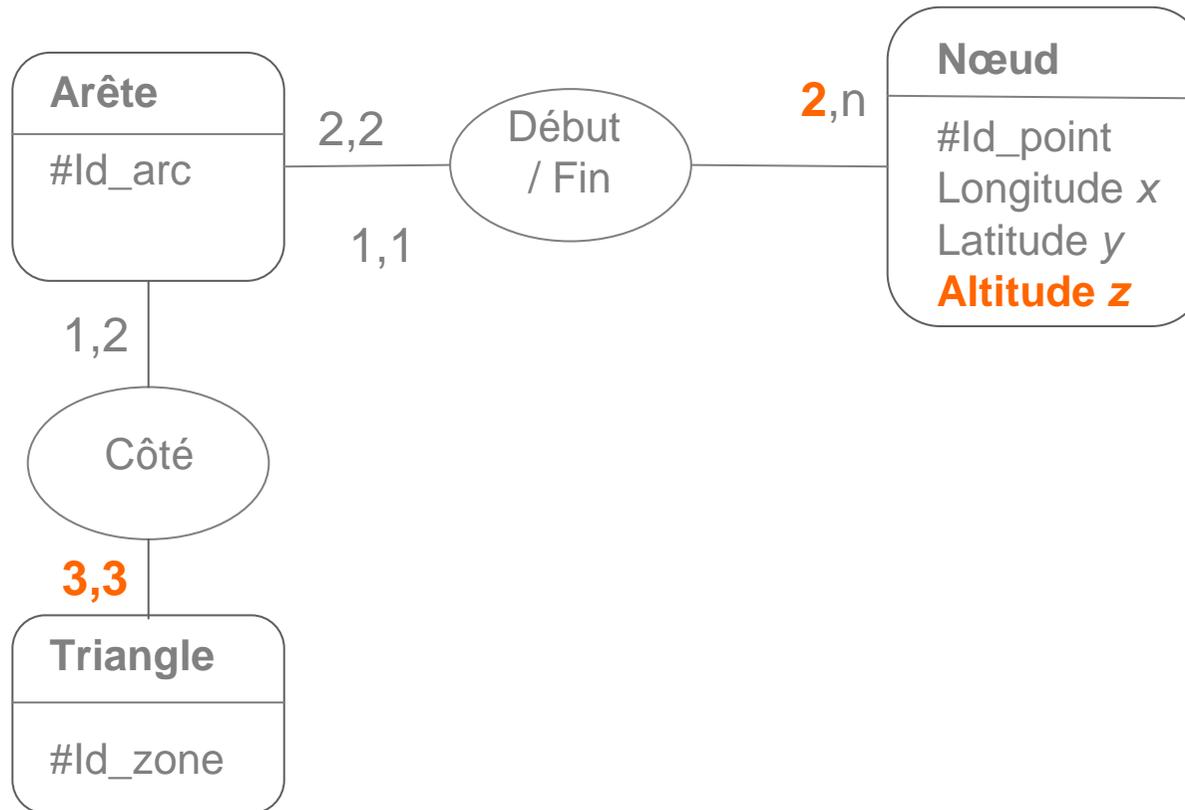
- **A partir des sommets des triangles** : point + facettes triangulaires + relations topologiques
- **Avec les arêtes** : point + arêtes (segments) + facettes triangulaires + topologie

La modélisation par arêtes décrit plus de relations topologiques directement

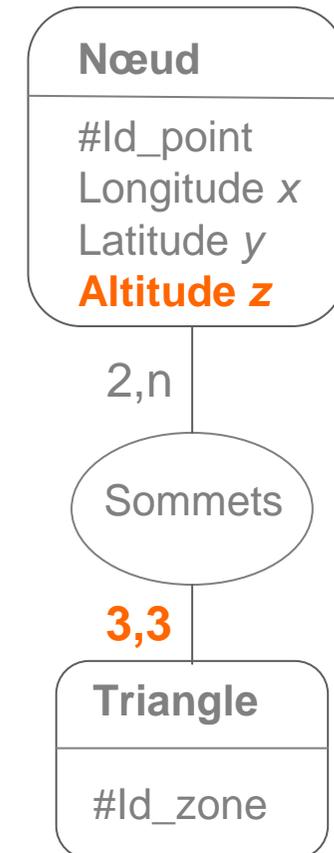


Modélisation du terrain

Modélisations TIN



Modélisation par arêtes



Par sommets

Modélisation des réseaux

Modélisation par graphe

- **Graphes orientés ou non** suivant le type de réseau (gaz, eau, électricité, voirie, téléphone...)
- **Théorie des graphes** : optimisation de réseau, calcul du meilleur chemin

Exemple : recherche d'itinéraire



©www.viamichelin.fr

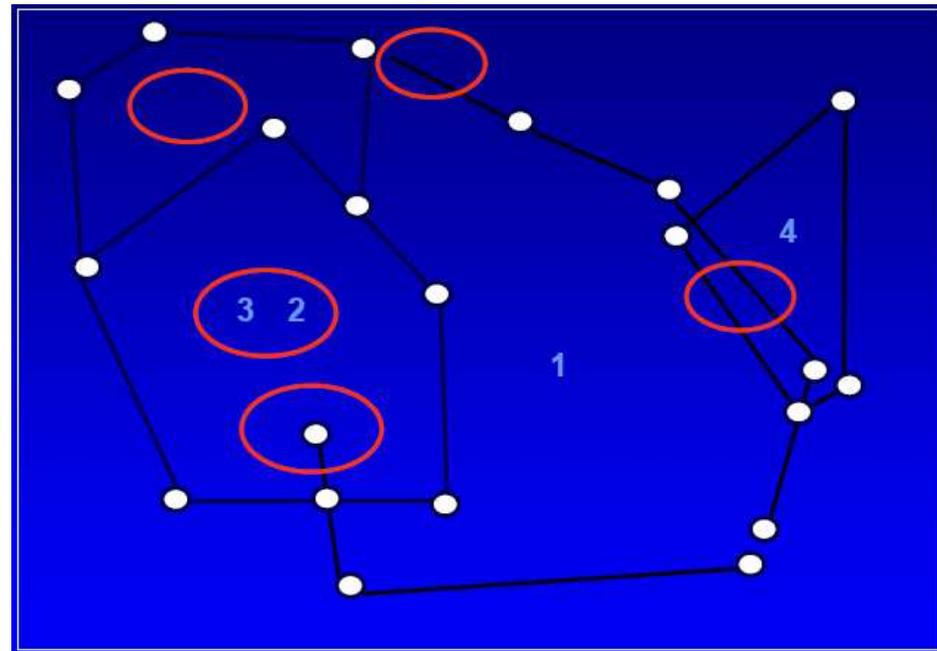


Qualité de l'information géographique

Contraintes d'intégrités spatiales

- Même rôle que pour une BD relationnelle: qualité et cohérence
- Assistance à la saisie vectorielle: éviter les erreurs et accélérer la saisie

Exemples d'erreurs : polygones non fermés ou chevauchants, segments non connexes, identifiants manquants...



Deux types de contraintes spatiales

- Cohérence géométrique
- Cohérence sémantique

exemple : une zone est un polygone *fermé*

exemple : parcelles cadastrales non chevauchables

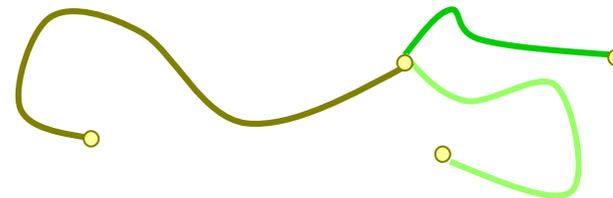
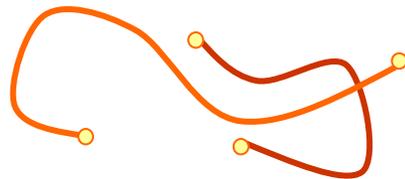
Qualité de l'information géographique

Contraintes sur les arcs et polygones

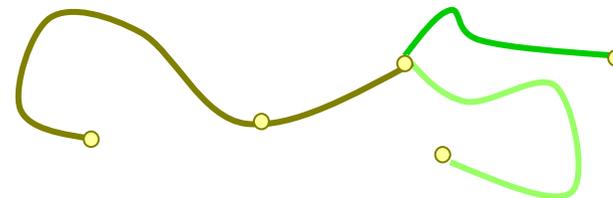
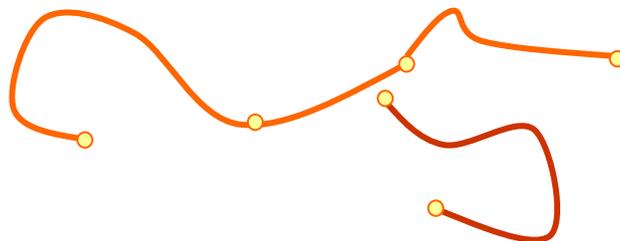
- **Simplicité** – impose qu'un arc ne puisse pas avoir d'intersection avec lui-même



- **Extra-simplicité** – impose que 2 arcs n'aient que leurs extrémités en communs



- **Connexité** – impose qu'un ensemble d'arc soit toujours connexe



- **Fermeture** – impose qu'une polyligne forme toujours une suite d'arcs fermée

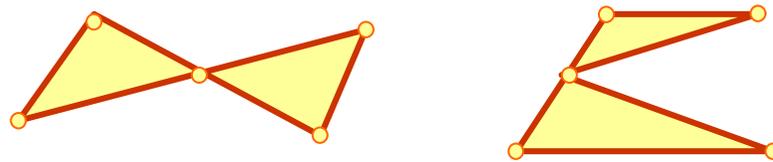
Qualité de l'information géographique

Contraintes sur les polygones

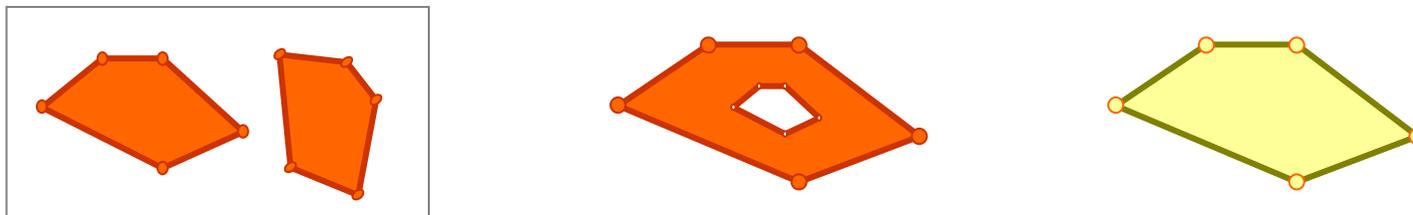
- **Géométrie de base** – un polygone doit toujours avoir au moins 3 sommets et 3 côtés distincts (et donc une superficie non nulle)
- **Fermeture** – impose qu'un polygone ait toujours une frontière fermée



- **Simplicité** – impose que le contour d'un polygone soit simple et extra-simple



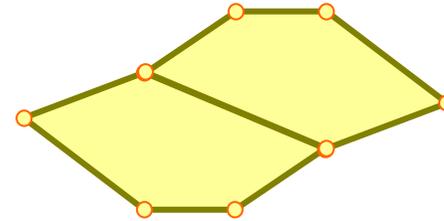
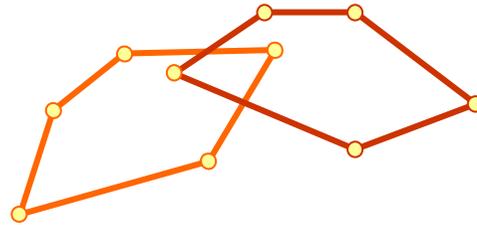
- **Connexité** – impose qu'un polygone soit connexe



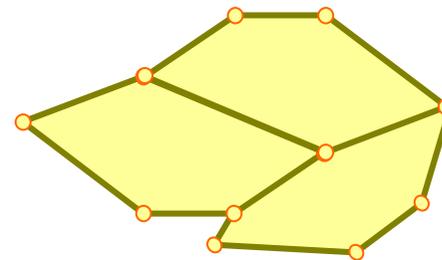
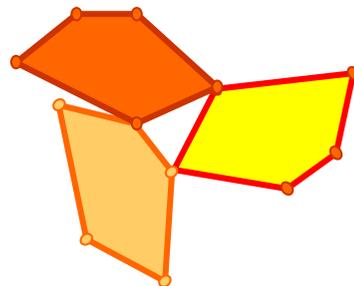
Qualité de l'information géographique

Contraintes sur la topologie

- **Chevauchement** – impose que deux polygones ne se chevauchent jamais



- **Adjacence** – impose que les polygones soient tous adjacents, i.e. que chaque segment du contour des polygones soit partagé avec un autre polygone \Rightarrow la tessalation résultante constitue un pavage complet du plan euclidien



Relations topologiques

Modèle des neuf intersections

- Division de l'espace pour tout objet spatial A

- A° Intérieur de A
- ∂A Frontière de A
- \bar{A} extérieur de A

A	A°	∂A	\bar{A}
Point	Point	Point	Zone
Ligne	Ligne	Ligne	Zone
Zone	Zone	Ligne	Zone

- Opérations spatiales (intersection, union etc...). En particulier, neuf possibilités d'intersections qui vont permettre de décrire différents types de **relations topologiques**

- $A^1 \cap A^2$
- $\partial A^1 \cap A^2$,
- $\bar{A}^1 \cap A^2$
- $A^1 \cap \partial A^2$
- $\partial A^1 \cap \partial A^2$
- $\bar{A}^1 \cap \partial A^2$
- $A^1 \cap \bar{A}^2$
- *etc...*

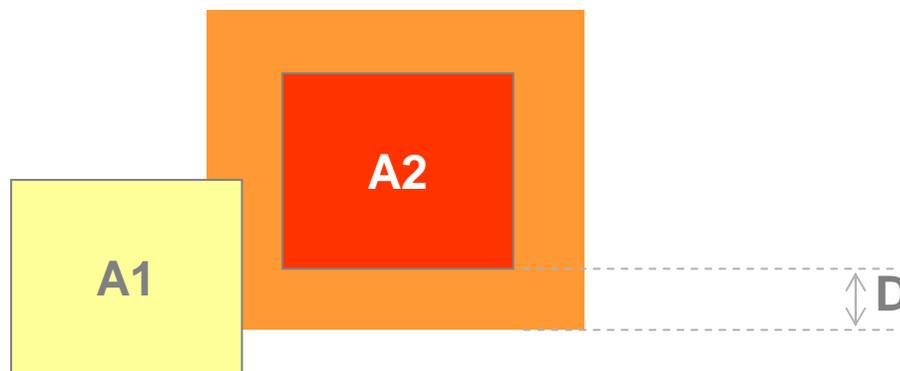
Relations topologiques

Modèle des neuf intersections

Quelques exemples de relations topologiques :

Relation	A	B	Expression
Extrémité	Point	Segment	$(A \cap \partial B) = A$
Bord	Ligne	Polygone	$(A \cap \partial B) = A$
Adjacent	Polygone	Polygone	$((A^\circ \cap B^\circ) = \emptyset) \wedge ((\partial A \cap \partial B) = \text{Segment})$

Calcul de proximité : même calcul en donnant à la frontière l'épaisseur voulue



Quels sont les objets à proximité D de A2 ?



Intersection avec un voisinage de taille D

Bibliographie

Ouvrages de référence

- **Laurini R.** Les modèles géométriques sous-jacents aux bases de données spatiales, In **Servigne S., Libourel T.** (2006) *Fondements des bases de données spatiales*. Hermes / Lavoisier, Paris, France. p. 21-36.
- **Souris R.** Contraintes d'intégrité spatiale, In **Servigne S., Libourel T.** (2006) *Fondements des bases de données spatiales*. Hermes / Lavoisier, Paris, France. p. 99-122.

Travaux cités

- **Chen P.** (1976) The Entity-Relationship Model. Toward an Unified View of Data. *ACM TODS*, 11(1).