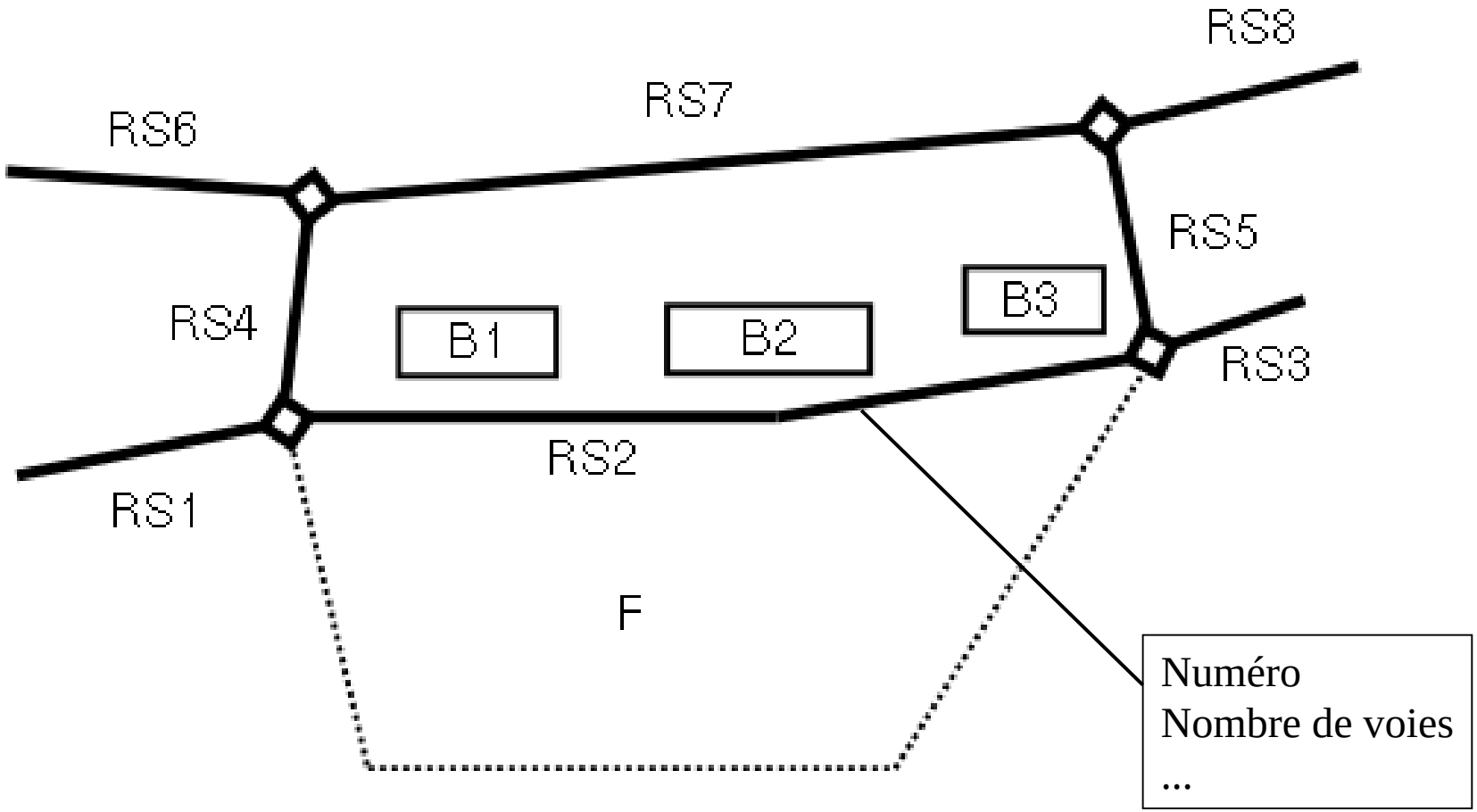
MODELISATION DES ERREURS DE POSITION ET D'ATTRIBUTS DANS LES BASES DE DONNEES GEOGRAPHIQUES

Olivier BONIN
IGN, Laboratoire COGIT

Bases de données géographiques

- Information spatialisée : modélisation de la composante spatiale
  - Modélisation sous forme de grille régulière (approche image) : un attribut par pixel
  - Objets géographiques décrits par des primitives dites « vecteur » : point, ligne polygonale, polygone (éventuellement à trou), et des attributs

Modélisation « vecteur »



Types d’erreurs

- Erreurs de position des objets
- Erreurs de position relative des objets
- Erreurs de forme

- Erreurs d’attributs

Pourquoi modéliser ?

- Evaluer synthétiquement les erreurs
- Simuler par Monte-Carlo des erreurs pour des analyses de sensibilité et des analyses d'incertitudes d'applications géographiques

- Mieux connaître la confiance qu'on peut accorder aux résultats d'analyses géographiques et aux prises de décision

Modélisation

- $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ réalisations de n variables aléatoires $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$
- Indépendance ? Equidistribution ? Cadre paramétrique pour la loi de $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$?

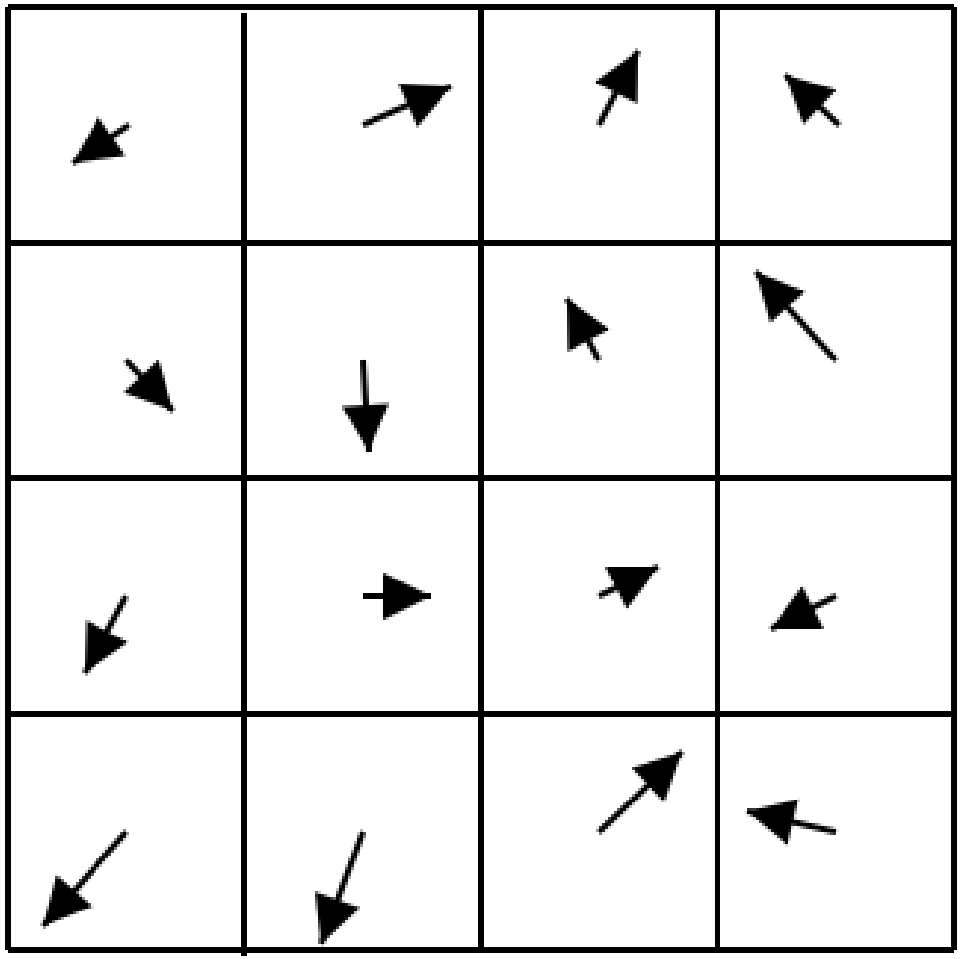
- Plus fondamentalement, que représentent réellement les x_i pour lesquels on construit un modèle ?

Objets ponctuels

- Ecarts observés : écarts en *x* et en *y* entre les points du jeu de la base de données et la position réelle sur le terrain de ces points
- Utilité de régionaliser (daller) la zone d'étude pour mettre en évidence des biais spatiaux

- Modèle Gaussien adapté d'après les études menées (erreurs assimilables à des erreurs de mesure), pas de corrélation entre les écarts en *x* et les écarts en *y*

Grille de biais régionalisée

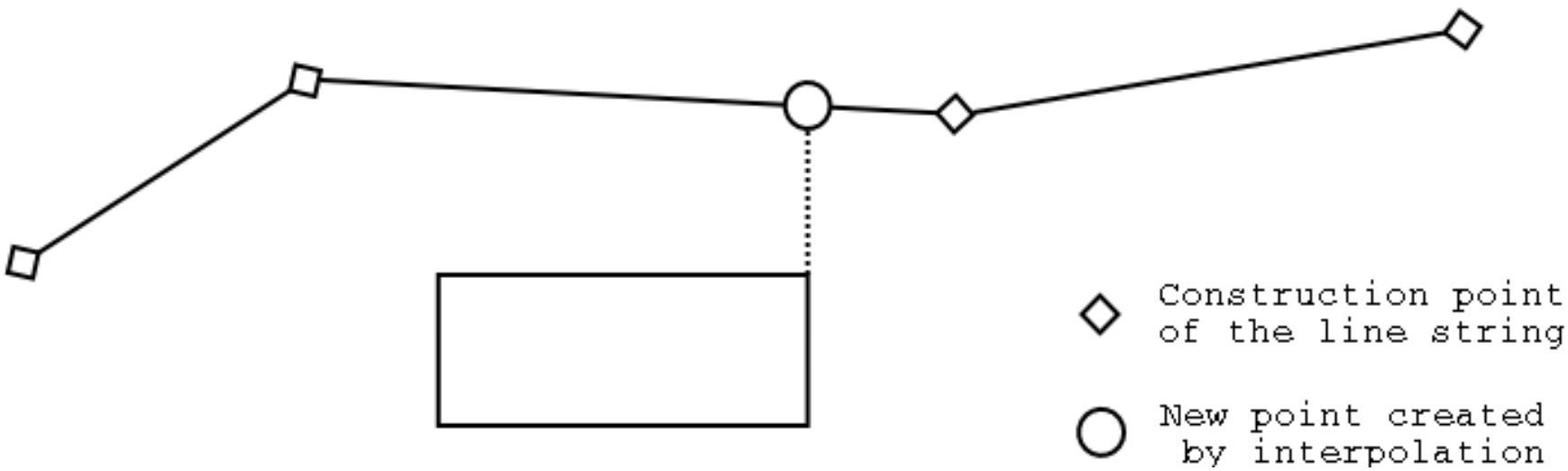


Objets linéaires

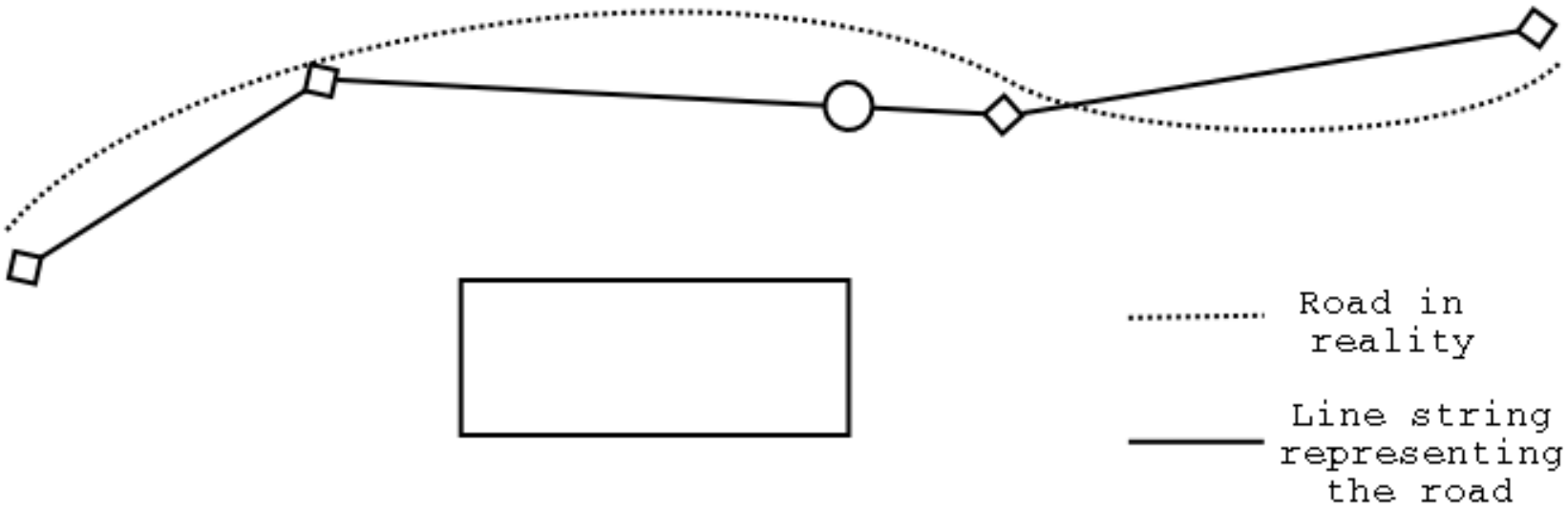
- Géométrie : lignes polygonales

- Idée naturelle : contrôle ponctuel pour les nœuds des réseaux
- Possibilité d’augmenter le nombre de points à contrôler par explicitation d’information

Explicitation d'information



Différence de nature des écarts



Modèles candidats

- Estimer deux séries d'écarts : écarts dus aux erreurs de pointé (points saisis dans la base), et écarts dus à l'interpolation (points explicités)
- Utiliser un modèle de mélange (Gaussien et 2ème loi de Laplace par exemple)

- Mais … les écarts ne sont sans doute pas décorrélés, et les mélanges s'estiment mal

Approche par processus

- Domaine nouveau : processus indexés par des lignes polygonales
- Approches classiques (champs aléatoire, processus ponctuels, etc.) non adaptées

- Modèle proposé : ARMA bilatéral indexé par les lignes (Huang)

Modèle d'erreurs de position de lignes

$\mathbf{X}=(X_1,X_2,\ldots,X_n)'$ $\quad\quad$ $\boldsymbol{\varepsilon}=(\varepsilon_1, \varepsilon_2,\ldots, \varepsilon_n)'$

$$\mathbf{AX} = \alpha + \mathbf{B}\varepsilon \quad \text{avec}$$

$$\mathbf{A} = \mathbf{I} - \sum_{i=1}^{p} a_i \mathbf{W}^i \quad \mathbf{B} = \mathbf{I} + \sum_{j=1}^{q} b_i \mathbf{W}^j$$

$\mathbf{W}$ matrice de poids : $w_{ii} = 0$

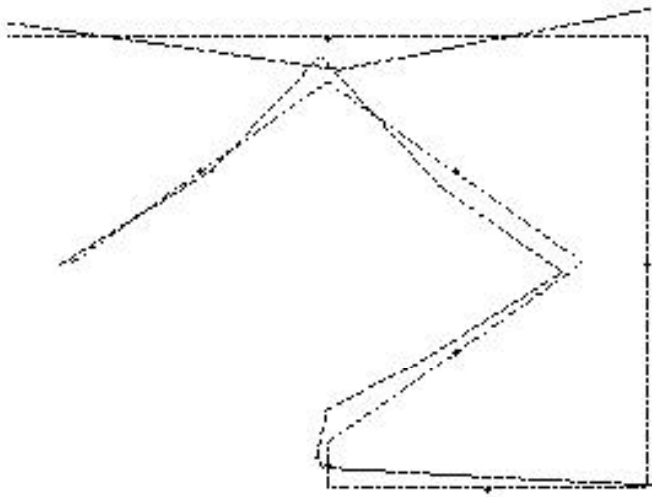
$w_{ij} = 0$ si $j \notin J(i)$ voisinage du point i

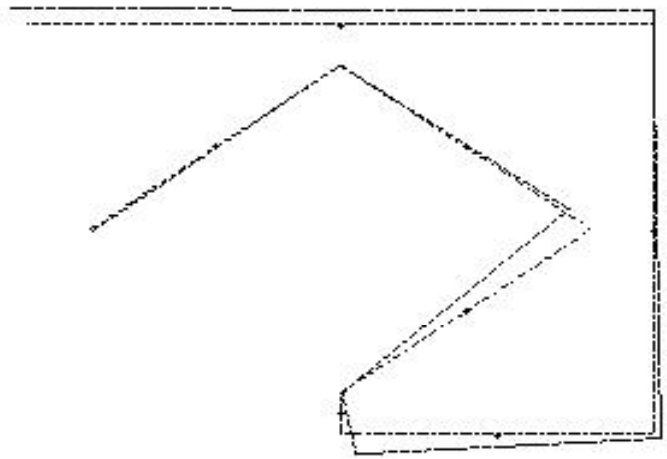
$\sum_j w_{ij} = 0$

i et j indexent les n sites : points de la ligne en fonction de l'abscisse curviligne

w_{ij} : degré d'interaction entre le site i et le site j

Application : simulation





Erreurs d’attributs

- Généralement, seulement du dénombrement
- Deux sources d’erreur : fautes d’identification et erreurs aléatoires
- Modèles paramétriques simples souhaités

Modèle d'erreurs d'attributs

P_{rr} probabilité pour un attribut d'avoir la valeur correcte r dans le jeu de données

P_r probabilité pour un attribut d'avoir une valeur incorrecte à la place de la vraie valeur r

$$p_{rr} = (1-\theta_r)\frac{N_r}{N}$$

$$p_r = \frac{\theta_r}{K}\frac{N_r}{N}$$

$\forall r \in \{0,...,K\}$ avec $\theta_r \in [0,1[$

N_r nombre d'objets avec valeur r dans la référence

N nombre total d'objets

Mise en œuvre

- Modèles adaptés aux erreurs rencontrées
- En général, égalité des θ_r
- Nécessité de reconstruire de l'information implicite pour les fautes d'identification

- Application à l'évaluation d'incertitudes sur des temps de parcours calculés à l'aide d'une base de données géographique (cf. contribution associée)

Problèmes ouverts 1/2

- Modélisation en points, lignes surfaces proche de la représentation informatique, mais limitée

- Modèle des bases de données vecteur hors du champ actuel de la statistique spatiale : peu d'outils pour modéliser réellement les erreurs sous forme de processus

Problèmes ouverts 2/2

- Information implicite = information non observée dans les données : approche par modèles à variables cachées

- Statistique paramétrique pas toujours adaptée : nécessité d’utiliser des techniques non paramétriques multi-dimensionnelles