

1

Introduction aux Smart Cities

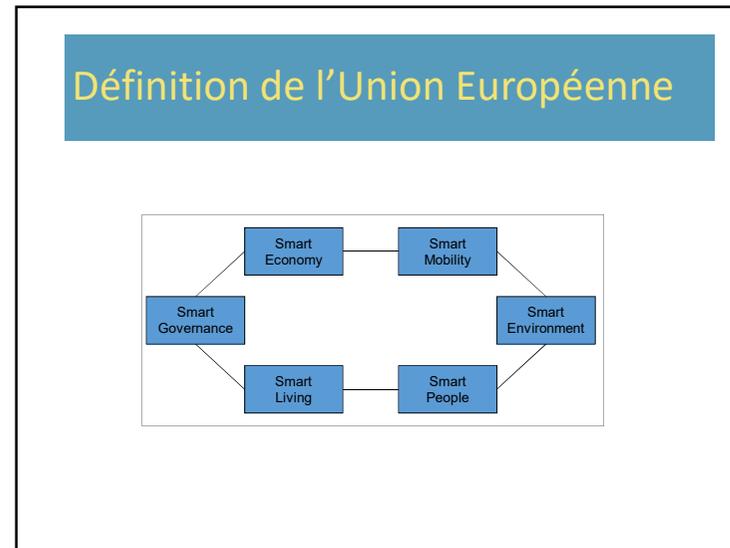
- 1 – Généralités sur les smart cities
- 2 – Les piliers informatiques
- 3 – Conclusions

2

Définition de Carlo Ratti

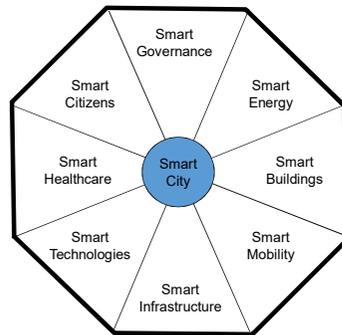
- Dr. Carlo Ratti, professeur au MIT déclare qu'une ville intelligente est :
 - technologique,
 - interconnectée,
 - propre,
 - attractive,
 - confortable,
 - efficace
 - ouverte,
 - collaborative,
 - créative,
 - digitale et verte.

3



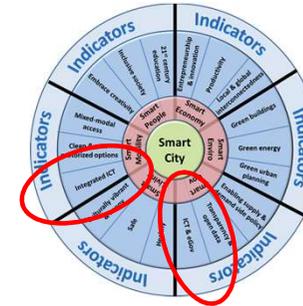
4

Diamand de Mathew



5

Roue de Boyd Cohen



6

Intelligence territoriale

=
 (Territoire
 +
 Intelligence collective Humaine
 +
 Intelligence artificielle)
 → Développement durable)

7

Domaines de la smart governance

Governance	Technology
Urban planning	Smart grids energy
Cities infrastructure	Smart buildings
Urban risks	Logistics applications
Sustainability	Technological applications for cities
Mobility	The sociotechnical impacts of digitalization
Logistic solutions	
Public safety	
Health	
Innovation	
Business network management	
Funding of new solutions	
Relationship management	
Public policies	
Self-regulation	
Regulation	

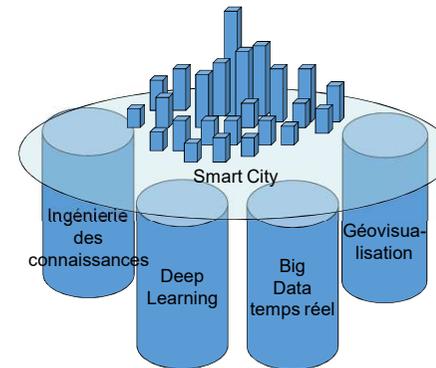
8

Smart People/Citizen

- « Un grand **citoyen**, un homme dont tous les actes ont le bien du pays pour objet. »
- « Un SMART citoyen a conscience de l'intérêt général d'aujourd'hui et de demain, et qui cherche à ce que cela soit le but et le moyen de l'action collective »

9

2 – Piliers informatiques des SC



10

2.1 – Big Data temps réel

- Capteurs
- Internet des objets urbains
- Big Data

11

Capteurs d'Acquisition de données

- Capteurs de mesure
- Citoyens comme capteurs, actifs ou passifs

12

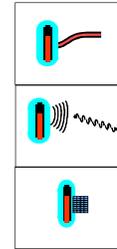
Usage des capteurs

- Acoustique, son, vibration
- Automobile, transport
- Produits chimiques
- Courant électrique, potentiel électrique, magnétique, radio
- Débit, vitesse du fluide
- Rayonnements ionisants, particules subatomiques
- Instruments de navigation
- Position, angle, déplacement, distance, vitesse, accélération
- Optique, lumière, imagerie, Photon
- Pression
- Force, densité, niveau
- Thermique, chaleur, température
- Proximité, présence



13

Architectures



Capteurs avec cable

Capteur sans cable

Capteurs avec capacités de stockage

14

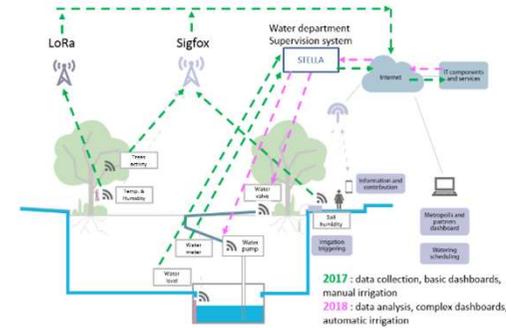
Internet des objets urbains

- Exemples à Lyon
 - Arrosage automatique des arbres
 - Silos à bouteilles
 - Energie



15

Arrosage automatique des arbres



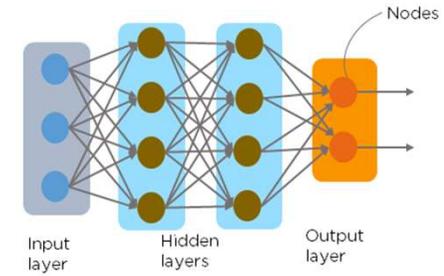
16

Big data

- Stockage et organisation
- Big Data Analytics (Data mining)

17

2.2 – Deep Learning

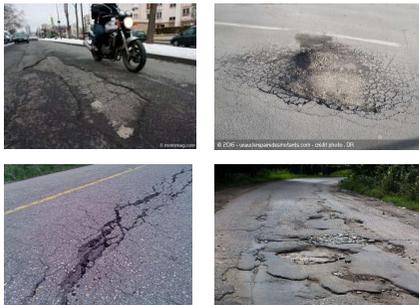


Peu d'applications
 - Surveillance de l'état des routes
 - Prévission d'énergie

18

Surveillance des routes

- Identification des types de défauts

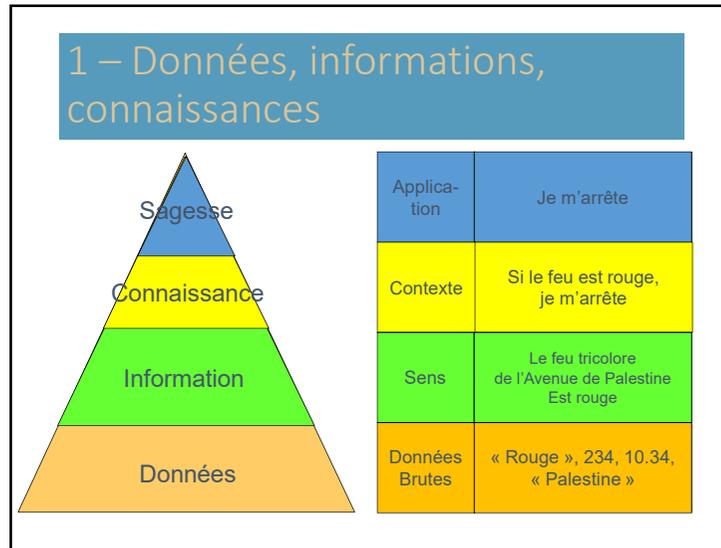


19

2.3 – Connaissances géographiques

- Société de la connaissance
- Base de la gouvernance
 - Smart Cities
 - Territorial Intelligence
- Différence entre données, informations et connaissances

20



21

Métaphore du gâteau (Gurteen)

Données : composants moléculaires

Informations : ingrédients

Connaissance : Recette

Sagesse : Choisir pour qui et à quel moment faire le gâteau

22

Connaissance

- Une connaissance est une information qui sert à résoudre un problème
- Connaissance géographique (ou Connaissance spatiale) problème géographique

23

Connaissances géographiques

- REGLES = Citoyennes de 1^{ère} classe en informatique
 - IF-THEN-Fact
 - IF-THEN-Actions
- Business intelligence (logique 1^{er} ordre)
- Intelligence territoriale
 - Réécrire la géomatique termes de règles
 - Revoir l'ensemble des concepts théoriques
- Nouveaux types de règles géographiques

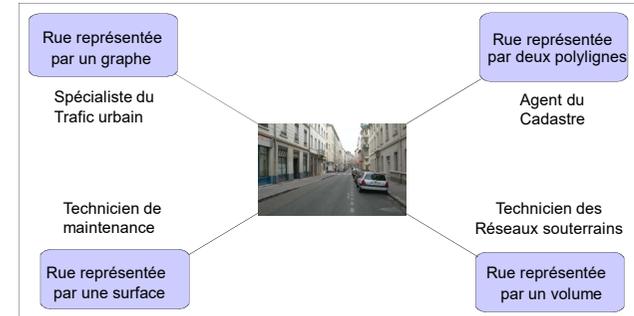
24

Caractéristiques spécifiques

- Espace 2D, 3D, 3D+T → coordonnées
- Algorithmie géométrique, topologie
- Cartographie et géovisualisation
- Analyse spatiale
- Objets géographiques
 - Précision des mesures
 - Représentations multiples
 - Appareils d'acquisition
- → Combiner ces aspects avec la logique

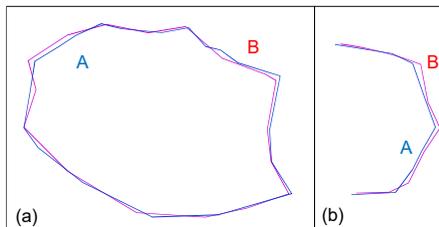
25

Exemple d'une rue



26

Homologie géométrique



$$Geom(A) \simeq Geom(B)$$

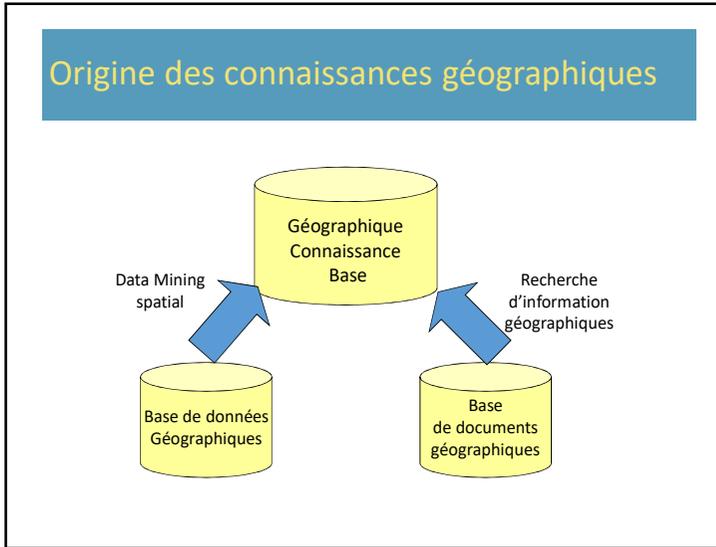
Réflexive, associative
Mais non-transitive

27

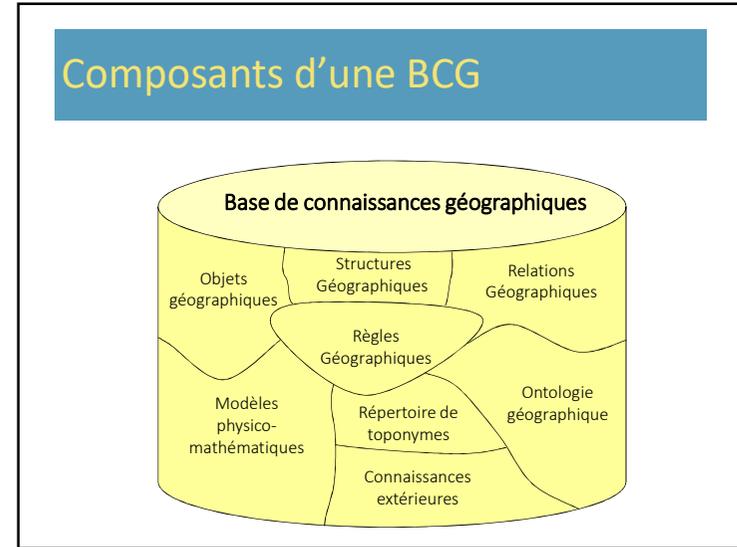
Connaissances génériques et applicatives

- **Connaissances génériques**
 - Valides partout
 - Liées aux systèmes d'acquisition de données
 - Liées aux aspects linguistiques
- **Connaissances applicatives** liées aux domaines d'application
 - Planification urbaine
 - Planification environnementale
 - Trafic routier
 - Tourisme

28



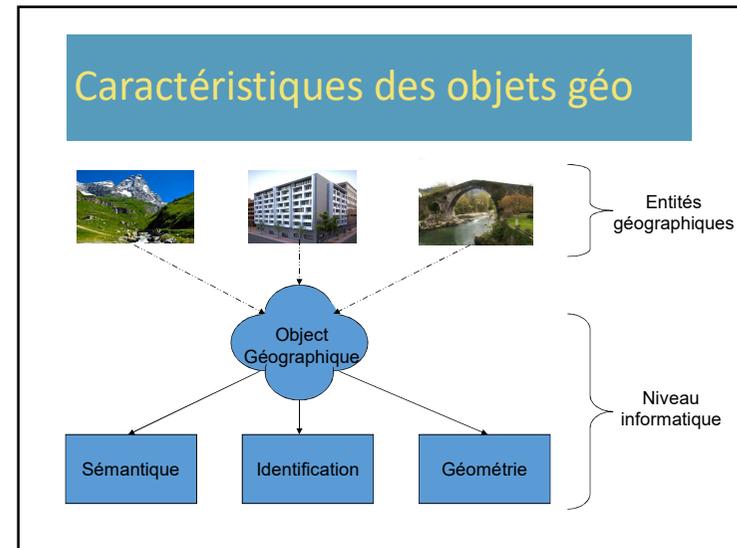
29



30

- ### Objets géographiques
- Objets géodésiques
 - Objets administratifs
 - Objets réalisés par des hommes
 - Géométrie euclidienne
 - Objets naturels
 - Souvent géométrie floue
 - Champs continus
 - Equations de Laplace, etc.

31



32

Types géométriques

- Mathématique traditionnelle
 - Points
 - Lignes
 - Aires
- Proposition
 - Rubans
 - Aires

}

}

Modélisation mathématique

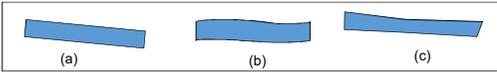
Modélisation géographique

33

Des lignes aux rubans

- Ruban = ligne avec une largeur
- Ruban rectangulaire
- Rubans irréguliers
- Rubans flous





34

Processus général de mutation des objets géographiques

Echelle = 1	 Aire	 ruban
Petite échelle	 Point	 Ligne
Encore Plus petite échelle	Disparu	Disparu

35

Modélisation d'une rue avec des rubans

Trottoir

Parking

Couloir de bus

Voie

Terre plein central

Piste cyclable



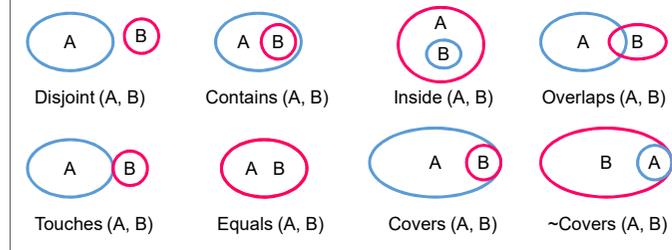
36

Relations géographiques

- Pas seulement les relations spatiales (Egenhofer)
- Les relations géographiques peuvent varier selon l'échelle
- Relations entre rubans

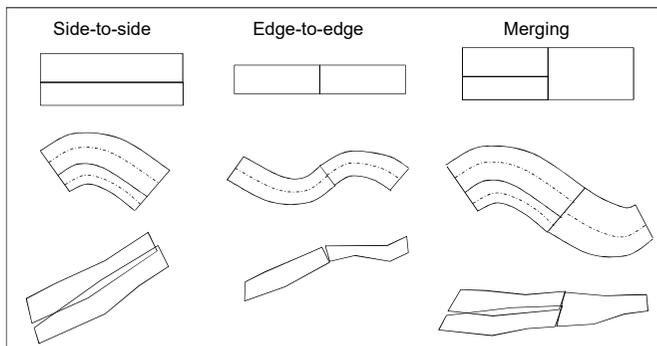
37

Relations d'Egenhofer



38

Relations entre rubans



39

Exemples

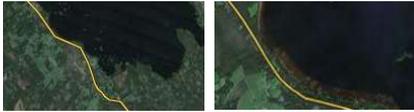


SIDE_BY_SIDE (Platform, railways)
SIDE_BY_SIDE (Bus stop, Bus lane)
SIDE_BY_SIDE (Levee, River)
SIDE_BY_SIDE (Towpath, River).

40

Echelles

- Variation des relations spatiales en fonction des échelles



- Touches or Disjoint?



41

Mutation des relations topologiques

- Selon la granularité d'intérêt
- Mutation des relations d'Egenhofer
- Mutation des relations entre rubans

42

Ontologies géographiques

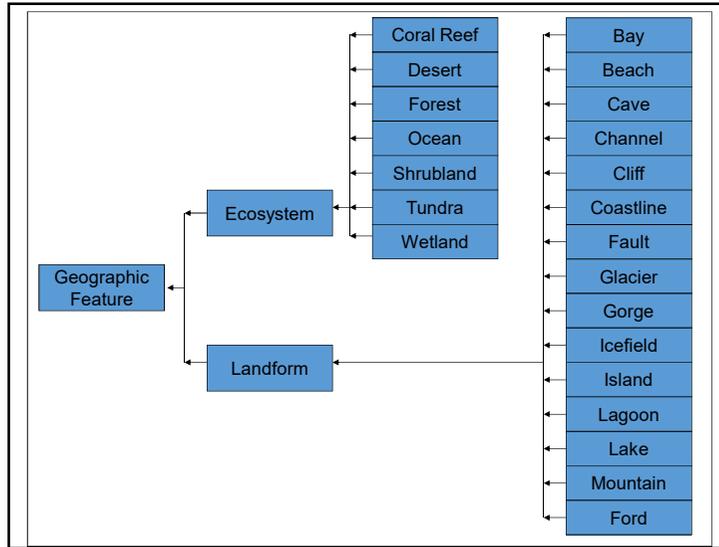
- Organisation sémantique des objets géographiques
- En plus des relations "is_a", "has_a", "whole_part"
 - Nécessité des relations spatiales

43

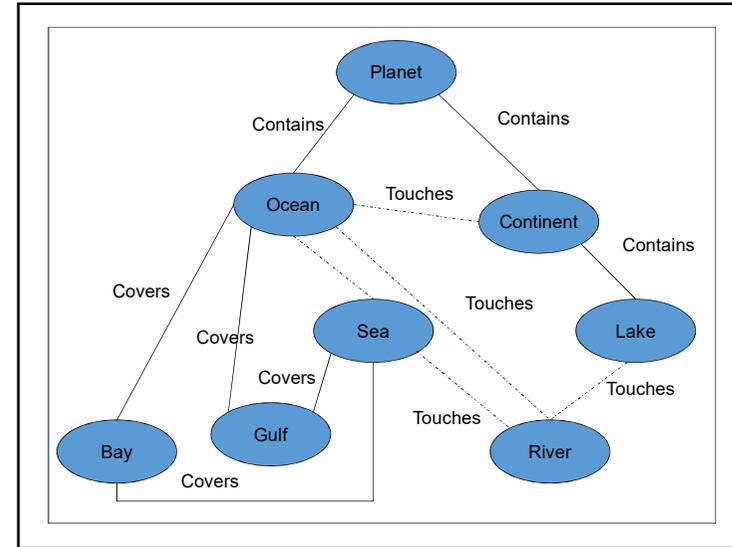
Exemple d'ambiguïtés

French	Picture	English	Spanish	Italian
Quai		Warf	Muelle	Molo
		Riverside	Avenida a lo largo de un río	Lungofiume
		Platform	Andén	Binario

44



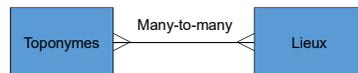
45



46

Répertoires de toponymes

- Toponymes / Noms de lieu
- Peuvent changer au cours du temps
- Traductions
- Des lieux différents peuvent avoir le même nom



- Pas uniquement les noms de villes, mais aussi les rues et les points importants (Tour Eiffel)

47

Problèmes de toponymes

- Oran (en arabe : وهران, Wahrān ; en berbère : ⵍⴰⵔⴰⵏ),
- "Mississippi" peut être le nom d'un fleuve ou d'un état.
- La ville de "Venise", est aussi connue comme "Venezia", "Venice", "Venedig".
- "Istanbul" était connue sous le nom de "Byzance" et de "Constantinople" dans le passé
- La ville moderne de "Rome" est beaucoup plus grande que celle de Romulus

48

Règles géographiques

- En Angleterre, on roule à gauche
- Au Canada, la majorité de la population vit le long de la frontière avec les USA
- Chaque capitale possède un aéroport international à proximité
- Pour diminuer la température dans une ville, augmenter la végétation
- Avant de faire un métro, déplacer les réseaux souterrains

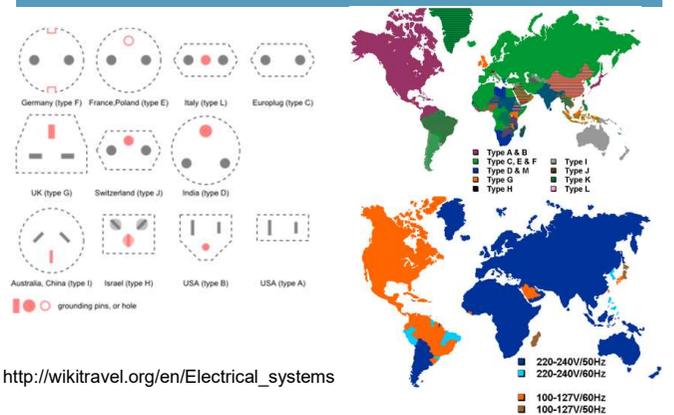
49

Autres exemples

- Plus vous montez une montagne, plus il fait froid
- Fortes pluies en amont, inondation en aval
- Les mosques sont orientées vers La Mecque
- Si une zone est marécageuse, interdire la construction
- Si le niveau de chômage est haut, encourager la création d'entreprises

50

Tables, arbres et cartes de décision

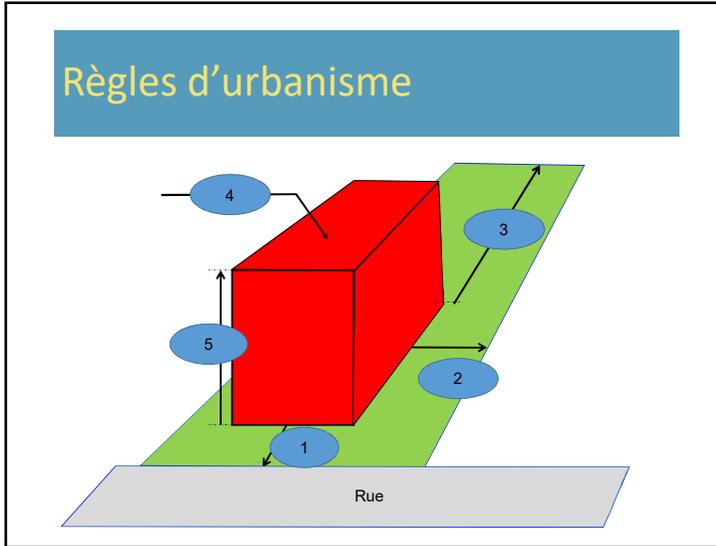


51

Différents types de règles géographiques

- Règles d'application
 - Urbanisme
 - Transport
 - Tourisme
- Règles génériques (pour établir le raisonnement)
 - Robustesse sur les différences de mesure
 - Contrôle de qualité
 - Indépendance vis-à-vis des moyens d'acquisition de données
 - Langages humains
 - Variation selon les échelles (mutation de formes, etc.)

52

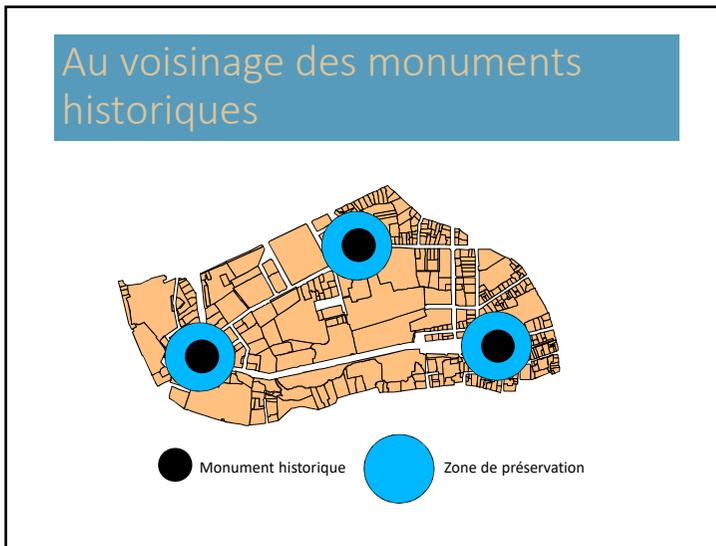


53

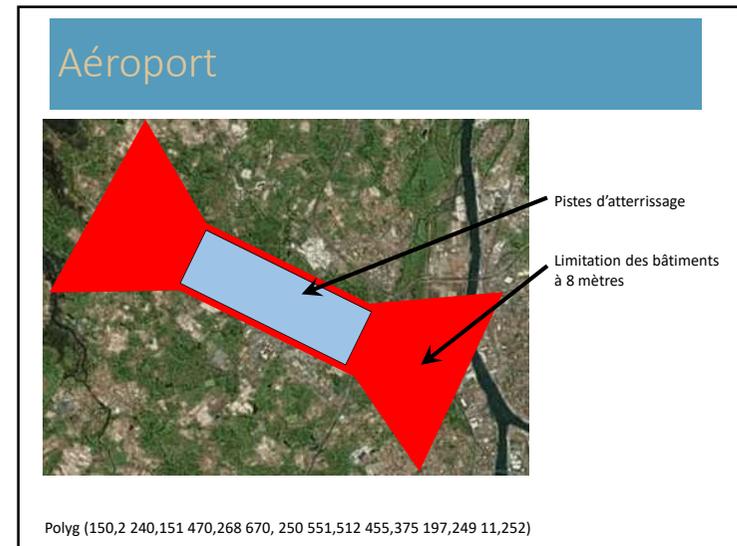
Codage

$\forall B \in PROJECT, \exists P \in GO$ $\Omega\text{-Type}(B) = \text{"Building"},$ $\Omega\text{-Type}(P) = \text{"Parcels"},$ $\text{Contains}(\text{Geom}(P), \text{Geom}(B)) :$ $\text{Height}(B) < 10$ $\wedge \text{Street_distance}(B, P) > 3$ $\wedge \text{Neighbor_distance}(B, P) > 3$ \Rightarrow $UP\text{-Allowed}(B, P)$	Rule 10.9- 10.13
--	------------------------

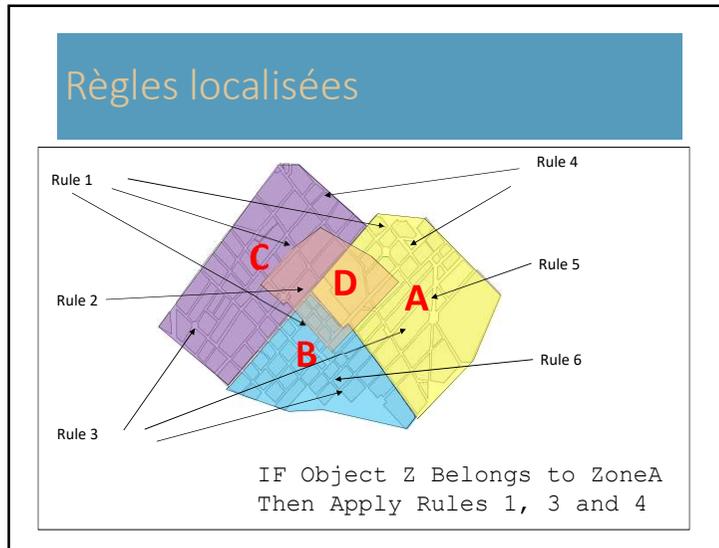
54



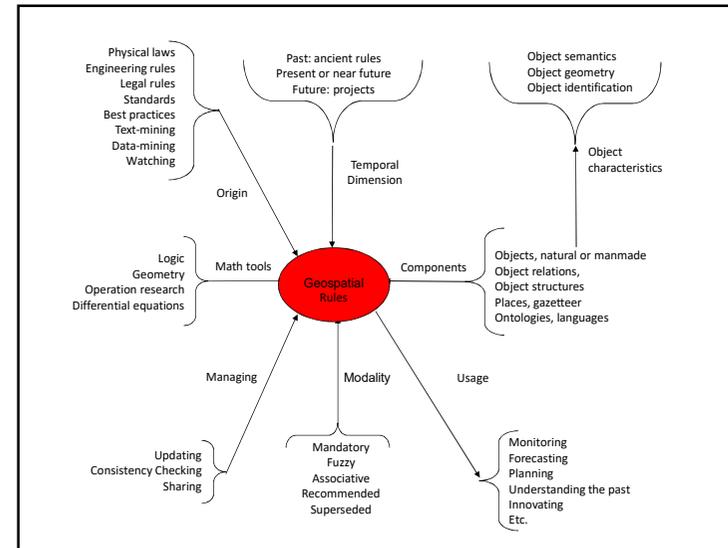
55



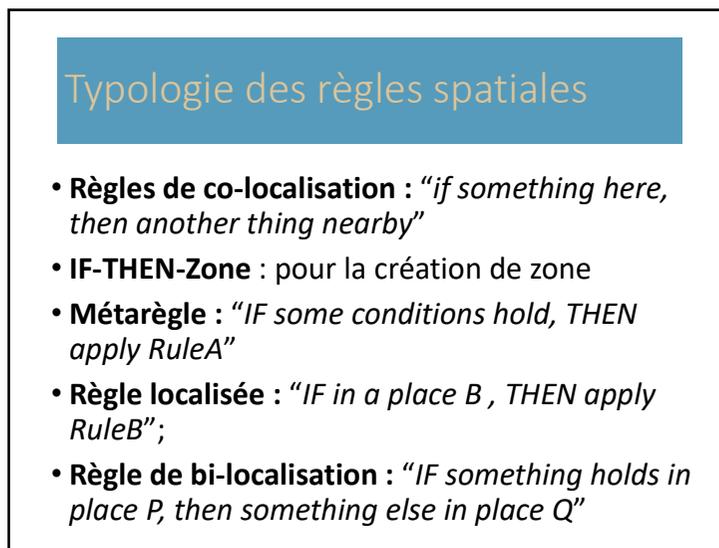
56



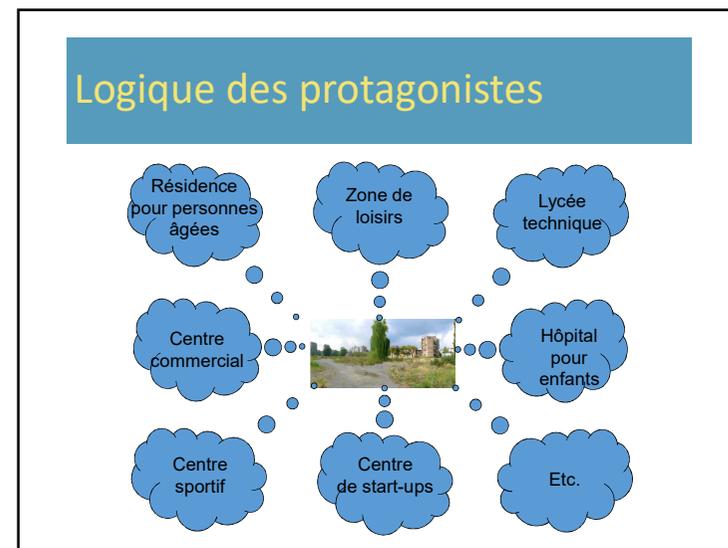
57



58



59



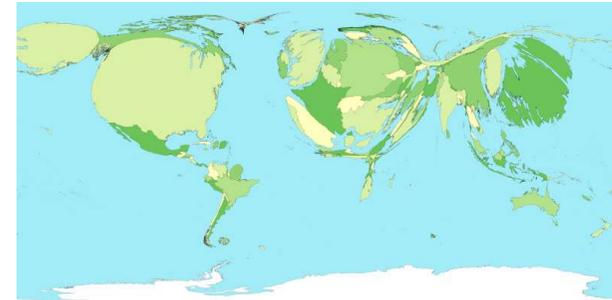
60

2.4 – Géovisualisation

- Sortir des contraintes de la cartographie 2D
- Essayer de découvrir des choses cachées
- Exemples
 - Cartogrammes
 - Chorèmes
 - Datascape
 - 3D

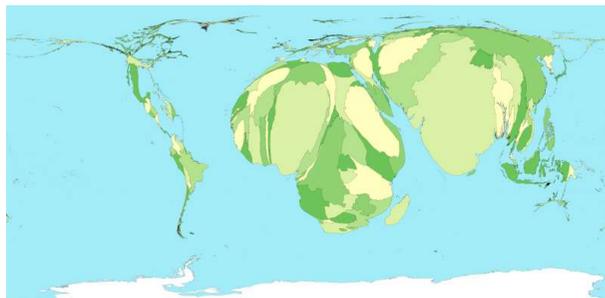
61

Produit national brut



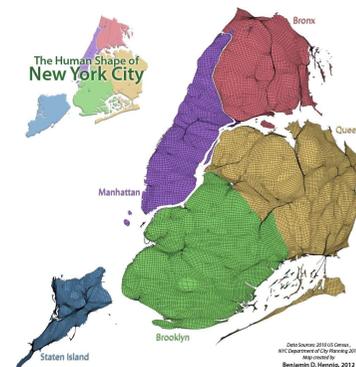
62

Mortalité infantine

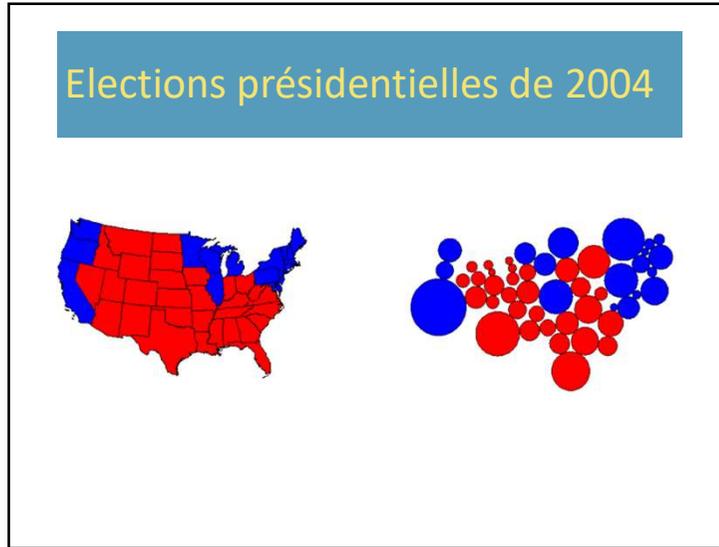


63

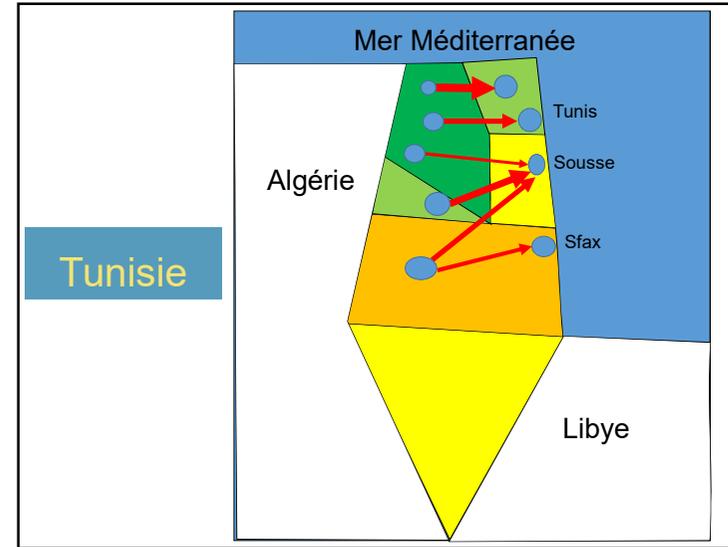
Cartogramme de la population de New York



64



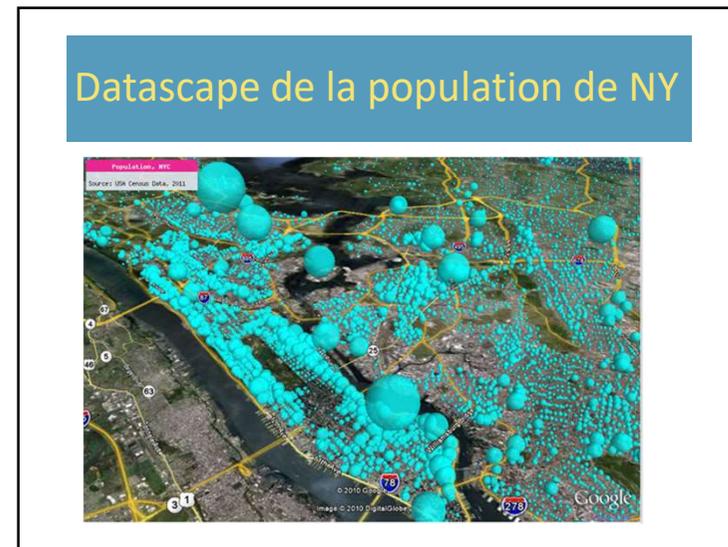
65



66



67



68

Tableau de bord pour l'électricité à Tokyo



69

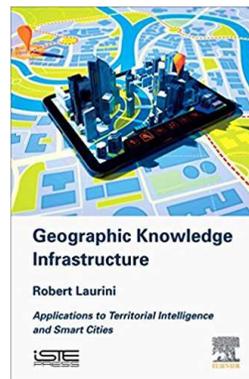
3 – Conclusions

- De nombreuses villes se déclarent « Smart Cities »
- Nombreux aspects à tenir compte
- Importance des connaissances géographiques
- Michel Serres « *la connaissance devient une infrastructure de la société* »
- 4 piliers informatiques
 - Big Data temps réel, capteurs, Internet des objets urbains
 - Connaissances
 - Deep learning
 - Géovisualisation

70

Merci de votre attention !

- Roberto.Laurini@gmail.com
- <http://www.laurini.net/robert/>



71