



1

Prof. Robert Laurini

- Professeur émérite en technologie de l'information
- Université de Lyon (INSA), Lyon, France
- Langues parlées : Français, Anglais, Italien, Espagnol
- À l'extérieur de Lyon
 - Université de Cambridge, Royaume-Uni, 1 an
 - Université du Maryland, USA, 1 an
 - IUAV Université de Venise, Italie, 10 ans à temps partiel
- Invitations > 10 fois
 - Tec de Monterrey, Puebla, Mexique
 - Universidad Nacional de La Plata, Argentine
 - Université Hassan II, Maroc
- Membre du comité de pilotage de plusieurs conférences

2

2

Prof. Robert Laurini

- Fondateur et directeur d'un laboratoire de recherche en informatique (10 ans)
- (co)-direction de 44 doctorats
- Membre de jury de thèses
 - dans 19 pays
- Fondateur d' « Universitaires Sans frontières »
- Bénévole dans une association d'aide aux étudiants étrangers

3

3

Table des matières

- 1 – Systèmes d'information géographique
 - Introduction
 - Acquisition des données
 - Requêtes spatiales
 - Cartographie et géovisualisation
- 2 – Internet des objets urbains
 - Mobilier urbain classique
 - Objets fixes connectés
 - Objets mobiles connectés
- 3. Conclusions

4

4

1 – Introduction aux SIG

- 1.1 Modélisation des objets géographiques
- 1.2 Acquisition des données
- 1.3 Structuration des données
- 1.4 Requêtes spatiales
- 1.5 Cartographie et géovisualisation

5

*« 80 % des données existantes
ont une composante
géographique »*

6

1.1 – Modélisation des objets géographiques

- Objets discrets
 - Généralement modélisés par leurs contours
 - Problème du modèle mathématique à appliquer : Point, ligne, surface, volume
- Représentations vecteur / raster
- Qu'est-ce qu'un point ?
- (x, y) en 2D et (x, y, z) en 3D et même (x, y, z, t)
- Modélisation des attributs

7

Modélisation des objets géographiques

- Domaines d'application
- Positionnement à la surface de la terre
- Caractéristiques des données géographiques et cartographie
- Outils de modélisation des données

8

Domaines d'application

- en milieu urbain
- en aménagement
- gestion de l'espace rural et forestier
- milieu littoral et maritime
- infrastructures de transports
- ressources minières et industrie
- Géologie
- météorologie
- archéologie
- gestion de grandes propriétés
- etc

9

Positionnement

- Géodésie
- Les coordonnées
- Projections du globe terrestre

10

Géodésie

- La terre n'est pas tout à fait ronde
- ellipsoïde
- altitude
- géoïde

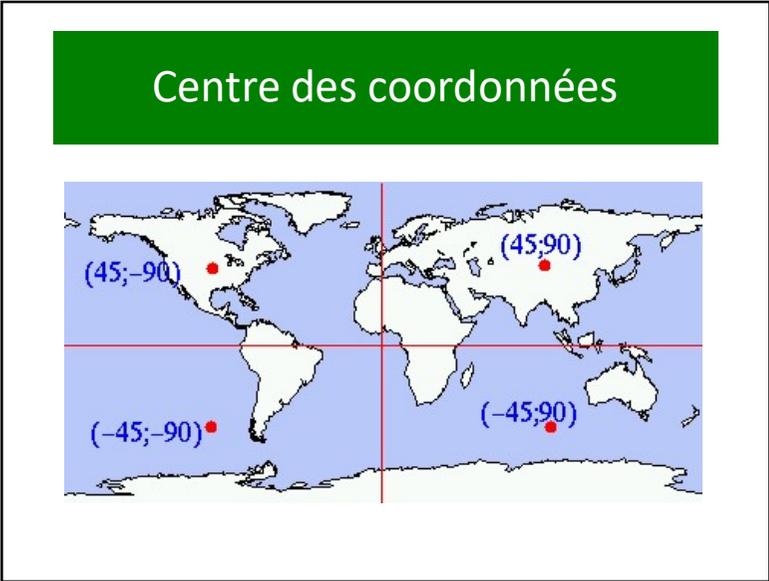
11

Coordonnées

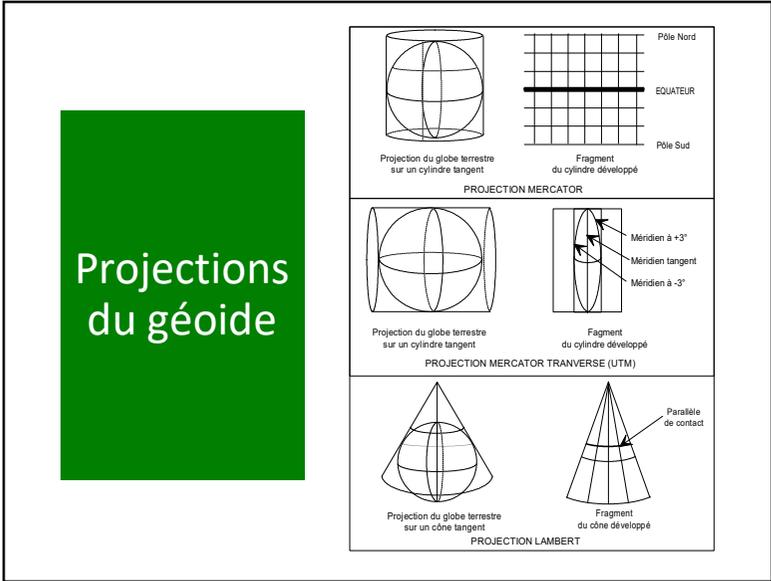
The diagram illustrates the Earth's coordinate system. It shows a globe with the following labeled components:

- Pôle Nord** (North Pole) at the top and **Pôle Sud** (South Pole) at the bottom.
- Méridien de Greenwich** (Greenwich Meridian) as a vertical line of longitude.
- Longitude (méridien)** as an arc of longitude.
- Point sur la Terre dont on veut connaître les coordonnées** (Point on Earth whose coordinates we want to know) marked with a dot.
- Latitude (parallèle)** as an arc of latitude.
- Equateur** (Equator) as a horizontal line.
- Centre de la Terre** (Center of the Earth) at the center.
- Origine des coordonnées** (Origin of coordinates) at the intersection of the Equator and the Greenwich Meridian, labeled as $(0^\circ, 0^\circ)$.
- Specific latitude markers include **30° Est** and **50° Nord**.
- The angle between the horizontal line and the line to the point is labeled λ .
- The angle between the vertical line and the line to the point is labeled ϕ .

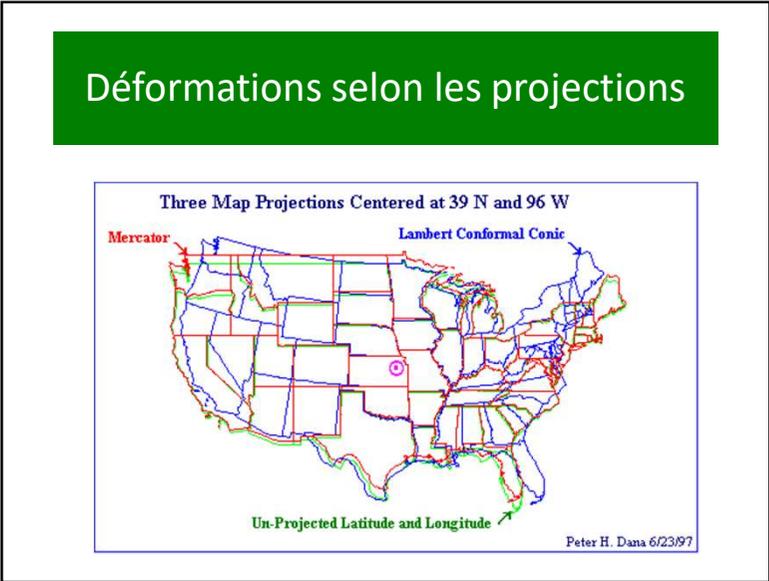
12



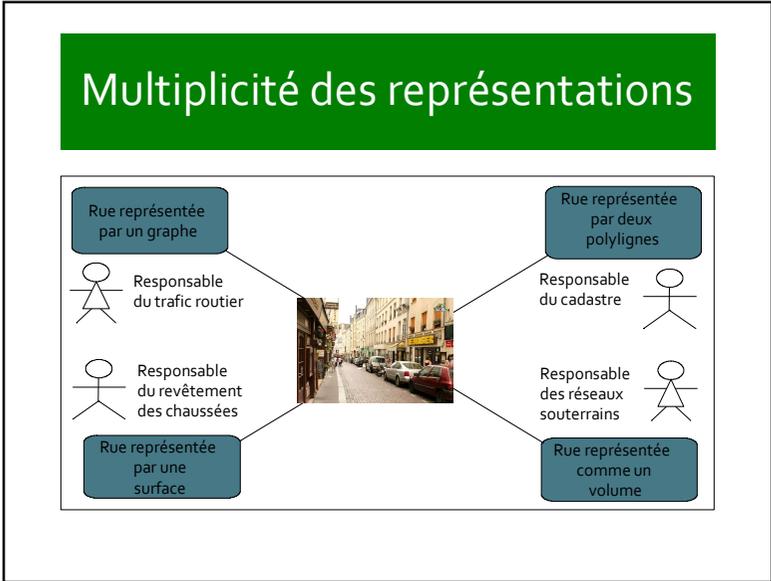
13



14



15



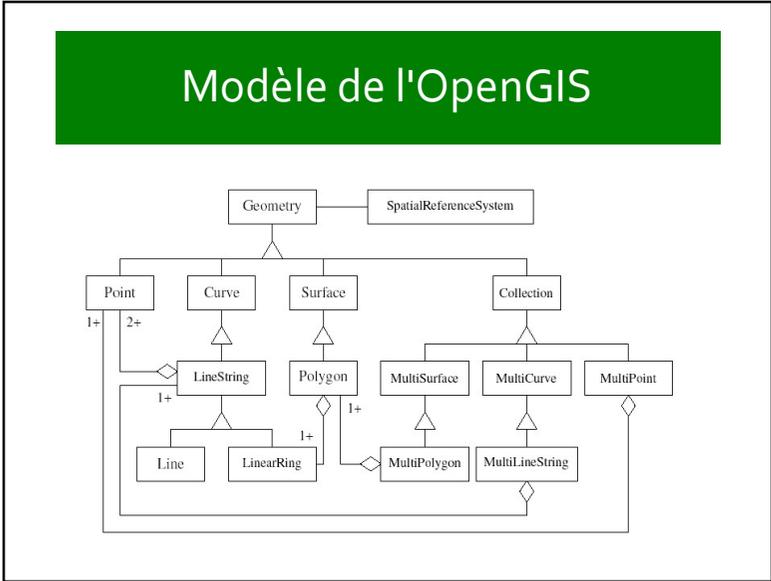
16

Modèle de l'OpenGIS

- Consortium de sociétés, de centres de recherches et d'administration
- Intéropérabilité des applications géographiques
- Propositions de normalisations

- <http://www.opengis.org>

17



18

1.2 – Acquisition des données

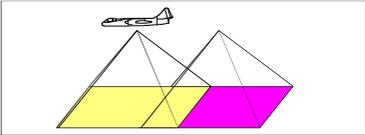
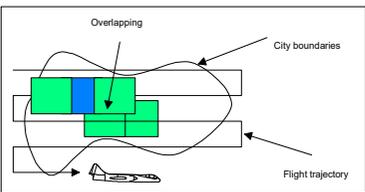
- Levés topographiques
- Photos aériennes
- Images satellitaires
- GPS
- Digitalisation
- Scannage de plans
- Import de fichiers

19

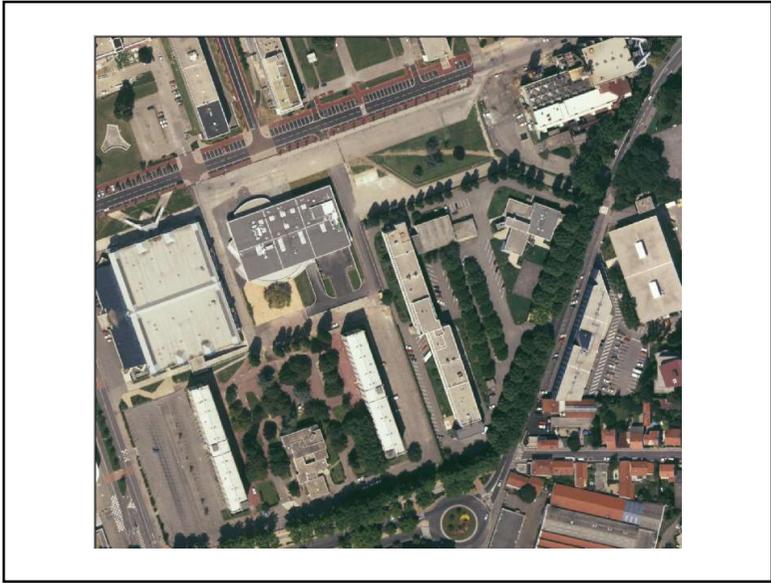
Théodolite

20

Photos aériennes

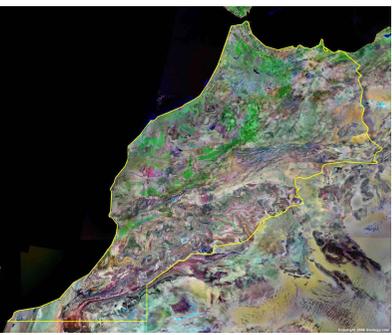



21



22

Image satellitaire

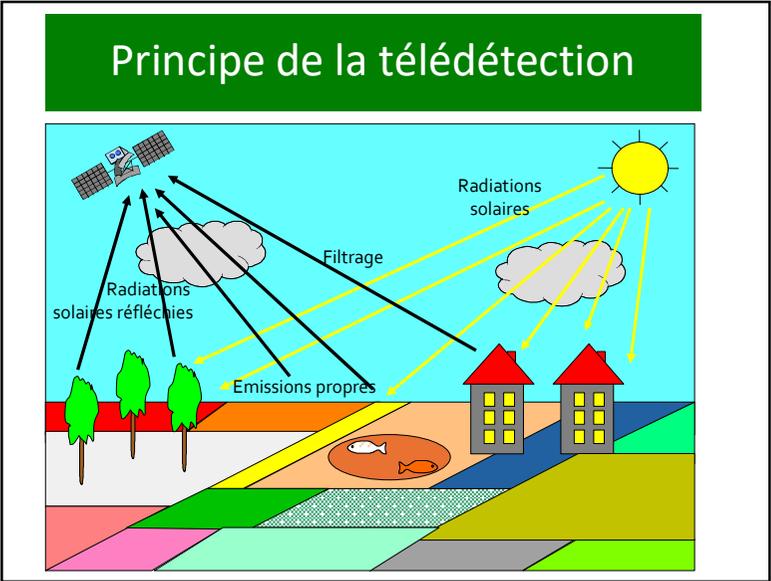



23

Ondes

30 cm	1 GHz	Hyperfréquences	Lointain	0,7 µm
3 cm	10 GHz			
0,3 cm	100 GHz			
300 µm	10 ¹² Hz	Infrarouge	Thermique Proche	Visible
30 µm	10 ¹⁴ Hz			
3 µm	10 ¹⁴ Hz	Ultraviolet	Rouge	
0,3 µm	10 ¹⁶ Hz			
300 Å	10 ¹⁶ Hz	Rayon Gamma	Vert	
30 Å	10 ¹⁸ Hz			0,4 µm
3 Å	10 ¹⁸ Hz	Violet		
0,3 Å	10 ²⁰ Hz			
0,003 Å	10 ²⁰ Hz			

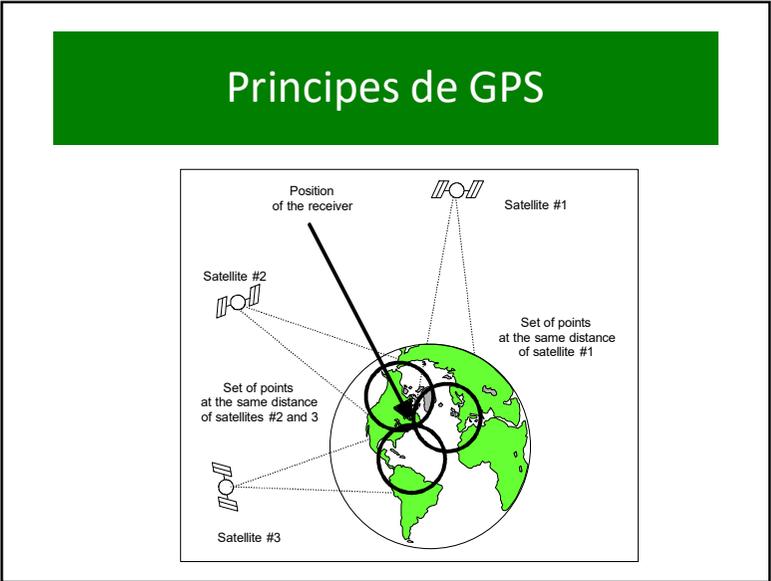
24



25



26



27

1.3 – Requêtes spatiales

- Exemple de requêtes spatiales

- Requêtes spatiales élémentaire
 - Requête de point
 - Requête de ligne
 - Requête de région.

28

Exemples de requêtes spatiales

- Qui y a-t-il en ce point ?
- Qui y a-t-il dans cette zone ?
- Quel est le meilleur chemin de Lisbonne à Varsovie ?
- Quels sont les pays frontaliers de l'Autriche ?
- Quels sont les départements traversés par la Garonne ?
- Quel est l'endroit le plus pollué ?

29

Exemples de requêtes spatiales

- Qui y a-t-il en ce point ?
- Qui y a-t-il dans cette zone ?
- Quel est le meilleur chemin de Lisbonne à Varsovie ?
- Quels sont les pays frontaliers de l'Autriche ?
- Quels sont les départements traversés par la Garonne ?
- Quel est l'endroit le plus pollué ?

30

Requête ponctuelle

Qui y a-t-il en ce point ?

31

Théorème de la demi-ligne de Jordan

● Point candidat
— Demi-ligne

Nombre d'intersection Avec les côtés

Un point est déclaré intérieur si le nombre est impair
Un point est déclaré extérieur si le nombre est pair

32

Requête de région

Qui y a-t-il dans cette région ?

33

Exemple de r-tree pour l'indexation spatiale

34

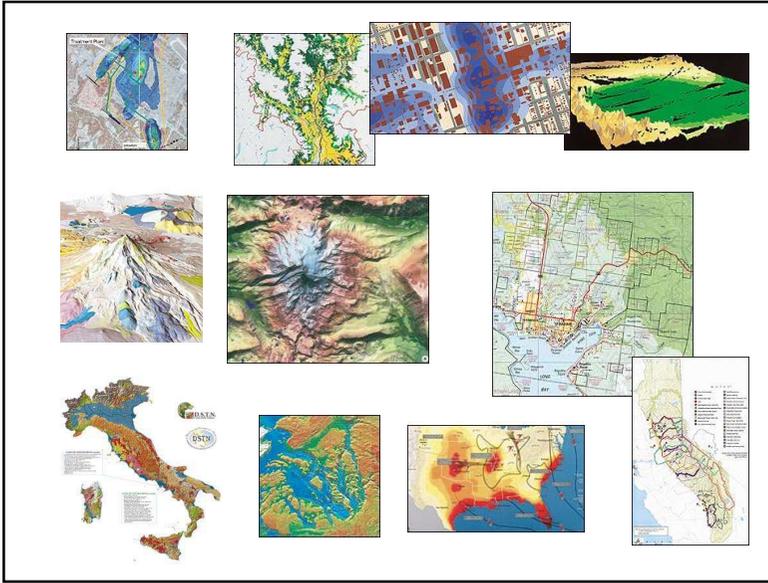
1.4 – Cartographie et géovisualisation

- Cartographie = moyen traditionnel pour représenter des territoires depuis des millénaires
- Importance des échelles
- Règle
 - Si un objet cartographique est inférieur à 1/10 mm, alors il n'est pas représenté
- Géovisualisation = nouvelles méthodes de représentation de l'espace

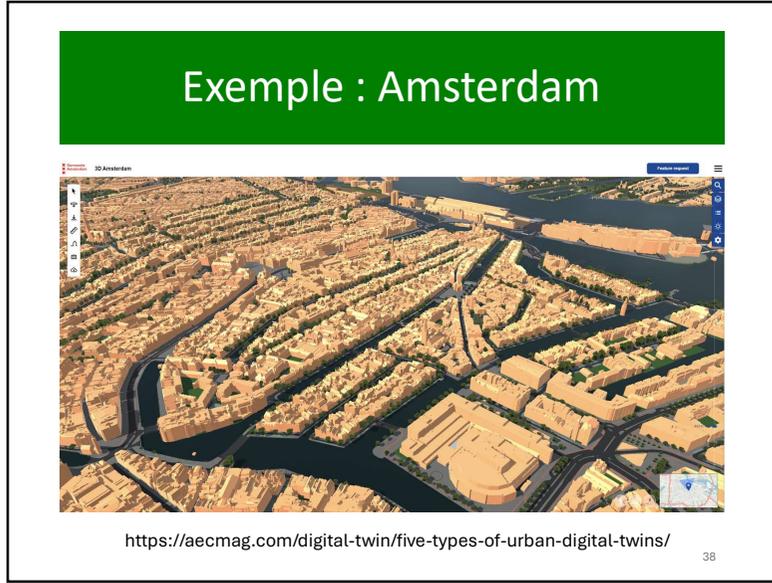
35

Exemples de cartographie

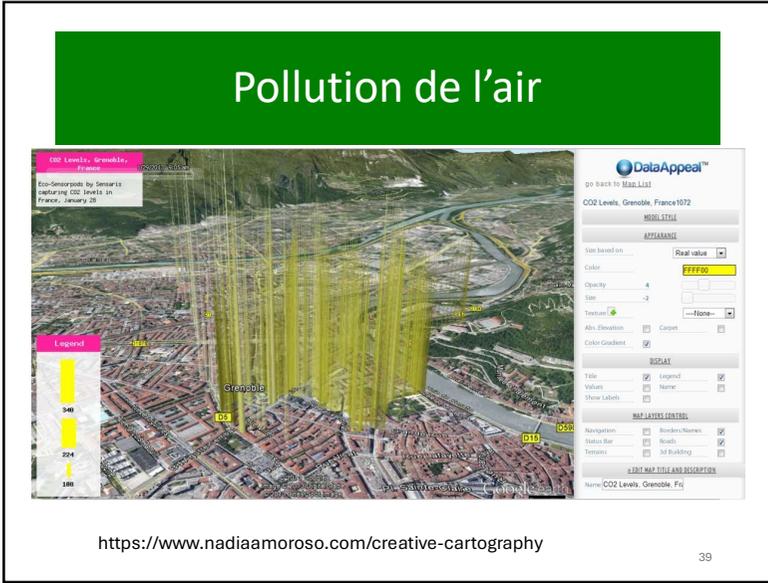
36



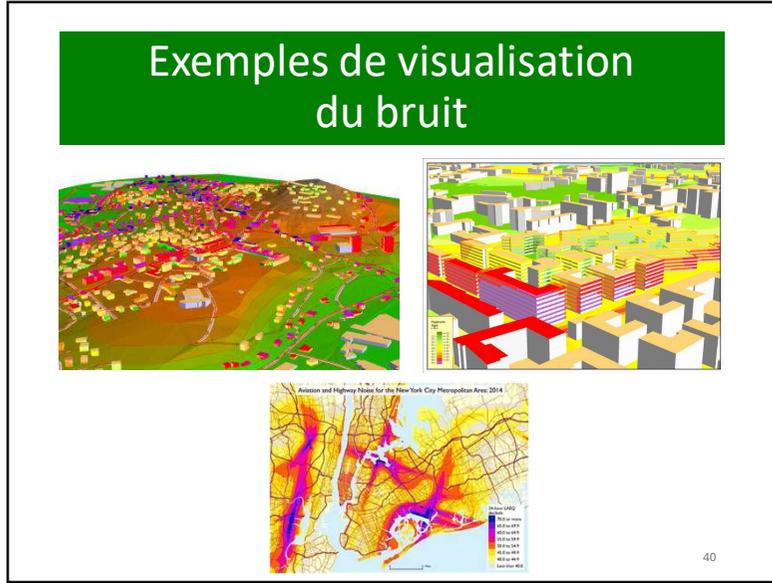
37



38



39



40

Cartogrammes

41

Population avec SIDA

42

Devinez ?

43

2 – IoT et objets urbains

- Mobilier urbain courant
- Objets urbains fixes connectés
- Objets urbains mobiles connectés

44

Mobilier urbain

- Le mobilier urbain inclut divers équipements installés dans les espaces publics pour servir et embellir la vie quotidienne des habitants.
 - bancs
 - lampadaires
 - poubelles
 - abris de bus
 - décorations sur les places (sculpture, etc.)
 - bornes de recharge pour véhicules électriques
 - panneaux de signalisation
 - etc.

45

45

Espace urbain avec mobilier



46

46

Mobilier urbain classique








47

47

IoT en milieu urbain

- Certains objets peuvent être connectés
- Nécessité d'organiser un réseau de fibres optiques spécialisé
- Parfois liés à des objets mobiles

48

48

Bancs connectés



49

49

Panneaux à affichage variable



50

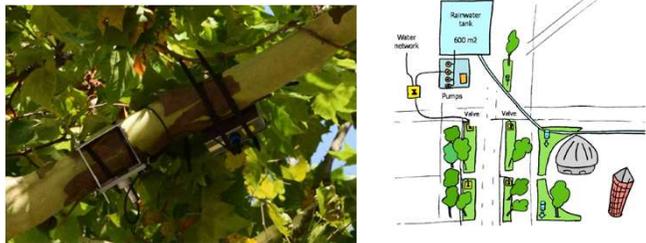
Poubelles connectées



51

51

Arrosage automatique des arbres



52

52

Feux de carrefour

53

53

Vidéosurveillance

54

54

Objets mobiles connectés

- Véhicules publics ayant des missions particulières
- Systèmes embarqués
 - Dotés de capteurs
 - Positionnés par GPS
 - Reliés à divers systèmes d'information (dont SIG)
 - Reliés souvent à du mobilier fixe

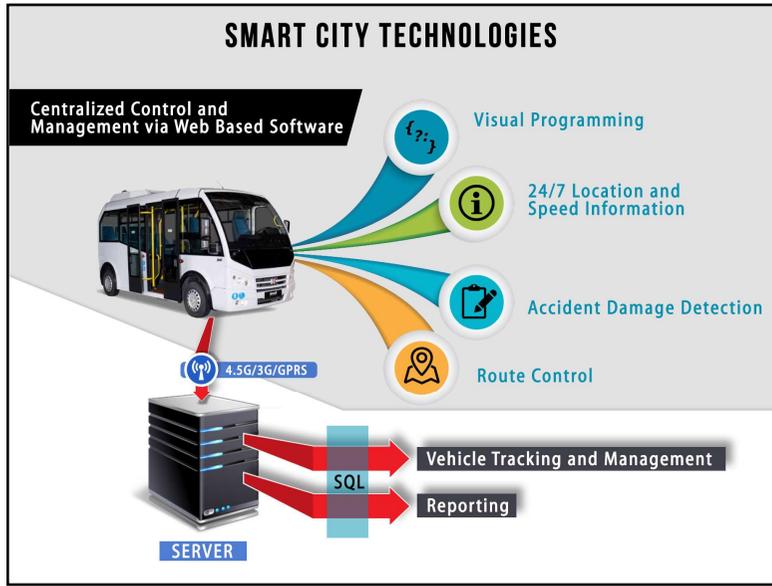
55

55

Bus et aribus

56

56



57

Atribus/tram

- Fonctionnalités
 - Temps d'attente pour le prochain bus/tram
 - Visualisation des horaires
 - Problèmes sur les correspondances
- Préalable
 - Chaque bus est connecté – équipement embarqué
 - Positionnement par GPS
 - Centre de surveillance
 - Connaissance du positionnement de tous les bus

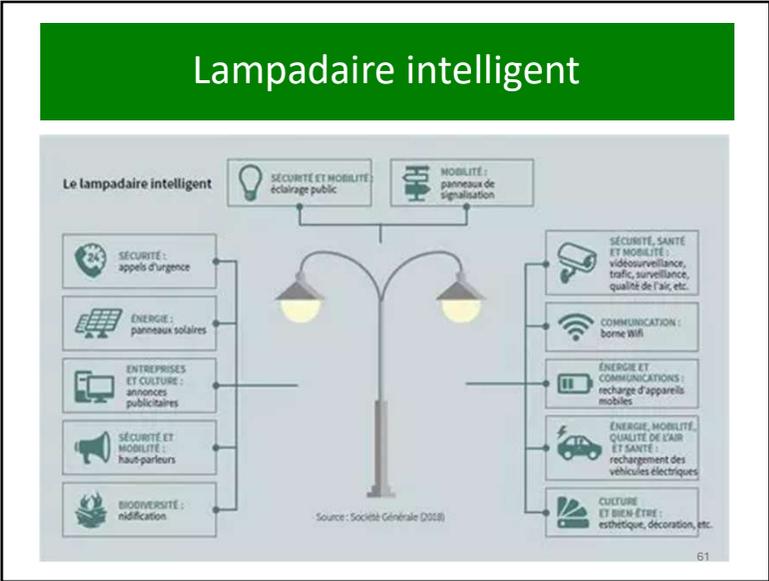
58

Parcmètre connecté

59

Sulfateuse : lecture automatique des plaques d'immatriculation

60



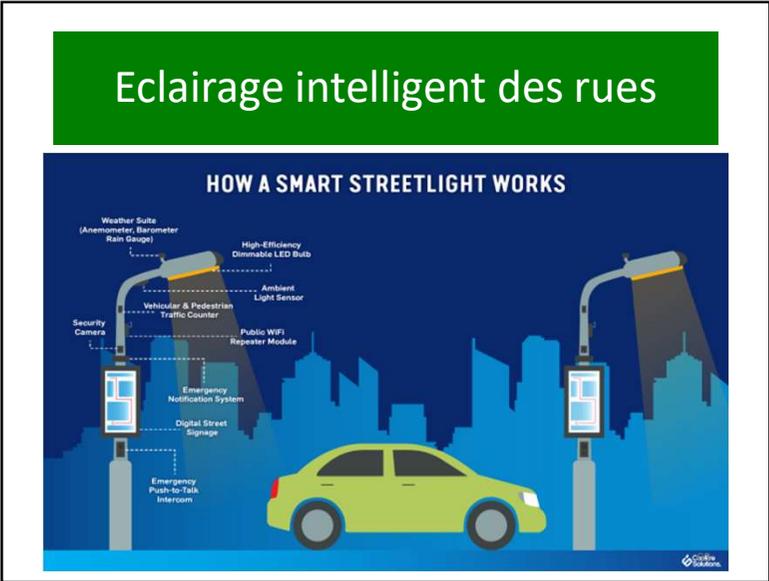
61

Eclairage intelligent des rues

- Principe :
 - les lampadaires le long des rues s'éclairent lorsque passe un véhicule
 - Ils envoient un ordre aux lampadaires suivants pour éclairer
 - ainsi est créée une onde lumineuse permettant au véhicule de circuler rapidement.
 - nécessité de gérer plusieurs véhicules dans les deux sens
- Des capteurs sont installés dans les lampadaires
- Ils détectent la présence de véhicules et leur vitesse
- Ils informent les lampadaires suivants en fonction de la vitesse du véhicule

62

62



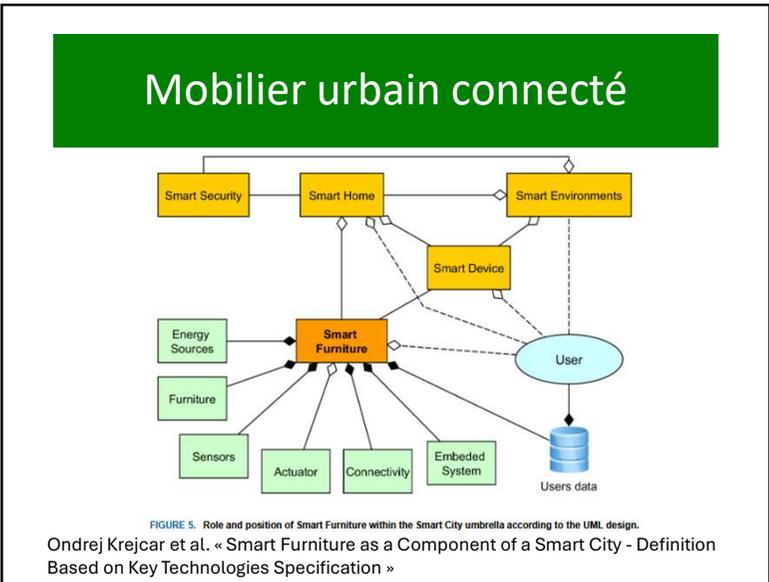
63

LAPI

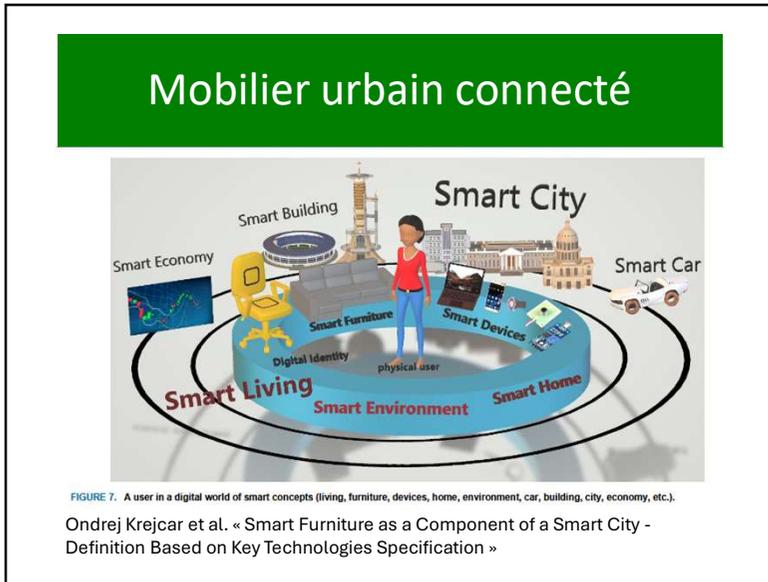
- Scanning automatique des véhicules stationnant
- Vérification
 - Si véhicule volé
 - Paiement pour stationnement
 - Assurance obligatoire
 - Contrôle technique

64

64



65



66

- ## 3 – Conclusions
- SIG
 - 80 % des données ont une base géographique
 - Les SIG sont présents dans de nombreux endroits et pour de nombreuses applications
 - 2D, 3D, temps réel, etc.
 - IoT des objets urbains
 - Objets fixes et objets mobiles positionnés
 - Systèmes embarqués
 - Reliés par Internet et en liaison avec divers systèmes d'information

67

67

Merci pour votre attention !

Robert.Laurini@usf-awb.net

A télécharger depuis
www.leidrade.org/ftp/fez3.pdf

68

68