



Enjeux de déploiement des capteurs urbains

Expérimentation dans Sense-City

Hervé Rivano

Université de Lyon, Inria, Insa Lyon Citi - Urbanet

Continuum mondes physique et numérique

Capteurs : environnement et activités

- déployés dans l'espace urbain
- embarqués sur véhicule, smartphones...

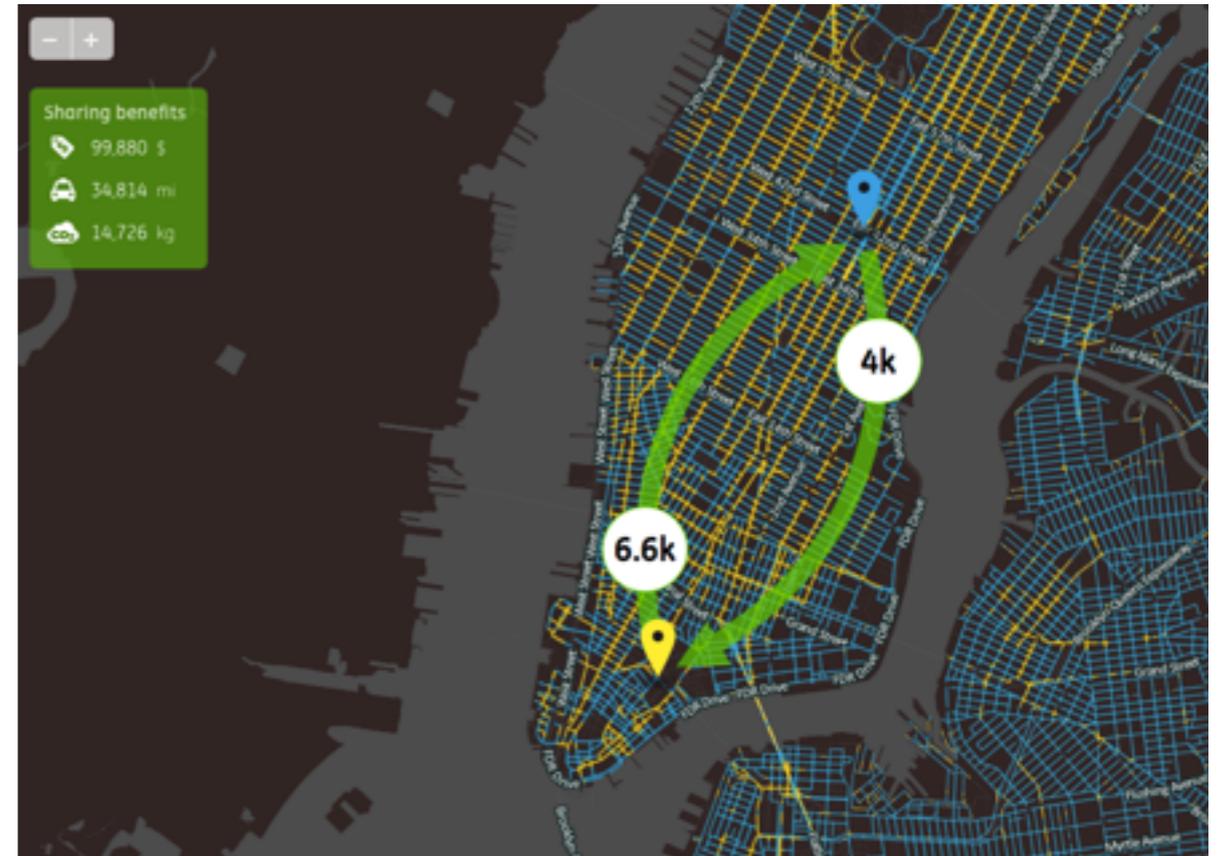
Tags RFID : suivi d'objets

Smartphones : tracking passif

Réseaux sociaux : tracking volontaire

Redistribution de l'information

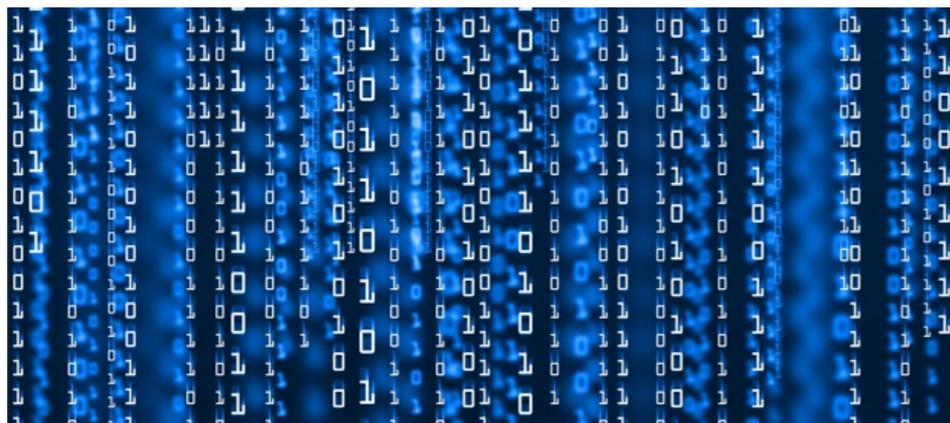
- services, cartographies, open data



HubCab.org (c) MIT Senseable City
Statistiques sur l'ensemble des trajets en taxi

Maillage dense du territoire et de la société
Connectivité sans fil pour collecte et diffusion

L'internet des objets et « Big » data



© <http://www.zdnet.com/big-data-all-you-need-to-know-1339335818/>



<http://strata.oreilly.com/2012/01/what-is-big-data.html>



<http://tinyurl.com/bro8y8u>



<http://tinyurl.com/dyu2ncs>

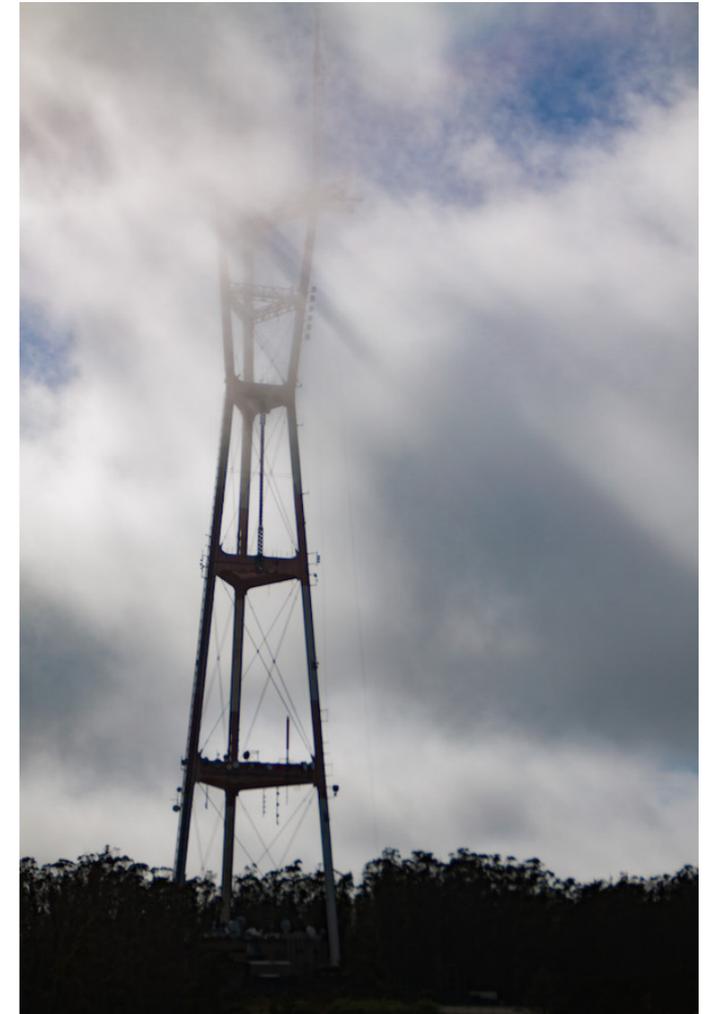
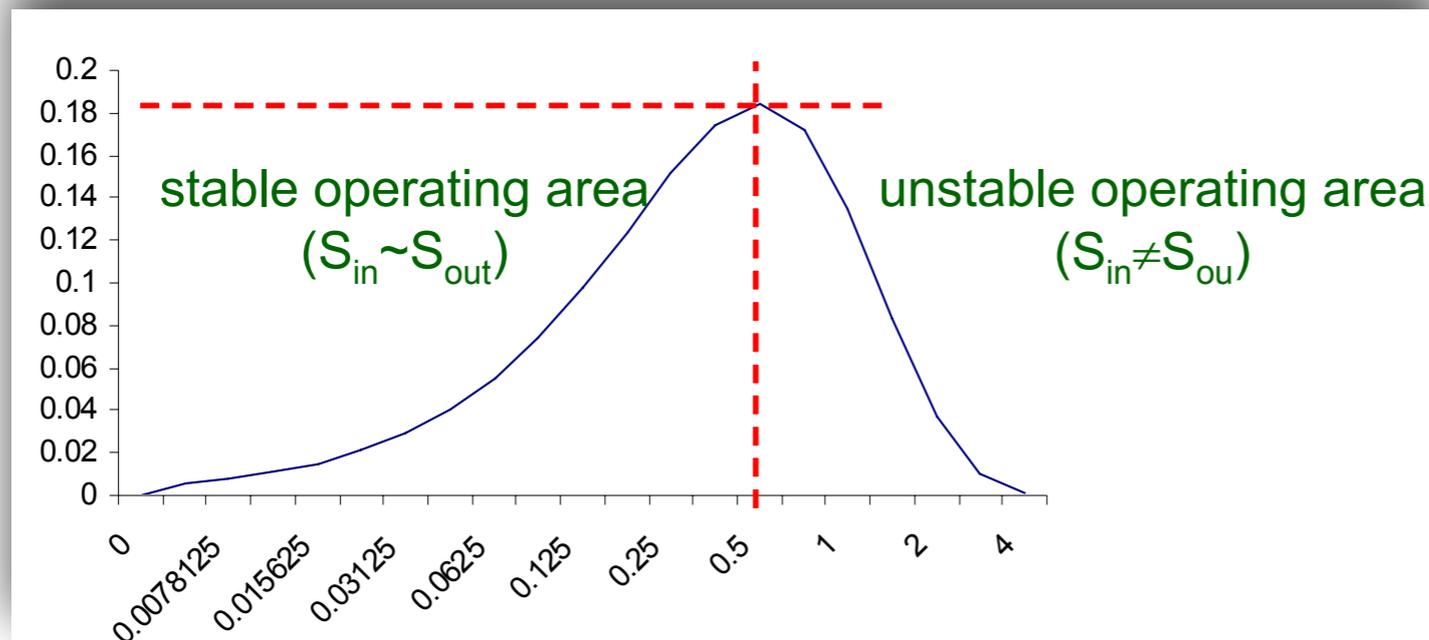
Une infrastructure au bord de la saturation

« Machine Type Communication » et « Machine to Machine »

- Grande densité et faible trafic, 4G prévue pour l'inverse

Saturation d'accès

- Accès aléatoire



Peu performant mais incontournable

- Asymétrie : terminaux ne « s'entendent pas »
- Sur-concentration d'utilisateurs – personne n'a d'accès

Les enjeux du déploiement de capteurs

Des capteurs de natures différentes

- Activité humaine
- Phénomènes environnementaux
- Est-ce si différent ?

Coût d'installation d'un capteur dans la chaussée

- Capteur : 50€ - **travaux de voirie : 1k€**

Intégration dans l'espace urbain

- Support d'installation
- Acceptation sociale / intrusion technologique
- Robustesse et protection

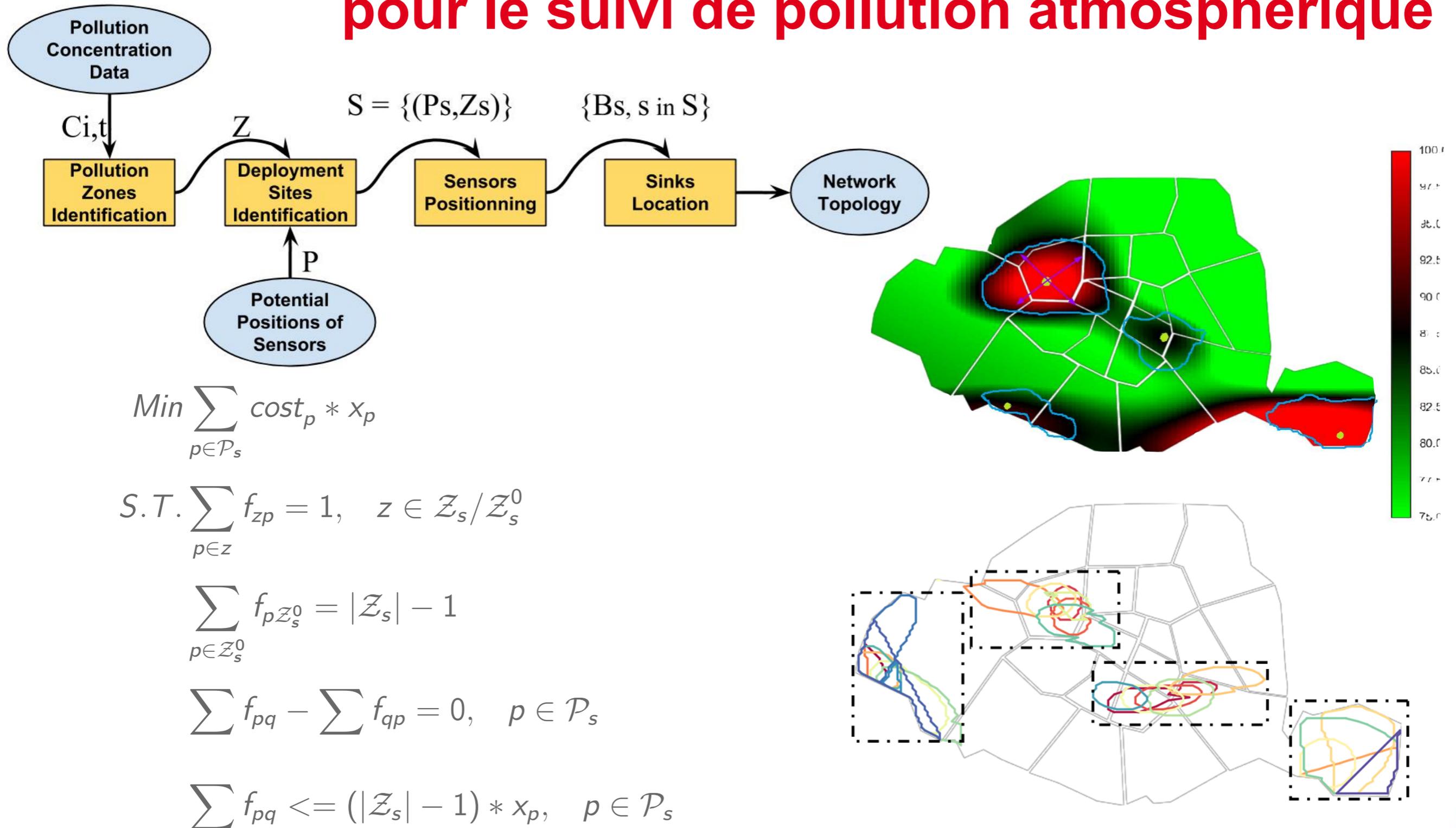
La mesure a une pertinence spatiale

- Télémétrie, Smartparking
- Phénomène physique :
 - Modèle prédictif ou historique de mesures
 - Identification et sélection de points pertinents



Déploiement contraint, optimisé ... mais surtout accepté

Déploiements dense de capteurs low cost pour le suivi de pollution atmosphérique



$$\text{Min} \sum_{p \in \mathcal{P}_s} \text{cost}_p * x_p$$

$$\text{S.T.} \sum_{p \in Z} f_{zp} = 1, \quad z \in Z_s / Z_s^0$$

$$\sum_{p \in Z_s^0} f_{pZ_s^0} = |Z_s| - 1$$

$$\sum f_{pq} - \sum f_{qp} = 0, \quad p \in \mathcal{P}_s$$

$$\sum f_{pq} \leq (|Z_s| - 1) * x_p, \quad p \in \mathcal{P}_s$$

La mobilité urbaine - des données enrichies

Capteurs mobiles de plus en plus nombreux

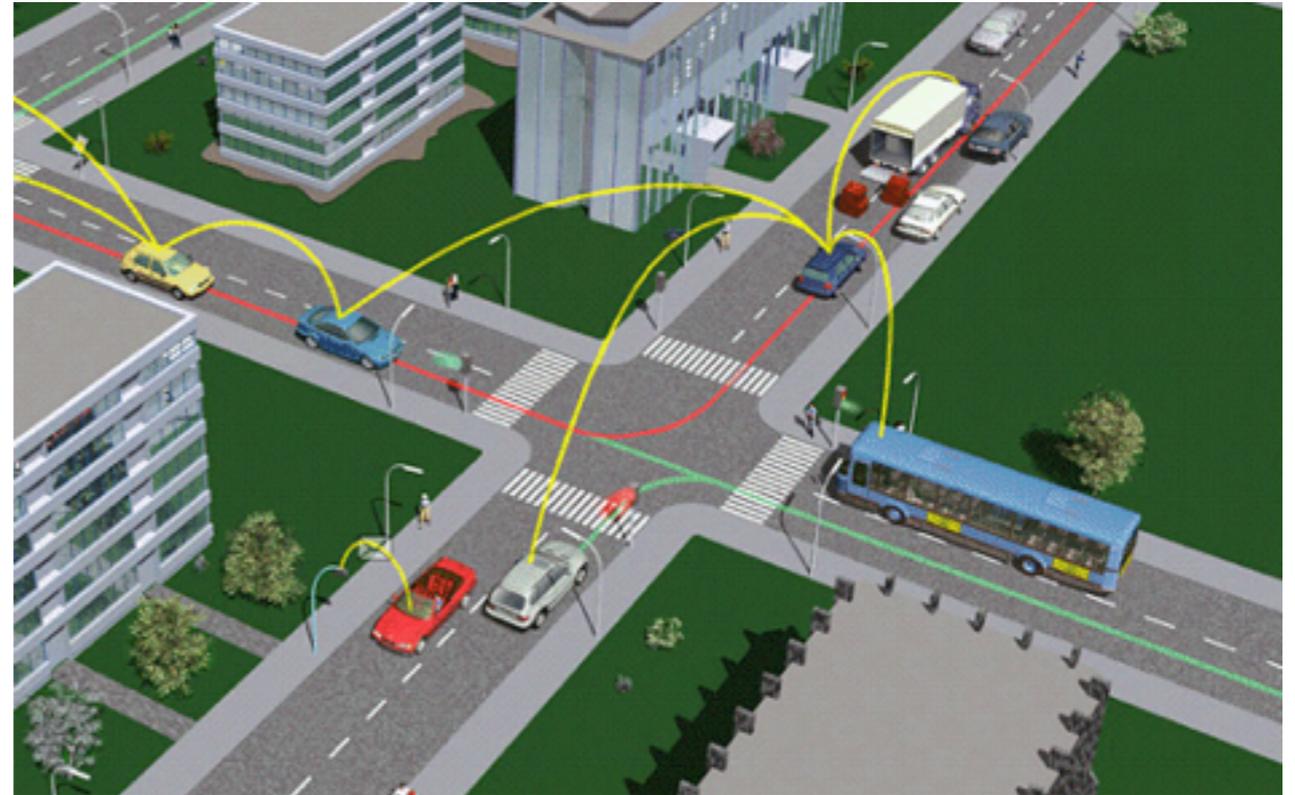
- Smartphones, voitures, transport public
- Nombre vs qualité

Mobilité vs densité

- Mesure citoyenne « crowdsourcing »
- Là où les citoyens sont actifs
- Déjà pour les transports

Services géolocalisés

- Mobilité et typologie d'usage = valeur
- Redistribution d'information
- Travail mobile



Les enjeux des réseaux de capteurs

Emergence d'opérateurs urbains

- 1 mesure – 1 réseau insoutenable
- Orange, SigFox, LoRa, ...

Observations multiples des même phénomènes

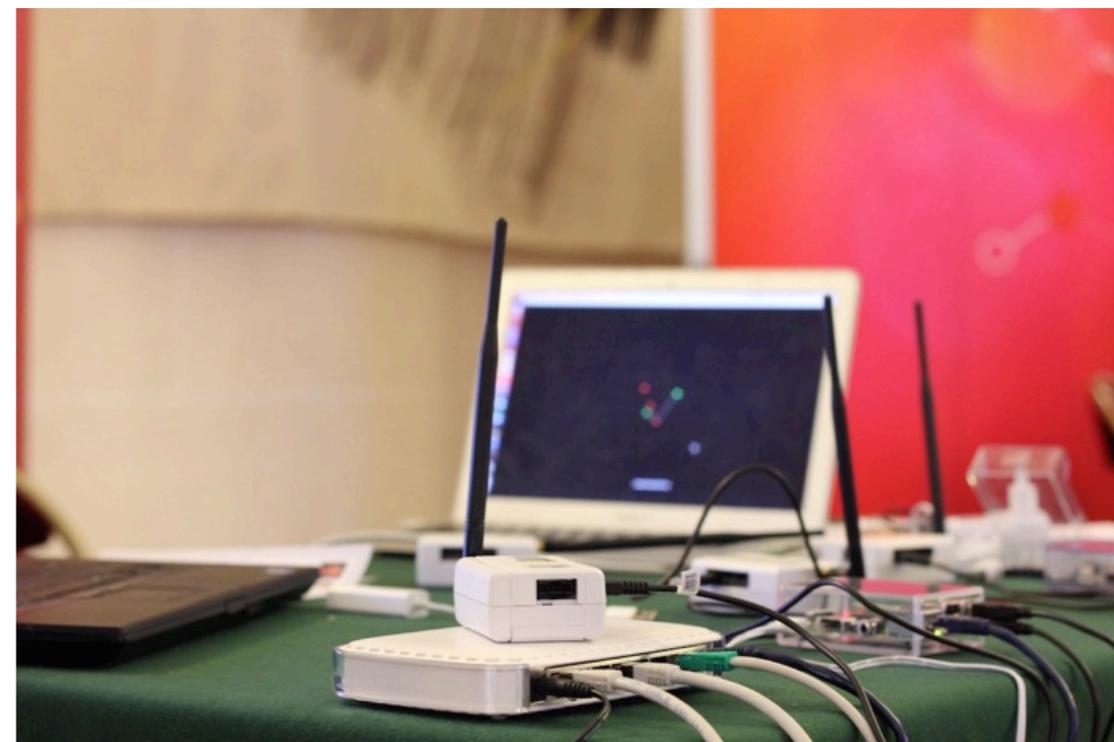
- Densité de mesure
- Croisement de données de natures différentes

Problématique autant pratique que juridique

- « Service Level Agreement »
- Propriété et sécurité des données
- Enjeu de qualité de service

Exploitation de l'infrastructure urbaine

- Support de déploiement
- Potentiellement pour les communications



Les enjeux des réseaux de capteurs

Autonomie énergétique

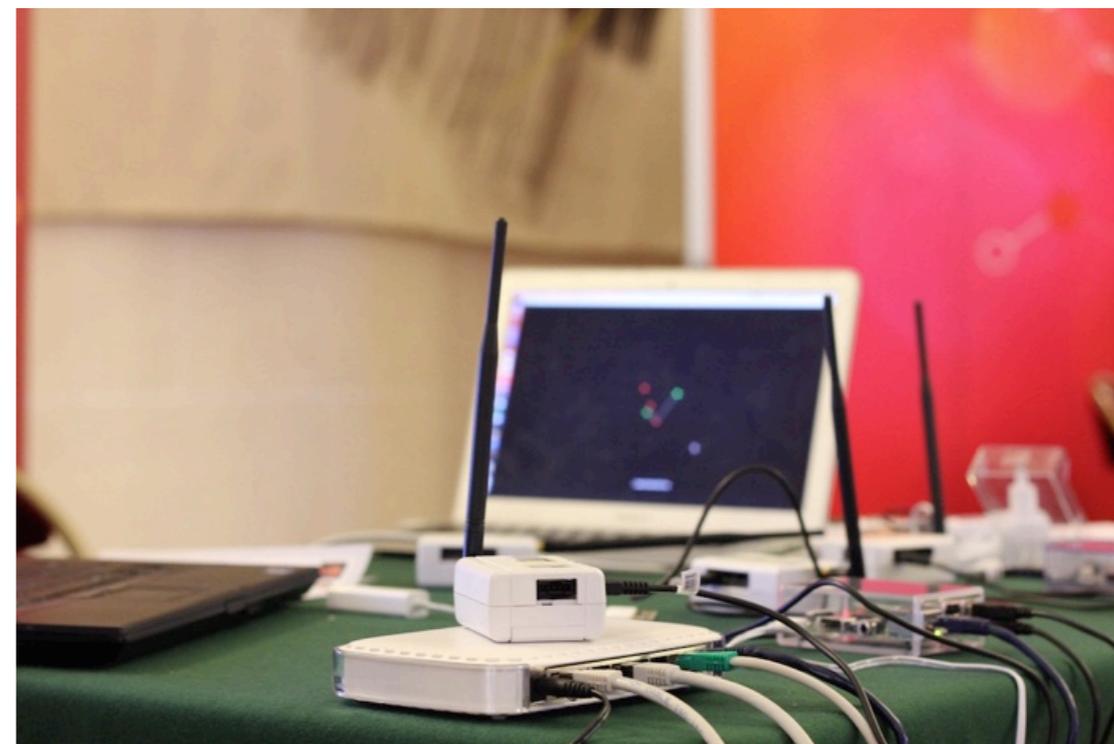
- Déploiement plus libre
- Faible puissance de transmission

Architectures de collecte hybrides

- Multi-sauts théoriquement meilleur
- Complexe en pratique

Auto-configuration – auto-organisation

- Configuration : coût financier, limite capacité de déploiement
- Endormissement, instabilité de l'environnement radio : connectivité intermittente
- Résilience mais topologie non maîtrisée



Dans Sense City : détection de véhicules

Objectif : remplacer les boucles magnétiques

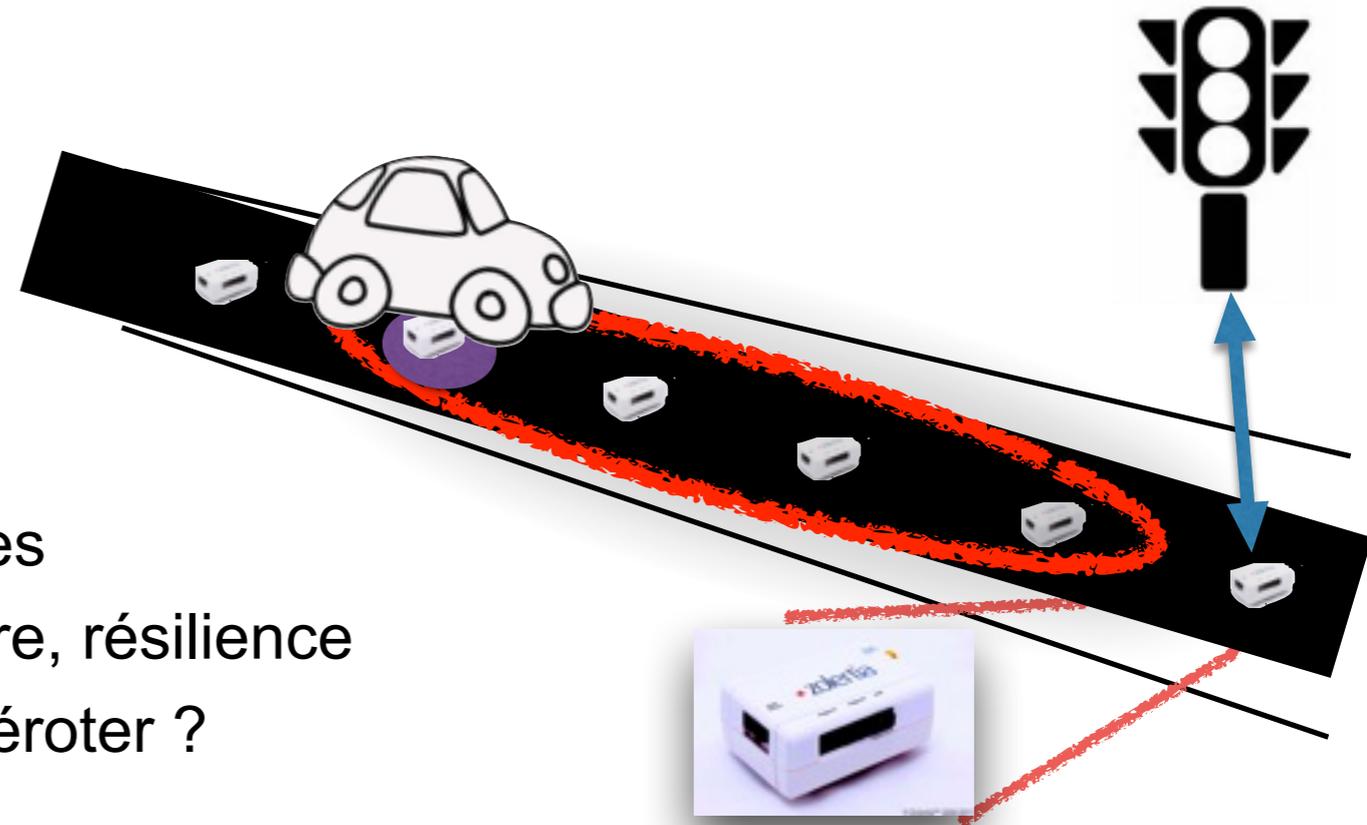
- Ligne de capteurs de présences
- Réseau radio sous/sur la route

Déploiement « low cost »

- Pas d'infrastructure câblée : radio, batteries
- Auto-organisation : moins de main d'oeuvre, résilience
- Comment des capteurs peuvent se numérotérer ?
- Routage adaptatif ?

L'expérimentation « réelle » : une culture à appréhender

- IoT-Lab : reconfigurable, à distance, environnement non significatif
- Sense-City : conditions réalistes, plateforme de gestion, intervention physique
- Environnement réel : condensation, propagation, fiabilité du matériel



Des enjeux de société importants

Mutation des systèmes de mesures

- Observation de systèmes ...
- Approche « centrée sur le citoyen » : atout, vulnérabilité et risque

Nouvelle forme de rapports sociaux

- A prendre en compte dans l'ingénierie des systèmes et politiques publiques
- Pas de déploiement sans acceptation - Pas d'usage sans adhésion

Problématiques de sécurité et de vie privée

- Enjeu de liberté individuelle - connaissance globale vs individuelle
- Démocratie a besoin d'égalité : fractures numériques sociales et territoriales

Qui fait quoi des données ? « Pour les citoyens » ou « avec les citoyens »

- Automatisation de la ville : optimisation ou post-démocratie ?
- Economie horizontale : la ville plateforme d'intermédiation ou cliente de google ?

UrbaNet

et donc, voilà

www.citi-lab.fr/team/urbanet/

Inria

INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE

INSA INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

citi Center of Innovation in
Telecommunications and
Integration of Service
lab

