

# VILLES INTELLIGENTES : DÉFIS TECHNOLOGIQUES ET SOCIÉTAUX

1. Introduction
2. Infrastructures réseaux des systèmes urbains
- 3. Infrastructures logicielles des systèmes urbains**
4. Gestion des données urbaines dans les nuages informatiques
5. Gestion des données et vie privée du citoyen urbain

Valérie Issarny &  
Animesh Pathak

*Inria*

Après une semaine consacrée aux infrastructures réseaux des systèmes urbains, intéressons-nous aux infrastructures logicielles.

### 3. Infrastructures logicielles des systèmes urbains

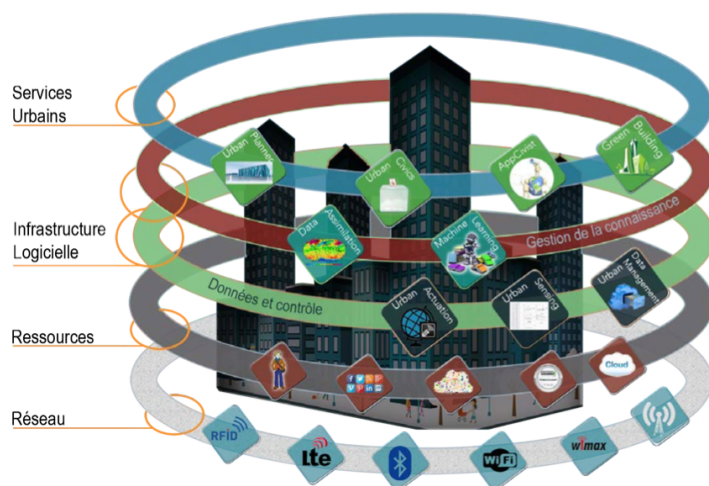
- **Les systèmes logiciels distribués de la ville intelligente**
- Intégration des objets connectés
- Intégration des capteurs sociaux
- Faire face à l'échelle des systèmes urbains
- Faire face à l'hétérogénéité des systèmes urbains

Valérie Issarny

VILLES INTELLIGENTES : DÉFIS TECHNOLOGIQUES ET SOCIÉTAUX

Cette première séquence donne un tour d'horizon des systèmes logiciels distribués de la ville intelligente, les séquences suivantes s'intéressant à des problèmes plus spécifiques

## Des systèmes urbains logiciels



4

Les systèmes urbains logiciels sont typiquement mis en œuvre au-dessus des 2 couches: réseaux et ressources pour agréger l'ensemble des données fournies par ces ressources et en déduire de la connaissance qui peut ensuite être exploitée pour fournir de nouveaux services urbains aux citoyens.

## Acquisition de données

### Systemes de detection et acquisition de données

- Réseaux de capteurs fixes et/ou mobiles
- Réseaux sociaux
- Collection **participative** ou **opportuniste** des données
- Collecte de données **personnelles, sociales** ou **publiques**



5

La première étape de la réalisation d'un système logiciel urbain consiste à mettre en œuvre les systèmes d'acquisition de données, et plus précisément les systèmes de détection et acquisition de données, à partir des réseaux de capteurs fixes et/ou mobiles, mais également des données fournies par les réseaux sociaux.

## Acquisition de données

- Les enjeux
  - Consommation énergétique



### Systemes de détection et acquisition de données



6

### Les enjeux sont multiples :

Le premier consiste à relever celui de la **consommation énergétique**, puisque nous devons collecter des données issues de téléphones portables ou encore de capteurs de faible capacité.

## Acquisition de données

- **Les enjeux**

- Consommation énergétique
- **Hétérogénéité des sources**



### Systemes de détection et acquisition de données



7

En second, nous devons traiter de l'**hétérogénéité des sources**, puisqu'ici aussi, il faut faire face à l'acquisition de données à partir de capteurs fixes ou mobiles d'une riche variété.

## Acquisition de données

- **Les enjeux**

- Consommation énergétique
- Hétérogénéité des sources
- **Respect de la vie privée**



### Systemes de détection et acquisition de données



8

Enfin, parce que nous acquérons des données de diverses sources, et en particulier fournies par le citoyen, il est essentiel que ces systèmes garantissent le **respect de la vie privée**.

## Acquisition de données

- **Les enjeux**

- Consommation énergétique
- Hétérogénéité des sources
- Respect de la vie privée
- **Distribution non uniforme des capteurs et contributions sporadiques**



### Systemes de détection et acquisition de données



9

De même, nous devons faire face à une **distribution non uniforme des capteurs**, ainsi qu'à des **contributions sporadiques**, qui est la mieux illustrée par la captation mobile, puisque pour un même lieu, nous aurons beaucoup de personnes, voire pas du tout personne.



## Acquisition de données

### • Les enjeux

- Consommation énergétique
- Hétérogénéité des sources
- Respect de la vie privée
- Distribution non uniforme des capteurs
- **Facteur d'échelle**



### Systemes de détection et acquisition de données



10

Toujours, parce que nous voulons collecter le maximum de données, à partir de toutes les sources disponibles, en particulier l'Internet des objets, mais également l'Internet des objets mobiles, c'est-à-dire les données fournies par le citoyen, nous devons faire face aux problèmes de **passage à l'échelle**, puisque nous devons acquérir un grand nombre de données.

## Acquisition de données

### • Les enjeux

- Consommation énergétique
- Hétérogénéité des sources
- Respect de la vie privée
- Distribution non uniforme des capteurs
- Facteur d'échelle
- **Précision des mesures**



### Systemes de détection et acquisition de données



11

De même, nous devons faire face à une **précision variable des mesures**, puisque ces mesures sont issues de capteurs très variés. Si on reprend l'exemple de Sound City, donné en première semaine, la mesure fournie par un téléphone portable n'est pas du tout de même qu'elle était que la mesure fournie par un sonomètre dédié.

## Acquisition de données

### • Les enjeux

- Consommation énergétique
- Hétérogénéité des sources
- Respect de la vie privée
- Distribution non uniforme des capteurs
- Facteur d'échelle
- Précision des mesures
- **Combiner données quantitatives et qualitatives**



### Systemes de détection et acquisition de données



12

Il faut également savoir **combiner données qualitatives et quantitatives**. En effet, les données fournies par les capteurs physiques spécialisés sont en général précises, mais il est tout aussi important de savoir qualifier la mesure. Par exemple, reprenant toujours l'exemple de la pollution sonore, il faut savoir distinguer entre une mesure de bruit effectué lors d'un concert avec celle d'une mesure de bruit liée à des travaux de chantier.

## Gestion de données

### Systemes de gestion des données urbaines

- Sources de données : géographiques, énergétiques, économiques, environnementales, de mobilité, de santé, sociales

### Systemes de détection et acquisition de données



13

Une fois, les systèmes de détection et acquisitions de donnée mis en œuvre, il est nécessaire de mettre en œuvre les systèmes de gestion de ces données urbaines. En prenant en compte que les sources de données sont multiples : géographique, énergétique, économique, environnementale.

## Gestion de données

- **Les enjeux**

- Indexation hybride de données spatio-temporelles, hétérogènes



**Systemes de gestion des données urbaines**

**Systemes de détection et acquisition de données**



14

Le premier enjeu est celui de **l'indexation hybride de données spatiales temporelles** hétérogènes, puisque nous devons toujours faire face à la multitude des sources de données, ainsi qu'informer la date et le lieu de la mesure.

## Gestion de données

- **Les enjeux**

- Indexation hybride de données spatio-temporelles
- **Collecte discrète et/ou continue des données**



**Systemes de gestion des données urbaines**

**Systemes de détection et acquisition de données**



15

De même, nous devons nous poser la question de si la **collecte des données doit être discrète ou continue**. La collecte discrète favorisant l'économie de ressources. Alors que la collecte continue permet d'avoir une mesure plus précise.

## Gestion de données

### • Les enjeux

- Indexation hybride de données spatio-temporelles
- Collecte discrète et/ou continue des données
- **Distribution et/ou centralisation**



**Systemes de gestion des données urbaines**

**Systemes de détection et acquisition de données**



16

Une autre question est celle de la **distribution ou la centralisation des données**. La centralisation facilite la mise en œuvre du système, elle est toutefois bien souvent au détriment du respect de la vie privée.

## Gestion de données

### • Les enjeux

- Indexation hybride de données spatio-temporelles
- Collecte discrète et/ou continue des données
- Distribution et/ou centralisation
- **Intégration et/ou partage**



**Systemes de gestion des données urbaines**

**Systemes de détection et acquisition de données**



17

La dernière question est celle de **l'intégration ou du partage des données**. À savoir si on veut mettre à disposition les données brutes ou les données traitées.



## Analyse de données

### Système d'analyse des données urbaines

- Fouille de données
- Apprentissage automatique
- Assimilation des données

### Systèmes de gestion des données urbaines

### Systèmes de détection et acquisition de données



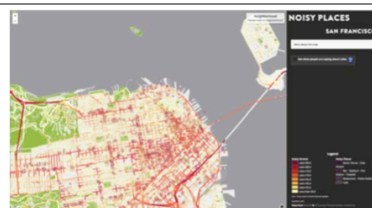
18

Une fois, le système de gestion des données urbaines réalisé, il faut se poser la question du système d'analyse de ces données qui fait appel à des techniques de **fouille de données** ou encore d'**apprentissage automatique** mais également d'**assimilation des données**.

# Analyse de données

- **Les enjeux**

- Modélisation mathématique & Complexité des calculs



**Système d'analyse des données urbaines**



**Systèmes de gestion des données urbaines**



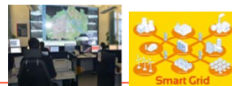
**Systèmes de détection et acquisition de données**



La problématique est ici la modélisation mathématique et la complexité des calculs.

## De nouveaux services

Services urbains



Système d'analyse des données urbaines

Systèmes de gestion des données urbaines

Systèmes de détection et acquisition de données



20

Une fois, ces différents systèmes mis en œuvre, nous pouvons fournir des services urbains, idéalement au service du citoyen.

## Référence bibliographique

- Yu Zheng, Licia Capra, Ouri Wolfson, and Hai Yang. *Urban Computing: Concepts, Methodologies, and Applications*. ACM Transaction on Intelligent Systems and Technology. 5(3). Sept. 2014.  
<http://research.microsoft.com/apps/pubs/?id=211950> ;  
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2629592>

## Illustrations & photos : crédits

p. 4 : © Jiri Kaderabek, 123RF

p. 5-20 : © weedezn, Shutterstock

p. 6, 7 : © VLADGRIN, Shutterstock

p. 8 : © Denys Prykhodov, Shutterstock

p. 9 : © Consuelo Barreto, 123RF ; "Rudolph Road bus stop KC 023" by Panhard - Own work. CC BY 2.5, via Wikimedia Commons

p. 10 : © Consuelo Barreto, 123RF

p. 11-12 : "Sonomètre" by Alkarex, CC-BY-SA-3.0, via Wikimedia Commons

p.11 : © beholdereye, 123RF ; © Songquan Deng, 123RF

p.12 : © Coloures-pic, Fotolia

p. 14 : © Kheng Guan Toh, Fotolia ; © cybrain, Shutterstock

p. 15 : © apinan, Fotolia

p. 16-17 : © Christos Georghiou, Shutterstock

p. 20 : © Siemens AG, Munich/Berlin, [www.siemens.com/press](http://www.siemens.com/press) ; © chombosan, Fotolia ; © ideyweb, Shutterstock ; © SkyPics Studio, Shutterstock ; © beholdereye, 123RF ; © Songquan Deng, 123RF