

### 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

Animesh Pathak

VILLES INTELLIGENTES : DÉFIS TECHNOLOGIQUES ET SOCIÉTAUX

Aujourd'hui, on va parler de l'intégration des objets connectés dans le système urbain.

## Ville Intelligente = Objets connectés



2

Sachant que les villes intelligentes sont pleines d'objets connectés, la question qu'on se pose, ...

## Ville Intelligente = Objets connectés



Le réseau  
d'objets au  
service du  
citoyen :  
Comment ?

3

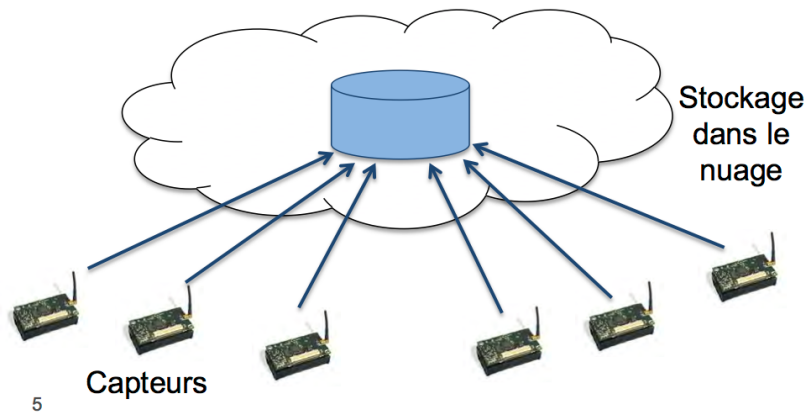
... c'est comment ce réseau d'objets peut servir les citoyens ?

## V1 : Collection de données pour analyse



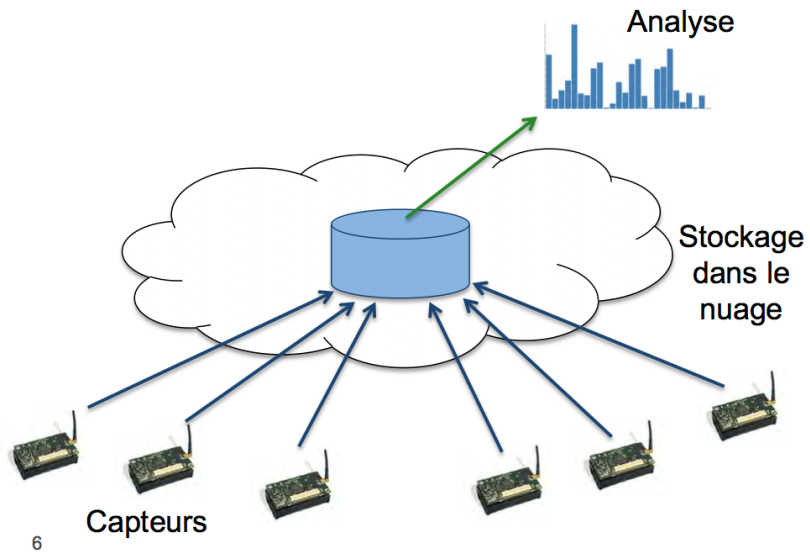
Les premières versions de cette approche étaient avec des capteurs ...

## V1 : Collection de données pour analyse



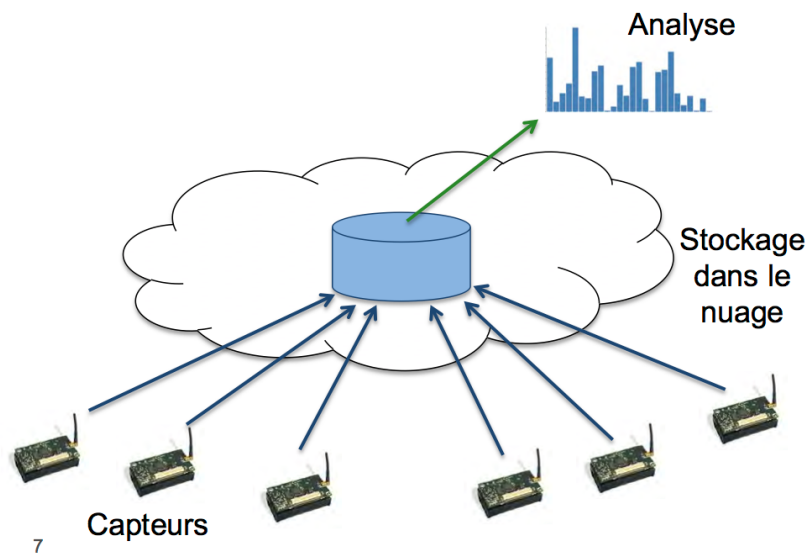
...qui captent les données et téléchargent les données directement dans le nuage, pour le stockage, ....

## V1 : Collection de données pour analyse



et éventuellement l'analyse.

## V1 : Collection de données pour analyse



Malheureusement, cette solution génère un très grand débit de données qui sont téléchargées sur le réseau.

## V2 : Traitement des données dans le réseau



La 2<sup>ème</sup> version était le **traitement des données localement dans le réseau ...**

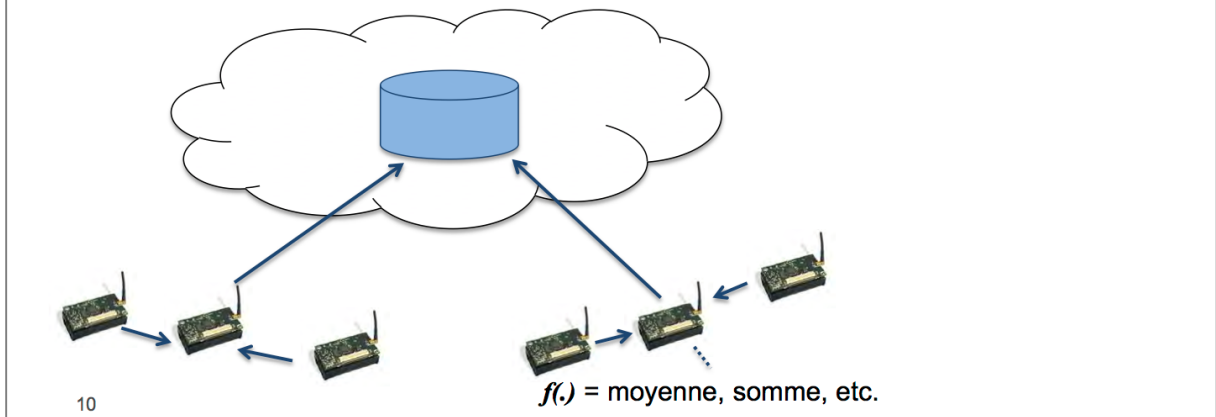


## V2 : Traitement des données dans le réseau



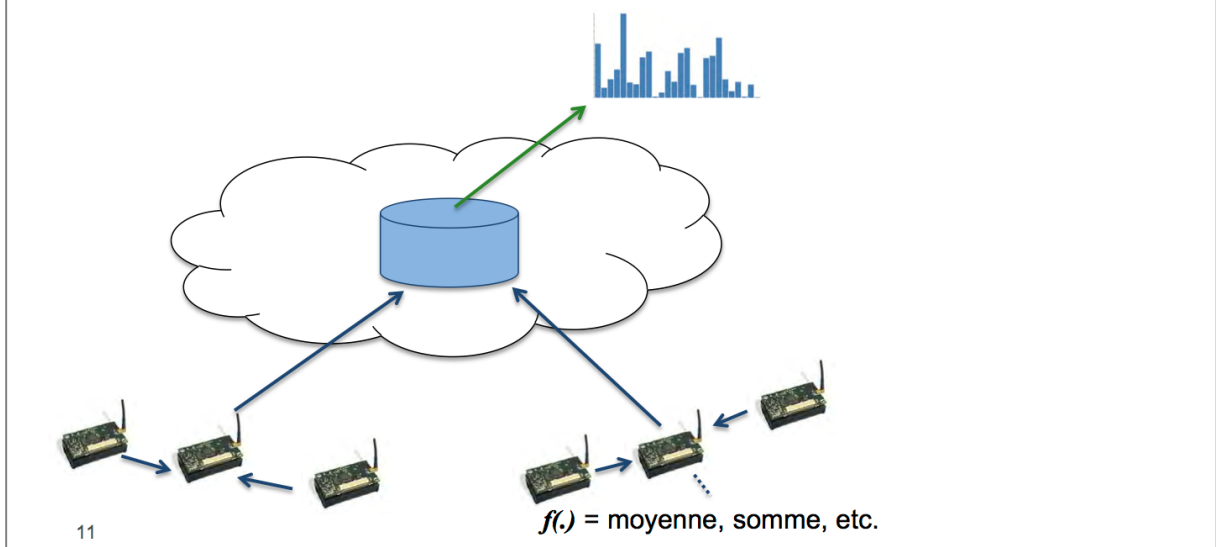
où l'un des nœuds peut calculer par exemple la moyenne ou les sommes localement en utilisant les données de ses amis (voisins dans le réseau).

## V2 : Traitement des données dans le réseau



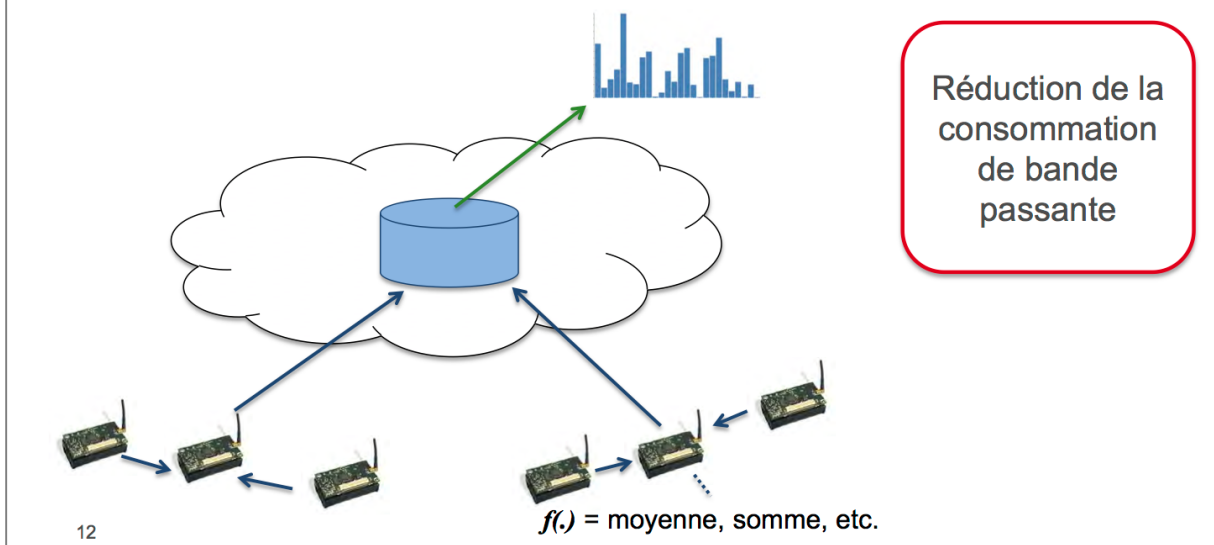
A la fin, les données sont téléchargées dans le nuage pour stockage ...

## V2 : Traitement des données dans le réseau



... et analyse.

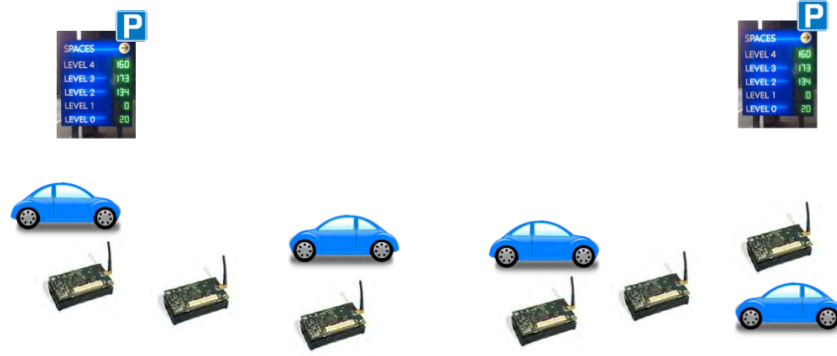
## V2 : Traitement des données dans le réseau



Cela permet une première réduction de consommation de bande passante.

## V3 : Détection    Calculs    Contrôle !

Actionneurs

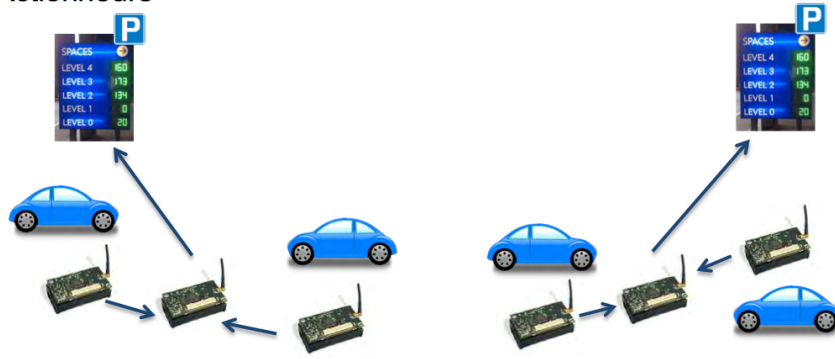


13

La 3ème version de ce système utilise **détection, calculs et contrôle**. Par exemple, dans un parking connecté, la présence de voitures peut être captée par les capteurs ...

# V3 : Détection    Calculs    Contrôle !

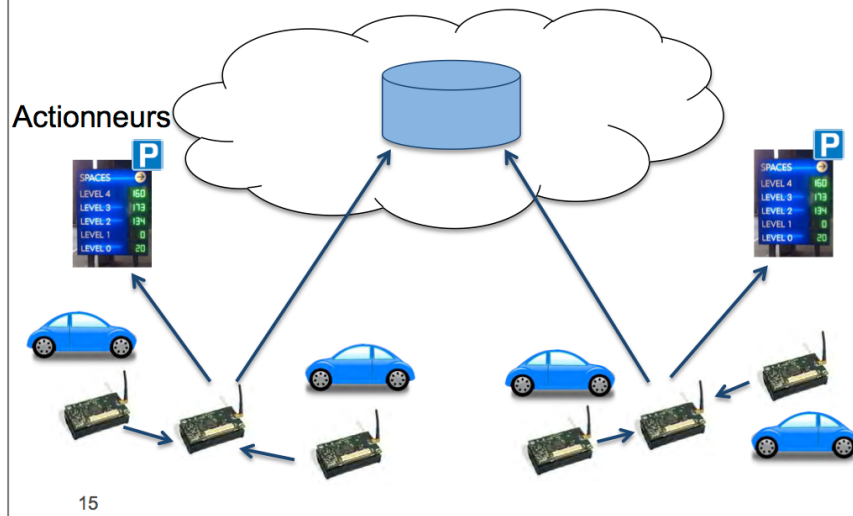
Actionneurs



14

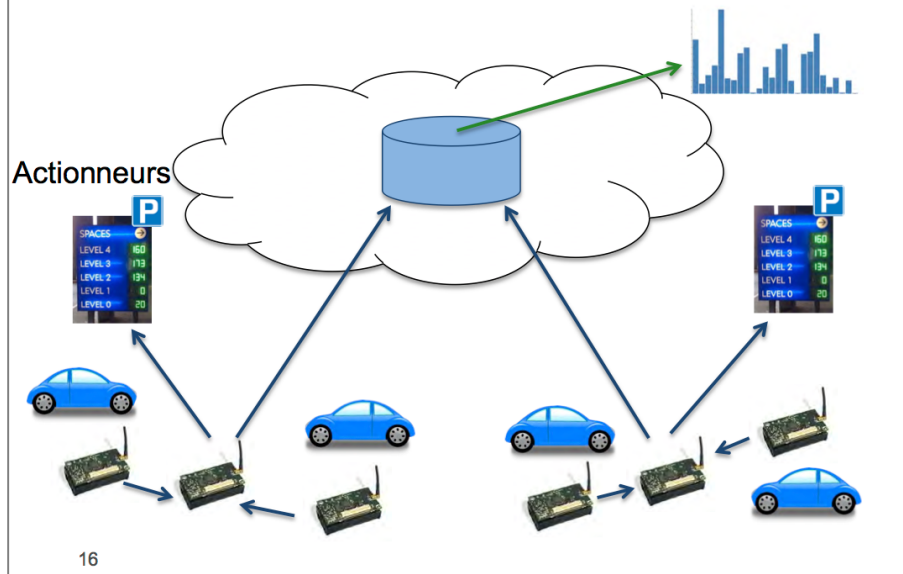
...qui envoient les résultats vers des afficheurs.

## V3 : Détection    Calculs    Contrôle !



Bien sûr, cette info est aussi envoyée dans le nuage pour stockage....

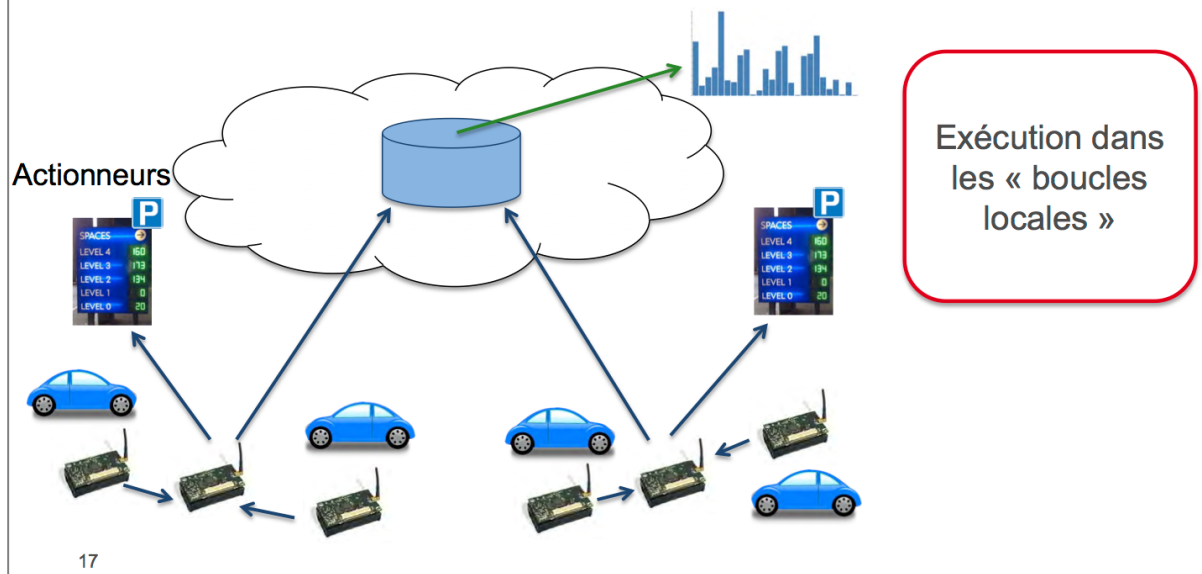
# V3 : Détection    Calculs    Contrôle !



et analyse.



### V3 : Détection    Calculs    Contrôle !



Ce fait de capter l'information utilisée localement (transmission vers l'afficheur) s'appelle **exécution dans les boucles locales**.

# Applications et objets connectés

## Opportunités

- Applications complexes à la portée des experts
- Exécution possible d'une partie des calculs sur les capteurs

18

Nous avons vu que les objets connectés offrent plusieurs **opportunités**, entre autres :

- la réalisation d'applications complexes qui sont maintenant à la portée des experts,
- l'exécution d'opération possible dans le réseau lui-même

## Applications et objets connectés

### Opportunités

- Applications complexes à la portée des experts
- Exécution possible d'une partie des calculs sur les capteurs

&

### Défis

- Comment assurer la coordination de nombreux objets hétérogènes ?
- Comment programmer les nouvelles applications ?

19

Mais avec ces opportunités viennent des **défis**, par exemple :

- comment peut-on assurer la coordination de nombreux objets hétérogènes ?
- comment peut-on programmer cette nouvelle application ?

## Applications et objets connectés

### Opportunités

- Applications complexes à la portée des experts
- Exécution possible d'une partie des calculs sur les capteurs

&

### Défis

- Comment assurer la coordination de nombreux objets hétérogènes ?
- Comment programmer les nouvelles applications ?

Nécessité d'abstractions adaptées  
aux objets connectés :  
« macro-programmation »

20

Pour faire face à ce défi (nécessité d'abstractions adaptées aux objets connectés), on travaille sur le domaine de la macro-programmation

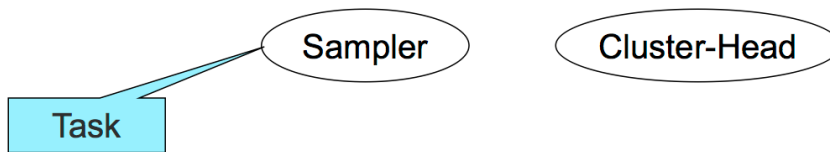
## Macro-programmation orientée données

Abstractions spatiales pour les objets connectés et pertinence des données

21

On commence par la macro-programmation orientée données, qui nous donne des **abstractions spatiales, pour les objets connectés, et une pertinence des données.**

## Macro-programmation orientée données

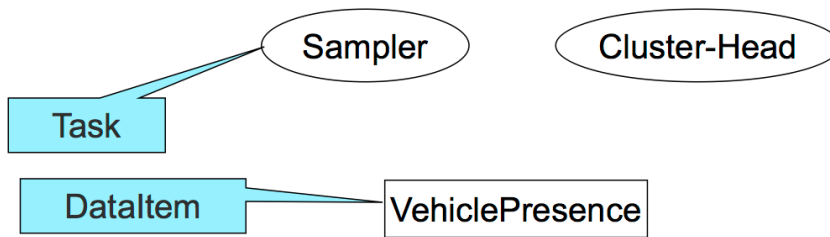


Abstractions spatiales pour les objets connectés et pertinence des données

22

Par exemple, dans notre parking connecté, on peut avoir 2 types de tâches. Une pour capter les présences de voitures ...

## Macro-programmation orientée données

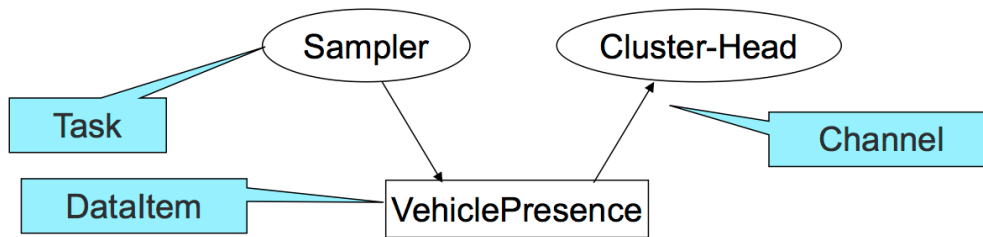


Abstractions spatiales pour les objets connectés et pertinence des données

23

...et la 2<sup>ème</sup> pour faire les calculs.

## Macro-programmation orientée données



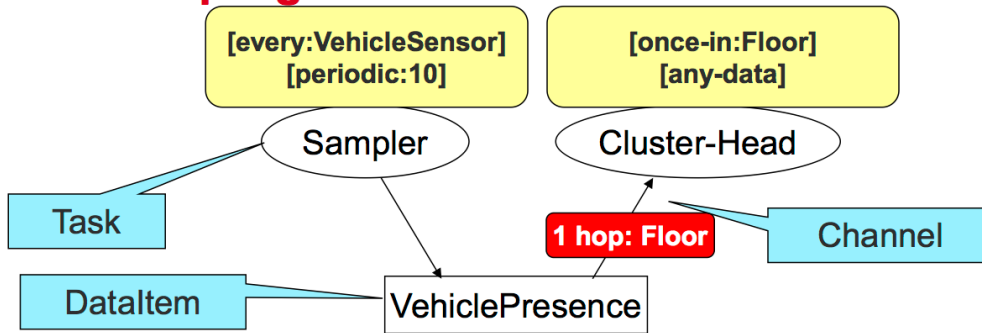
Abstractions spatiales pour les objets connectés et pertinence des données

24

Ces tâches parlent entre elles via des canaux et aux moyens de données qui peuvent – par exemple – s’appeler “présence des voitures”, par les canaux.



## Macro-programmation orientée données

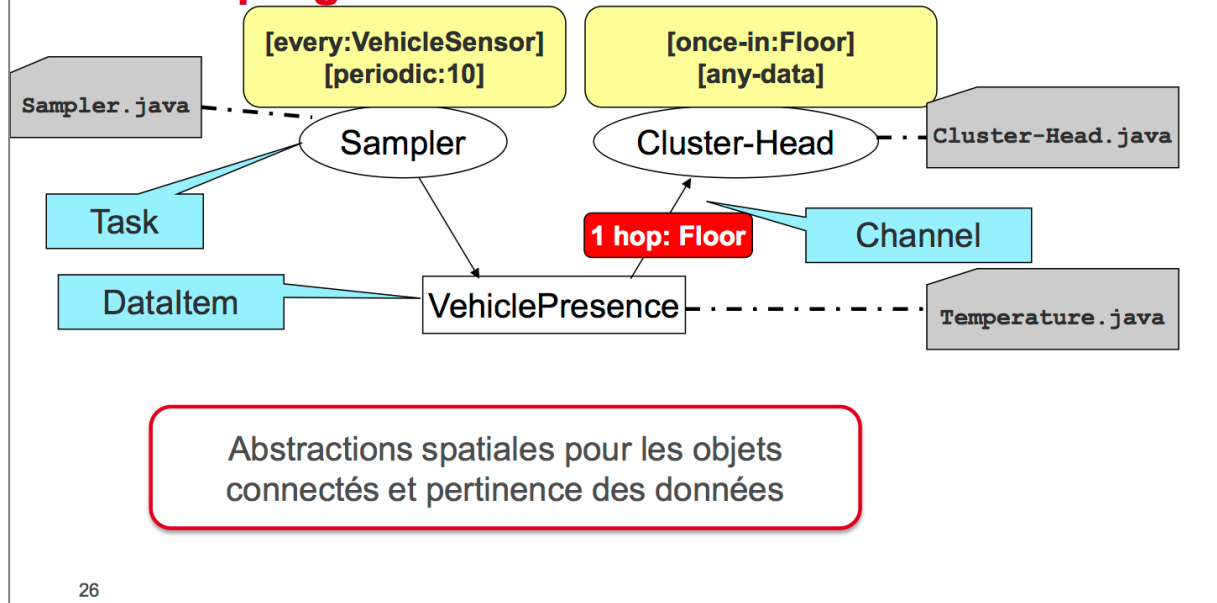


Abstractions spatiales pour les objets connectés et pertinence des données

25

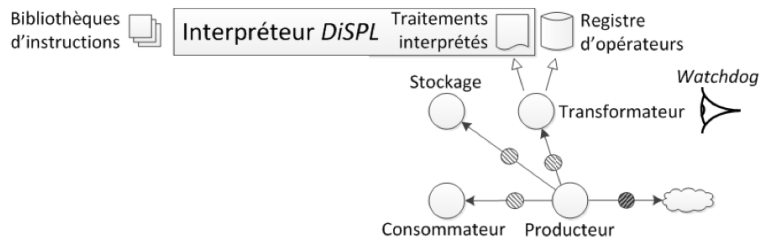
Cette tâche et le canal peuvent être annotés, par exemple par la fréquence de déclenchement des tâches ou les lieux de production des données qui intéressent les tâches.

## Macro-programmation orientée données



Chaque tâche est aussi accompagnée par un peu de code source qui détaille les exécutions internes de la tâche.

## Langage de gestion des flux de données



Abstractions  
pour exprimer  
les calculs sur  
les flux de  
données  
produits par les  
objets

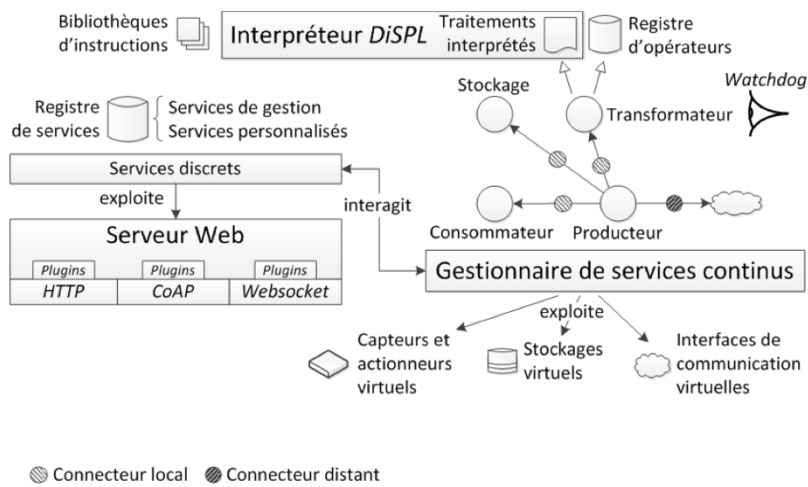
● Connecteur local ● Connecteur distant

27

Nous parlons maintenant du langage de gestion des flux de données qui nous donne les **abstractions pour exprimer les calculs de ces données qui sont produites par les objets.**

On commence par un graphe des tâches....

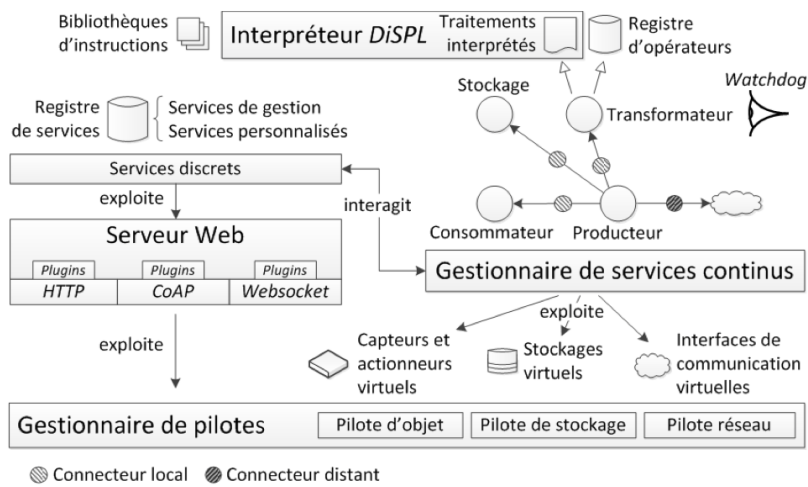
# Langage de gestion des flux de données



Abstractions pour exprimer les calculs sur les flux de données produits par les objets

qui sont finalement réparties sur les systèmes ...

# Langage de gestion des flux de données



Abstractions pour exprimer les calculs sur les flux de données produits par les objets

...et exécutées sur les nœuds très nombreux et très hétérogènes

## Un état des lieux

- Les objets connectés pour améliorer la qualité de vie dans la ville numérique comme une **opportunité** à saisir
- Puissance de la boucle « **détection, calcul, contrôle** » mais qui pose des défis (ce qui les rend intéressants 😊)
- Création d'**abstractions** adaptées nécessaire
- Nécessité de concevoir des **algorithmes de répartition de tâches efficace**

30

Nous avons vu que les objets connectés nous donnent une **très grande opportunité** pour améliorer les qualités de la vie dans les villes connectées.

Mais cette puissance de la boucle **détection, calcul, contrôle** vient avec des défis très intéressants.

Entre autres, il faut des **abstractions** qui sont bien adaptées sur les applications, sur les villes connectées.

Mais aussi, il faut des **algorithmes pour la répartition efficace des tâches**.

## Un état des lieux

- Les objets connectés pour améliorer la qualité de vie dans la ville numérique comme une **opportunité** à saisir
- Puissance de la boucle « **détection, calcul, contrôle** » mais qui pose des défis (ce qui les rend intéressants 😊)
- Création d'**abstractions** adaptées nécessaire
- Nécessité de concevoir des **algorithmes de répartition de tâches efficace**
  
- Des capteurs physiques mais aussi **sociaux**

31

Dans la prochaine séquence, nous allons **aller des capteurs physiques aux capteurs sociaux**.

## Illustrations & photos : crédits

p. 2-3 : © elenabsl, Shutterstock

p. 4, 8-9 : droits réservés

p. 5-7 : droits réservés

p. 10-17 : droits réservés

p. 22-26 : droits réservés

p. 27-29 : droits réservés