

# École d'Été Web Intelligence 2013

## « Le Web des objets »



<http://www.web-intelligence-rhone-alpes.org/Ecoles/2013/Presentation/>

# Internet des Choses : Aspects Intergiciels

Didier Donsez  
Université de Grenoble  
LIG / ERODS  
`didier.donsez@imag.fr`

# Résumé

L'Internet des choses (IoT) devient désormais une réalité avec la disponibilité de dispositifs enfouis communicants (étiquettes RFID, capteurs sans fil, téléphonie mobile ...) de faible coût. L'Internet des choses offre aux entreprises de nouvelles opportunités de modèles économiques (ie pay as you use), d'amélioration de la qualité du service rendu à leurs clients (particuliers ou entreprises) et de satisfaction de leurs obligations légales ou contractuelles. Il s'impose comme le nouvel outil d'efficacité (ie just-in-time) et de productivité pour les entreprises et organisations e-agiles. Les services nécessaires sont appelés Machine à Machine (M2M) car ils sont à la convergence des dispositifs enfouis et des systèmes d'information des entreprises via des moyens de communication ubiquitaires.

Cependant une grande majorité des services M2M sont actuellement conçus de manière ad-hoc en adressant spécifiquement un domaine sectoriel (santé, énergie, agriculture, distribution, transports, ...). Ces services M2M sont généralement incompatibles entre eux et de ce fait, ils ne permettent pas de « croiser » les applications inter-secteurs.

Les intergiciels pour M2M jouent un rôle crucial dans la livraison et l'évolution rapides d'infrastructures matérielles et des suites logicielles flexibles et adaptées aux besoins des entreprises et de leurs clients pour l'exploitation de l'Internet des Choses..

Cette présentation fait le point sur l'état actuel des intergiciels pour l'IoT, les standards logiciels émergents et sur les perspectives notamment avec la généralisation du Cloud Computing et des données ouvertes (open data).

# Résumé

L'Internet des choses (IoT) devient désormais une réalité avec la disponibilité de dispositifs enfouis communicants (étiquettes RFID, capteurs sans fil, téléphonie mobile ...) de faible coût. L'Internet des choses offre aux entreprises de nouvelles opportunités de modèles économiques (ie pay as you use), d'amélioration de la qualité du service rendu à leurs clients (particuliers ou entreprises) et de satisfaction de leurs obligations légales ou contractuelles. Il s'impose comme le nouvel outil d'efficacité (ie just-in-time) et de productivité pour les entreprises et organisations e-agiles. Les services nécessaires sont appelés Machine à Machine (M2M) car ils sont à la convergence des dispositifs enfouis et des systèmes d'information des entreprises via des moyens de communication ubiquitaires.

Cependant une grande majorité des services M2M sont actuellement conçus de manière ad-hoc en adressant spécifiquement un domaine sectoriel (santé, énergie, agriculture, distribution, transports, ...). Ces services M2M sont généralement incompatibles entre eux et de ce fait, ils ne permettent pas de « croiser » les applications inter-secteurs.

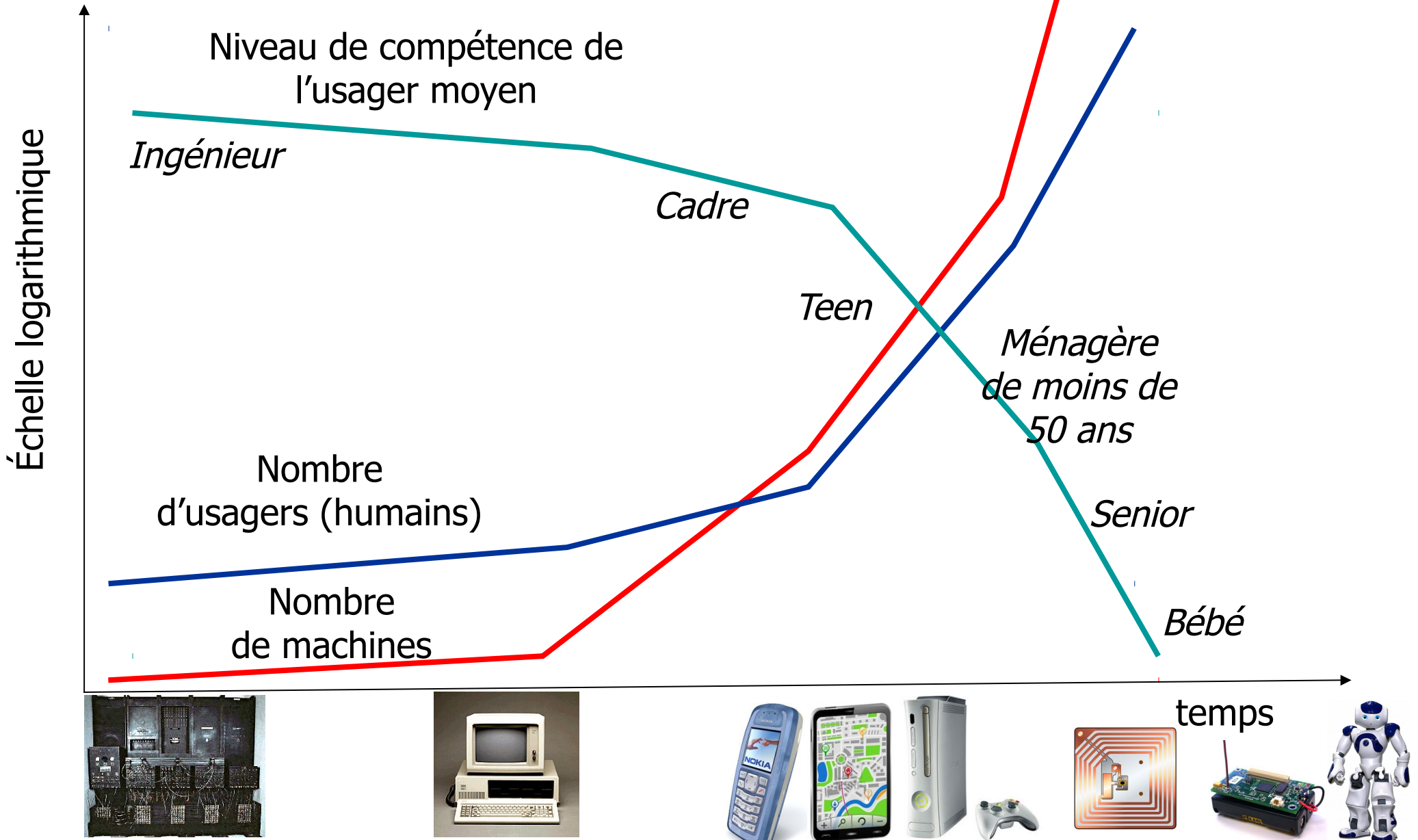
Les intergiciels pour M2M jouent un rôle crucial dans la livraison et l'évolution rapides d'infrastructures matérielles et des suites logicielles flexibles et adaptées aux besoins des entreprises et de leurs clients pour l'exploitation de l'Internet des Choses..

Cette présentation fait le point sur l'état actuel des intergiciels pour l'IoT, les standards logiciels émergents et sur les perspectives notamment avec la généralisation du Cloud Computing et des données ouvertes (open data).

# Sommaire

- Histoire & Définition & Exemples
- Architecture & Intergiciel
- Efforts de standardisation
- Exemples d'intergiciels IoT & M2M
- Conclusion & Perspectives

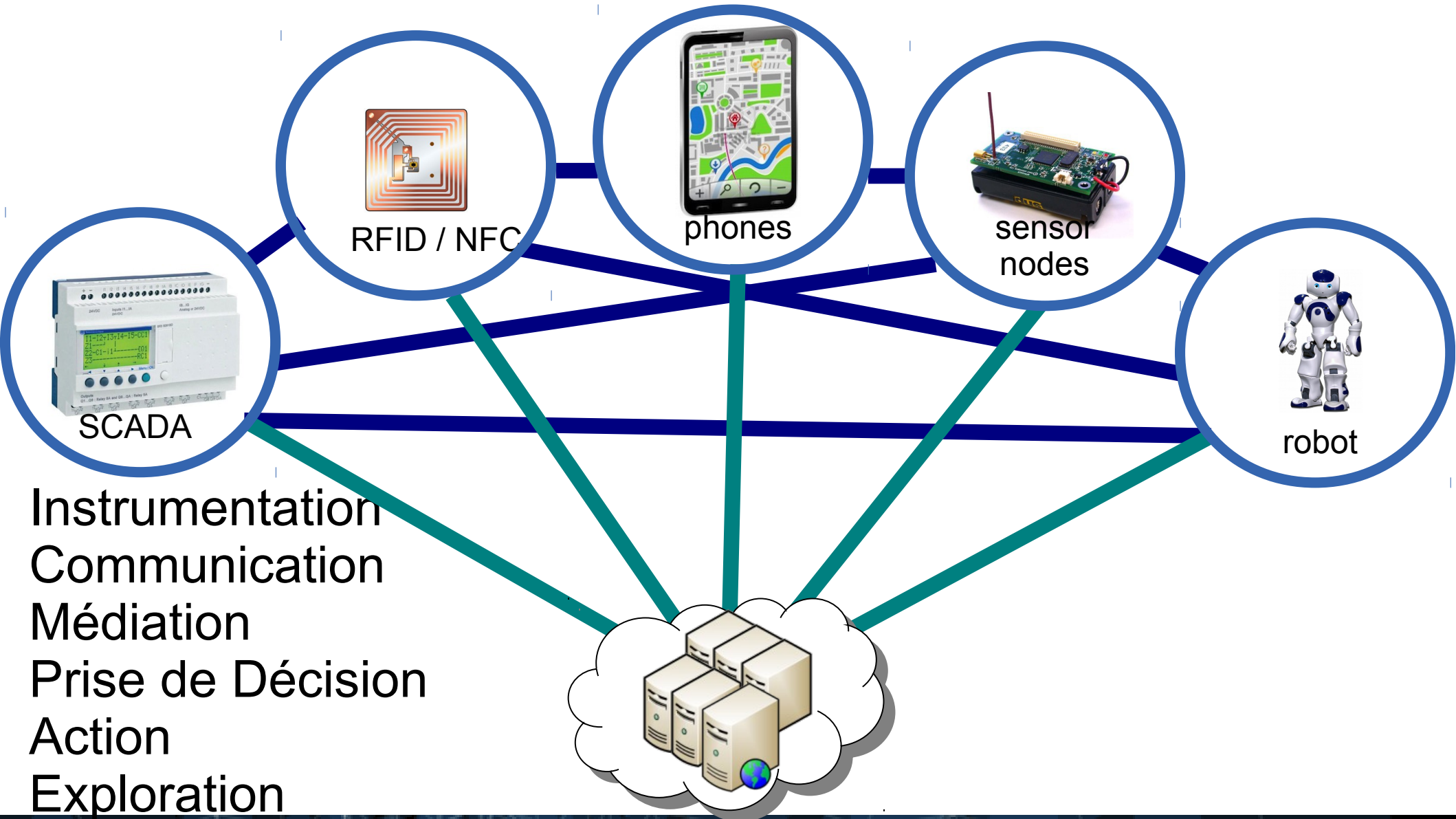
# Petit rappel



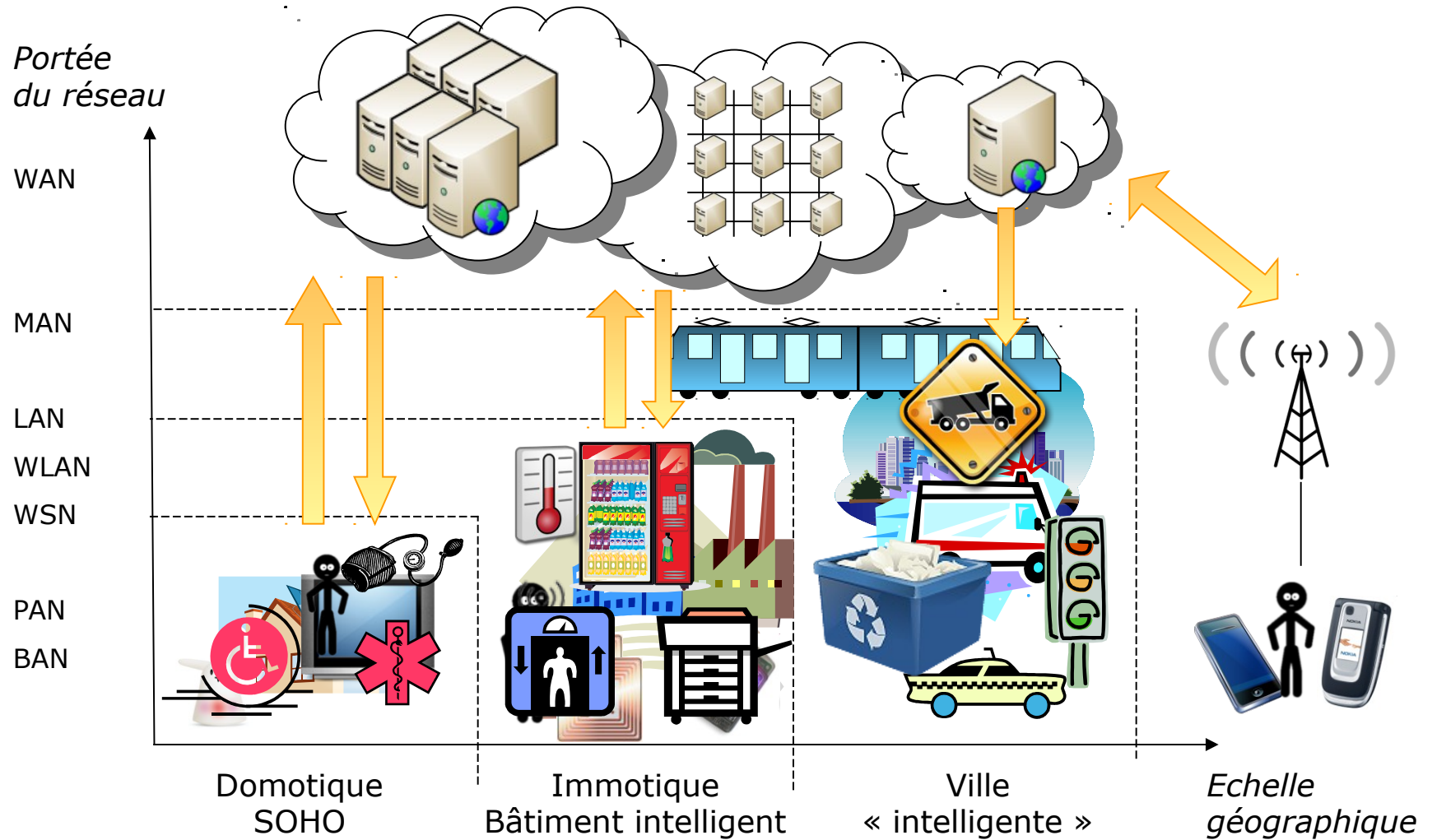
# L'Internet des Choses : la Vision

- Mark Weiser 1991
  - *The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it*
- Kevin Ashton, 1999
  - *The problem is, people have limited time, attention and accuracy—all of which means they are not very good at capturing data about things in the real world. And that's a big deal. We're physical, and so is our environment ... If we had computers that knew everything there was to know about things—using data they gathered without any help from us—we would be able to track and count everything, and greatly reduce waste, loss and cost.*

# L'Internet des Choses (IoT)

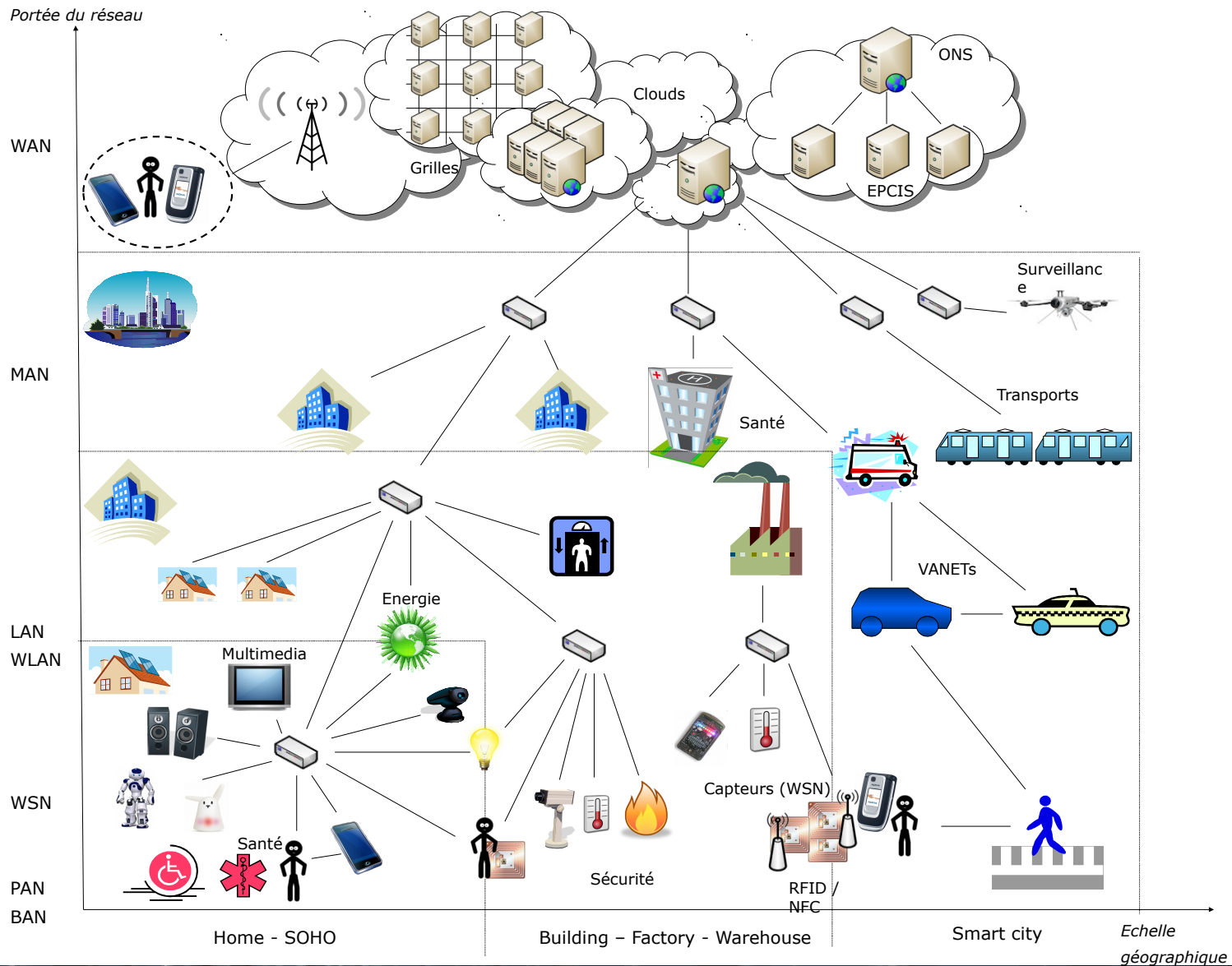


# Big Picture des Applications de l'Internet des Choses



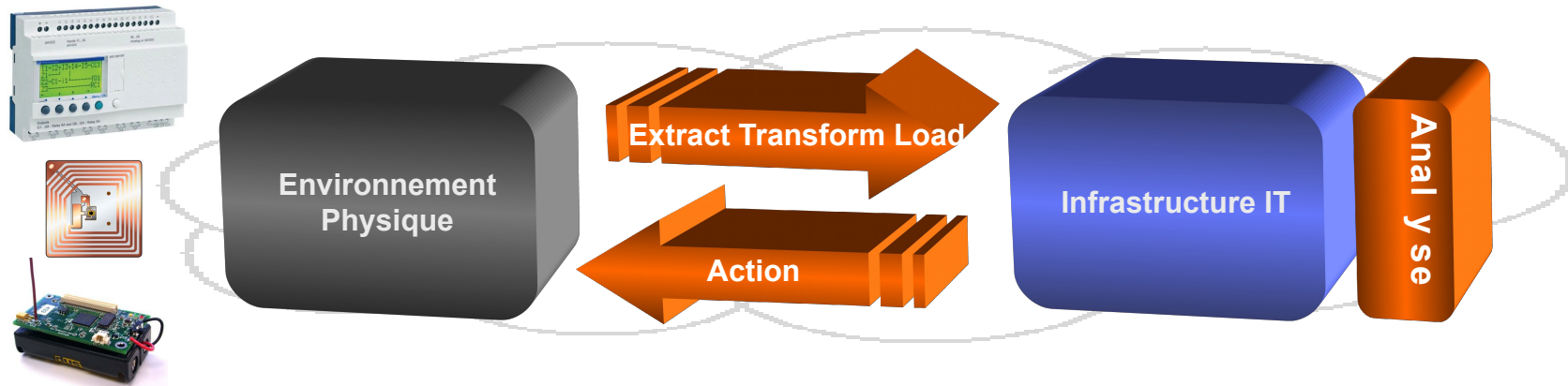


# Big Picture de l'IoT



# Les Services Machine-à-Machine (M2M): Nouvelle vague du "e-business" :

- Services à valeur ajoutée basés sur les dispositifs enfouies
- Intégration sécurisée  
des environnements physiques / opérationnels  
et des infrastructures IT



- Support "temps réel" (*just-in-time*) à la prise de décision
- Intégration avec d'autres contextes d'entreprise
- Création de nouveaux services
- Création de nouveaux modèles économiques

# M2M Applications and New Business Models

- Transportation and chain supply
  - Fleet management, Car sharing, ...
- Office appliances
  - Copiers, Vending machines, ...
    - Optimize
    - Behavior study (second choice is Coke is unavailable)
- Security and Homeland security
  - Security camera
- Predictive (preventive) maintenance
  - *Leblanc* boilers, Schneider Electrics, BMW ...
- Insurance
  - Pay as you drive (Norwich Union, AXA in France for business fleet)

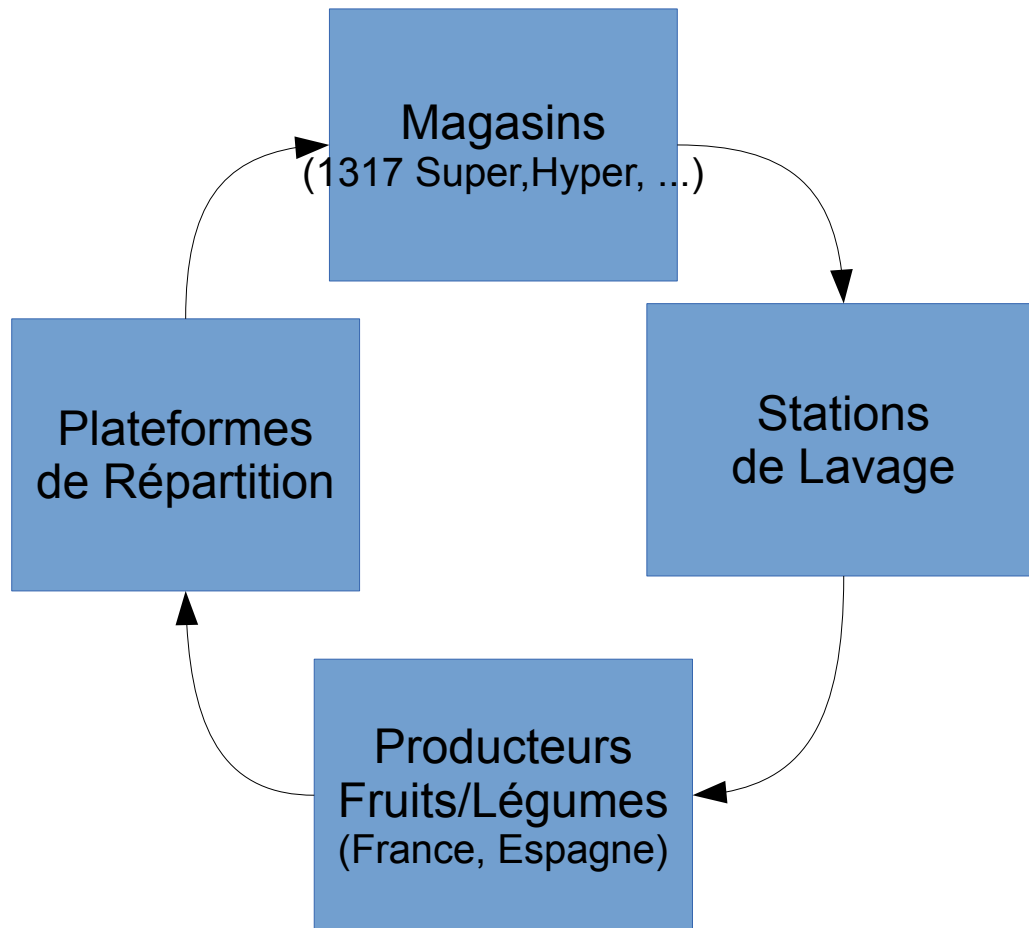
# M2M Applications and New Business Models

...

- Healthcare
  - Glycemy (blood sugar level)
  - Hypertension → heart attack forecast
  - Assistive Technologies
- Smart city
  - Intelligent trash can
    - Optimize travel according levels of all trash containers
    - Pay per Trash (Plastic Omnium)
  - Interactive Digital Signage
    - Pay per View (eye tracking)
- Etc ...

# Grande Distribution Cagettes de Fruits / Légumes

- 1,8 million de cagettes recyclables avec des étiquettes RFID UHF (EPC Gen2)



# Smart Trash Can (Pay per Trash)



- Poubelle (RFID) → Camion Benne (Balance + GPS)

PLASTIC OMNIUM EST N° 1 EN EUROPE  
POUR LES SOLUTIONS D'IDENTIFICATION  
ET DE SYSTÈMES DE PESÉE EMBARQUÉS.

**8** MILLIONS  
DE CONTENEURS ÉQUIPÉS  
D'UNE PUCE RFID

**5,5** MILLIONS  
DE PRODUCTEURS  
DE DÉCHETS GÉRÉS DANS  
LES BASES DE DONNÉES

**600 000**  
FOYERS FACTURÉS

## LE GRAND BESANÇON ADOPTE LA TARIFICATION INCITATIVE

Avec plus de 180 000 habitants et 59 communes, le Grand Besançon est la première agglomération de cette importance à avoir généralisé la tarification incitative. Après le succès de la phase test lancée en 2010 (- 10 % de déchets collectés, amélioration du taux de tri), elle s'applique désormais à l'ensemble de l'agglomération. Grâce à un système dynamique de pesée, les camions de collecte déterminent le poids des déchets collectés et lisent les informations contenues dans une puce RFID placée sur les bacs. Ce dispositif permet d'établir une facture, dont la part variable est fonction du poids des déchets et du nombre de levées effectuées.

La tarification incitative devrait réduire de 25 % le poids des déchets incinérés et éviter ainsi à l'agglomération la construction d'un nouvel incinérateur.



# Habitat Intelligent (Smart Building)

- Objectif : Sécurité, Sureté, Energie, Confort, Assistance, ...
- Exemple : Canopea (vainqueur Solar Decathlon 2012)



**2249 continuous variables**

**652 binary variables**

**10168 constraints**

By courtesy GE2Lab

# Smart (Power) Grid

*The Smart Grid Can Deliver*

**BENEFITS**

- Enhanced energy security
- Reduced greenhouse gases
- Improved urban air quality
- Increased grid asset utilization

**"Valley Filling" (Energy for PHEVs)**

hours of day

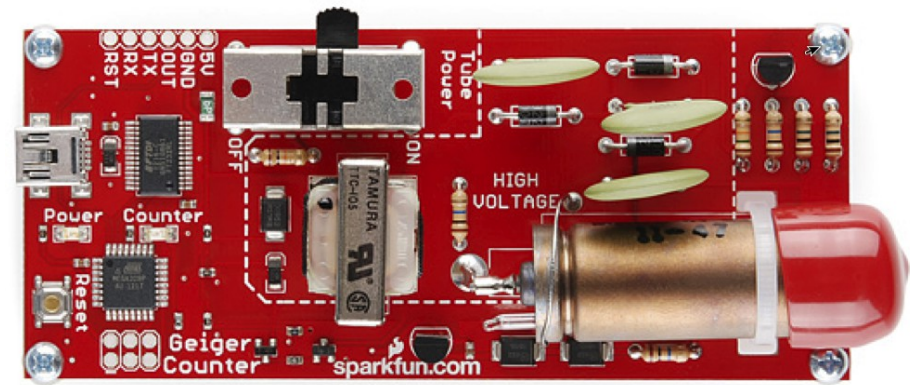
Category	Total kWh	Total kWh
CO <sub>2</sub> Emissions	High	Low
Urban Emissions	High	Low
Electricity Sales	Low	High
Infrastructure Requirements	High	Low
Utility Rates	High	Low

By courtesy jP Vasseur, CISCO



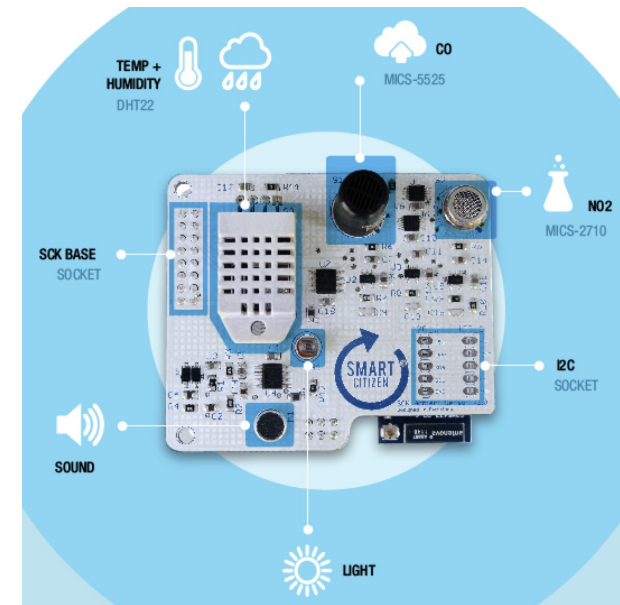
# Smart Citizen

- Monitoring citoyen de la qualité de l'environnement (air, bruit, trafic ...)
  - Crowdsourced Environmental Monitoring
- Exemples
  - <http://french.wunderground.com/>
  - <http://smartcitizen.me>



# Smart Citizen

<http://smartcitizen.me>



The screenshot shows the Smart Citizen web application interface. On the left, there is a 'SMART CITIZEN' logo, a zoom in/out control, a 'SHARE' button, and social media sharing options for Facebook (263 shares) and Twitter (99 shares). The main area is a map of Barcelona with a popup for 'Sagrada Família' showing the following data:

temp	28.1 °C
hum	49.5 %
co	162.1 kΩ
no2	4.9 kΩ
light	66.3 %
noise	63.39 dB

Below the data, it says 'last update 138 days ago by :aandreuissabal'.

The screenshot shows the 'SENSORS' page of the Smart Citizen web application. The page title is 'SENSORS' and the subtitle is 'WHAT MAKES EACH SENSOR?'. Below the title is a row of icons representing different sensor types: temperature/humidity, CO, light, sound, NO2, and a lightning bolt icon. A 'SHARE SENSOR' button shows a count of 0. The location is 'Barcelona, Spain'. Below this is a detailed view of a sensor:

NAME	Sagrada Família
EXPOSURE	
HARDWARE	Smart Citizen Kit v1.0
LAST UPDATE	138 days ago (2013-05-15 17:16:12 UTC)

# Robotique de Service

collabore et cohabite avec et parmi des humains

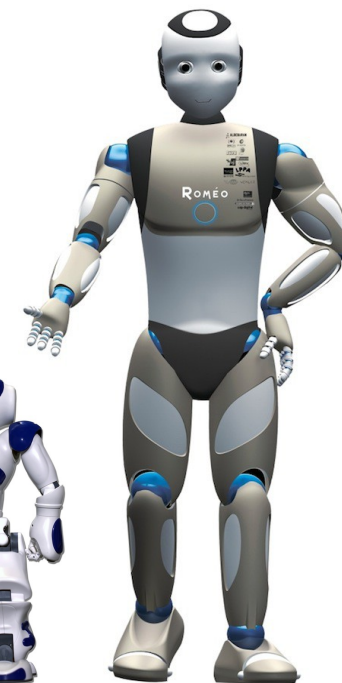
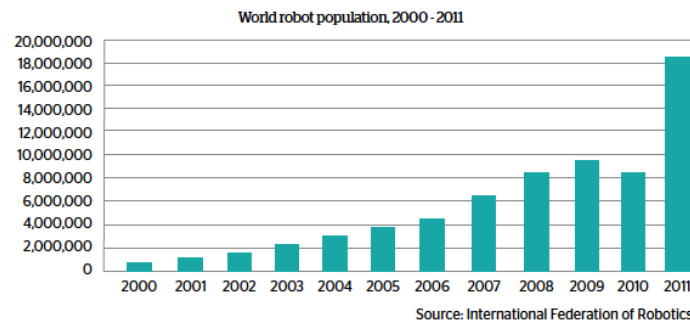
≠ du robot industriel

*fabrication à la chaîne, exploration, ...*



Vieillesse de la population  
au Japon, Corée, USA, Europe

- Enjeux sociétaux très importants
- Marché de 14 milliards d'euro en 2017



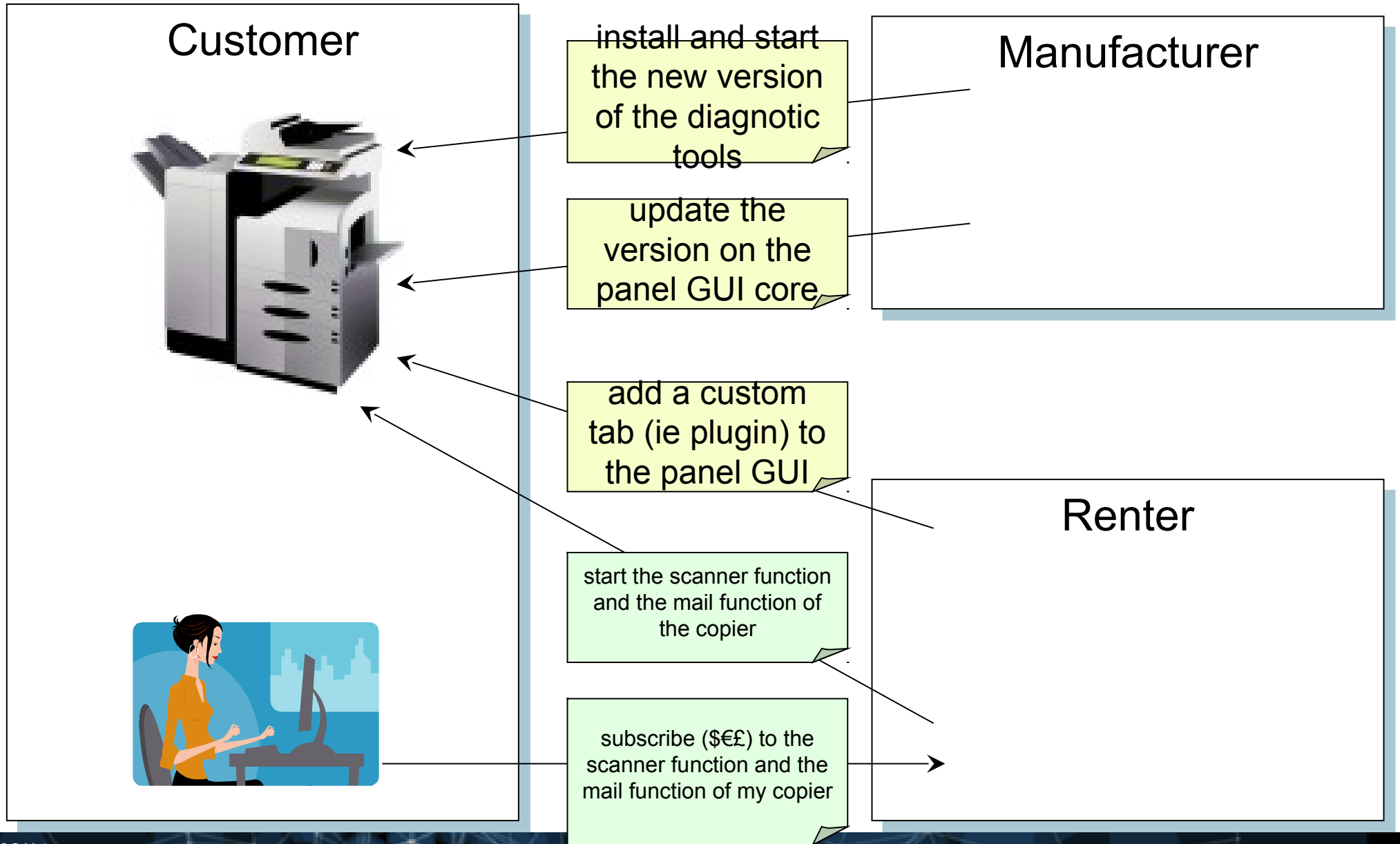
# Multitude d'acteurs

## Le photocopieur en location

- Le photocopieur est installé en location chez le client
- Le loueur (est une organisme financier) facture mensuellement à la consommation
  - Fixe mensuel + tarif par feuille
- Le loueur sous-traite la maintenance simple à une société spécialisée
- La société de maintenance réalise un diagnostic à distance avant d'envoyer un agent
- L'agent de maintenance interroge sur place le logiciel de diagnostic
- Le fabricant peut mettre à jour le logiciel embarqué
  - RICOH (26% copier market share) inclut une passerelle OSGi dans ses photocopieurs (en 2006).
    - <http://www2.osgi.org/wiki/uploads/Conference/OSGiCommunityBushnaq.pdf>

# Exemple de Scénario

## Le photocopieur en location

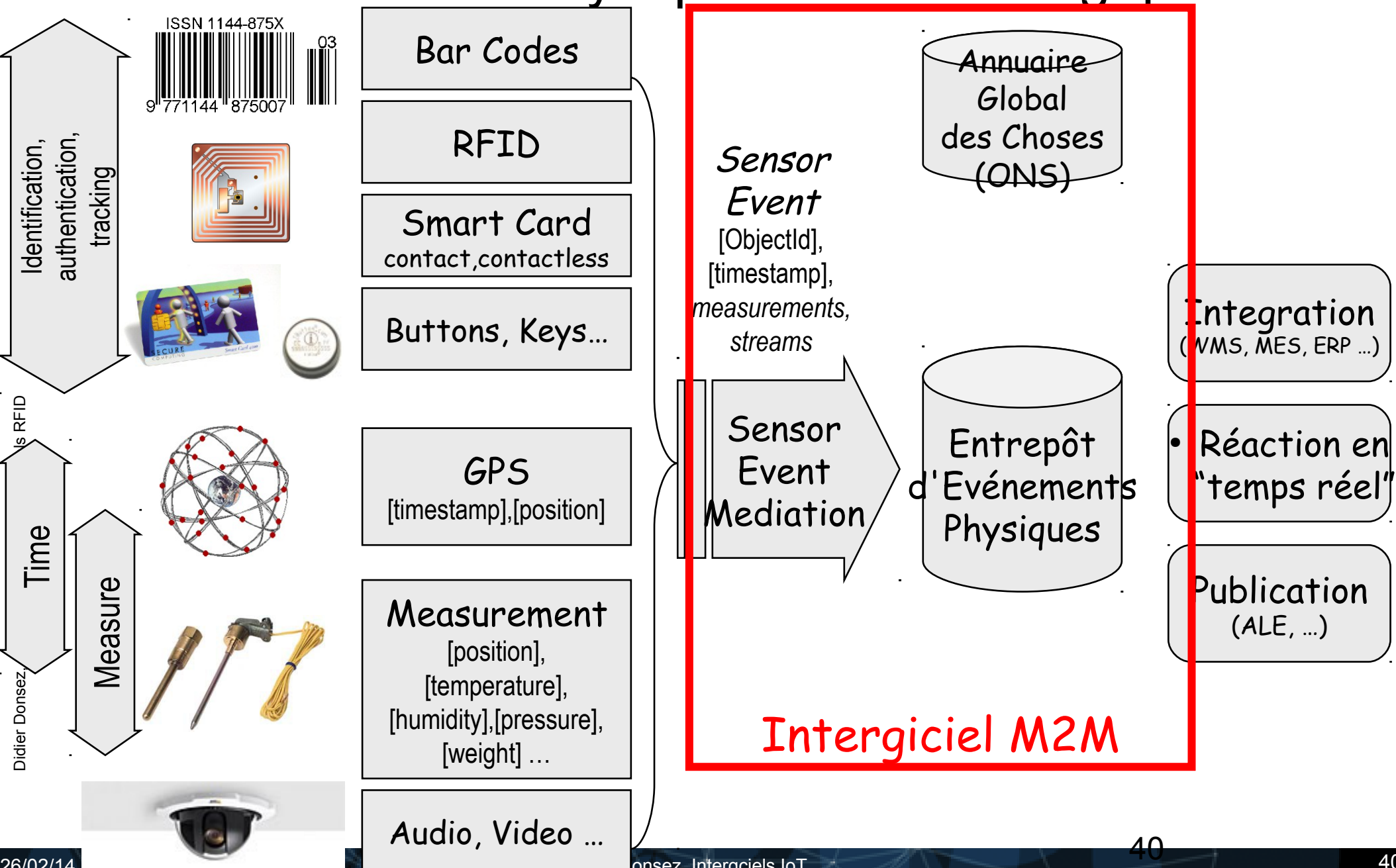


# Présent : Solutions M2M ad-hoc

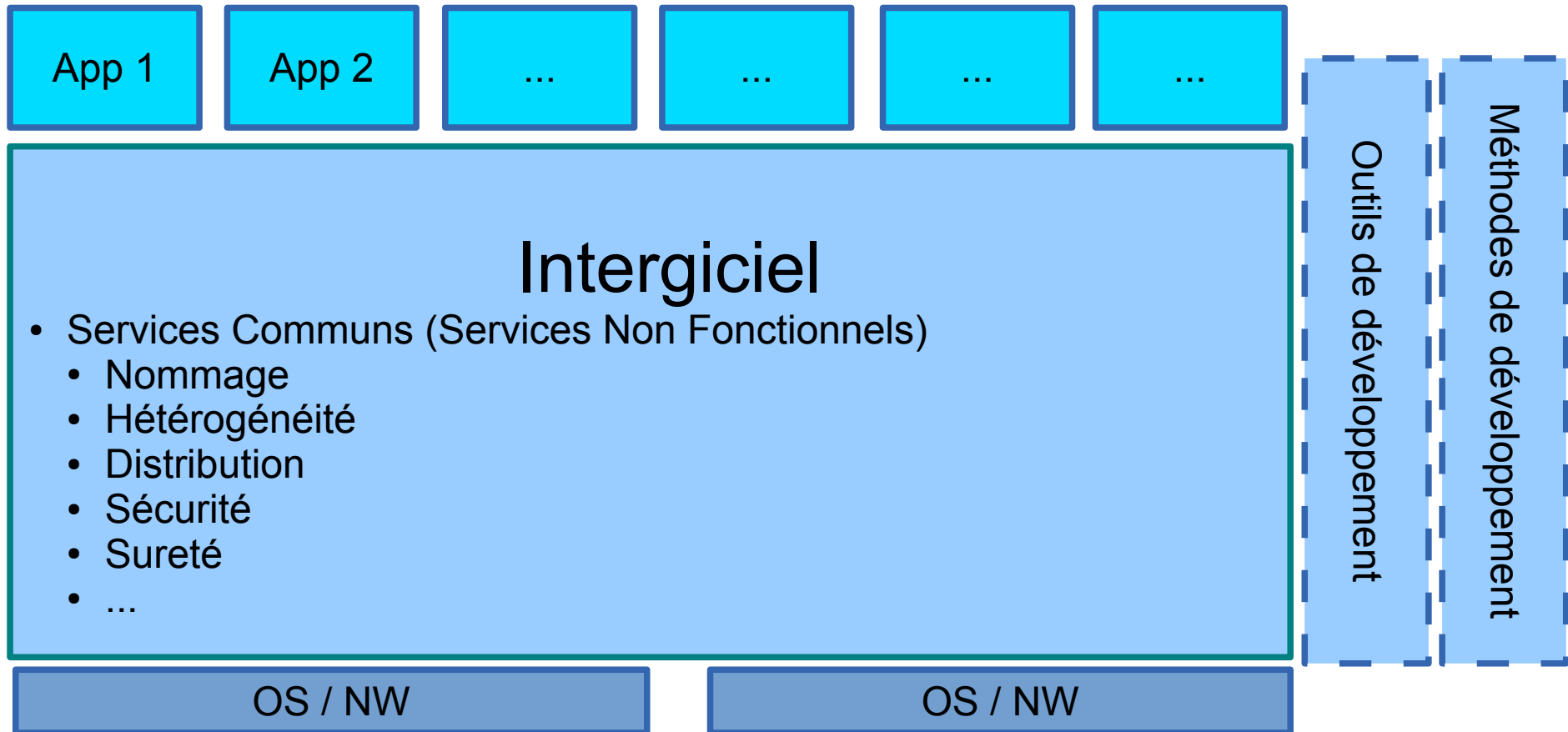
- Centré Domaine
    - Dédié (voir « fermé ») à un secteur d'activité
    - Un équipement → Un usage
  - Faible mutualisation des infrastructures matérielles et logicielles
  - Solutions multi-acteurs/opérateurs difficiles
  - Perte d'opportunités inter-secteurs
- Intergiciels, Méthodes Logicielles, ... communes (indépendant de domaines)

# Chaine de Médiation M2M

## entre Monde Physique et Monde Logique



# Au fait, qu'est ce qu'un intergiciel ?





# L' intergiciel pour IoT

External Data Sources

App 1

App 2

Visual analysis tools

...

Mashup 1

...

Outils de développement

Méthodes de développement

- Nommage
- Hétérogénéité +
- Distribution +
- Sécurité +
- Vie Privée ++
- Sureté +
- Persistance
- Résilience +
- Elasticité +
- Dynamicité +
- Energie +
- Management (Supervision, Approvisionnement) +
- ...

OS / NW

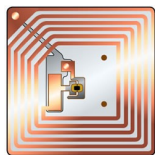
OS / NW

OS / NW

OS / NW

OS / NW

OS / NW



# Exemple : L'Hétérogénéité dans l'IoT

- Hardware
- Réseaux
- Systèmes d'exploitation
- Langages
- Modèles de données
- ...

***One size does not fit all !***



# Example

## Device Management (DM)

- Motivations
  - Bootstrap provisioning, remote maintenance, and reporting of configuration data to a device
  - Device diagnostics and fault management
  - Application and non-application software installation, update, and management
- Examples
  - Open Mobile Alliance (OMA) DM
  - UPnP DM
  - TR69
  - OSGi Alliance
  - IETF SNMP
  - DMTF
  - JMX
  - ...

# Exemple : La Distribution pour l'loT

## Protocoles et Formats Candidats

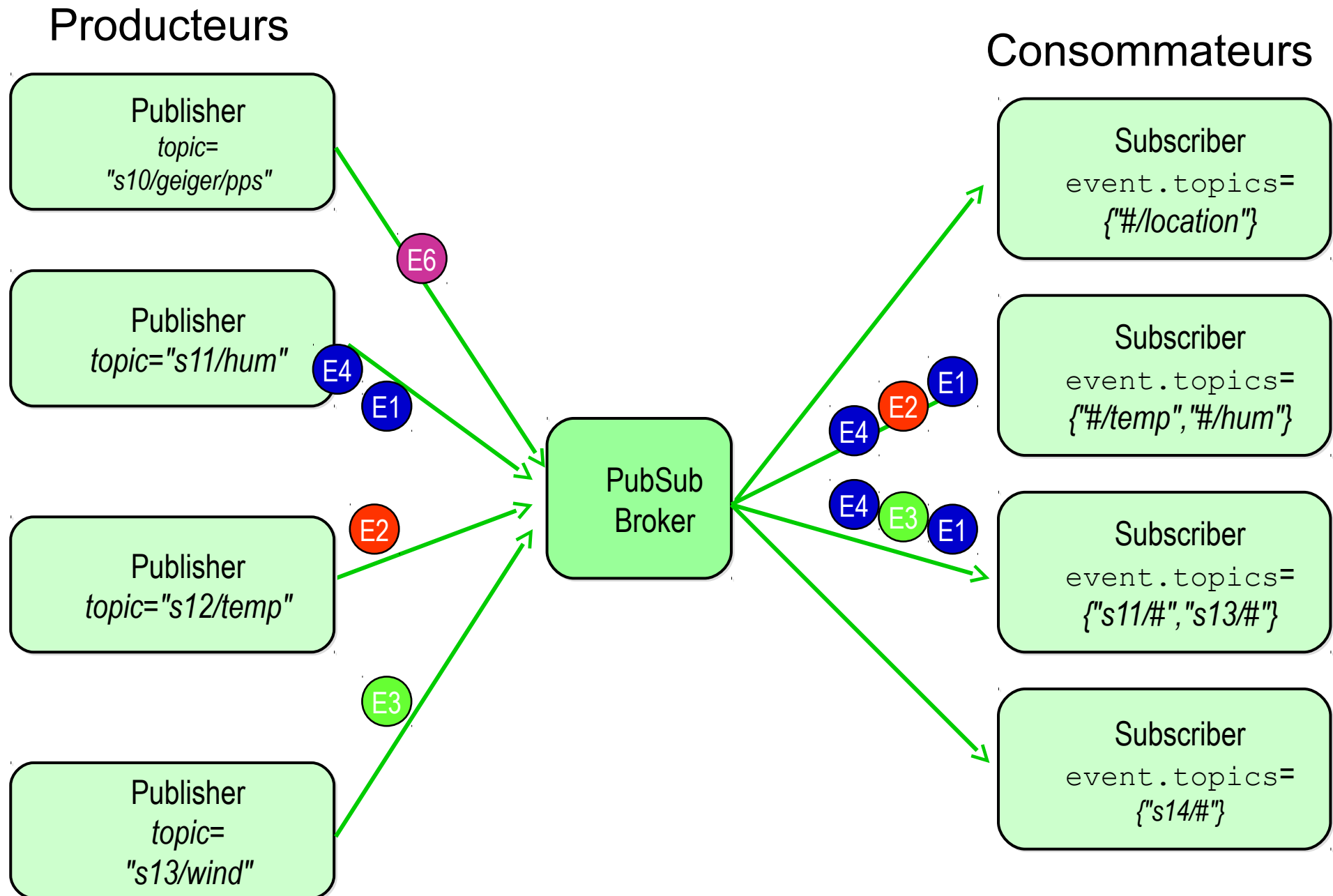
- Web Services
- REST
- XMPP
- AMPQ
- PubSubHubBub
- MQTT
- CoAP
- DDS - RTPS
- ...
- XML
- EMLL
- Atom RSS
- JSON/BSON/UBSON
- KML
- oBIX
- COBR
- ...



# Patrons d'architecture IoT

- Événementiel
  - Publish – Subscribe
    - QoS (realtime, reliable, elastic)
- Médiation
  - ECA (Event Condition Action)
  - CEP (Complex Event Processing)
  - EST (Event Stream Processing)
- ETL (Extract – Transform - Load)

# Publish-Subscribe des Mesures



# Exemples d' « intergiciels » PubSub

## Spécifications

- OSGi Event Admin : Wire Admin
- CORBA Data Distribution Service (DDS)
- AMPQ
- STOMP
- MQTT
- M3DA
- XMPP IoT
- ROS (Robot Operating System)
- UPnP GENA
- PubSubHubbub
- HTTP/REST
- CoAP CORE
- Siena

# Opérateurs Cloud PubSub-as-a-Service

Xively

Axeda

Open.sen.se

Thingworx

SKYNET.im

ClearBlade

2lemetry

AirVantage

WSO2 MB

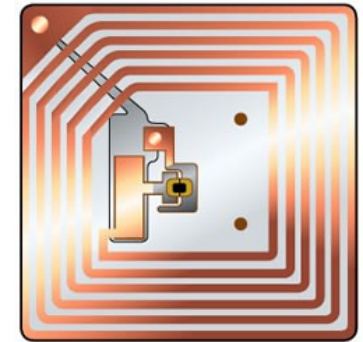
...

Twitter dans une certaine mesure.



# Les efforts de standardisation

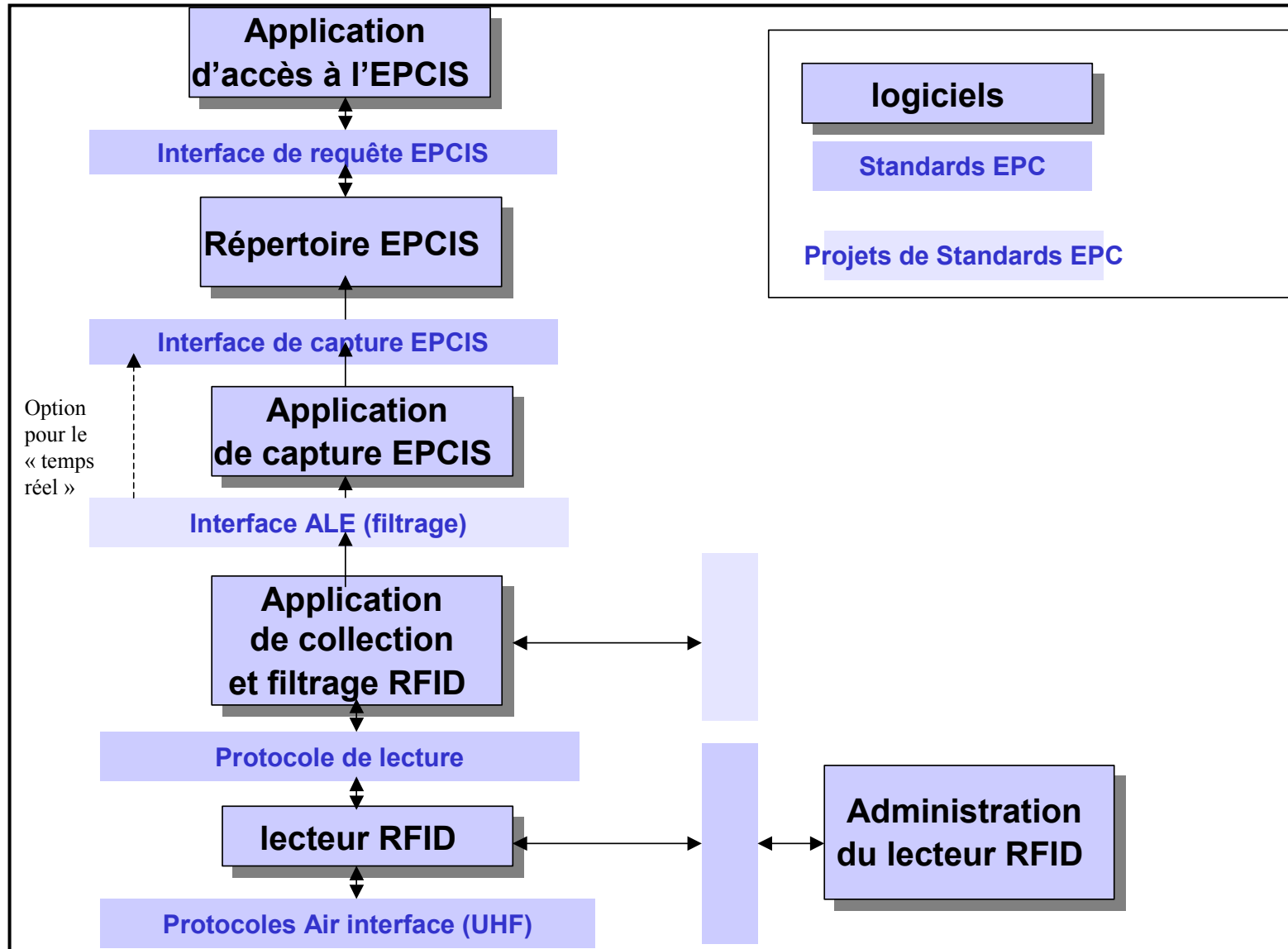
- Boucle ouverte
  - Contexte multi-organisations (partenariat, ...)
  - → Interopérabilité des Informations et des Services
- Réutilisation logicielle
  - Formats, Protocoles & Patterns architecturaux
    - indépendant du domaine d'application
- Efforts notables
  - EPC Global, NFC Forum
  - OASIS (MQTT, oBIX), IETF CoRE (CoAP, COBR)
  - ISO/IEC/IEEE P21451-1-4
  - ITU IoT-GSI, IUT FG M2M, ETSI M2M Communication
  - OMA, W3C SSN, UPnP ...
- Couvre rarement le spectre complet



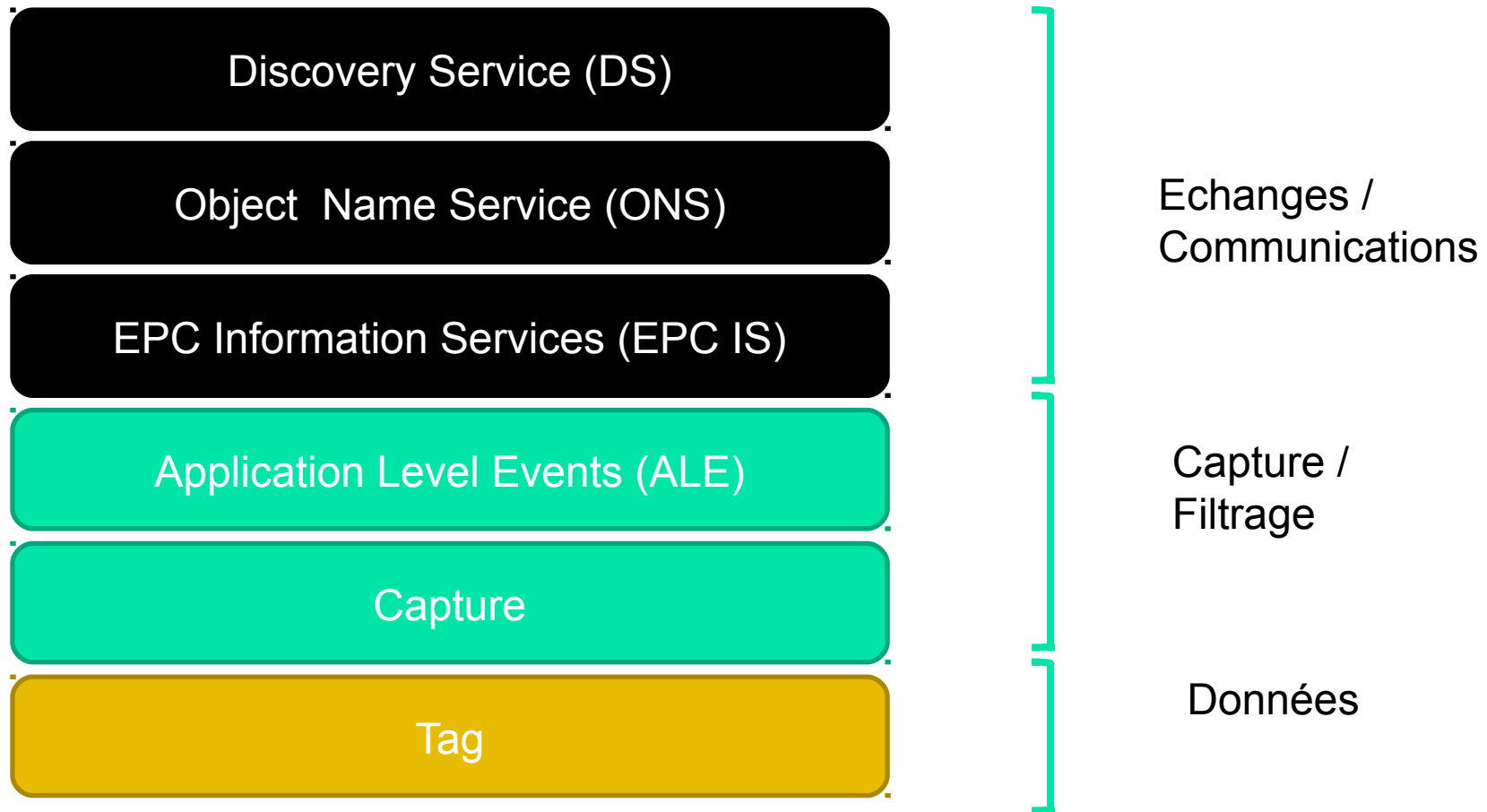
- Objectifs
  - chaîne d'approvisionnement
  - Interopérabilité en boucle ouverte
    - code unique pour les objets échangés: **Electronic Product Code (EPC)**
- Spécification d'une architecture de référence et d'API
  - Solutions multi-vendeurs
  - Orientation "en ligne"
    - L'étiquette ne contient que l'identifiant EPC

# EPC Global

## Architecture générale



# EPC Global Specifications



# EPC Global

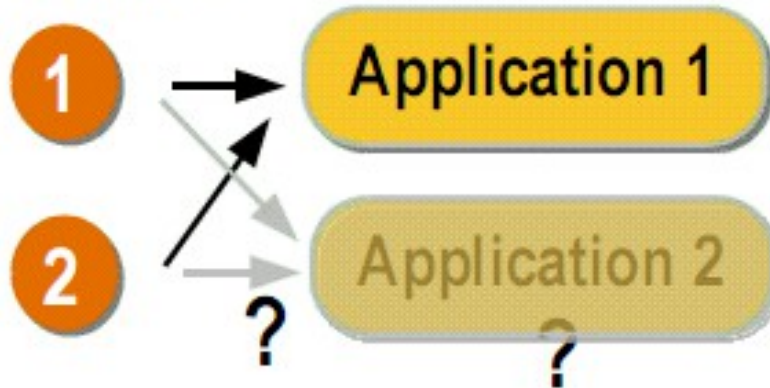
## ALE (Application Level Event)



- Objectifs
  - Réduire le volume des données entre les lecteurs et les applications
  - Isoler les applications des spécificités des lecteurs
  - Partager les données entre plusieurs applications
  - Utiliser des événements haut niveau pour les applications
- 2 fonctions principales
  - Agrégation & Filtrage
    - des données générées par les lecteurs RFID pour les transformer en événements, utilisés par les applications métier
  - Génération cyclique de rapports (ALE)

# EPC Global ALE - Exemple

Lecteurs



ALE = couche d'abstraction

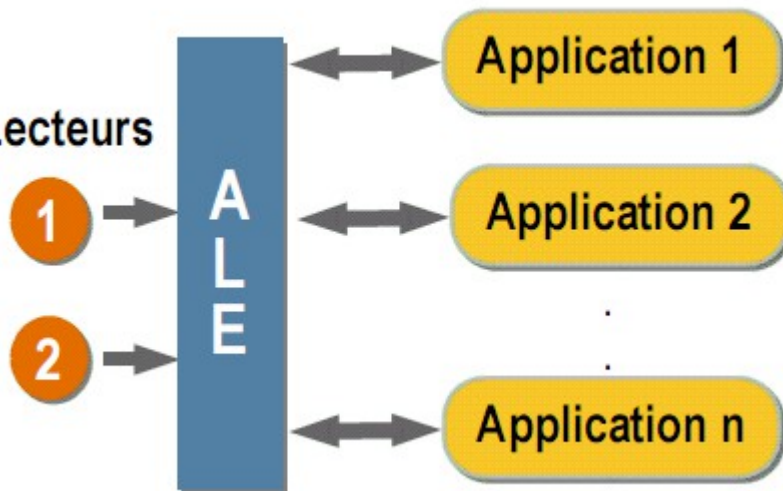
*Exemple* : avec le même ensemble de lecteurs :

**Application 1** est notifiée seulement quand un objet entre ou sort d'une pièce.

**Application 2** est notifiée toutes les 10 secondes pour maintenir un inventaire.

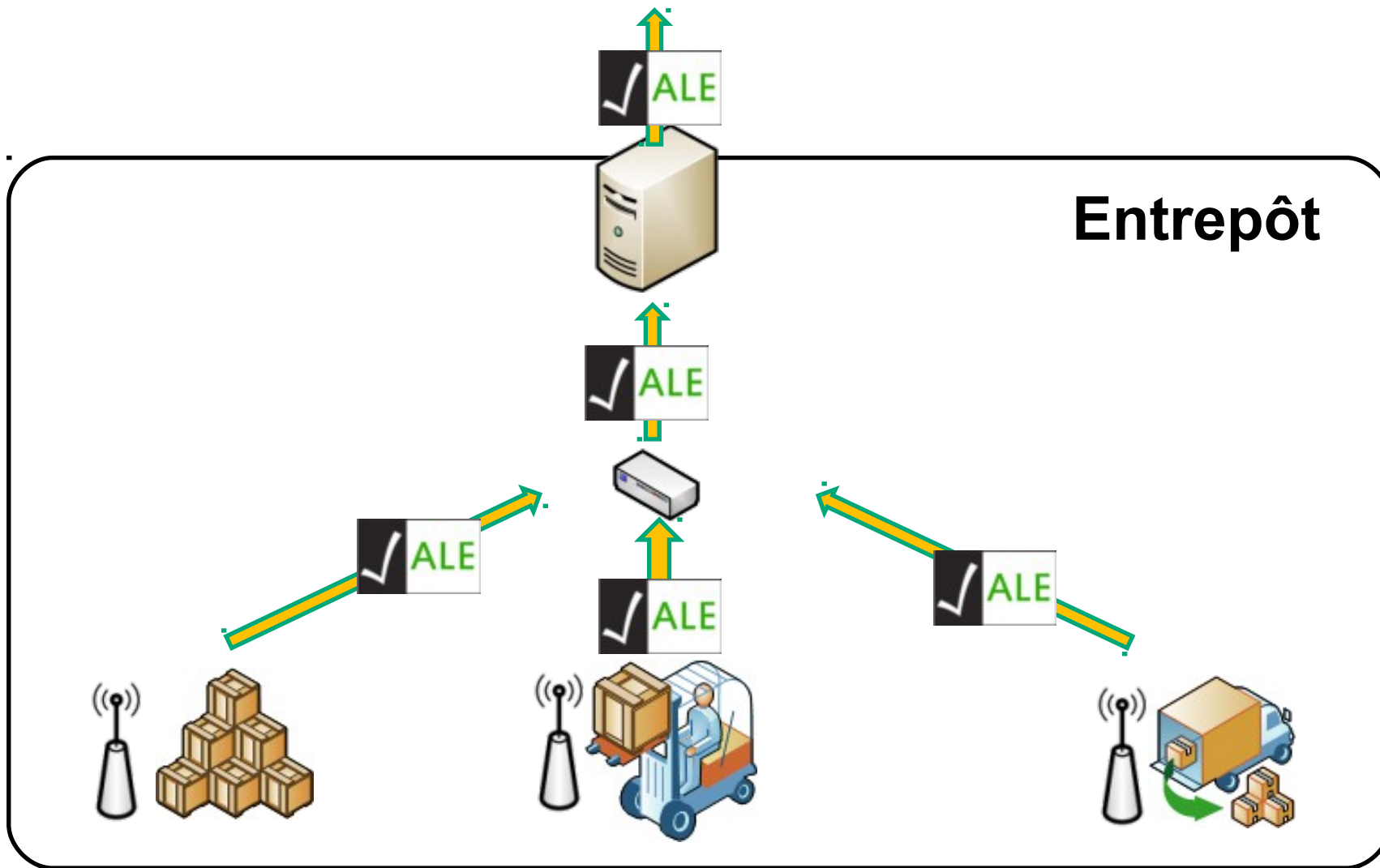
**Application 3** est notifiée de chaque lecture de tag, où qu'elle se situe.

Lecteurs



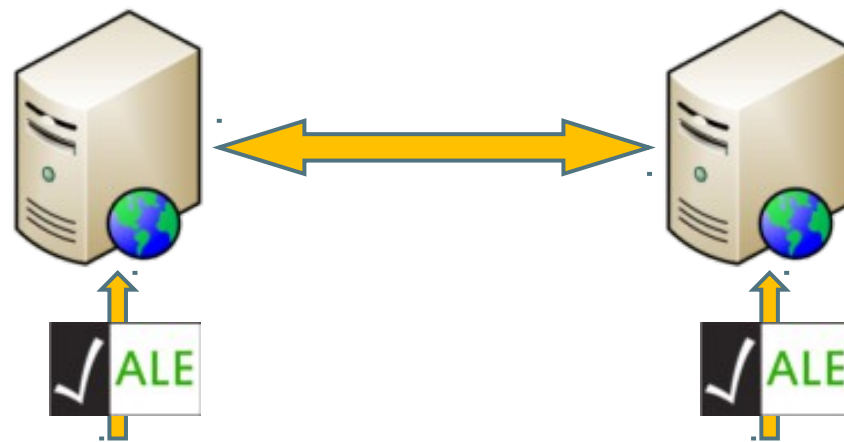
# EPC Global

## ALE - Communications Internes



# EPC Information System (EPC IS)

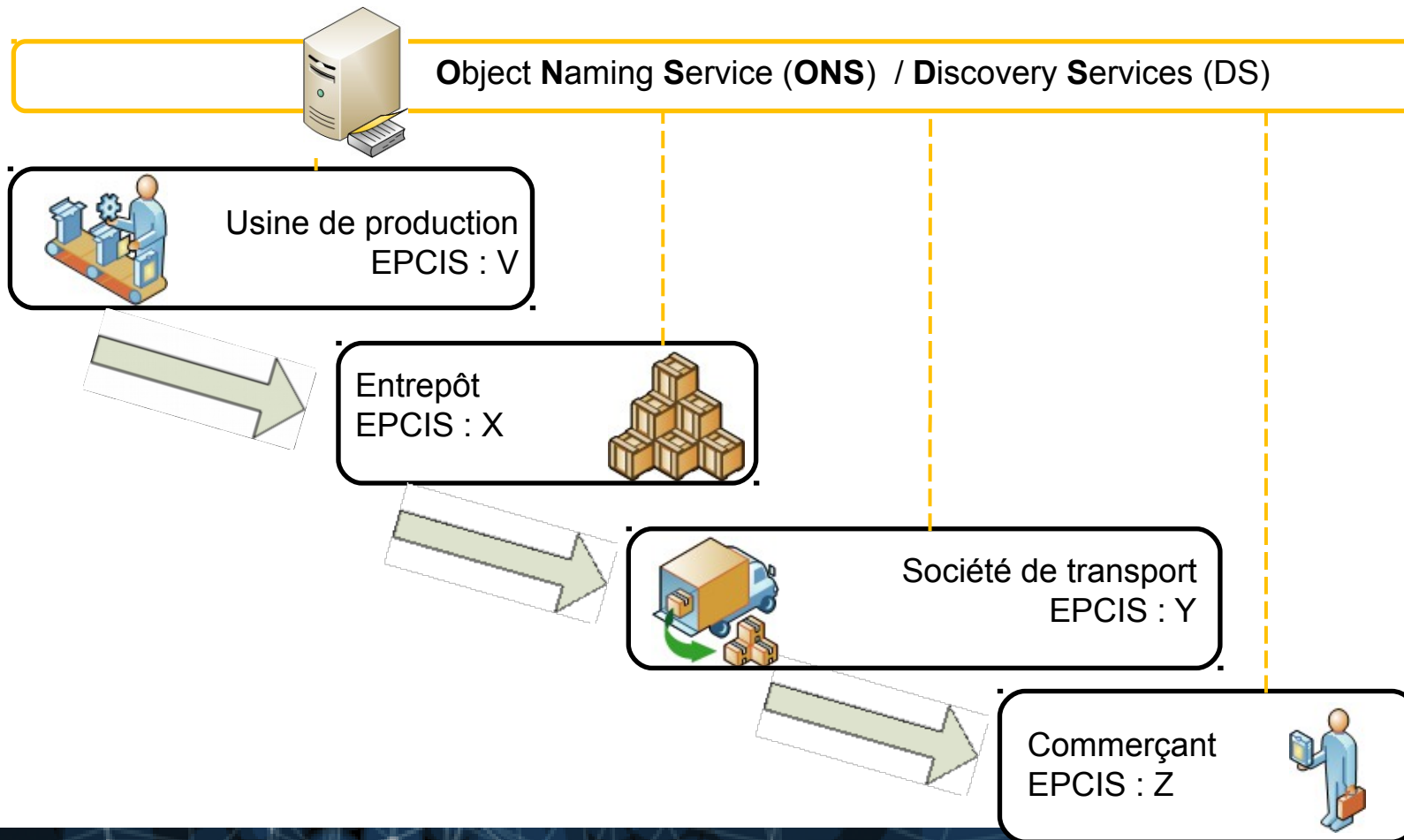
- Système d'information
  - Tracabilité (pèrenne) des objets au sein de l'organisation
  - Possibilité de filtrage des données.
  - Echange d'information inter-organisation





# EPC Global Object Naming Service (ONS)

- **DNS des objets : Lien entre les EPC IS**
  - *Qui a détenu ou détient un objet identifié (à partir du code EPC) ?*



# EPC Global – Limitations

- Boucle ouverte
- Pas d'information embarquée (mode offline)
- Requiert un accès réseau permanent pour l'accès aux réseaux EPC
- Pas d'identification propriétaire
- Non-gratuité des identifiants
- Connaissance des mouvements d'objets par les registrars
- Capteurs (semi-passif) non supportés
  - Extension possible mais pas de filtrage

# Aspire RFID (FP7 & OW2)



- Compatibilité avec EPC Global
  - + RFID orienté données (NFC)
    - Fonctionnement offline (DTN)
  - + Intégration des mesures de capteurs
    - Semi passif, Semi Actif et Actif
    - Génération des rapports
  - + BEG (Business Event Generator)
    - Événement Métier
  - + ALE Server mobile (Android)
- Open Source & Privacy Friendly

OW2 Choreos  
SOA & M2M

# MQ Telemetry Transport (MQTT)

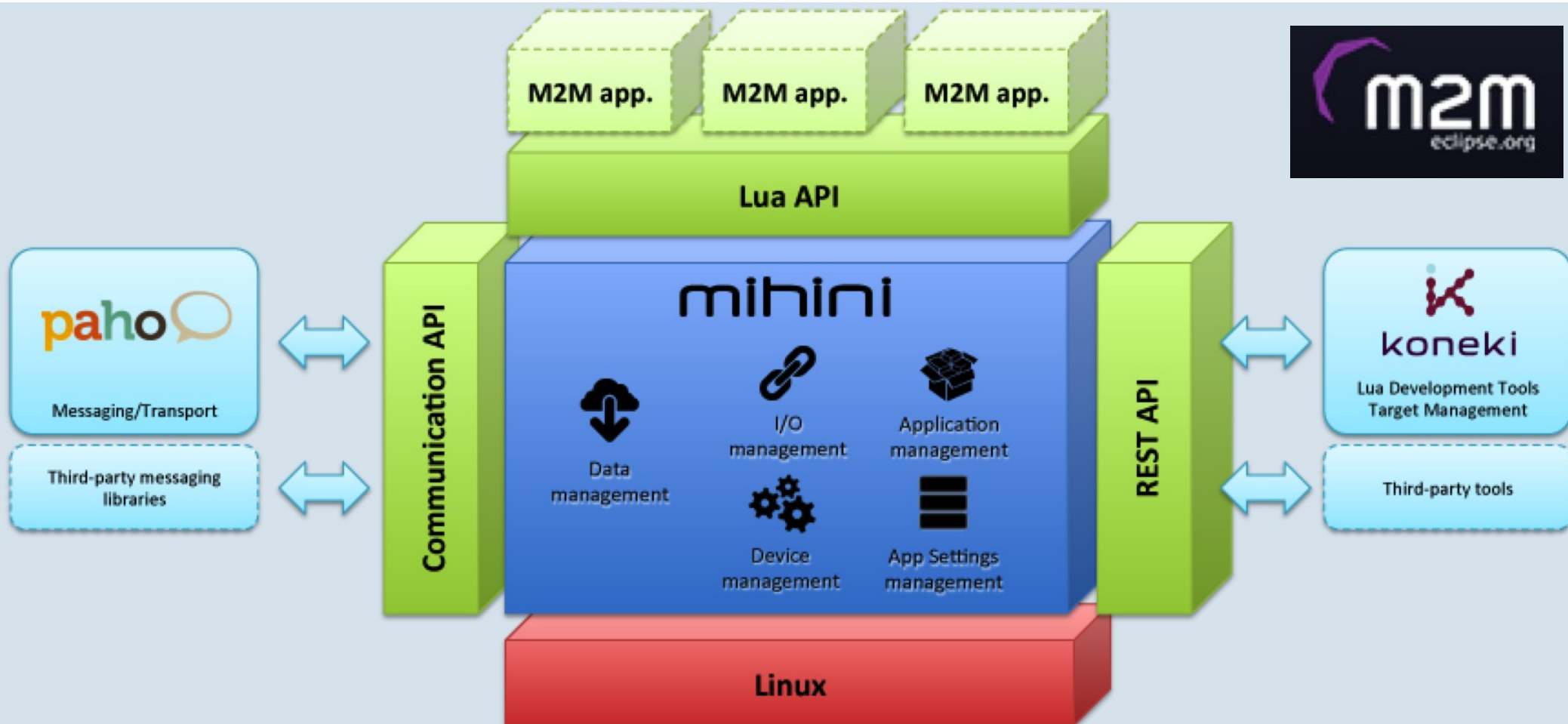
<http://mqtt.org/>

- Protocole léger de type Publish-Subscribe pour M2M
  - Hiérarchie de « topics » : /buildingF/sensors/s11/#
- Support de connectivité (TCP/IP) intermittente ou couteuse
  - Sattelite, WSN, ...
- Faible overhead par paquet (2 octets)
- 3 niveaux de QoS pour livraison (fire-and-forget, fire-and-confirm)
- Sécurité par certificat (SSL/TLS)
- Nombreuses implémentations de clients et de serveurs concises
  - C, C++, **Arduino**, Java, Python, JS (Node.JS), Lua, ...
  - 80 KB pour l'implémentation de référence (IBM)
- Proposé à la standardisation OASIS
- Projets : Mosquitto, Eclipse Paho ([m2m.eclipse.org](http://m2m.eclipse.org)),...

# Projet Eclipse M2M

## m2m.eclipse.org

Technologies : MQTT, M3DA, OMA DM, REST, OSGi, ...



# OpenHAB








<https://code.google.com/p/openhab>







- open Home Automation Bus (openHAB)
- Universal integration platform for home automation things
- Based on OSGi Java (Equinox OSGi)
- Event bus (OSGi Event Admin)
- DSL for ECA Rules and HCI
  - Using Eclipse Xtext and Xtend
- Part of Eclipse Smart Home Project now

# OpenHAB Demo

<http://demo.openhab.org:8080/greent/>

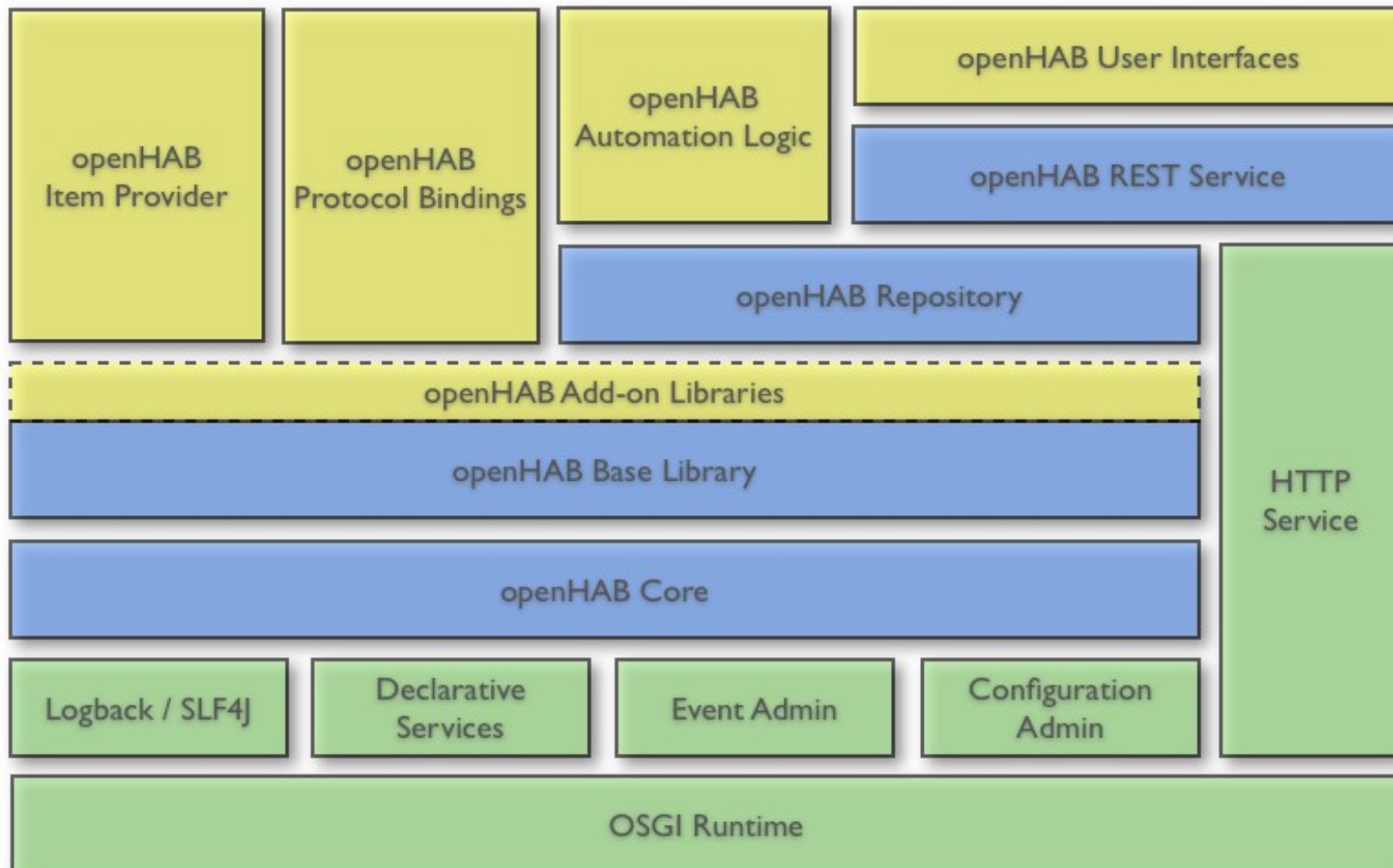
Back Main Menu > Ground Floor > Kitchen 

-  Living Room
-  Kitchen**
-  Toilet
-  Corridor

 Ceiling	<input type="checkbox"/>
 Table	<input type="checkbox"/>
 Kitchen	<input checked="" type="checkbox"/>
 Kitchen	<input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="✕"/> <input type="button" value="▼"/>
 Temperature	21.4 °C
 Kitchen	open

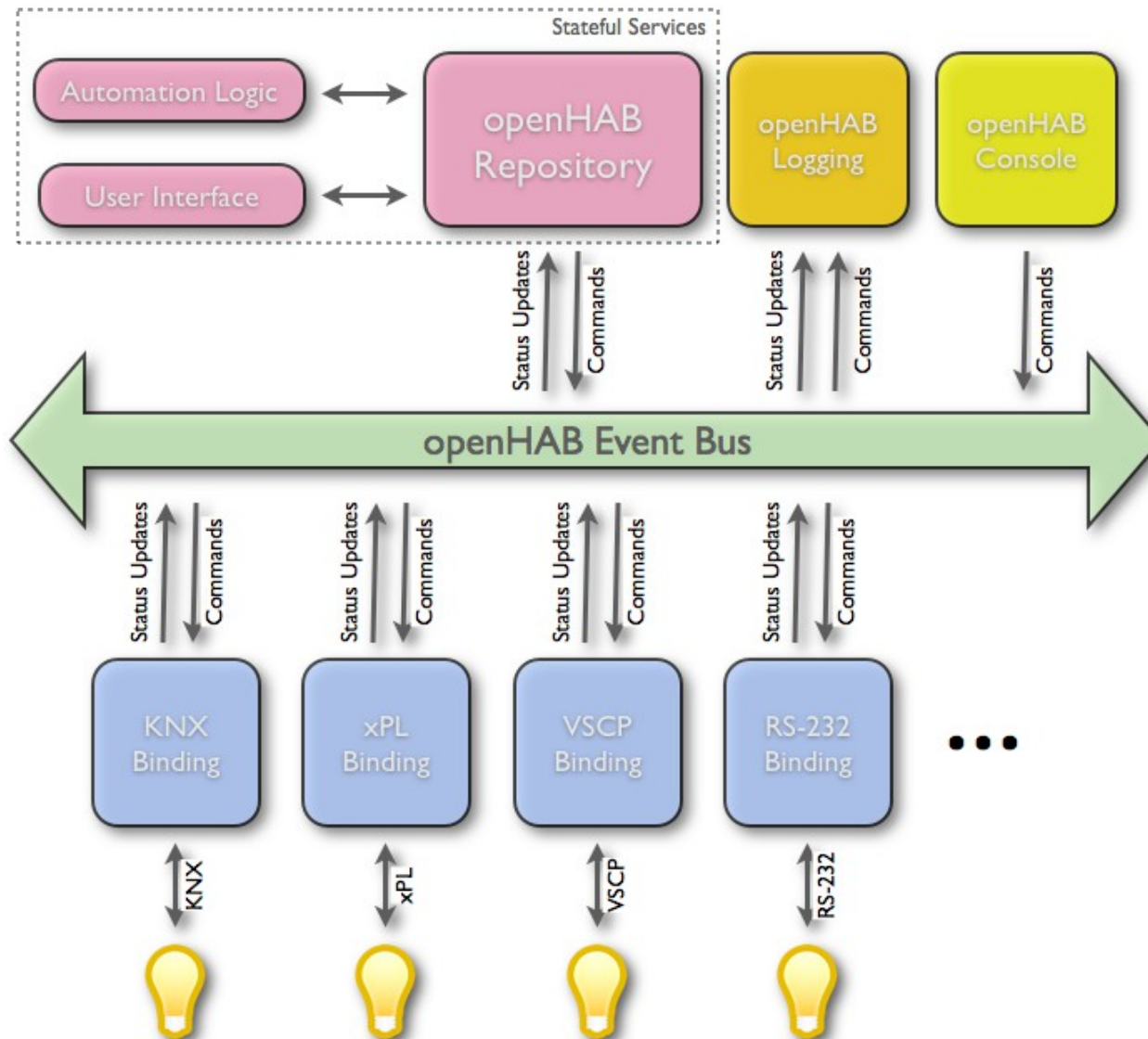
# openHAB Architecture Overview

- openHAB Add-ons
- openHAB Core Components
- OSGi Framework



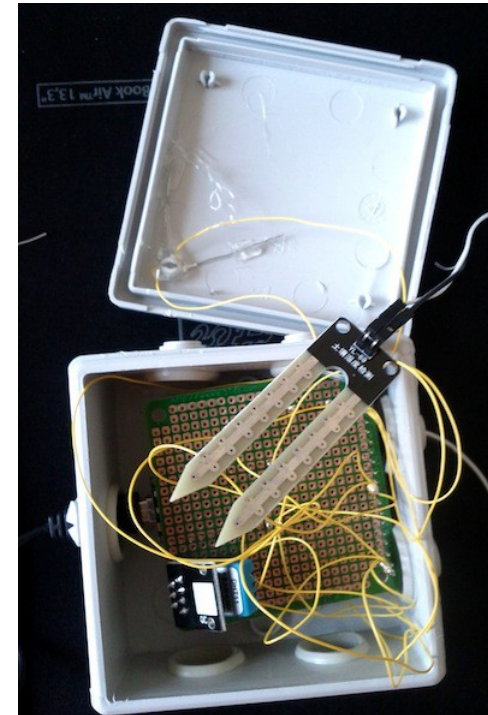


# OpenHAB Event Bus



# Démonstration MQTT

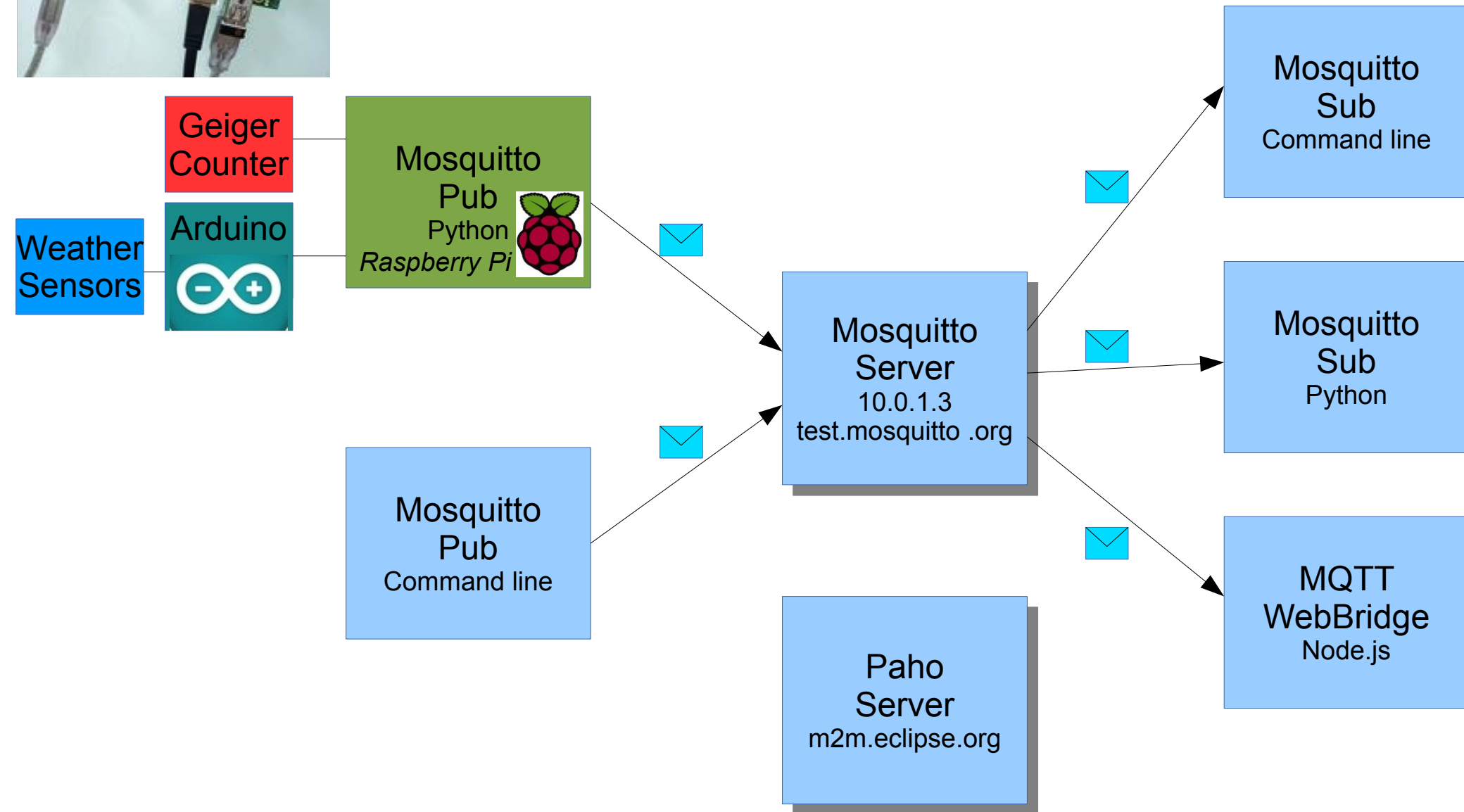
- Raspberry Pi (40€)
- Compteur Geiger (110€)
- AgriSensor
  - DIY Arduino
  - (13+2+3+1+1=20€)
- Car Park Sensor
  - DIY Arduino
  - (13+4+6+7=30€)





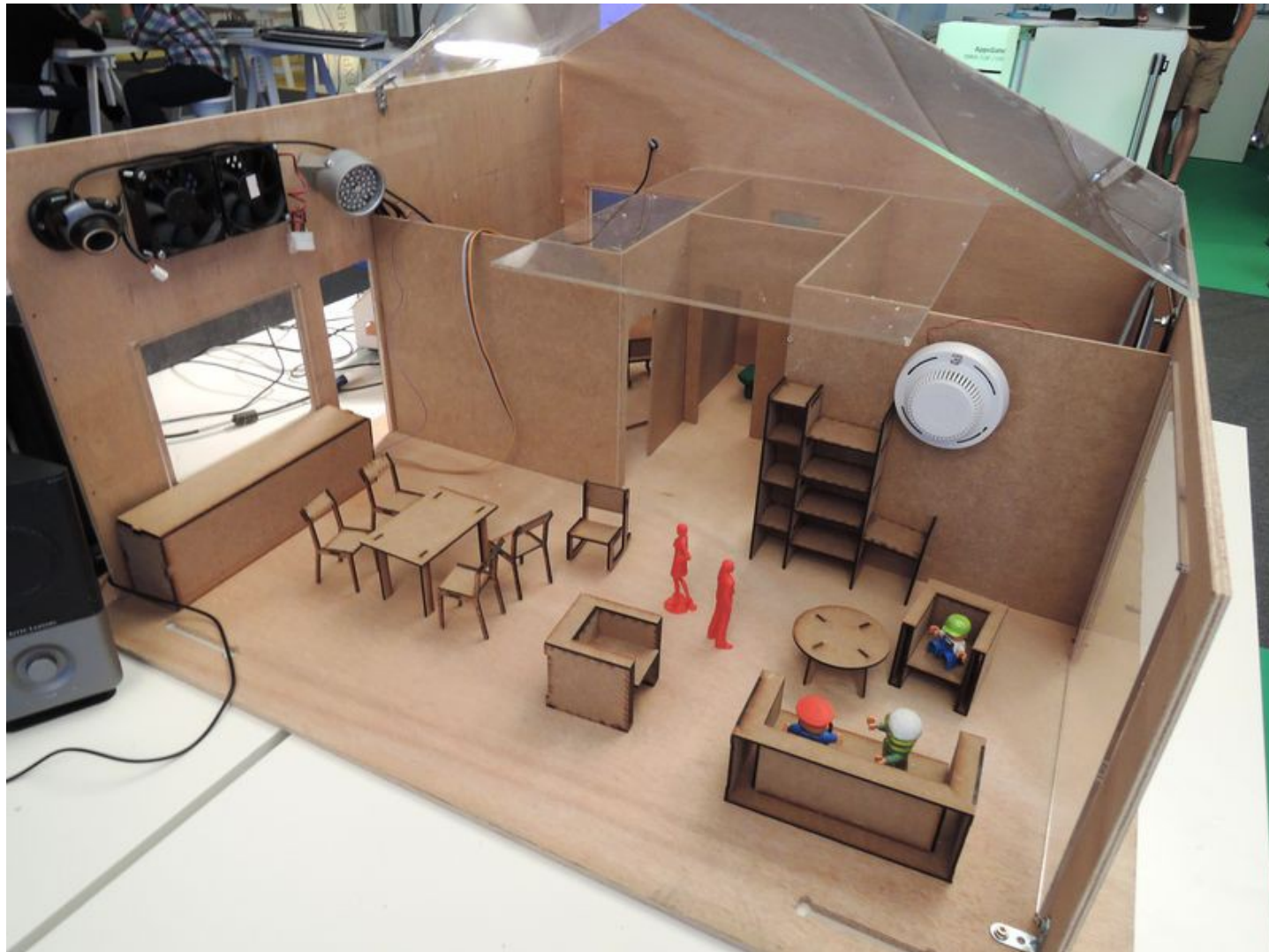
# Démonstration MQTT

<http://air.imag.fr/index.php/Mosquitto>



# Demo Smart Doll House

## OpenHAB + Arduino + MQTT



<http://air.imag.fr/index.php/SDH>

# Node RED

## Mashup pour l'IoT

The screenshot displays the Node-RED web interface. On the left, a sidebar contains various node categories: 'social' (twitter), 'storage' (tail, mongodb, file, mongodb), 'analysis', and 'advanced' (rpi-gpio, rpi-gpio, exec, httpget). The main workspace features a flow starting with an 'Every minute' trigger node connected to a 'UK National Grid Open Data' node. This is followed by a 'Parsing Grid Data' node, which then branches into three parallel nodes: 'Mosquitto Server', 'Debug MQTT', and 'Notify'. A terminal window at the top right shows the message 'New UK Smart Grid data !'. Below the terminal, a debug console displays a series of JSON objects representing smart grid data, including demand, frequency, and time.

```
(Object) { "demand": 33199, "frequency": 50.007, "time": "09:50:00 GMT" }  
20 Oct 2013 09:57:00.746 [Debug MQTT]  
(Object) { "demand": 33199, "frequency": 50.007, "time": "09:50:00 GMT" }  
20 Oct 2013 09:58:01.385 [Debug MQTT]  
(Object) { "demand": 33199, "frequency": 49.989, "time": "09:50:00 GMT" }  
20 Oct 2013 09:59:01.835 [Debug MQTT]  
(Object) { "demand": 33217, "frequency": 49.989, "time": "09:55:00 GMT" }  
20 Oct 2013 10:01:01.529 [Debug MQTT]  
(Object) { "demand": 33217, "frequency": 49.985, "time": "09:55:00 GMT" }  
20 Oct 2013 10:02:01.771 [Debug MQTT]  
(Object) { "demand": 33217, "frequency": 49.976, "time": "09:55:00 GMT" }
```

# Conclusion

***One size does not fit all !***



# Quelques perspectives pour les intergiciels IoT

- Cloud Computing
- Open Data
- Crowd Sourcing
- Semantic IoT
- Big (Huge) Data
- Mission-critical
- Support for privacy-friendliness
- Legacy
- ...

**Lire** [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT\\_Clusterbook\\_March\\_2010.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Clusterbook_March_2010.pdf)

# IoT et Cloud Computing

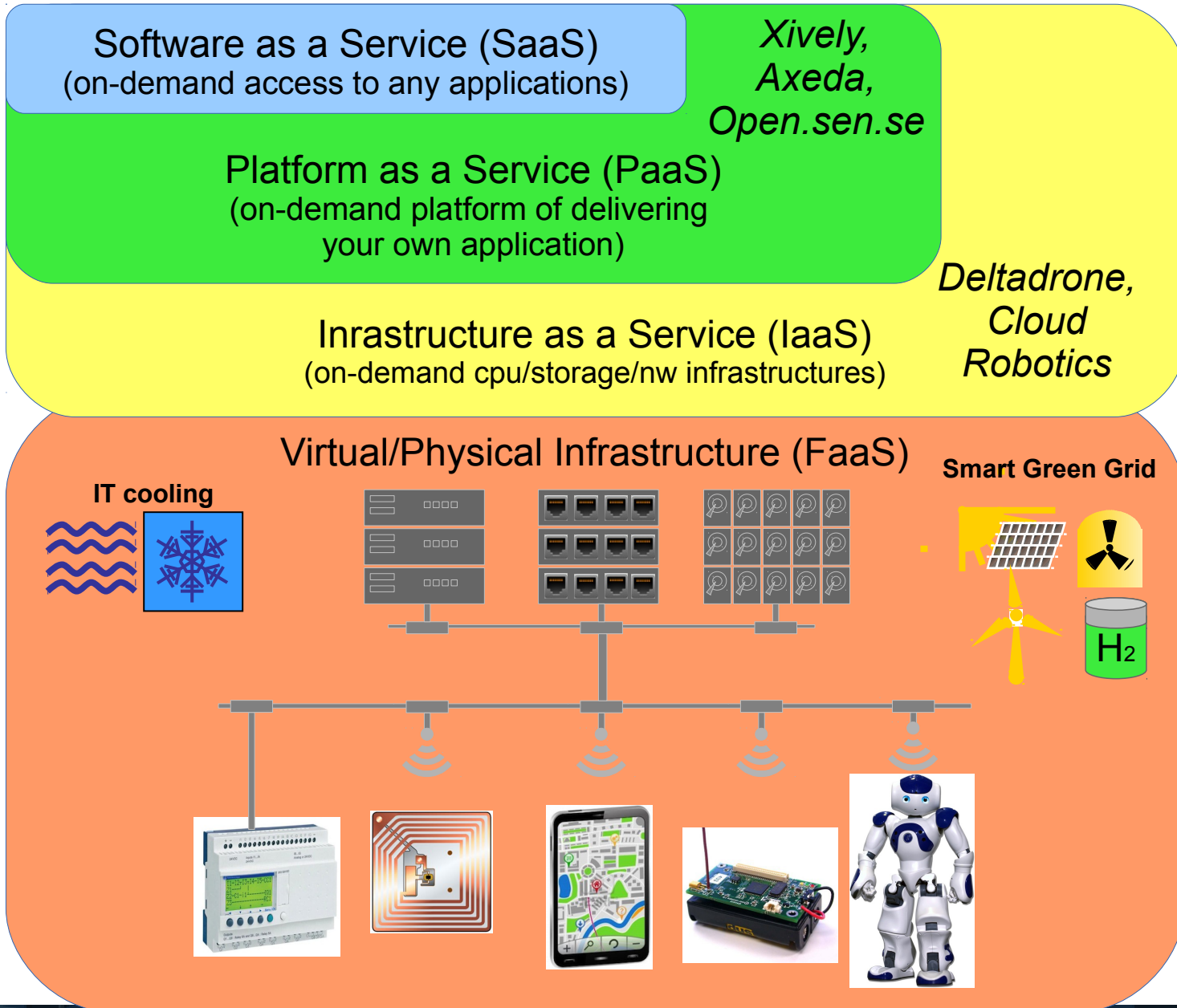
## UbiCloud, Cloud of Things, ...

- Cloud Computing
  - Informatique (IaaS, PaaS, SaaS) à la demande
  - Public, Privé, Hybride, Communautaire, User-Centric, Souverain
  - *plus sur <http://erods.liglab.fr/icar2013/programme.html>*
- Intérêts pour l'IoT
  - TCO, Résilience, Elasticité, Déport de calcul, « Big Data » Stream ...
    - vs Confidentialité (Privacy, Propriété intellectuelle, ...), Souveraineté
  - Rem : IoT introduit de nouvelles menaces dans le Cloud
- UbiCloud
  - Clouds with/for Ubi-terminals (smartphones, tablettes, voitures, IDS, ...)
- Cloud of Things (CoT)
  - Cloud for Things (mediation et stockage des mesures, ...)
  - *Things are facilities in the FaaS*



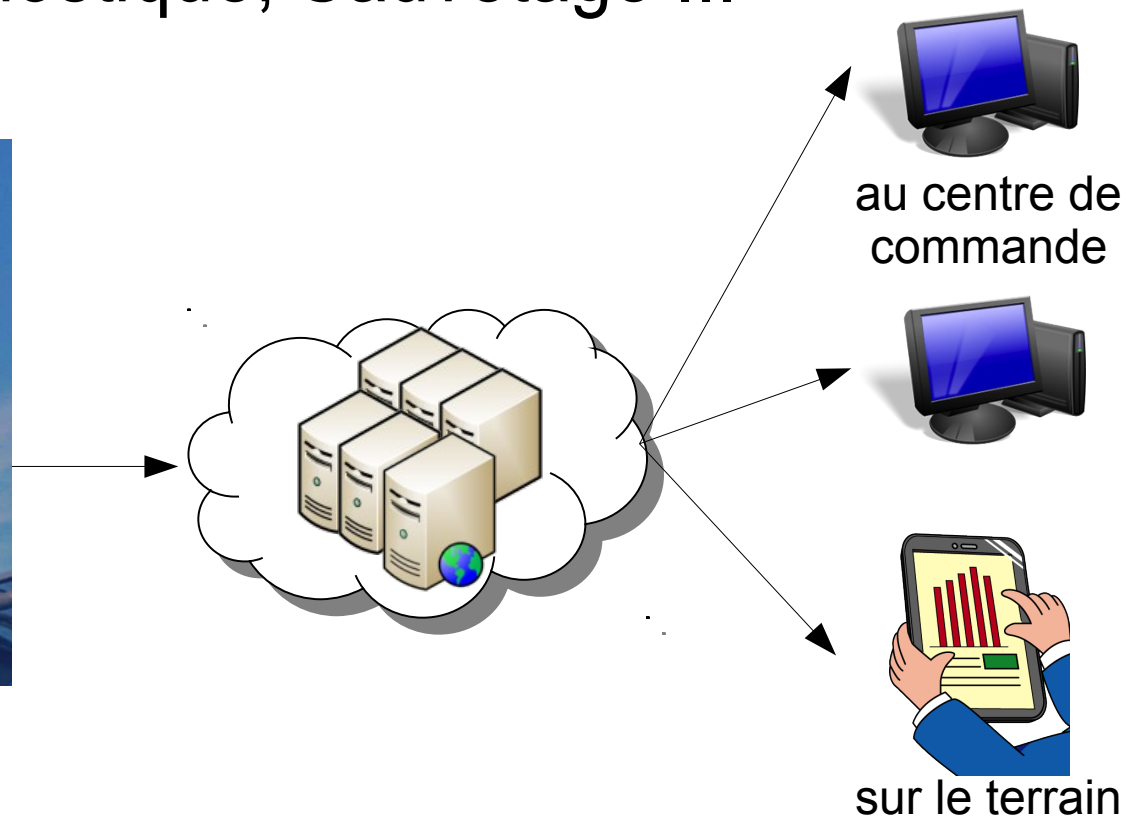


# Cloud of Things



# Deltadrone

- SaaS pour des drones civils
  - Drones à la demande / Drone configurée à la carte
  - Inspection, Diagnostique, Sauvetage ...



# Cloud Robotics



**ATOS & AwaBot** (salon InnoRobo)

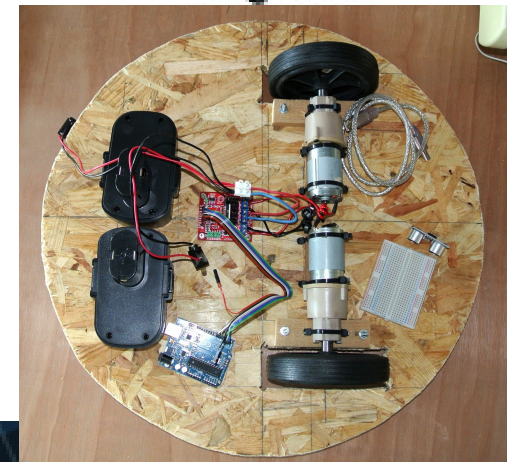
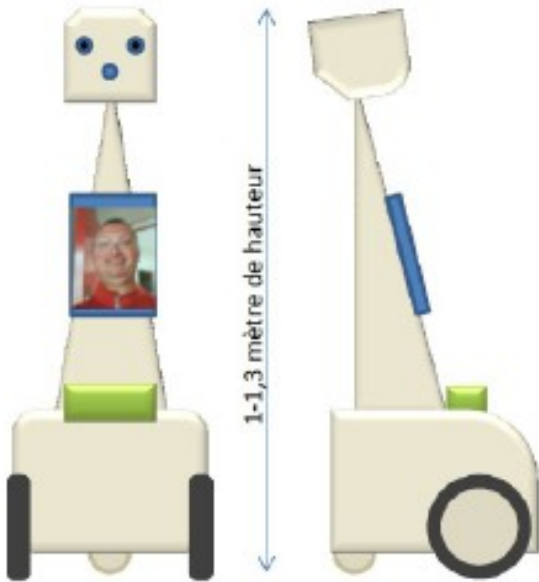
[http://nl.atos.net/NR/ronlyres/371AE93A-4F8F-4E2D-B220-CB44A50D854D/0/Connected\\_Robots.pdf](http://nl.atos.net/NR/ronlyres/371AE93A-4F8F-4E2D-B220-CB44A50D854D/0/Connected_Robots.pdf)

# RobAIR

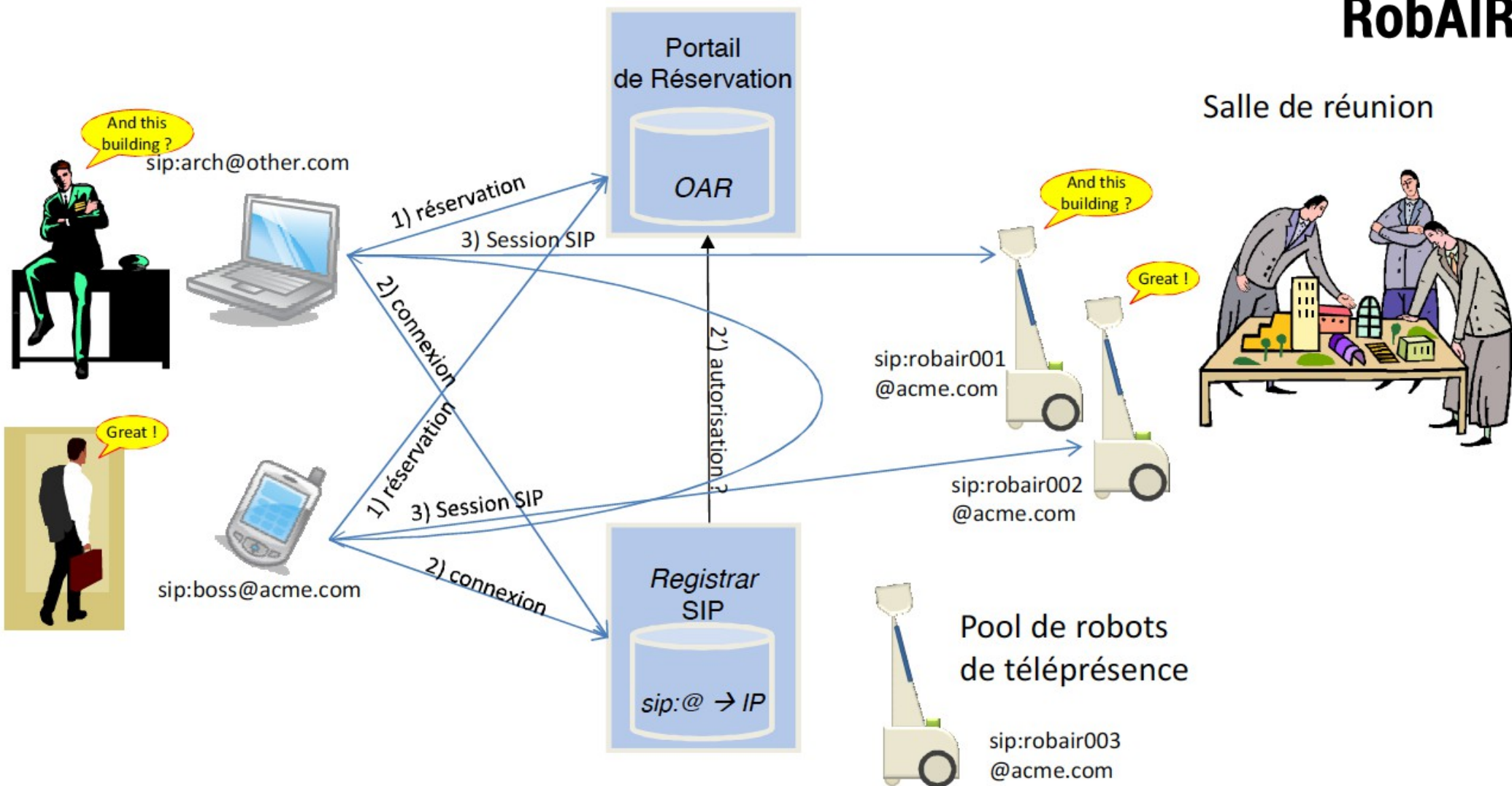
*Robot for Smart Spaces*

<http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/RobAIR>

- Projet pédagogique (open source)



# Architecture de RobAIR



# Open Data

- Open Data are released by public forces, companies, citizens, ... and can be freely reused in apps., mashups, ...
- Things can produce and consume open data
  - My car produces speed @ location (each 2 sec.) for the audit of my pay-as-you-drive insurance agreement
    - improve realtime traffic condition, discover missing roads, emergency ...
  - My car consumes maps (OSM), weather forecast, traffic conditions, emergency, parking ...
- IoT Middlewares must facilitate open data consumptions and productions

- End-User Programming
- SW for one

# Crowd sourcing

- People (and their things) produces data
  - Open data, private data, social network data, ...
- IoT Middlewares must facilitate data consumptions and productions with privacy-friendliness

# Big Data and IoT

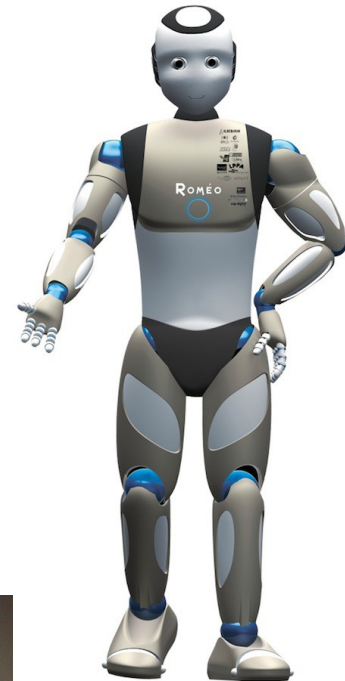
- Big Data : data analysis / mining of big data
  - Evolution of Business Intelligence (Data-warehousing, OLAP)
    - « *Discover golden nuggets* » for decision-supports
- Big Data' 4V = Data Variety, Data Volume, Data Velocity, Data Value
- Data
  - Sources / streams : Corporate data (after ETL), Open Data, Crowd sourcing, ...
  - Variety
    - Facts (RDB), Unstructured Documents (blog, wiki), Graphs, Multimedia, Things (measurements), ...
- Tools
  - Map-Reduce (Hadoop),
  - CEP (Storm/S4/Samza/Spark Streaming/MillWheel)
  - BigData-as-a-Service
  - ...
- Ubilytics : **Ubiquitous big data analytics**
  - James Manyika et al., "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity," McKinsey Global Institute, Tech. rep. May 2011.
  - Interacting with Big Data Anywhere, Anytime
    - <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6494545>



# Mission-critical

Types : Safety, Life, Business, Mixed ...

- 
- Non-Functional Properties
  - Realtime
  - HA
  - QoS
  - SLA / SLM
  - ...



<http://dx.doi.org/10.1109/JPROC.2011.2165689>

# Lectures

- IoT Comic Book
  - [http://www.alexandra.dk/uk/services/publications/documents/iot\\_comic\\_book.pdf](http://www.alexandra.dk/uk/services/publications/documents/iot_comic_book.pdf)
- A Survey of Middleware for Internet of Things
  - [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21937-5\\_27](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21937-5_27)
- Combining heterogeneous service technologies for building an Internet of Things middleware
  - <http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2011.11.003>
- Vision and Challenges for Realising the Internet of Things (March 2010)
  - [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/loT\\_Clusterbook\\_March\\_2010.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/loT_Clusterbook_March_2010.pdf)
- Key Challenges in Cloud Computing to Enable Future Internet of Things
  - <http://fr.slideshare.net/llorente/challenges-in-cloud-computing-to-enable-future-internet-of-things-v03>

# Q & A



# Constrained Application Protocol (CoAP)

- Motivation : HTTP/REST-like protocol for constrained sensors
    - Typical configuration : 128KB FlashRAM and 4KB RAM
    - Battery consumption (sleep and periodical wakeup)
  - Interaction
    - Request-response
    - Subscribe-Notify
  - REST (CRUD)
    - Map on HTTP methods : PUT, GET, POST, DELETE
  - Resource discovery
    - /profile URI multicast + DISCOVER method
  - Protocol binding
    - UDP and UDP Multicast (16-bit sequence number for reliability)
    - Optionally TCP without “stop and wait”
  - Caching
    - Important since sleeping mode
    - CoAP proxy (for subscription ...)
    -
- (IETF) Constrained RESTful environments (CoRE) Working Group  
See <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-core-coap/>

•

# Concise Binary Object Representation (CBOR) RFC 7049

<http://tools.ietf.org/html/rfc7049>

Sérialisations binaire des objets échangés

Objectif de conception

- un code de taille extrêmement restreinte
- taille la plus petite possible
- extensibilité sans nécessiter de négociation de version.
- Remarque : Ces objectifs de conception le démarquent des sérialisations binaires antérieures, telles que ASN.1 et MessagePack.

•

# Constrained Application Protocol (CoAP)

HTTP PERFORMANCE WITH COAP			
Internet Protocol suite (TCP/IP)		IP Smart Objects Protocol suite	
Application layer	HTTP/FTP/SMTP/etc.	Application layer	CoAP
Transport layer	TCP/UDP	Transport layer	UDP
Network layer	IPv4/IPv6	Network layer	6LoWPAN
Link layer	802.3, Ethernet/ 802.11, wireless LAN	Link layer	IEEE 802.15.4e