

Quelles TIC pour l'efficacité énergétique dans le bâtiment ?

Stéphanie Riché

Chef du Laboratoire Systèmes de Capteurs Multimodaux

CEA Leti – Campus Minatec

mail : stephanie.riche@cea.fr

Agenda

- Quels fondements à l'essor des capteurs dans le bâtiment ?
- Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?
- Quelles technologies pour le déploiement d'actionneurs dans le bâtiment ?
- Quels systèmes de capteurs pour le diagnostic thermique dans le bâtiment ?
- Quelles technologies pour connecter les capteurs et actionneurs aux services ?
- Zoom sur le projet SCUBA

Quels fondements à l'essor des capteurs dans le bâtiment ?

Les leviers sociétaux : labels énergétiques, réglementations, certifications et incitations fiscales

- 2007:
 - 20% de réduction des émissions de gaz à effet de serre
 - 20% d'augmentation des énergies renouvelables
 - 20% d'accroissement en efficacité énergétique
- 2011 : Plan d'efficacité énergétique
 - Accélérer la rénovation du parc immobilier du secteur public pour atteindre le taux de 3%
 - => Capteurs pour suivre la qualité de l'air intérieur (CO₂, CO, COV, formaldéhyde...)
 - => Capteurs pour mesurer la qualité de la rénovation
 - Déploiement des compteurs intelligents et des smart grids
 - => Capteurs et actionneurs pour mesurer et piloter la consommation d'énergie



Les bâtiments consomment 43 % de l'énergie en Europe

Exemples for a city* of 1 million people

Smart metering	600.000 meters	\$120 million opportunity
Electric vehicle charging infrastructure	45.000 electric vehicles	\$225 million opportunity
Remote patient monitoring (diabetes)	70.000 people w/ diabetes	\$14 million opportunity
Smart retail establishments	4.000 stores	\$200 million opportunity
Smart bank branches	3.200 PTMs	\$160 million opportunity

Source: High level estimates given by IDC Report Boston March 4, 2010

Quels fondements à l'essor des capteurs dans le bâtiment ?

Pollution intérieure de l'air

- L'air intérieur est huit fois plus pollué que l'air extérieur
- Principaux responsables : les composés organiques volatiles (COV) contenus dans certains matériaux de construction et de décoration.
- Favorisée par l'étanchéité croissante des bâtiments
- 2010 : interdiction des produits contenant plus de 1 micron gramme/m³ de COV
- 2012 : étiquetage obligatoire des produits de construction et décoration



=> Des besoins d'outils de diagnostic et de pilotage des bâtiments

Les enjeux technologiques pour l'essor des capteurs dans le bâtiment

Cette évolution des bâtiments induit de nouvelles exigences pour ...



...réalisées par un pilotage automatique des systèmes en fonction du contexte

Développer et intégrer des technologies pour maîtriser le caractère hétérogène, complexe des dispositifs « intelligents » qui entourent les habitants :

=> Zéro câblage

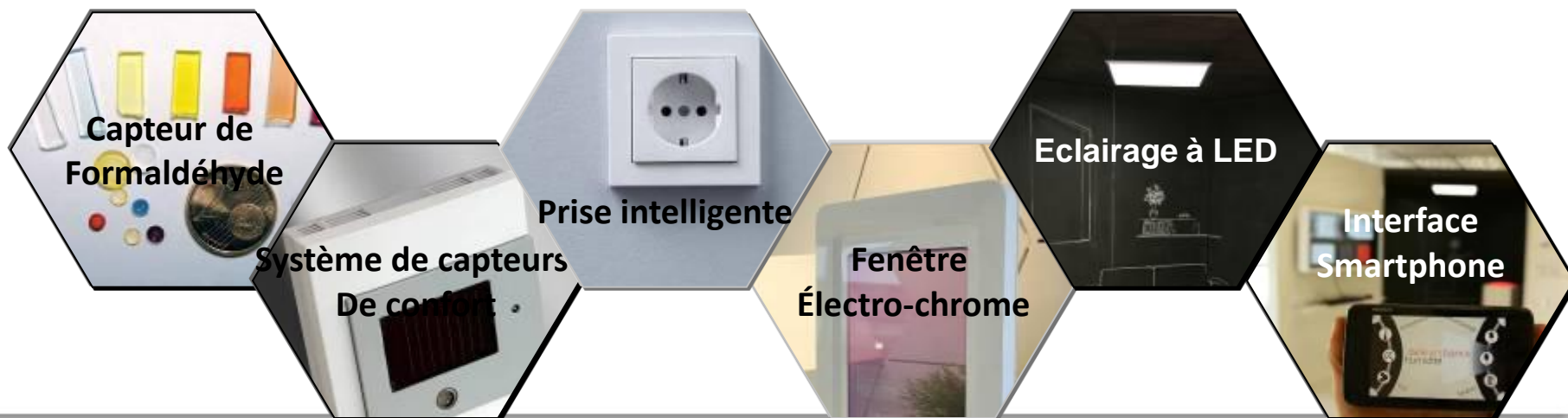
=> Zéro configuration et administration

=> Zéro maintenance



@Home : plateforme expérimentale de capteurs et d'actionneurs

- Capteurs hétérogènes
 - Sémantique
 - Protocole de transmission: propriétaire sur 868MHz, Zigbee à 2,4 GHz, Zigbee Green Power, USB filaire...
- Autonomie des systèmes
 - Récupération d'énergie et transmission RF
- Middleware pour assurer l'interopérabilité, l'auto-configuration et l'administration du système



@Home : plateforme expérimentale de capteurs et d'actionneurs



- Création dynamique de scénarios d'utilisation par composition de capacités des capteurs et actionneurs déployés
- Activation des scénarios multimodale
 - Smartphone
 - PC
 - Tag RFID



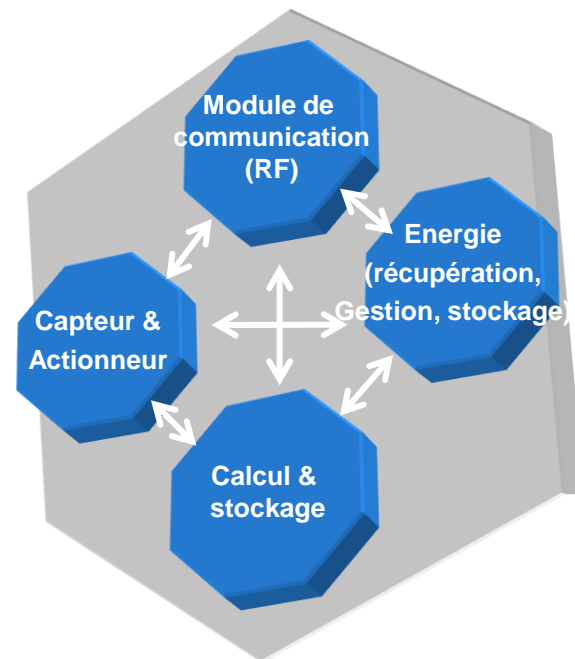
Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?

4 Fonctions embarquées

- Récupération, stockage et gestion de l'énergie
- Communication
- Capter et agir
- Calculer

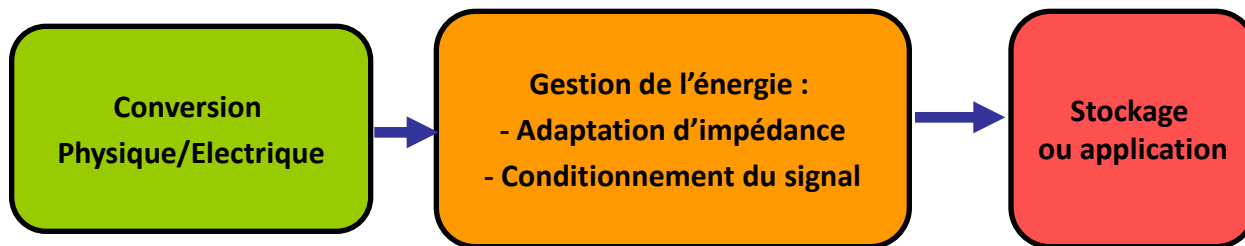
Avec de fortes interdépendances requérant une approche système

- Optimiser l'énergie de la source à la fonction
- Utiliser une brique technologique pour 2 fonctions, par exemple :
 - Un module piézoélectrique pour observer et récupérer l'énergie
 - Un module RF pour communiquer et localiser (zigbee, UWB)



Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?

Récupération et gestion de l'énergie



Thermique

Aujourd'hui: $50\mu\text{W}/\text{cm}^2$ @DT=1K
Demain: $500\mu\text{W}/\text{cm}^2$ @DT=1K

Solaire

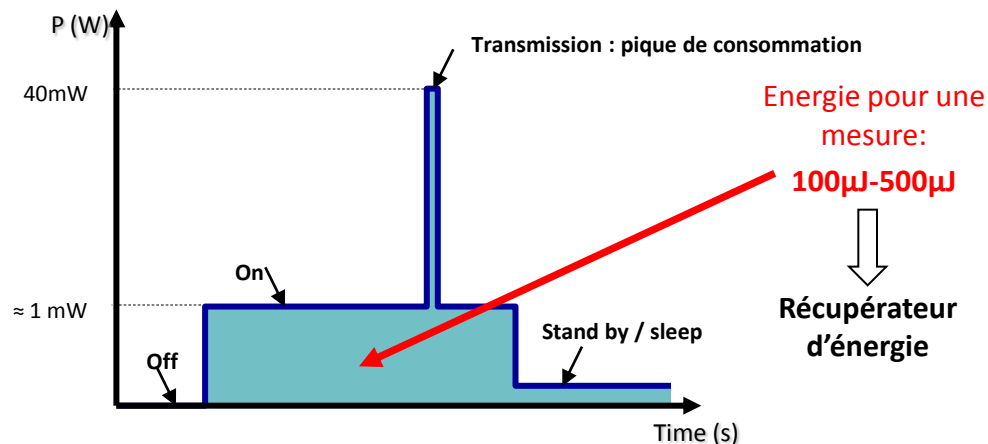
Aujourd'hui: $10\text{mW}/\text{cm}^2$ outdoor
Demain: $30\text{mW}/\text{cm}^2$ outdoor

Mécanique

0,2 to $200\text{mW}/\text{cm}^3$

Electromagnétique

$\mu\text{W}/\text{mm}^3$ to mW/cm^3



Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?

Gestion de l'énergie au niveau du système de capteurs

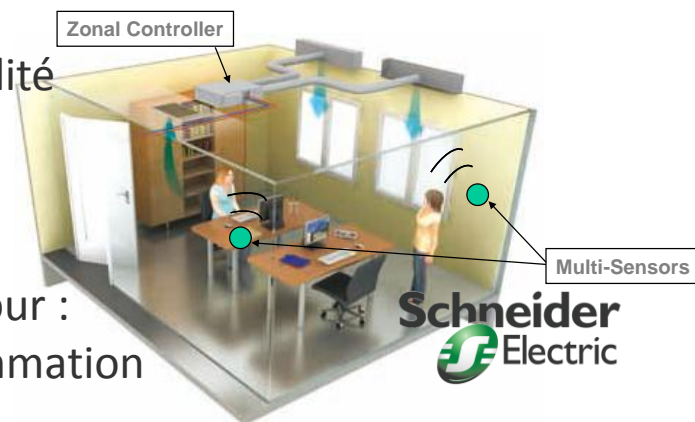
Chaque nœud intègre:

- Des capteurs de CO2, luminosité, température et humidité
- Un panneau solaire et une batterie
- Un bloc de communication

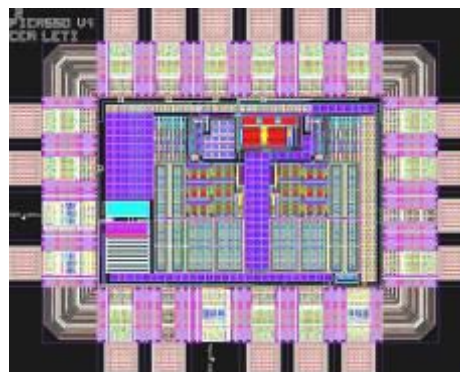
Consommation moyenne < 10 μ W

⇒ Un ASIC dédié de gestion de l'énergie est développé pour :

Optimiser le rechargement par PV + minimiser la consommation en veille



Premier prototype Schneider de système de capteurs



P²ICASSO V1 ASIC [0°C-60°C ; 2.6V-3.6V]
I_{supply} < 50nA, 180nm CMOS

Homes Project

Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?

Communiquer

Transmetteur très basse consommation

RF SoC

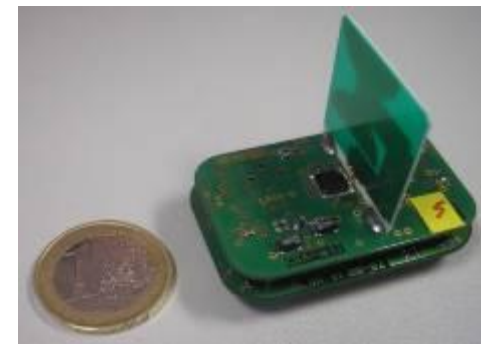
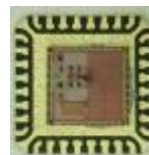
- CMOS 0.13 μm / 2.45 GHz compatible 802.15.4 (Zigbee PHY)
- 250kbits/s
- 9 mW in RX / 15 mW in TX (record mondial) 25nJ/bit



Transmetteur et système de localisation en intérieur

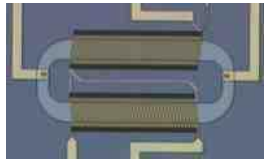
IR-UWB LDR-LT

- Conception du chip RF
- Modélisation du canal de propagation + architecture Rx + algorithmes d'estimation BB (Couche physique)
- Protocoles (Couche MAC et Réseau)
- Algorithmes de localisation (Couche Application)

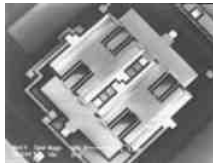


Quelles technologies pour le déploiement de capteurs dans le bâtiment ?

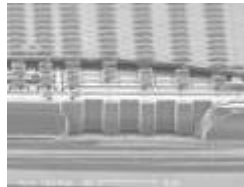
Capteurs



Magnétomètre



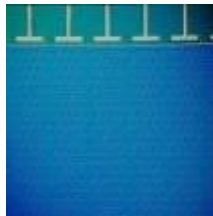
Gyroscope



Accéléromètre



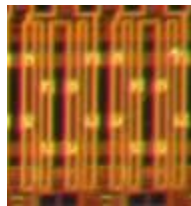
Pression



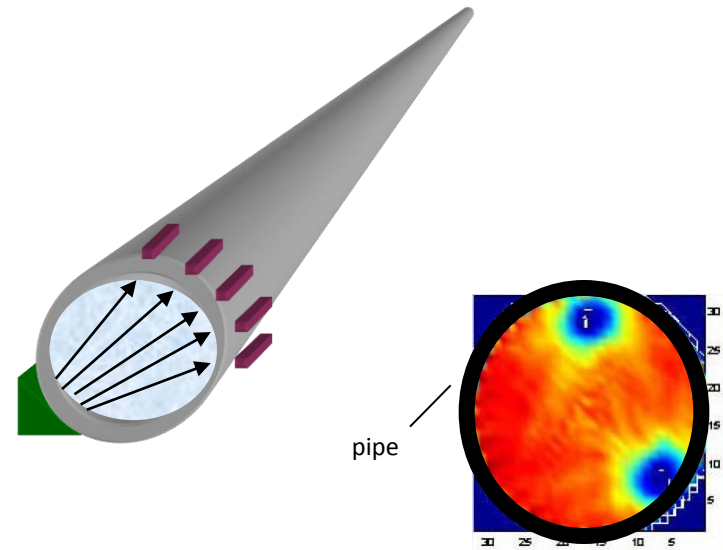
cMUT



Capteur de force
3D



Capteur de courant



Les cMUT pour le développement de capteurs de débits non intrusifs

Quelles technologies pour le déploiement d'actionneurs dans le bâtiment ?

■ Contexte

L'autonomie des systèmes est un critère clef pour une simplification de leur déploiement, de leur maintenance et de leur utilisation

■ Objectifs

Concevoir des actionneurs autonomes en transmission et en énergie par le développement d'architecture systèmes optimisées

■ Challenges scientifiques

- Développement de circuit électronique de gestion dédiés
- Sélection et qualification des composants
- Mise au point d'algorithmes de gestion adaptés aux caractéristiques des composants
- Développement de protocoles basse consommation



Respirez c'est
BUBENDORFF

Quels systèmes de capteurs pour le diagnostique thermique dans le bâtiment ?

Objectifs

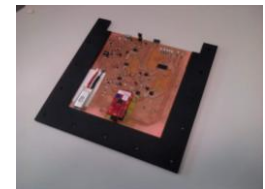
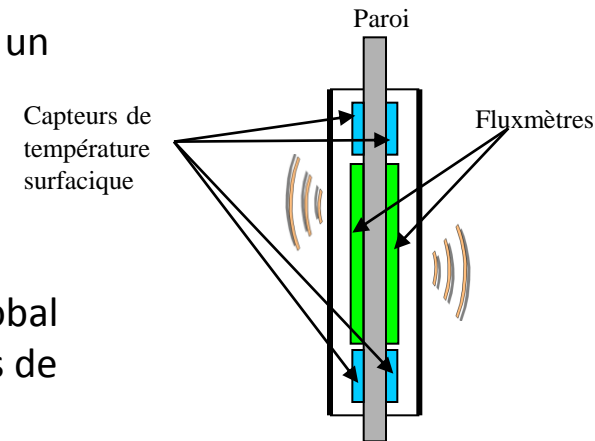
- Concevoir et développer des outils de diagnostic énergétique par la caractérisation objective des caractéristiques thermiques des parois
- Valider l'intérêt de la mesure de flux pour le pilotage des systèmes actifs, par une connaissance plus précise des flux thermiques dans un bâtiment en exploitation

Fonctions / Applications

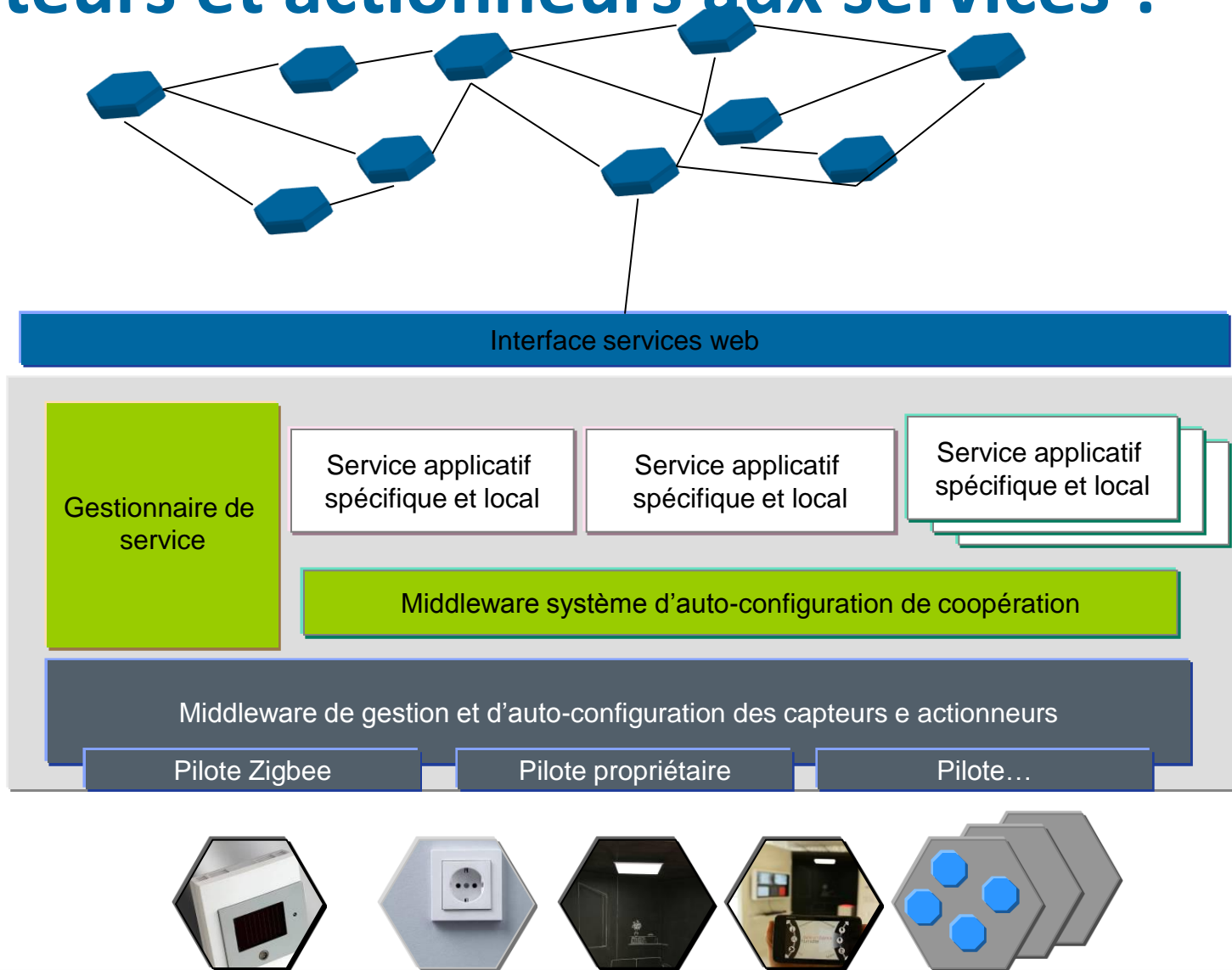
- Mesure de conductivité, inertie, transmission du flux solaire
- Méthodes inverses pour la reconstruction de l'état énergétique global et de l'évolution des propriétés thermo-physiques des composants de l'enveloppe.

Verrous

- Conditionnement des systèmes de capteurs
- Miniaturisation du système pour une perturbation minimale de la thermique
- Autonomie

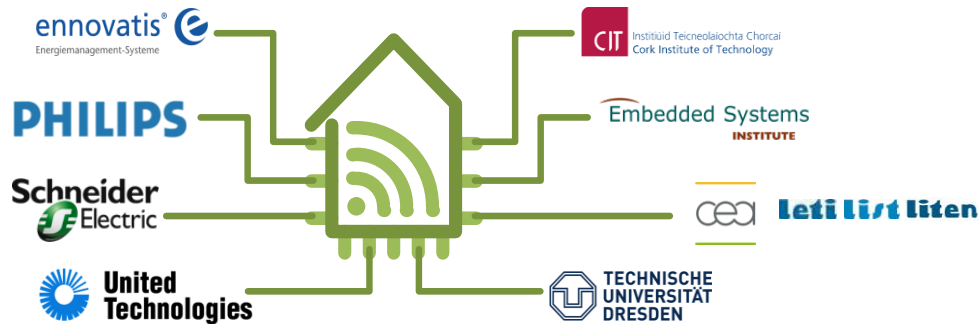


Quelles technologies pour connecter les capteurs et actionneurs aux services ?



Projet SCUBA

- Projet FP 7 ICT SCUBA : **S**elf-organising, **C**ooperative, and **robU**st **B**uilding Automation
- 8 partenaires



- Durée 36 mois : novembre 2011 à octobre 2014
- Objectif :
Création de nouveaux services, architectures et méthodologies d'ingénierie pour des systèmes de surveillance et de gestion de bâtiments, robustes, adaptatifs, autogérés et coopératifs, permettant de renforcer l'efficacité énergétique et la sécurité.
- Enjeux :
Faire face aux problèmes courants d'hétérogénéité et d'interopérabilité des dispositifs, de complexité d'installation, de mise en service et de maintenance, de besoins d'adaptabilité et de robustesse pour la gestion et le contrôle des bâtiments.

La vision de SCUBA

WP1
Architecture et sémantique multi-domaines

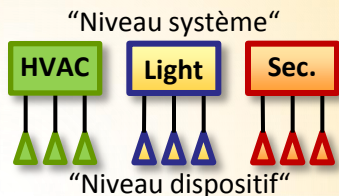
WP2
Ingénierie systématique

WP3
Infrastructure d'auto-organisation

WP4
Exploitation robuste et adaptative

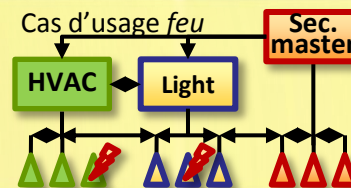
Situation actuelle

Faible interaction entre les dispositifs et les systèmes qui limite l'efficacité énergétique et réduit la robustesse et la sécurité dans les bâtiments



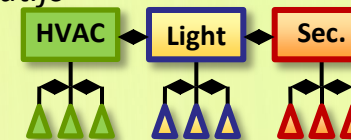
Evolution vers une exploitation adaptative

Stratégies d'exploitation robuste et adaptative pour des systèmes coopératifs



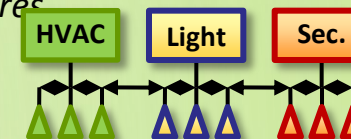
Evolution vers des systèmes collaboratifs

“Niveau système” autogéré, adaptatif et orienté vers des services coopératifs



Evolution vers des dispositifs autogérés

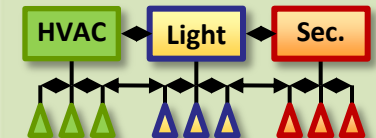
“Niveau dispositif” distribué et autogéré



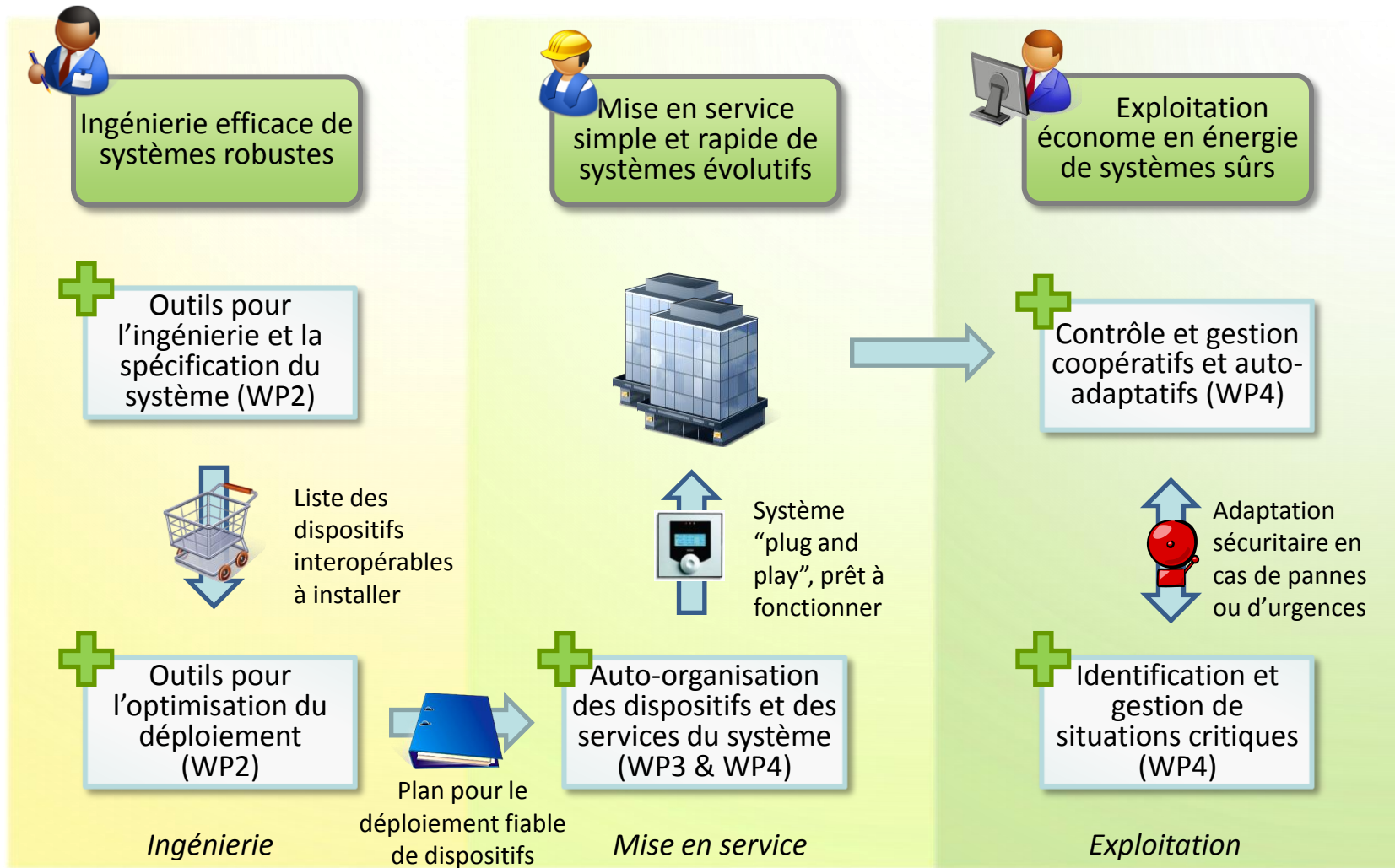
SCUBA

WP5/WP6

Systèmes de contrôle et gestion des bâtiments robustes, adaptatifs, collaboratifs et autogérés pour l'efficacité énergétique et la sécurité des bâtiments



L'apport de SCUBA dans le cycle de vie d'un bâtiment



Les cas d'usages ciblés par SCUBA 1/2

■ Déploiement

- **Acteurs** : l'intégrateur système
- **Résultat attendu** : définir les composants pour automatiser le pilotage du bâtiment (norme VDI 3813)
- **Pré-condition** : un ensemble d'exigences est défini sur le pilotage du bâtiment

■ Mise en service

- **Acteurs** : l'intégrateur système
- **Résultat attendu** : les services (éclairage, ventilation, chauffage/climatisation...) sont opérationnels et utilisables par les usagers et le gestionnaire.
- **Pré-conditions** :
 - Les fonctions automatisées ont été définies et allouées à des dispositifs logiques (capteurs, contrôleurs,...)
 - Les équipements (lampes, radiateurs...) et les composants SCUBA sont installés et connectés

■ Evolution du système

- **Acteurs** : l'intégrateur système
- **Résultat attendu** : adapter le pilotage du bâtiment à de nouvelles exigences
- **Pré-condition** : un système opérationnel est en service et un nouvel ensemble d'exigences est à appliquer

Les cas d'usages ciblés par SCUBA 2/2

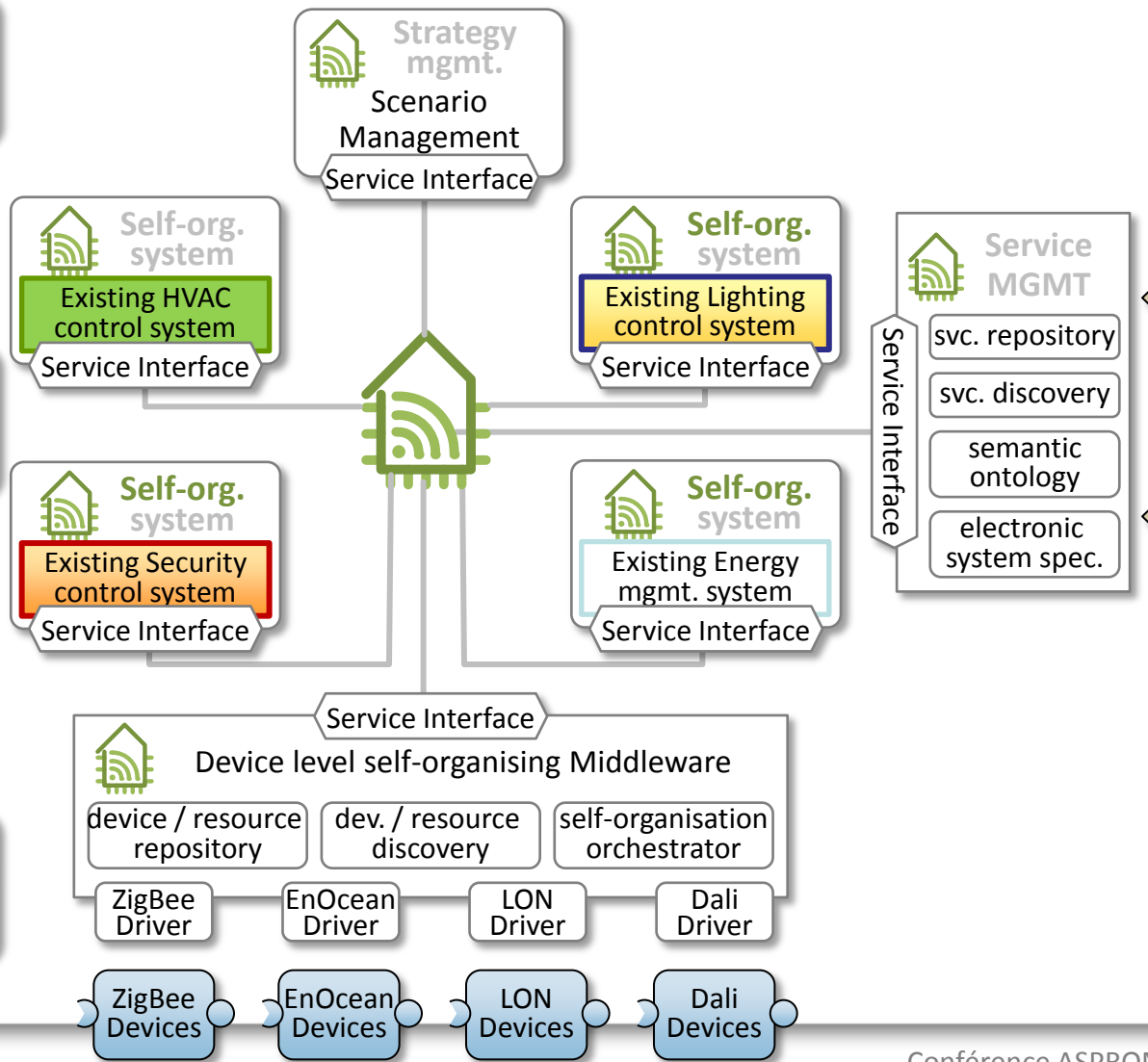
- **Adaptation à une panne**
 - **Acteurs** : le gestionnaire
 - **Résultat attendu** : la panne d'un composant (capteur, actionneur) a un impact minimal sur le confort et l'efficacité énergétique
 - **Pré-condition** : Les cas de pannes et les scénarios de recouvrement sont définis préalablement
- **Coopération**
 - **Acteurs** : le gestionnaire et les utilisateurs
 - **Résultat attendu** : des dispositifs applicatifs distincts et/ou des systèmes hétérogènes peuvent collaborer pour optimiser l'efficacité énergétique et le confort
 - **Pré-condition** : Le système SCUBA est opérationnel
- **Sécurité**
 - **Acteurs** : le système d'urgence
 - **Résultat attendu** : améliorer la sécurité des bâtiments constitués d'automatismes conventionnels (éclairage, ventilation, système de sécurité conventionnel...)
 - **Pré-condition** : les scénarios d'urgence ont été définis préalablement

Architecture proposée par SCUBA

Gestion des scénarii d'exploitation et des intérêts des parties prenantes

Collaboration autogérée et robuste au "niveau système"

Auto-organisation des segments locaux au "niveau dispositif"



Outils pour l'ingénierie du système

Outils pour l'ingénierie et l'optimisation du système

Outils pour l'optimisation du déploiement

Outils pour la génération et la spécification de règles d'orchestration

Résultats attendus du projet SCUBA

- Preuves de concept prévues sur 2 sites d'expérimentation en France
 - Réduction de 20% de la complexité et du coût de déploiement grâce aux dispositifs sans fil dont les communications sont rendues plus robustes de 15%
 - Réduction de 15% du temps de mise en service et de 20% du temps nécessaire à l'amélioration et l'évolution du système
 - Création de 3 nouvelles capacités dans les systèmes individuels grâce à la coopération avec les autres systèmes
 - Interopérabilité d'au moins 3 systèmes hétérogènes, multi-domaines, multi-vendeurs
 - 5 à 10 % d'économie d'énergie par rapport à un « état initial » grâce à la gestion coopérative du bâtiment



Exploitation de SCUBA pour des bâtiments économes en énergie

Projet



Quel **impact** pourrait avoir SCUBA sur le modèle d'affaires des acteurs du bâtiment ?

Dans quelle mesure les **cas d'usages** proposés dans SCUBA sont **pertinents** et **réalistes** du point de vue de votre marché et de votre expérience du domaine ?

Votre avis nous intéresse !

Standardisation et groupes d'utilisateurs pour élargir l'impact à l'ensemble du domaine

Domaine

Le secteur de la gestion du bâtiment a besoin d'outils et de technologies pour des systèmes interopérables, autogérés, robustes et économes en énergie



Fabricant de matériel

- Fonctionnalité améliorée
- Nouvelles applications
- Meilleurs arguments de vente



Installateur

- Ingénierie systématique
- Déploiement fiable
- Mise en service ad-hoc



Exploitant

- Extensions possibles
- Exploitation robuste, adaptative et efficace

Utilisateur final

Les entreprises et les habitants ont besoin de solutions peu coûteuses et faciles à mettre en oeuvre

Evaluation lors d'expérimentations dans des bâtiments fonctionnels

Quel partenaire pour le développement des TIC dans le bâtiment?

Les travaux de recherche du CEA leti adressent les défis des TIC pour le bâtiment du transducteur à l'adoption des services par l'utilisateur final et joue ainsi pleinement son rôle d'institut majeur de R&D pour répondre à l'enjeu de société qu'est l'efficacité énergétique

Rejoignez-nous pour des projets de R&D ambitieux !

leti

LABORATOIRE D'ÉLECTRONIQUE
ET DE TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION

CEA-Leti
MINATEC Campus, 17 rue des Martyrs
38054 GRENOBLE Cedex 9
Tel. +33 4 38 78 36 25

www.leti.fr



Merci de votre attention



14th

evolution smart 200
new mission
applications chemistry
security accelerometer create
innovation devices arts microtechnologies
LED lighting
LED
Letti

variable technology photonics space
Annual Review

researchers characterization
start-ups europe
wireless selective scanner power
electronics platforms
energy nano network cooperations silicon
biomedical biology
labs MEMS
production
industry
healthcare students renewable
300 nanotech partner energy
design create
publications
microtechnologies
spin-off transfert
students pilot first integrative
security environment

Save the date now!

→ June 19-20, 2012

MINATEC - GRENOBLE - FRANCE

Quelles technologies pour l'observation et le contrôle de la consommation ?

■ Spécifications envisagées

- Système temps réel, traitement du signal
=> algorithmes d'identification du type de charge en partie déporté en local
- Affichage de la tension, du courant et de la puissance électrique
- Calcul des moyennes de puissance, de tension et de courant sur une durée
- Communication avec un PC via un réseau sans-fil ZigBee puis WAN
- Contrôle à distance (commutation)
- IHM simplifiée (visualisation paramètres, graphiques, contrôle système)

■ Savoirs-faires mobilisés

- Architecture système
 - Consommation du système
 - Portée du réseau
 - Cohabitation avec les autres utilisateurs
 - ...

■ Démarche

- Réalisation d'une architecture électronique modulaire pour évolutivité avec capacité de calcul plus importante
 - Capteur de courant
 - Module RF
 - Algorithmes
- Déploiement, évaluation par l'expérimentation
- Optimisation de l'architecture électronique pour industrialisation



PLUGWISE (hollandais) :
105€ (2 prises + dongle USB)



PLOGG (anglais) :
145€ (prise + dongle USB)