

Le Projet Scientifique et la Plate-forme ADREAM

Michel Diaz, Bruno Estibals, Jean Arlat

LAAS-CNRS

Michel.Diaz@laas.fr

Septembre2012



**Comprendre, concevoir et maîtriser les systèmes complexes:
aéronautiques, embarqués, télécommunications, ambiants, biotechnos,...**

Thèmes scientifiques

➤ **Electronique et Micro Systèmes**

- **Gestion de l'énergie**
- **Micronanosystèmes RF et optiques**

➤ **Informatique Critique**

- **Tolérance aux fautes et Sûreté de Fonctionnement**
- **Réseaux et Communications**

➤ **Décision et optimisation**

- **Modélisation, Optimisation et Conduite des Systèmes**

➤ **Robotique**

- **Robots et Systèmes Autonomes**

Plates-formes Techniques

- **Conception de Micro-Nano Systèmes**
 - **Salle Blanche 1500 m² - classes 100 and 10000**
 - Fabrication de Chips
 - **Modélisation et Caractérisation**
 - Electrique, Thermique, RF, Biologiques ...

- **Robotique**
 - 10 robots

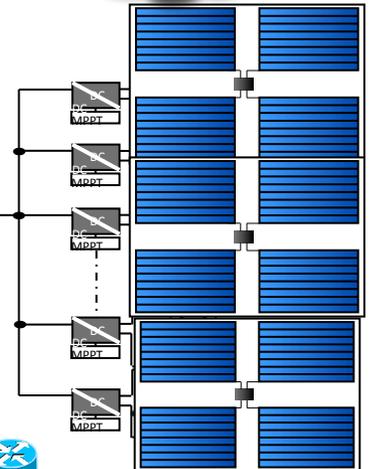
- **Réseau**
 - Connexion à Renater, multi domaines, technos...

- **Projet et Plate-forme ADREAM**



ADREAM

**Architectures
Dynamiques
Reconfigurables de
systèmes
Embarqués
Autonomes Mobiles**



Projet « ADREAM »

Début en 2006

pour les **Systemes Embarqués du futur**

avec

- **les Capteurs et le Temps Réel**
- **l'Informatique Ambiante**
- **les Robots Compagnons Autonomes**
- **la Gestion de l'Energie**
- **l'Internet des Objets**

Motivations

**Etude des Systèmes qui étendent l'internet et vont
lier :**

- les traitements du monde de l'information (virtuel)
- aux traitements du monde physique (réel)

**avec de très fortes Contraintes (Complexité, Multi-
disciplinarité, Multi-échelle, ...)**

- → des théories, méthodes et outils
- → concevoir, réaliser et expérimenter

ETUDE des SYSTEMES CYBER-PHYSIQUES

Projet CPER (2007-2012)

ADREAM

BUTS : Supports pour la Conception, la
Validation, l'Expérimentation de ces Systèmes,

Comportant :

- des Projets de recherche concertés
- une extension des Plates-Formes de Conception:
CAO, Caractérisation, Réseau, Robotique
- un Bâtiment Instrumenté à Energie Optimisée



PARTIE I

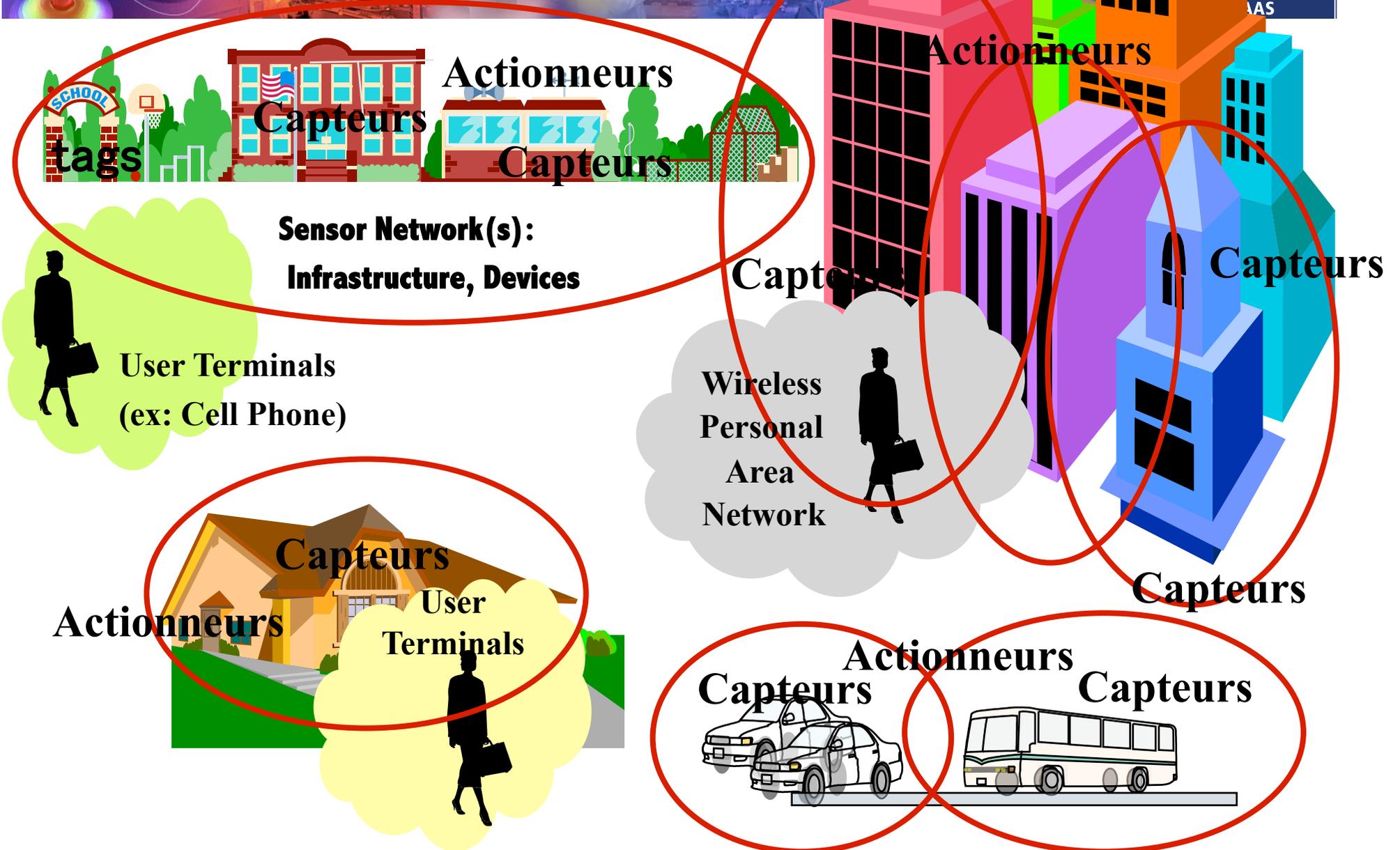
LA RECHERCHE

ADREAM



1. L'INFORMATIQUE AMBIANTE

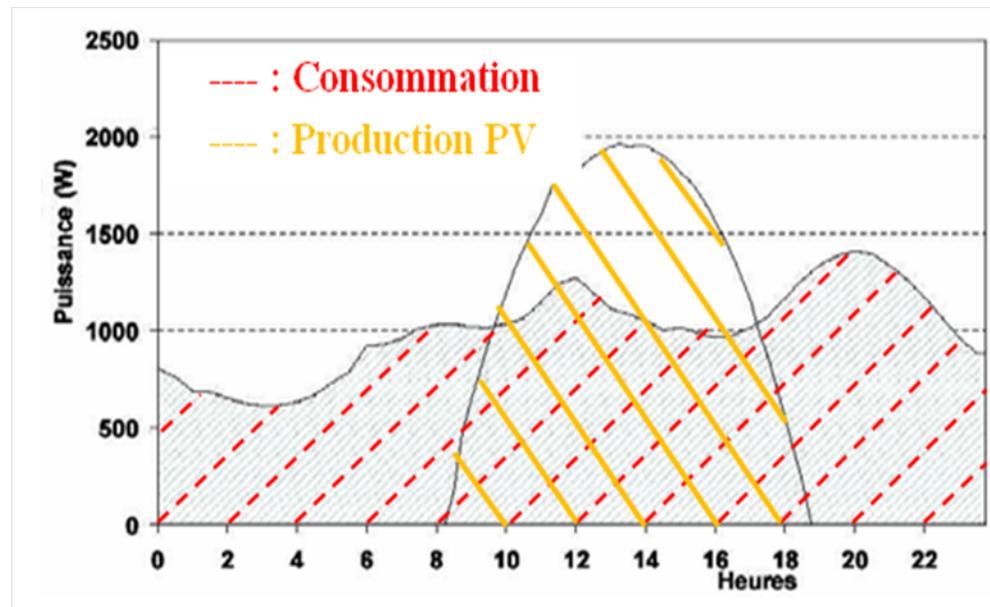
Ex de Syst Ambient



2. LES SYSTÈMES

ENERGETIQUES

- **Gestion de l'équilibre Offre/Demande**
 - Anticiper la consommation
 - Gestion des flux d'électricité
- **Problématique consommation - connexion réseau**
 - Intermittence de la production
 - Déphasage entre production et consommation





3. LES ROBOTS

COMPAGNONS

La plate-forme Robotique

- 10 robots



PR2 Personal robot 2

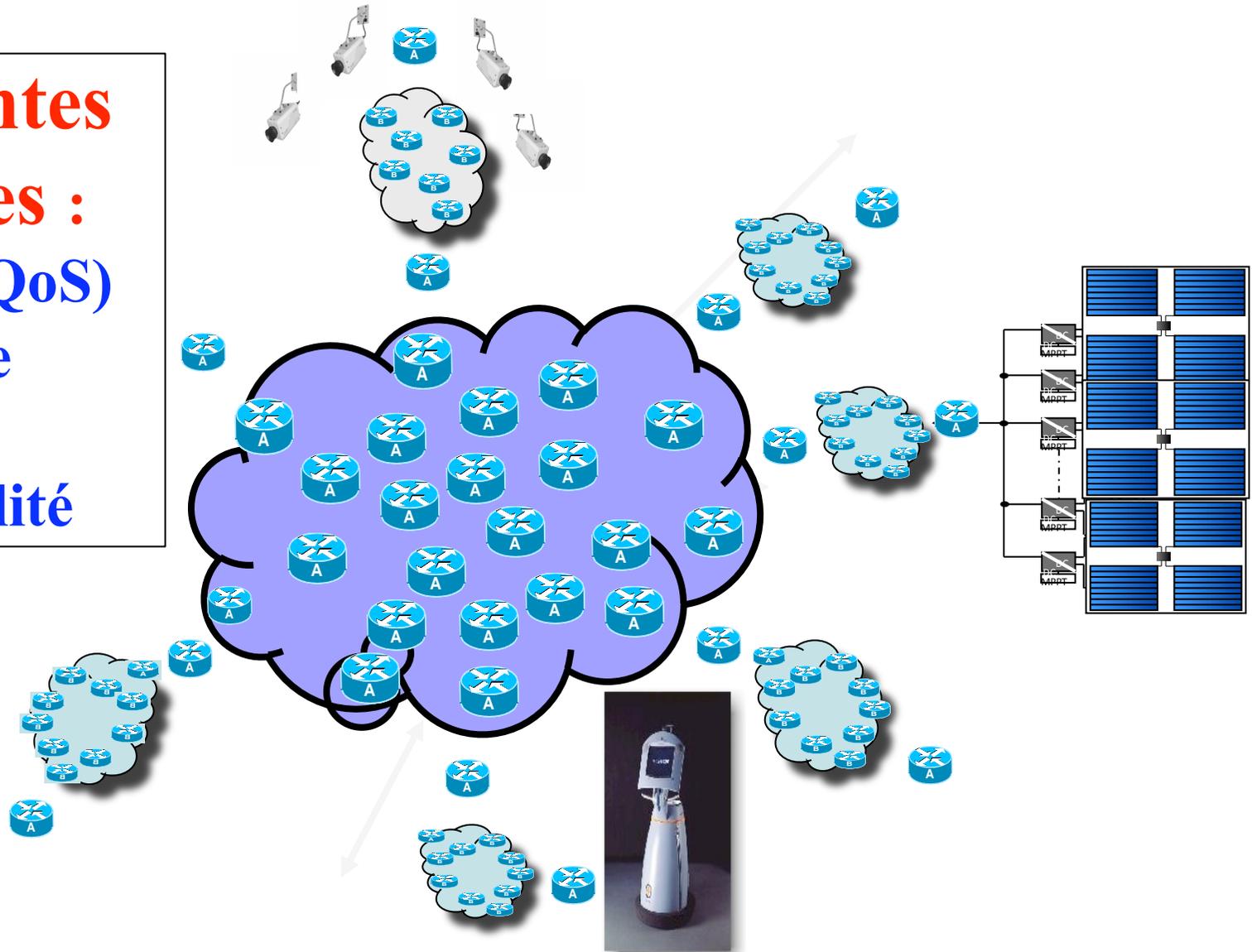


- **Capteurs, actionneurs, analyse, décision, interaction avec l'Homme, services, ...**

4. L'INTERNET DES OBJETS

Contraintes
Garanties :

- Qualité (QoS)
- Résilience
- Sécurité
- Adaptabilité





Les TRAVAUX de

RECHERCHE

Principaux thèmes du LAAS

- **Micro et Nano-capteurs**
- **Systemes Informatiques Autonomiques**
- **Localisation, Navigation, Robots et Mobilité**
- **Optimisation et Commande**
- **Systemes Energétiques**
- **Sécurité et protection de la vie privée**
- **Environnement de co-simulation et de co-validation système**
- **Développement formel de systemes mobiles adaptatifs sûrs de fonctionnement**

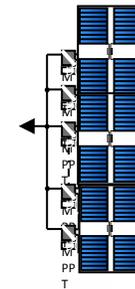
Les Niveaux

Trois niveaux principaux

- Niveau 1. Capteurs, Objets, Artefacts
- Niveau 2. Systèmes en tant que Composants ou Services
- Niveau 3. Systèmes de Systèmes-Composants ou de Systèmes-Services

1. Composants, Objets et Artefacts Robots

- **Microdispositifs et microsystemes**
 - Capteurs et Actionneurs
 - Communications sans fil
 - Autonomie Energétique
- **Capteurs distribués intelligents**
- **Robots et Flottes de robots**



Ex: Réseaux de CAPTEURS

Plusieurs Approches

- **Micro nanosystèmes capteurs actionneurs**
- **Gestion de l'énergie**
- **Réseaux et protocoles**
- **Sûreté de fonctionnement Tolérance aux fautes**
- **Technologie et Commande**
- **Architectures Systèmes Critiques Mobiles :**
 - fortes contraintes de QoS, Temps réel, Sûreté de fonctionnement, Energie,
 - des Composants MEMS aux Réseaux

Ex: Réseaux de CAPTEURS

- **Microdispositifs et microsystèmes Capteurs**
 - Conception, réalisation MEMS en technologie silicium : pression, t° , dosimètre, gaz, déplacements, ..., actifs ou passifs
 - Utilisation des polymères et Electronique souple
- **Micro et Nanosystèmes pour Communications sans fil**

Intégration capteurs-microsystèmes communicants

 - Syst de communications CMOS fréquences millimétriques-submillim (10-94GH)
 - Reconfiguration de fréquence, direction et puissance
- **Systèmes de Gestion de l'Energie**
 - Récupération : Vibrations, T° , PhotoV, ..., et conversion multi-sources
 - Stockage : supercondensateurs sur silicium
 - Commande de productions photovoltaïques
 - Fiabilité vis-à-vis ESD (décharges) et EMI (interférences)
- **Intégration de Micro et nano Systèmes:** Méthodes et outils 3D
 - Modélisation à l'échelle atomique, électrique et thermique
 - Modélisation UWB couche physique, prototypage virtuel composant et système

Micro et Nano-capteurs

- **Capteur multi-physique à base de jonction P-N**
- **Capteurs optiques**
- **Transport de signaux RF par fibre optique**
- **Circuits de communication millimétriques**
- **Composants sub-millimétriques et THz**
- **Capteurs passifs à transduction électromagnétique**
- **Génération, récupération, stockage et gestion d'énergie (vibrations, supercondensateurs,...)**

2. Services Eléments

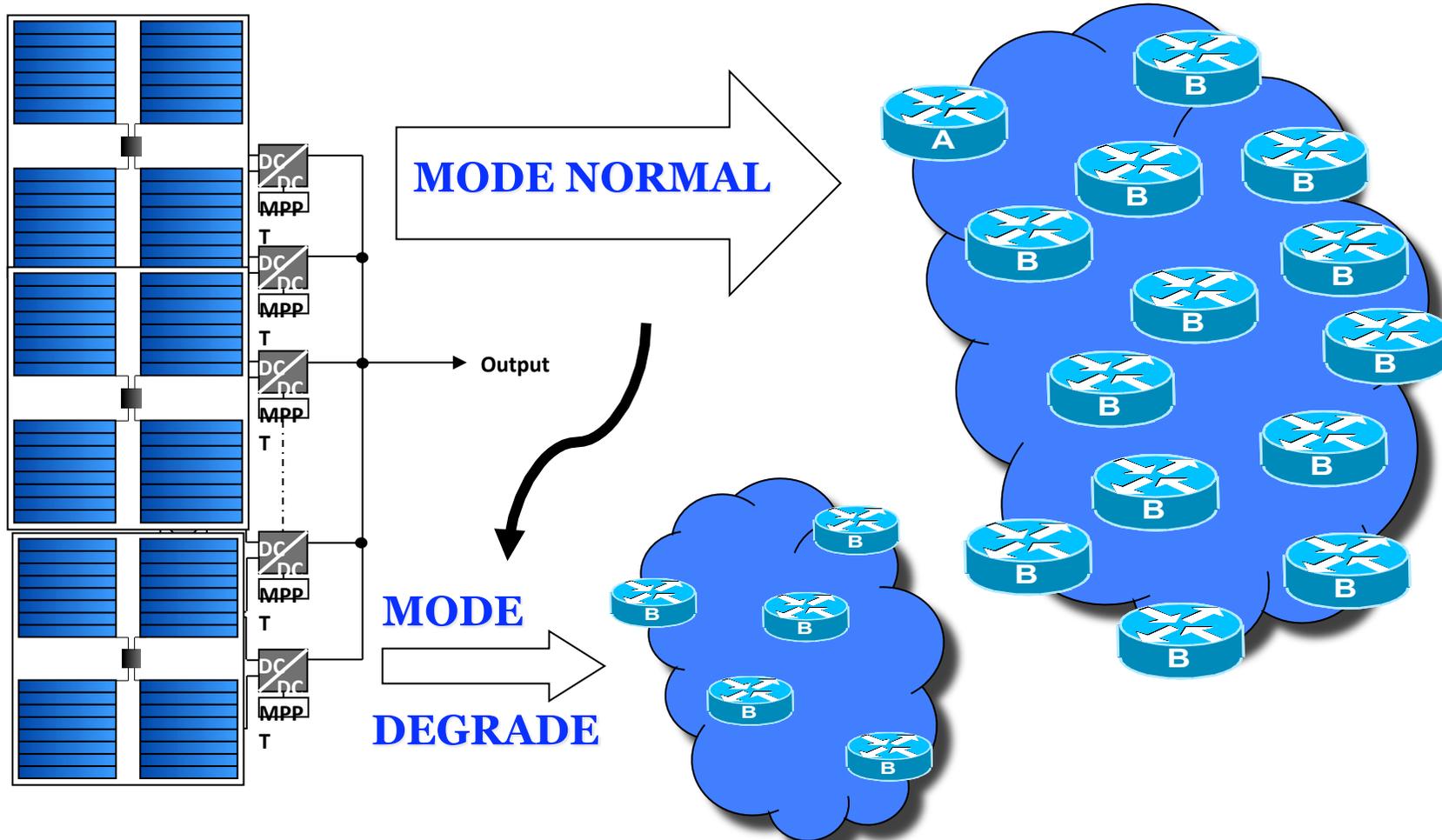
- **2.1 Systèmes de Monitoring**
 - Acquisition, Filtrage, Interprétation
- **2.2 Systèmes de Communication**
 - Communication multi-réseaux, QoS et Sécurité
- **2.3 Systèmes de Gestion d'Energie**
 - Multi-sources, Optimisation Prod/Stock/Conso
- **2.4 Systèmes de Décision**
 - Apprentissage, Commande,
 - Interaction avec l'humain

3. Méthodologie de Conception globale de Systèmes-Composants ou Systèmes-Services

- **Analyse d'Interopérabilité multi-systèmes**
 - Performances et Qualité de Service
 - Sûreté de Fonctionnement et Sécurité
 - Adaptabilité
- **Validation par Modélisation**
- **Validation par Simulation Multi-échelle**
- **Outils**

Ex: Adaptabilité Syst de Syst

De Energie vers Réseau si Pb énergétique



Applications

Fournir aux utilisateurs de ces Systèmes

■ des Services Génériques

- Services de Sécurité (privacy, surveillance)
- Services de Présence (localisation, guidage)
- Services d'Interprétation contextuelle (suivi, analyse), ...

■ des Services Applicatifs ou des Applications

- Surveillance de sites
- Aide aux personnes, ...



PARTIE II

LE BATIMENT

ADREAM

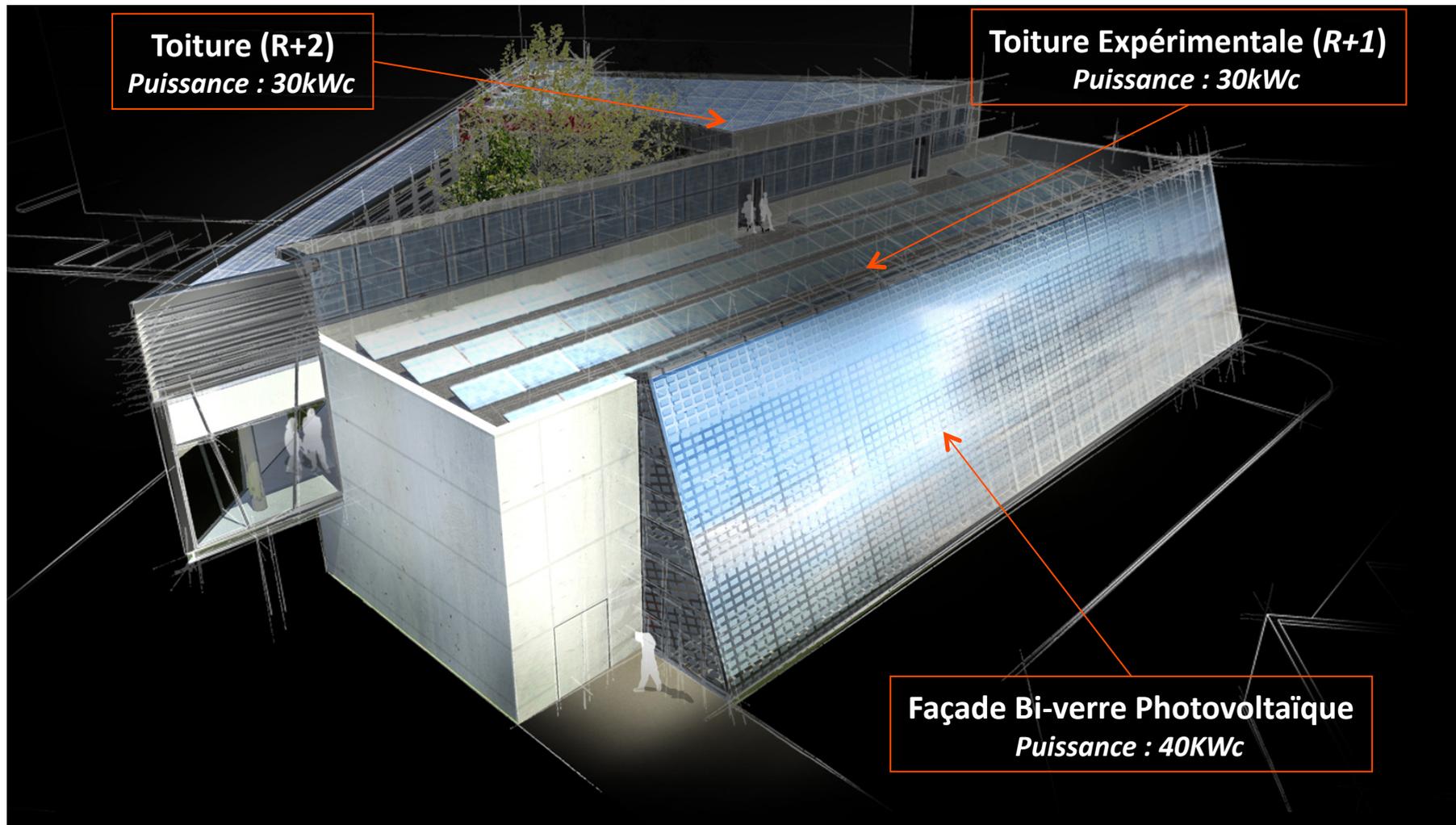
Projet CPER ADREAM

BATIMENT

- Instrumenté
- Intelligent
- A Energie optimisé
- Avec des services Réseaux et Robotiques

Site d'Expérimentation et d'Evaluation

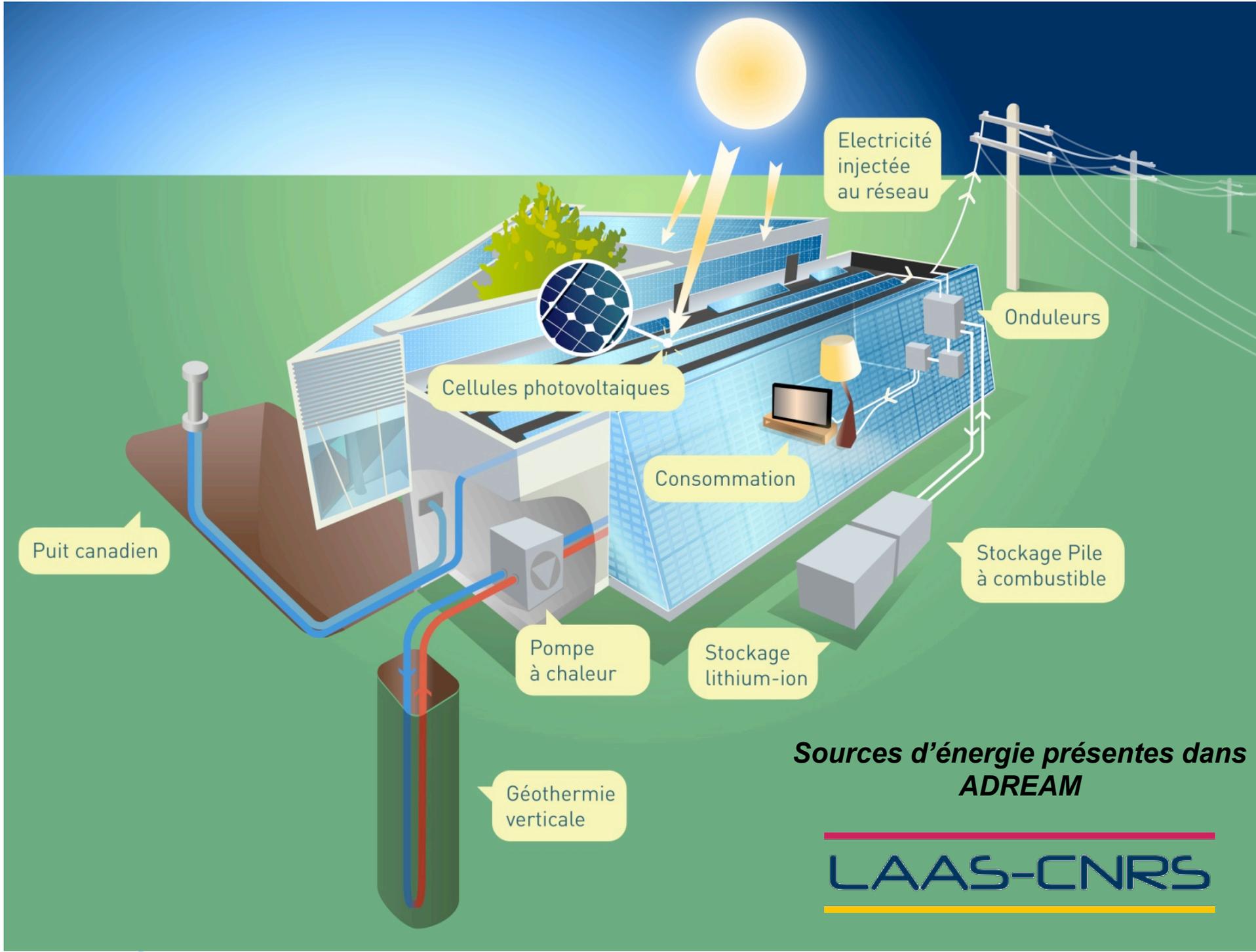
Le Bâtiment ADREAM: Vue d'architecte



ADREAM, volet énergétique

Un bâtiment à énergie positive au service d'un projet de recherche



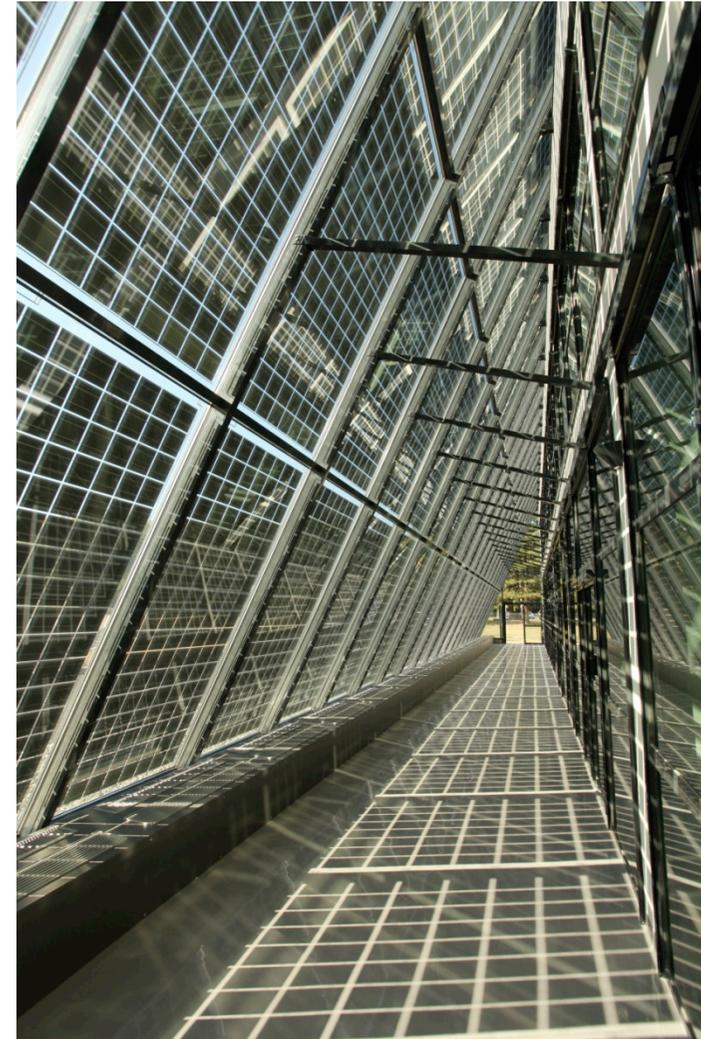


**Sources d'énergie présentes dans
ADREAM**

Aspect Photovoltaïque

Façade photovoltaïque : 36kWc

- **Façade photovoltaïque : 36kWc**
 - 50% de modules bi-verre, équipés cellules en silicium cristallin
 - 50% de modules bi-verre isolés, avec lame d'air, équipés cellules en silicium cristallin
- **Panneaux photovoltaïques**
 - Marque : Scheuten
 - Dimensions : 2,94m par 1,45m
 - 144 cellules par panneaux
 - Puissance unitaire : 529Wc
- **Implantation**
 - Surface approximative : 330m²
 - Orientation plein Sud
 - Inclinaison : 65°
- **Projets de recherche**
 - Réseau de capteur INSIS : étude de l'influence de la température sur le rendement des cellules



Aspect Photovoltaïque

Toiture expérimentale

■ Constitution

- Toiture expérimentale ① : **19,2 kWc**
- Bardage Verre Tedlar : **13,4 kWc**
- Façade Tri-verre : **2,1 kWc**

■ Toiture expérimentale ① : **19,2 kWc**

- Supports lestés à inclinaison réglable (0 → 90°)
- Modules verre-tedlar en silicium cristallin
- Marque : Tenesol
- Puissance élémentaire : 250Wc
- Terrasse modulable

■ Bardage Verre Tedlar : **13,4 kWc**

- Supports fixes à 90°
- Modules verre-tedlar en silicium cristallin
- Puissance élémentaire : 250Wc

■ Façade Tri-verre : **2,1 kWc**

- Marque : Scheuten
- Dimensions : 2,94m par 1,45m



Les Capteurs et Réseaux

- **Capteurs Chauffage-Ventilation-Climatisation**
 - **Capteurs Eclairage-Electricité**
 - **Capteurs Environnement (météo, températures, ...)**
 - **Capteurs Production Electricité Photovoltaïque**
 - **Capteurs Stockage et Consommation d'Energie**
-
- **Capteurs de vision (caméras) et des Robots**
 - **Capteurs Suivi de Mouvements et Localisation (RFID,...)**
 - **Réseaux de Capteurs**
 - **Réseaux Génériques**
 - **Réseau de Monitoring ...**

Capteurs et RdC fournis avec le bâtiment

- Capteurs de **Température**
- Capteurs de **Présence**
- Capteurs de **Luminosité** (intérieur et extérieur)
- Capteurs de **Ventilation** (ventilo-convecteurs)
- Capteurs de **Pompe A Chaleur** et **Adiabatiques**
- Capteurs d'**Environnement météo** (vent,...)
- Capteurs de **Production d'Electricité** (onduleurs,...)
- Capteurs de **Consommation d'Energie** (compteurs,...)
- Capteurs de **Stockage d'Energie** (batteries)

Réseaux de Capteurs

Capteurs ajoutés

- Capteurs de **vitesse de flux d'air**
- Capteurs de **températures façade PhotoVoltaire**
- Capteurs d'**illumination**
- Capteurs de **vision** (réseau de caméras)
- Capteurs de **mouvements**
- Capteurs de **distance**
- Capteurs de **localisation**
- Capteurs de **proximité** (flotte de robots)

QQ Projets en cours

■ Energie

- **Caractérisation des source et production Photovoltaïque**
- **Optimisation du triplet Production-Stockage-Consommation**
- **Controle système de refroidissement: tempér facade vs effic de prod**

■ Robotique

- **Robots de guidage et inter-robots**
- **Intéraction humain-robot**
- **Partage de Tache entre robots et humains**

■ Réseaux et Machine-to-Machine

- **Architecture et communications à Qualité de service garantie**
- **Plate-forme générique M2M**
- **Acquisition de connaissance globale et gestion autonome**

CONCLUSION

- **Etudes Multi-Systèmes Multi-Technologies**
 - **Electronique Informatique Automatique**

- **Entrée dans la bâtiment : Novembre 2012**

- **Inauguration du Bâtiment : Juillet 2012**

- **Plate-forme d'expérimentation Ouverte**
 - **Evaluation de solutions**
 - **Collaborations attendues**

LAAS-CNRS

Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes



Université
de Toulouse

