



www.cnrs.fr

## DOSSIER DE PRESSE

---

# Visite du bâtiment intelligent à énergie positive *Adream* situé au LAAS-CNRS

Bienvenue dans le monde cyberphysique : du virtuel au réel



*Mercredi 27 juin 2012*

*Laboratoire CNRS d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS-CNRS), à Toulouse*

### Contacts

Presse CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 | [priscilla.dacher@cnrs-dir.fr](mailto:priscilla.dacher@cnrs-dir.fr)

Communication LAAS-CNRS | Anne Mauffret | T 05 61 33 69 35 – 06 88 19 68 61 | [anne.mauffret@laas.fr](mailto:anne.mauffret@laas.fr)

Communication délégation CNRS Midi-Pyrénées | Nathalie Boudet | T 05 61 33 61 34 | [nathalie.boudet@dr14.cnrs.fr](mailto:nathalie.boudet@dr14.cnrs.fr)



www.cnrs.fr

## Sommaire

---

- > Programme de la visite
- > Biographies des intervenants
- > Quelques recherches en robotique qui seront effectuées dans *Adream*
- > *Adream*, un bâtiment autonome en énergie
- > Réseaux de capteurs
- > Machines communicantes auto-organisées
- > Sécurité informatique et vie privée
- > Glossaire
- > *CNRS le journal* « Projet *Adream* : le futur à notre porte »
- > Extrait de la Lettre du LAAS consacré au programme *Adream*

*Des visuels sont disponibles sur demande à la photothèque du CNRS  
(T 01 45 07 57 90 - [phototheque@cnrs-bellevue.fr](mailto:phototheque@cnrs-bellevue.fr)).*



www.cnrs.fr

## Programme

---

> **Rendez-vous à l'aéroport de Paris-Orly à 8H00**, départ de Paris-Orly en avion à 8H30

> **Arrivée à 9H50** à Toulouse

> **10h30-11H00**

Présentation du laboratoire LAAS-CNRS et du programme Adream (**Michel Diaz**)

> **11H00-12h30 : Robotique (Rachid Alami)**

- *Les robots assistants et équipiers de l'homme (robots PR2, Jido) (Rachid Alami)*
- *Coopération entre drones et robots terrestres pour la surveillance d'environnement (Simon Lacroix)*
- *Navigation coordonnée homme-robot dans une foule (Frédéric Lerasle)*

> **12h30-13h00 : Applications en santé**

- *Domotique médicale : surveillance multi capteurs pour la localisation et la détection de chute des personnes âgées (Eric Campo)*

> **13H00-14h30 : Buffet patio Adream**

> **14H30-15H45: Energie (Bruno Estibals)**

- *Le bâtiment Adream, un outil expérimental reconfigurable pour l'énergie*
- *La plateforme de caractérisation de la production d'énergie photovoltaïque*

> **15h45-16h25 : Réseaux de capteurs intelligents sans fil**

- *Conception de réseaux de capteurs intelligents sans fil: cas de l'aéronautique (Daniela Dragomirescu)*

> **16H25-17h05 : Machines communicantes auto-organisées**

- *Communication machine à machine dans un environnement ubiquitaire au service des utilisateurs de l'internet des objets (Khalil Drira, Thierry Monteil, Véronique Baudin)*

> **17H05-18h15 : Sécurité informatique et vie privée**

- *Sécurité informatique et protection de la vie privée (Yves Deswarte)*
- *Geoprivacy : que révèlent vos déplacements de votre vie privée ? (Marc-Olivier Kilijian)*
- *Mobilité sociale, mobilité spatiale : capture et analyse des schémas de mobilité et d'interaction sociale dans une « foule » de journalistes en visite au LAAS (Matthieu Roy, Gilles Tredan)*

> **18H15** : Départ vers l'aéroport de Toulouse Blagnac

> **19H50** : Départ de l'avion, Arrivée à Paris à 21H10



www.cnrs.fr

## Biographies des intervenants



**Michel Diaz** est directeur de recherche CNRS au LAAS-CNRS. Ses travaux portent sur la conception formelle ainsi que les architectures des réseaux et des systèmes multimédias coopératifs adaptatifs. **Coordinateur du projet Adream**, il a été responsable de groupes de recherche et sous-directeur du LAAS-CNRS, professeur à l'Université de Delaware et chercheur à l'Université de Californie à Berkeley. Il a également dirigé la Recherche coordonnée française sur le parallélisme, les réseaux et les systèmes, et présidé le Comité d'experts sur les réseaux de communication. Il a édité 14 ouvrages, publié plus de 300 communications scientifiques, présidé onze conférences et coordonné plusieurs grands projets nationaux et européens. Il est membre senior de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), a reçu la médaille d'argent de l'organisation informatique internationale IFIP (International Federation for Information Processing), est membre de la New York Academy of Sciences et listé dans le Who's Who in Science and Engineering.

Contact : [michel.diaz@laas.fr](mailto:michel.diaz@laas.fr) / T 05 61 33 62 56

### Robotique

#### *Robots assistants et équipiers de l'homme*



**Rachid Alami** est directeur de recherche CNRS au LAAS-CNRS. Il a obtenu en 1978 un diplôme d'ingénieur en informatique de l'ENSEEIH (Ecole nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique, d'informatique, d'hydraulique et des télécommunications), puis une thèse de docteur-ingénieur de l'Université Paul Sabatier en 1983 et une habilitation à diriger les recherches en 1996. Il a contribué à de nombreux projets de recherche collaboratifs tant au niveau national qu'europpéen. Ses recherches portent sur **l'autonomie décisionnelle des robots, la planification de mouvements et de tâches, la coopération multi-robot et l'interaction homme-robot**. Il est actuellement responsable du thème robotique du LAAS-CNRS. Il a publié plus de 120 articles ou communications scientifiques dans des revues ou des conférences internationales.

Contact : [rachid.alami@laas.fr](mailto:rachid.alami@laas.fr) / T 05 61 33 63 46

- *Autres chercheurs, ingénieurs, doctorants et post doctorants impliqués : T. Siméon, D. Sidobre, M. Vy, F. Ingrand, M. Herrb, A. Mallet, Mamoun Gharbi, Séverin Lemaignan, Wuwei Hei, Guido Manfred et Jim Mainprice.*

#### *Navigation coordonnée homme-robot dans une foule*



**Frédéric Lerasle** est professeur à l'Université Paul Sabatier - Toulouse 3, tout en effectuant des recherches au LAAS-CNRS. Il a effectué une thèse sur le suivi visuel au Laboratoire des sciences et matériaux pour l'électronique et d'automatique (CNRS/Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand) en 1997 et a obtenu son habilitation à diriger les recherches en 2008 au LAAS-CNRS (elle portait sur la robotique mobile en milieu humain). Il s'intéresse



www.cnrs.fr

désormais à la **perception pour l'interaction homme-robot et la vidéosurveillance**.

Contact : [lerasle@laas.fr](mailto:lerasle@laas.fr) / T 05 61 33 69 61

➤ *Equipe : Ariane Herbulot, Viviane Cadenat, Antony Coustou, Alhayat Ali Mekonnen*

### *Robotique terrestre et aérienne*



**Simon Lacroix** est directeur de recherche CNRS au LAAS-CNRS. Il était principalement impliqué dans des activités liées aux robots d'exploration planétaire dans les années 90, et a initié les activités en robotique aérienne au laboratoire au début des années 2000. Depuis, ses recherches se sont concentrées sur le déploiement d'équipes de robots autonomes hétérogènes. Ses recherches portent essentiellement sur la **robotique terrestre et aérienne autonome** (perception et modélisation de l'environnement, localisation, contrôle de la perception et stratégies de navigation autonome). Elles

évoluent aujourd'hui vers les processus décisionnels nécessaires à la coopération entre robots autonomes.

Contact : [simon.lacroix@laas.fr](mailto:simon.lacroix@laas.fr) / T 05 61 33 62 66

### **Réseaux de capteurs**

#### *Applications en santé (domotique médicale)*



**Eric Campo** est professeur à l'Université de Toulouse (Institut technologique de Blagnac). Docteur en électronique de l'Institut national des sciences appliquées (INSA) en 1993, il mène des recherches au LAAS-CNRS sur l'intégration de **systèmes multicapteurs et microsystemes communicants sans fil**. Il est principalement impliqué dans des applications liées à l'habitat intelligent (capteurs intelligents répartis et traitements associés, microsystemes et systèmes portés sans fil, démonstrateurs sur sites réels et plateformes technologiques). Il a coordonné plusieurs projets multidisciplinaires consacrés à la **surveillance et le maintien de personnes âgées à domicile**. Il participe à divers groupes de travail liés à la maison intelligente et aux technologies pour la santé. Il est membre du comité de pilotage du Groupe national de recherche Stic-Santé (responsable du thème "Capteurs, vêtements, habitats intelligents pour la santé") et expert auprès du programme ANR-TecSan. Il est membre senior de l'IEEE et de la Société internationale de la gérontechnologie.

Contact : [campo@laas.fr](mailto:campo@laas.fr)

➤ *Equipe : Yoann Charlon, Walid Bourennane, Fehd Bettahar, Julien Cornier*

### *Applications à l'aéronautique*



**Daniela Dragomirescu** est maître de conférences à l'INSA de Toulouse depuis 2001. Elle a obtenu un diplôme d'ingénieur en électronique et télécommunications à l'Université polytechnique de Bucarest (Roumanie) en 1996. Elle est chercheur au LAAS-CNRS dans le domaine des réseaux de capteurs sans fil. Ses travaux portent sur les couches de liaison de données (couche physique et Media Access Control – MAC) utilisant la communication à très large bande de fréquence (Ultra Wide Band-UWB).



www.cnrs.fr

Elle applique ses recherches en développant des réseaux de capteurs sans fil pour l'aéronautique et l'espace ainsi que des réseaux sans fil à très haut débit de données pour la transmission vidéo en haute définition.  
Contact : [daniela.dragomirescu@laas.fr](mailto:daniela.dragomirescu@laas.fr) / T 05 61 33 63 79

- *Equipe : Florian Perget, Thomas Beluch, Mariano Ercoli, Guillaume Escande, Frédéric Camps, Samuel Charlot, Alexandre Rumeau, Laurent Bary, Antony Coustou*

### Energie : le bâtiment *Adream*



**Bruno Estibals** est professeur à l'Université Paul Sabatier - Toulouse 3. Depuis son recrutement au LAAS-CNRS en 2004 en tant que maître de conférences, il effectue ses recherches sur la **gestion et la conversion de l'énergie électrique**. Il est responsable du volet énergie du programme scientifique *Adream*.

Contact : [bruno.estibals@laas.fr](mailto:bruno.estibals@laas.fr) / T 05 61 33 64 43



**Christelle Ecrepont** est ingénieur de recherche au CNRS. Informaticienne de formation, elle est chargée depuis son intégration au LAAS-CNRS en 2010 du suivi de la construction du bâtiment, puis de son pilotage en tant qu'outil d'expérimentation. Outre la supervision du bâtiment, elle s'occupe de la collecte et du traitement de données issues du bâtiment.

Contact : [christelle.ecrepont@laas.fr](mailto:christelle.ecrepont@laas.fr)



**Corinne Alonso** est professeur à l'Université Paul Sabatier - Toulouse 3. Depuis son recrutement en tant que maître de conférences au LAAS-CNRS, elle a initié puis développé les recherches sur la gestion et la conversion de l'énergie photovoltaïque, en développant de nouveaux concepts de lois de commande et de structures de convertisseurs. De plus, elle a été à l'origine de nombreuses collaborations avec des établissements français et internationaux (Université Polytechnique de Barcelone, Ecole d'ingénieur de Tarragone). Elle est responsable au sein du LAAS des activités « Gestion et conversion de l'énergie ».

Contact : [alonsoc@laas.fr](mailto:alonsoc@laas.fr) / T 05 61 33 69 42

- *Equipe : Lionel Séguier, Cyril Lahore, Christelle Ecrepont, Jean-Marie Dilhac*





www.cnrs.fr

### Machines communicantes auto-organisées



Directeur de recherche CNRS, **Khalil Drira** dirige l'équipe de recherche « Services et architectures pour les réseaux avancés » (SARA) et est responsable du thème « Réseaux et communications » au LAAS-CNRS. Ses recherches portent sur les **systèmes distribués communicants coopératifs, les services en réseau et les architectures logicielles dynamiquement reconfigurables**. Il a participé et participe à des projets européens sur les thématiques de recherche liées à ces activités avec des applications « machine-to-machine ». Il est auteur de plus de 200 articles dans des conférences et revues scientifiques. Il préside ou a

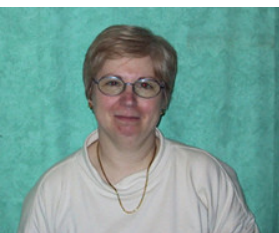
présidé de nombreuses conférences internationales et nationales.

Contact : [khalil.drira@laas.fr](mailto:khalil.drira@laas.fr) / T 05 61 33 63 22



**Thierry Monteil** est maître de conférences à l'INSA Toulouse. Il a obtenu un diplôme d'ingénieur en informatique à l'ENSEEIH en 1992 puis une thèse de docteur-ingénieur à l'INP Toulouse en 1996 suivie d'une habilitation à diriger les recherches en 2010. Ses recherches portent sur les systèmes distribués communicants et la gestion de performance. Son activité se concentre sur le calcul parallèle, les systèmes informatiques autonomes et le domaine du « machine-to-machine » avec des travaux sur la modélisation de propriétés fonctionnelles et non fonctionnelles.

Contact : [monteil@laas.fr](mailto:monteil@laas.fr) / T 05 61 33 78 52



**Véronique Baudin** est ingénieur de recherche au CNRS. Son expertise concerne le développement d'applications distribuées communicantes (visioconférences, environnements de travail coopératif) dans les langages de programmation (Java principalement) et sur l'outil de déploiement automatique WebStart. Elle fait de la veille technologique sur l'évolution de JAVA, les environnements de travail coopératif, les protocoles de gestion de sessions ainsi que les protocoles réseaux.

Contact : [vero@laas.fr](mailto:vero@laas.fr) / T 05 61 33 63 23

### Sécurité informatique et vie privée



**Yves Deswarte** est directeur de recherche au CNRS, membre de l'équipe « Tolérance aux fautes et sûreté de fonctionnement informatique » du LAAS. Successivement à la Compagnie internationale pour l'informatique - Division militaire, spatiale et aéronautique (CII - DMSA) devenue CIMSA en 1977, à l'INRIA et au LAAS-CNRS, ses travaux de recherche ont porté principalement sur la tolérance aux fautes et la sécurité des systèmes distribués. Plus récemment, il s'est intéressé en particulier à la tolérance aux intrusions, à l'évaluation quantitative de la sécurité, aux critères d'évaluation de la **sûreté de fonctionnement**, à la protection des systèmes critiques à niveaux

multiples d'intégrité, à des **politiques de sécurité** pour les grandes infrastructures critiques, et aux schémas



www.cnrs.fr

d'autorisation **préservant la vie privée**. Il est auteur ou co-auteur de plus de 150 publications internationales dans ces domaines. Il est membre émérite de la Société de l'électricité, de l'électronique et des TIC (SEE), et membre de l'IFIP (International Federation for Information Processing).

Contact : [yes.deswarte@laas.fr](mailto:yes.deswarte@laas.fr) / T 05 61 33 62 88



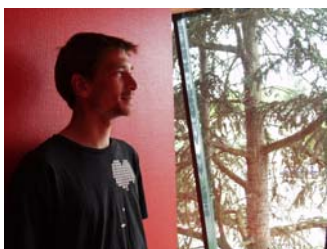
**Marc-Olivier Killijian** est chargé de recherche CNRS au LAAS-CNRS depuis 2001. Il est diplômé de l'INSA de Toulouse et docteur en science informatique de l'INP de Toulouse. Durant cette période il s'est intéressé à la tolérance aux fautes dans les systèmes distribués par une approche réflexive. Il a ensuite été chercheur au Trinity College de Dublin au sein du groupe « Systèmes distribués », où il a été impliqué dans la définition et la mise en œuvre d'un nouveau paradigme pour la communication de groupe dans des réseaux *ad hoc* mobiles géolocalisés. Ses recherches concernent la **résilience dans les systèmes mobiles et ubiquitaires** : l'impact de la mobilité au sens large, la tolérance aux fautes et la protection de la vie privée liée à la géolocalisation.

Contact : [marco.killijian@laas.fr](mailto:marco.killijian@laas.fr) / T 05 61 33 62 41



**Matthieu Roy** est chargé de recherche CNRS au LAAS-CNRS dans l'équipe "tolérance aux fautes et sûreté de fonctionnement informatique" depuis 2004. Ses thématiques de recherche portent sur les systèmes distribués robustes. Matthieu Roy s'intéresse aux **systèmes mobiles portés par les utilisateurs** (réseaux de voitures, comportements de groupes humains) et les menaces qui peuvent être portées aux données privées.

Contact : [matthieu.roy@laas.fr](mailto:matthieu.roy@laas.fr) / T 05 61 33 78 13



**Gilles Tredan** est chargé de recherche CNRS au LAAS-CNRS depuis 2011. Ingénieur de formation, il a effectué sa thèse à l'Université de Rennes 1 dans le domaine des systèmes répartis. Ses travaux portaient sur la relation entre la structure de communication de ces systèmes et leur performance. Il a ensuite effectué deux années de post-doctorat dans l'équipe réseau de T-labs, un laboratoire réunissant Deutsche Telekom et l'Université Technique de Berlin. De la cartographie d'Internet à l'étude des mécanismes de formation des réseaux sociaux, Gilles s'intéresse à la caractérisation, l'exploration et l'exploitation des

propriétés des **grands réseaux d'interactions**.

Contact : [gilles.tredan@laas.fr](mailto:gilles.tredan@laas.fr) / T 05 61 33 68 77





www.cnrs.fr

## Quelques recherches en robotique qui seront effectuées dans *Adream*

### *Robots assistants et équipiers de l'homme*

Equipe : R. Alami, T. Siméon, D. Sidobre, M. Devy, F. Ingrand, M. Herrb, A. Mallet, M. Gharbi, S. Lemaignan, J. Mainprice, G. Manfredi, A. Pandey, J. Guitton, M. Warnier, Wuwei He, Lavinda Da Silva

Cet atelier s'intéresse aux capacités décisionnelles, de planification et d'interaction avec l'homme en utilisant les deux robots PR2 et Jido équipés de caméras, capteurs de type Kinect, télémétrie laser et capteur d'effort.

Il s'agit de :

- répondre à l'ordre d'apporter un objet,
- manipuler des objets,
- d'établir un dialogue homme-robot « Parlez à mon robot : de la base de connaissance à la construction d'un dialogue » (projet européen Chris).

Cet atelier démontre par exemple plusieurs interactions naturelles avec le robot PR2 dont la reconnaissance de la parole et l'exécution de tâches.

### **Trois démonstrations :**

Démonstration 1 : "Robot, apporte moi la télécommande !"

Planification et contrôle d'une tâche de recherche ainsi que livraison d'objet à une personne dans un environnement domestique.

> (Post)-doctorants impliqués: Mamoun Gharbi, Séverin Lemaignan, Guido Manfredi, Jim Mainprice

Cette expérience utilise le robot PR2 qui se déplacera dans le séjour et la chambre à coucher de l'appartement. Elle illustre la capacité du robot de détecter la position et la posture de la personne puis de planifier le lieu où la tâche peut se réaliser. Ainsi le robot planifie pour lui-même mais aussi pour l'homme. Elle montre également la capacité du robot à identifier, localiser et manipuler des objets (choix de prise, mouvement sans collision en environnement contraint).

Le logiciel mis en œuvre intègre le dialogue, l'illustration au moyen d'une visualisation, des concepts ontologiques utilisés par le robot, la planification d'une tâche impliquant à la fois l'homme et le robot. En effet, le robot prend en compte non seulement le plan des lieux et l'emplacement des meubles mais également la position et la posture de l'homme.

Démonstration 2 : "Nettoyons la table !"

Collaboration homme-robot : manipulation interactive d'objets

> (Post)-doctorants impliqués: Matthieu Warnier, Julien Guitton, Séverin Lemaignan, Wuwei Hei, Jim Mainprice, Vincent Barbaresi

Cette démonstration utilise le robot Jido équipé d'un bras Kuka LWR. Elle illustre la capacité pour le robot de conduire une tâche collaborative. Le robot est capable d'estimer l'accessibilité des objets par lui-même et par l'homme en effectuant une prise de perspective. Puis, il peut calculer et réaliser des plans partagés (« shared plans ») dans lesquels l'homme peut être mis à contribution si nécessaire.



www.cnrs.fr

La démonstration utilise de nombreux composants logiciels :

- le système SPARK qui permet de suivre en temps réel l'état de l'environnement, de la tâche et de l'homme,
- ORO, un système permettant de stocker et de raisonner sur des faits symboliques associés aux concepts ontologiques que le robot manipule et qui permet de gérer non seulement les croyances du robot mais également celles qu'il attribue à l'homme,
- MHP, un planificateur de tâches de déplacement et de manipulation,
- HATP, un planificateur de tâches qui intègre à la fois les actions du robot et celles de son partenaire humain,
- Softmotion, un contrôleur de mouvement souple avec limitation du jerk,
- et enfin un superviseur qui contrôle l'ensemble de ces composants et permet au robot d'agir et d'interpréter les actions de l'homme.

Démonstration 3 : Le simulateur Open Source MORSE

Modélisation et exploitation des modèles du bâtiment et illustration d'une interaction homme-robot simulé

> (Post)-doctorants impliqués: Gilberto Echeverria, Lavindra Da Silva, Séverin Lemaignan, Jim Mainprice, Matthieu Warnier

Cette démonstration utilise un grand écran sur pied et un capteur de type Kinect. Elle met en œuvre des expérimentations en environnement simulé (celui du bâtiment *Adream*) dans lesquels le robot et l'homme sont représentés et interagissent. On peut choisir de contrôler l'un ou l'autre (ou même les deux). Plusieurs scénarios seront testés : circulation dans le bâtiment, manipulation d'objets, navigation.

Le simulateur MORSE (<http://www.openrobots.org/wiki/morse/>) est une initiative Open source du LAAS-CNRS. Il a été développé dans le cadre du projet ROSACE<sup>1</sup> et est aujourd'hui utilisé dans de nombreux laboratoires européens.

### ***Navigation coordonnée homme-robot en milieu humain encombré***

Equipe : A. Mekonnen, F. Lerasle, V. Cadenat, A. Herbulot, A. Coustou

Le LAAS-CNRS mène des recherches sur l'interaction de capteurs fixes avec des capteurs embarqués sur des robots mobiles. Cette démonstration illustre la navigation coordonnée entre un homme et notre robot guide Rackham, en exploitant plusieurs modalités sensorielles : caméra, télémétrie laser et lecteurs RFID associés à des antennes directionnelles **capable de détecter un badge porté par une personne**. Le robot reçoit aussi la **position des autres personnes** détectées par deux caméras enfouies dans l'environnement. Ces informations sont fusionnées dans une carte du sol, exploitée par le robot pour s'asservir sur les mouvements de l'homme, tout en évitant les obstacles.

Au-delà du lien avec la robotique, cet axe de recherche peut bénéficier de nombreuses synergies avec les autres domaines traités dans *Adream* : réseau et communication (adaptation des protocoles de communication pour

<sup>1</sup> ROSACE a été financé par le RTRA STAE. Il comprend trois laboratoires toulousains LAAS-CNRS, IRIT et ONERA.



www.cnrs.fr

garantir la qualité de service), intégration (architecture des systèmes embarqués pour la perception, méthodologie de conception, co-design...), protection de la vie privée, diagnostic....

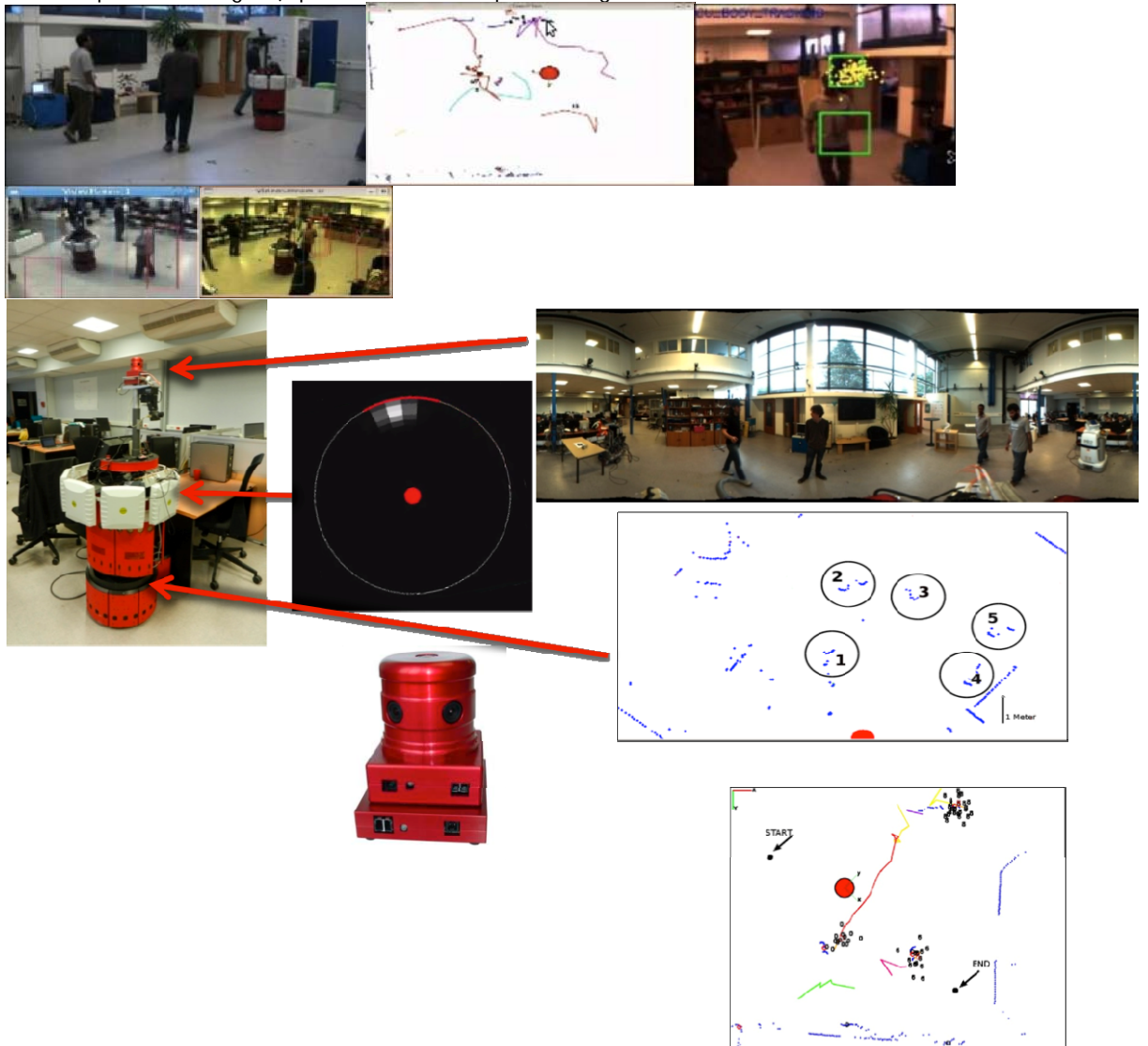


Figure : navigation coordonnée homme-robot : (haut gauche) vue d'ensemble ; (haut centre) carte du sol ; (haut droite): résultat du suivi de l'homme; (bas) images des caméras fixes.  
Crédit : LAAS-CNRS



www.cnrs.fr

### *Coopération entre drones et robots terrestres pour la surveillance d'environnement*

Equipe : Simon Lacroix, Arnaud Degroote, Gilberto Echeverria, Cyril Roussillon, Cyril Robin, Matthieu Herrb

Scénario : Un robot terrestre et un robot aérien coopèrent pour détecter et suivre une cible mobile. Ils exécutent un plan de patrouille préalablement établi, s'adaptent à des aléas d'exécution (le robot terrestre est bloqué ou perdu) et coopèrent pour assurer le suivi de la cible une fois détectée.



L'AGV Mana (LAAS)



L'AAV Ressac (Onera)



Le méchant à débusquer

Acteurs : le robot terrestre AGV Mana du LAAS, l'hélicoptère AAV Ressac de l'Onera et la cible.

L'hélicoptère réel ne pouvant évoluer au laboratoire pour des raisons de sécurité, il est simulé. Le robot terrestre évolue lui réellement : une infrastructure de simulation développée au laboratoire permet de réaliser des « simulations hybrides », dans lesquelles des robots réels coopèrent avec des robots simulés.

Contexte d'application : surveillance de sites industriels ou militaires (détection d'incidents, de pollutions, d'intrusions...), surveillance environnementale, exploration scientifique, interventions après catastrophes...

Cette démonstration témoigne de la **capacité de navigation autonome d'un robot terrestre** (modélisation de l'environnement, localisation sans GPS, génération et exécution des déplacements, suivi de cible...), et surtout la capacité qu'ont **plusieurs robots hétérogènes de coopérer de manière autonome**, sans intervention d'un opérateur. En partageant les informations qu'ils acquièrent sur l'environnement, les robots planifient conjointement leurs actions afin de réaliser au mieux la mission.

La démonstration décrit des travaux menés conjointement par le LAAS-CNRS et l'Onera dans le Programme d'études amont "Action" financé par la DGA.



www.cnrs.fr

## Réseaux de capteurs

*Applications en santé (domotique médicale) : surveillance multi capteurs pour la localisation et la détection de chute des personnes âgées*

Equipe: Eric Campo, Yoann Charlon, Walid Bourennane, Fehd Bettahar

Ce système de surveillance permet de localiser une personne âgée et/ou dépendante dans son lieu de vie et de détecter tout signe de danger. Il est constitué d'un ensemble de capteurs infrarouges répartis dans l'environnement et d'un dispositif électronique porté par la personne. Ces capteurs détectent les mouvements du corps, par exemple lors de déplacements. Ils envoient les données vers un ordinateur qui retranscrit sur un plan de l'habitation la position de la personne et qui donne une alerte (sonore et visuelle) lors d'une situation anormale ou jugée critique comme une non-activité prolongée ou une chute.

La démonstration présentera, en situation réelle, la façon dont opère le système. Le concept, sur lequel se base l'analyse des données et le calcul des seuils de détection, repose sur l'apprentissage des habitudes de vie de la personne suivie pendant une durée déterminée et sur la comparaison de ces habitudes à la situation courante.

Deux scénarios de suivi sont proposés :

- géolocalisation en intérieur avec un suivi des déplacements en temps réel d'une personne à partir de données collectées *via* le système multi capteurs déployé,
- visualisation de courbes d'évolutions du comportement en fonction du temps.

Deux scénarios de chute seront mis en œuvre :

- la détection de chute et le déclenchement d'alarmes visuelles et sonores (*via* le dispositif électronique porté),
- une non-activité prolongée (*via* le réseau de capteurs ambiants).

*Conception de réseaux de capteurs intelligents sans fil: cas de l'aéronautique*

La surveillance de structure aéronautique par des réseaux de capteurs sans fil a de multiples avantages, comme optimiser la maintenance des avions et réduire les coûts, prévoir d'éventuelles pannes et améliorer la sécurité des vols. Cependant, l'utilisation de ces capteurs pose de nouveaux défis techniques. En effet, les communications sans fil demandent de nouvelles recherches sur des technologies haut débit, haute fiabilité et permettant de faire communiquer de nombreux nœuds. Des projets de recherche ont été conduits sur ce sujet en collaboration avec des industriels du secteur aéronautique et espace (Airbus, EADS Innovation Works, Intespace...).

La démonstration proposée résume en partie les résultats de ces recherches. Il s'agit ici de transférer des informations mesurées par les capteurs sans fil placés sur la structure de l'avion (ou du satellite) vers un routeur et ensuite un ordinateur situé dans la cabine. Les problématiques à résoudre se situent principalement au niveau de la quantité d'information à transmettre, ainsi que de la précision de la datation des mesures.



www.cnrs.fr

## ***Adream, un bâtiment autonome en énergie***

Equipe : Bruno Estibals, Christelle Ecrepont, Corinne Alonso

### ***Adream, un outil expérimental reconfigurable pour l'énergie***

*Adream* vise à permettre de bâtir les technologies et les approches systèmes nécessaires à la mise en réseau massive d'objets instrumentés et intelligents, munis de capteurs, d'actionneurs et de processeurs. Le projet prévoit des plateformes ouvertes destinées à l'accueil de projets de recherche, intégrant notamment des robots pouvant évoluer dans l'ensemble du bâtiment et des alentours. Outre un projet scientifique, *Adream* est un **bâtiment objet de recherche, à énergie positive**.

A ce bâtiment, sont intégrés différents moyens de production de l'énergie électrique (100kW crête de panneaux photovoltaïques de différentes natures, 24 onduleurs photovoltaïques) tant pour contribuer au confort des habitants (trois pompes à chaleur, 18 sondes de géothermie, un puits canadien, 35 unités et 3 centrales de traitement d'air) que pour diminuer le bilan énergétique du bâtiment (éclairage intelligent).

Pour suivre la vie du bâtiment et contrôler les différentes consommations, six centrales de mesures électriques permettent un suivi précis de la production photovoltaïque, le suivi de la consommation électrique du bâtiment par étages et par fonction, la gestion et contrôle de l'éclairage, de la ventilation et des équipements associés et la réalisation de corrélations avec la station météorologique. Les données sont connectées à un seul outil de supervision/contrôle qui centralise l'ensemble des données et assure le suivi et contrôle du bâtiment.

Entre 5000 et 6000 mesures sont ainsi remontées du bâtiment à une fréquence de 1 à 5 minutes selon le type de données. Ces données sont enregistrées dans une base de données au format ouvert, utilisables à la fois pour les contrôle & supervision du bâtiment mais également pour les différents projets de recherche qui y sont menés sur l'environnement ambiant et la gestion de l'énergie.

### ***Gestion et conversion de l'énergie photovoltaïque***

Le LAAS-CNRS s'intéresse depuis sa création à la problématique de l'énergie photovoltaïque. Depuis 1996, les recherches se sont orientées sur l'optimisation, la gestion et le traitement de l'énergie, et plus particulièrement sur l'optimisation de chaînes modulaires de conversion d'énergie photovoltaïque. L'objectif était de concevoir, réaliser et caractériser des systèmes en liaison avec un aspect « intégration technologique » fort. Le concept novateur de systèmes modulaires optimisés permettait en effet de réduire les coûts tout en augmentant le rendement, la fiabilité et la connaissance de systèmes complexes.

Ainsi, une équipe intitulée « Architecture des systèmes de conversion de l'énergie » du groupe « Intégration des systèmes de gestion de l'énergie », composée aujourd'hui de cinq permanents, cinq doctorants et trois ingénieurs de recherche se focalisent sur l'étude des thématiques de recherche suivantes :

- l'optimisation de chaîne de conversion d'énergie photovoltaïque,
- l'étude et l'optimisation de commandes analogiques, numériques et semi-numériques,
- la conception et la réalisation d'éléments passifs intégrés pour micro-convertisseurs.





[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

---

Aujourd'hui ces travaux sont effectués en étroite liaison avec différents partenaires (Supelec, Univ. Rovira i Virgili de Tarragone en Espagne, Institut national de l'énergie solaire du CEA à Chambéry). Ils se sont concrétisés début 2008 par l'obtention d'un contrat de collaboration entre Total et le LAAS, au cours duquel quatre brevets communs ont été déposés.



www.cnrs.fr

## Machines communicantes auto-organisées

---

Les communications entre machines sont exploitées depuis l'apparition des réseaux. Le développement des technologies de communication, des équipements intelligents alliés à l'informatique, a conduit à l'apparition de nouveaux usages et applications connues sous l'appellation « machine à machine » (M2M). L'un des objectifs de ces applications est **d'offrir des services dans lesquels l'être humain est peu ou pas sollicité**. Elles sont caractérisées par l'usage d'objets communicants fixes ou mobiles, et par l'utilisation de plateformes de services dédiées, accessibles par des matériels et des usagers. Ces nouveaux usages peuvent concerner tous les secteurs d'activité tels que le transport, la santé, l'environnement, l'industrie, le divertissement, etc. Aujourd'hui, le monde de la communication structurée sur Internet utilise des PC de bureau et des portables, machines disposant de ressources toujours suffisantes pour ces applications. Ce mode de communication arrive maintenant sur des dispositifs à ressources limitées et contraintes tels que les smartphones avec différents types de connectivité gratuite (Wifi) ou payant (3G).

Le défi technique se situe à deux niveaux :

- conception et réalisation de logiciels multi plate-forme ;
- adaptabilité de ceux-ci par rapport aux différents matériels et au contexte de l'utilisateur.

### *Communication machine à machine dans un environnement ubiquitaire au service des utilisateurs de l'internet des objets : économie d'énergie et télésurveillance*

Cette démonstration a pour objectif d'illustrer nos travaux de recherche dans le domaine de la gestion autonome des systèmes de communication machine-to-machine (M2M), à travers des **scénarios de gestion intelligente des équipements pour une économie d'énergie**.

Notre système collecte et analyse les données remontées par des capteurs de présence, de luminosité, de température, et de pression, et des données d'un compteur d'électricité dit intelligent. Des actions de reconfiguration dynamique sont alors générées automatiquement par un raisonnement basé sur des modèles de connaissance.

Ces actions sont soutenues par des techniques de découverte et de déploiement dynamiques des services logiciels pour l'exécution des actions de contrôle des actionneurs pour modifier l'environnement. Par exemple, il s'agit d'allumer ou bien d'éteindre automatiquement une lampe ou un système de climatisation. Des dispositifs mobiles de type téléphone intelligent (smartphone) permettent à un utilisateur d'interagir avec le système et l'environnement pour une visualisation et un contrôle local ou à distance. D'autres scénarios utilisant des technologies de communication courte distance (RFID, NFC) seront démontrés et appliqués à des exemples illustratifs. Des scénarios d'applications M2M liées à la télésurveillance seront démontrés. Exemple : déclencher une caméra de surveillance et de l'orienter dynamiquement vers une personne dont la présence est détectée par des capteurs.



www.cnrs.fr

### Contrôle automatique d'une caméra en fonction de la présence pour des scénarios de télésurveillance à domicile





www.cnrs.fr

## Sécurité informatique et vie privée

---

Sur le marché en plein boom d'applications apparemment attractives, il est souvent fait peu de cas de la sécurité, de la protection de la vie privée et de risques liés à d'éventuelles attaques ou malveillances. La sensibilité des données traitées fait pourtant de ces systèmes des cibles attrayantes pour l'espionnage industriel, la fraude ou l'extorsion de fonds, la collecte et l'utilisation abusive de données personnelles (marketing agressif, chantage, diffamation ou médisance, etc.), voire des actes criminels ou terroristes. Le problème de ces systèmes bon marché pour les traitements et les communications vient aussi bien d'une protection insuffisante que du nombre d'attaquants potentiels, souvent peu qualifiés, jouant des « exploits » disponibles sur Internet.

De nombreux projets scientifiques traitent déjà de ces problèmes et couvrent un large spectre allant de l'Internet mondial aux réseaux de capteurs, sans toutefois traiter d'une classe d'application particulière. On cherche par exemple à protéger les infrastructures de communication et les systèmes d'information contre les cyber-attaques ; à mettre en place une infrastructure mobile de secours en cas de mauvais fonctionnement d'un réseau, quel que soit son type et sa portée ; on cible la sécurité des réseaux de capteurs et radios ; on propose un mode de gestion sécurisé de données personnelles ou partagées ou on se focalise sur la protection des données médicales et génétiques dans le contexte de la protection des dossiers médicaux et de l'anonymat des données épidémiologiques. **Il existe cependant peu de projets portant sur la sécurité et la protection de la vie privée dans des réseaux aux usages spécifiques et géographiquement réduits.** C'est dans cet esprit que vont être conduites les premières expérimentations dans le cadre du projet *Adream* dont sont proposés des exemples ci-dessous.

### *Cas de la géo-localisation*

Les objets communicants prenant part au projet *Adream* vont, dans leur grande majorité, être capables de se géolocaliser, en intérieur comme en extérieur, par le biais de diverses technologies : GPS, WiFi, caméras infrarouge.

Dans le cadre d'*Adream*, la capture de traces de mobilité sera étendue aux objets et utilisateurs du bâtiment dédié. Ils seront équipés de systèmes leur permettant de se localiser indoor/outdoor et de communiquer entre eux, ainsi que de moyens de stockage et de traitement des données. Ceci permettra d'étudier la mobilité de ces objets, l'idée étant de permettre la mise en place de géo-services (LBS) coopératifs qui protègent la vie privée par une approche architecturale, algorithmique et cryptologique.

Démonstration 1 : « Protection de la vie privée liée à la géo-localisation : que révèlent vos déplacements de votre vie privée ? »

Le monde ubiquitaire où nous vivons est caractérisé à la fois par une mobilité forte des individus et par le fait que ces individus possèdent souvent des appareils capables de se géo-localiser (smartphone ou voiture équipée d'un GPS). À chaque utilisation de cette capacité de géo-localisation, l'appareil génère une trace qui est en général collectée, soit localement sur l'appareil lui-même, soit à distance par le service qui l'utilise. La prolifération de ces traces pose de sérieux risques quant à la vie privée des individus utilisant ces services géo-localisés. En effet, ces traces sont certes utiles à l'émergence de



www.cnrs.fr

services géo-localisés, mais peuvent aussi être utilisées pour différents types d'attaques contre la vie privée : identifier les points d'intérêts (lieux associés au domicile, travail, loisirs, etc.), prédire des déplacements futurs, associer de pseudonymes dans différentes bases de données (« désanonymisation »), découvrir des relations sociales, etc.

La plupart des systèmes de transport actuels utilisent très peu les possibilités offertes par les dispositifs de géo-localisation pour améliorer la mobilité des usagers ou pour fournir de nouveaux modes de transport. Dans ce contexte « mobiquitaire », le projet AMORES est construit autour de trois applications ayant trait à la mobilité : co-voiturage dynamique, calcul d'itinéraires multimodaux en temps réel et réseau social mobile. Pour ces trois applications, l'objectif principal du projet est de définir les géo-primitives<sup>2</sup> de communication au niveau intergiciel (middleware en anglais) permettant de fournir les services géo-localisés requis, et cela tout en assurant le respect de la vie privée, en particulier au niveau de la localisation.

Démonstration 2: « Plateforme de mobilité Souk (Spatially Observing hUman Kinetics) : nos proches nous entourent-ils ? Du smartphone aux réseaux sociaux »

Cette démonstration consiste à présenter la plateforme Souk développée au LAAS-CNRS. Elle permet la **capture et le traitement en temps réel des déplacements et interactions d'un ensemble d'individus constitué en foule**. Il s'agit d'acquérir un jeu de données expérimentales tout en développant un support de vulgarisation. Les positions et les interactions sociales des individus sont collectées, deux dynamismes courants dans les systèmes de communication modernes. On trouve par exemple de la mobilité spatiale chez les utilisateurs de smartphones, et de la mobilité sociale dans les réseaux sociaux en ligne. Pourtant la faible compréhension de ces mécanismes freine le développement d'applications robustes à ces dynamiques.

Souk observe ces deux mobilités conjointement afin d'en étudier les liens. Intuitivement, nous nous déplaçons pour retrouver nos amis et nous lions d'amitié avec les personnes qui nous entourent. Souk étudie les fondements de cette ambiguïté sémantique : « est-ce que nos proches nous entourent ? ».

Souk est aussi un support de vulgarisation. Il rend visible certains objets théoriques prisés des chercheurs, comme les graphes, et offrent ainsi un support de vulgarisation pour expliquer des notions telles qu'algorithme ou complexité. En représentant les traces d'une interaction sociale, il matérialise la fuite d'information associée et attire l'attention sur les exploitations qui sont faites de nos interactions privées.

---

<sup>2</sup> Les géo-primitives désignent l'ensemble des services servant aux échanges de données entre applications qui utilisent explicitement le contexte géographique dans leur fonctionnement.



www.cnrs.fr

## Glossaire

---

### **Actionneur**

Placés dans un système automatisé, les actionneurs permettent de transformer les ordres reçus en une action ou un phénomène physique (déplacement, dégagement de chaleur, émission de lumière ...).

### **Architecture de réseau informatique**

Une architecture de réseau est un édifice fonctionnel composé d'équipements de transmission, de logiciels et de protocoles de communication, ainsi que d'une infrastructure filaire ou radioélectrique permettant la transmission des données entre les différents équipements.

### **Capteur**

Un capteur est un dispositif technique ou un organe biologique qui détecte, ou capte, un signal, une propriété physique ou un composé chimique. Un capteur électronique peut être un dispositif qui détecte la présence ou l'absence de quelque chose, par exemple un capteur PIR est capable de contrôler l'éclairage de sécurité. D'autres types de capteurs peuvent être utilisés pour mesurer les paramètres tels que la lumière ou, dans le cas d'un micro, pour transformer les sons audibles en un signal électrique qui peut ensuite être utilisé pour piloter les enceintes.

### **Cellule photovoltaïque**

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), génère de l'électricité. Les plus répandues sont constituées de semi-conducteurs, principalement à base de silicium. Elles peuvent être réunies dans des modules solaires photovoltaïques ou panneaux solaires, selon la puissance recherchée.

### **Internet des objets ou IdO (source CE)**

L'IdO se compose d'une série de nouveaux systèmes indépendants fonctionnant avec leurs propres infrastructures qui reposent en partie sur les infrastructures existantes de l'internet. L'IdO peut être mis en relation avec des services. Il couvre trois types de communication qui peuvent être établies dans des zones restreintes (« intranet des objets ») ou publiques (« internet des objets ») : d'objet à personne; d'objet à objet; de machine à machine (M2M). L'IdO couvre actuellement plusieurs applications telles que: les téléphones portables munis d'une connexion internet et d'un appareil photo; les numéros de série uniques ou les codes-barres pour les produits pharmaceutiques; les compteurs électriques « intelligents » qui donnent un compte-rendu de la consommation en temps réel; les « objets intelligents » dans le secteur de la logistique (eFreight), l'industrie manufacturière ou la vente au détail.

### **MEMS ou microsystèmes électromécaniques**

Un microsystème électromécanique comprend un ou plusieurs éléments mécaniques, utilisant l'électricité comme source d'énergie, en vue de réaliser une fonction de capteur et/ou d'actionneur avec au moins une structure présentant des dimensions micrométriques. La fonction du système est en partie assurée par la forme de cette structure. Le terme systèmes micro électromécaniques est la version française de l'acronyme anglais MEMS (Microelectromechanical systems). Issus de la micro-électronique, les MEMS sont fabriqués par les entreprises de micro technologies. Ils sont utilisés dans des domaines aussi variés que l'automobile, l'aéronautique, la médecine, la biologie ou les télécommunications.





www.cnrs.fr

### Métrologie en informatique

Sur les serveurs informatiques, on parle de métrologie système, ce qui recouvre :

- la mesure de la charge instantanée du serveur (charge processeur, mémoire, réseau...)
- la mesure de la capacité du serveur à assurer dans de bonnes conditions le fonctionnement d'une ou plusieurs applications.

Dans ce dernier cas la notion se rapproche du Capacity planning ou l'enjeu est de faire évoluer les ressources (ajout mémoire par exemple) pour satisfaire l'augmentation de consommation des applications liée par exemple à un nombre croissant d'utilisateurs. La métrologie dans ce cas consiste à relever des indicateurs, prévoir leur évolution dans le temps et anticiper les adaptations nécessaires de l'infrastructure informatique. La métrologie est aussi de plus en plus utilisée dans les réseaux, en particulier le réseau internet et les réseaux ad-hoc, afin d'en caractériser les communications et les comportements.

### RFID

La radio identification désignée couramment par le sigle RFID (*Radio Frequency IDentification*) est une méthode pour caractériser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés radio étiquettes (*RFID tag* ou *RFID transponder*).

### Réseau informatique

Un réseau informatique est un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations. Par analogie avec un graphe, on appelle nœud l'extrémité d'une ou de plusieurs connexions (un ordinateur, un routeur, un concentrateur, un commutateur). Indépendamment de la technologie sous-jacente, on porte généralement une vue matricielle sur ce qu'est un réseau. De façon verticale, un réseau est une strate de plusieurs couches : les infrastructures matérielles ou physiques, les fonctions de routage et de transport (contrôle et signalisation), les services rendus à l'utilisateur et les applications. De façon horizontale, on utilise souvent un découpage géographique : réseaux locaux, réseaux d'accès et réseaux d'interconnexion (réseaux de cœur).

### Réseau ad-hoc

Ce sont des réseaux qui sont construits dynamiquement afin de répondre à des applications particulières, et souvent construits pour une durée déterminée. Reposant sur les principes de l'Internet, ils en sont une extension, car ils doivent de plus résoudre des problèmes très dynamiques et souvent pas complètement définis.

### Réseau mesh ou maillé

On peut être connecté à Internet si l'on se trouve dans un espace quadrillé de relais (ou maillé). Le concept de réseau maillé où l'on est pris par des routeurs Wifi successifs est apparu aux Etats-Unis sous le nom de réseaux mesh qui signifie maille.

### Smart grid (source Wikipédia)

Le smart grid désigne un réseau de distribution d'électricité « intelligent » utilisant des technologies informatiques de manière à optimiser la production, la distribution, la consommation ainsi que de mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité. L'apport des technologies informatiques devrait permettre d'économiser l'énergie, sécuriser le réseau et en réduire les coûts. C'est aussi une réponse à la nécessité de diminuer les émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le dérèglement climatique.



www.cnrs.fr

### **Smartphone** ou téléphone intelligent

Téléphone mobile disposant aussi des fonctions d'un PDA (assistant personnel). Il peut aussi fournir les fonctionnalités d'agenda/calendrier, de navigation web, de consultation de courrier électronique, de messagerie instantanée, de GPS...

### **Systèmes cyberphysiques**

Systèmes autonomes de perception, d'analyse et de commande des mondes physiques (le monde réel) par des traitements informationnels adaptatifs distribués (les mondes virtuels).

### **Systèmes embarqués** (ou enfouis)

Un système embarqué est un système électronique et informatique autonome dédié à une tâche précise. Ses ressources disponibles sont généralement limitées dans l'espace (taille limitée) et d'un point de vue énergétique (consommation restreinte). Le terme désigne aussi bien le matériel que le logiciel utilisé. Les domaines dans lesquels on les trouve sont de plus en plus nombreux : transport (automobile, aéronautique), spatial (satellite artificiel), télécommunication (téléphonie, portable), électroménager (four à micro-ondes), impression (imprimante multifonctions), informatique (disque dur), multimédia (console de jeux vidéo, PDA)...

### **Wc**

Watt-crête, unité de mesure, pour caractériser la production d'électricité des matériaux photovoltaïques