

# Bulletin d'information du projet RNRT « SVP »

## SURVEILLER & PREVENIR

Architecture ambiante pour la surveillance et la prévention

Bulletin d'information N°2

2 Avril 2007

### Edito

Le projet SVP souffle sa première bougie. Ce deuxième bulletin d'information est l'occasion de présenter plusieurs travaux réalisés dans le cadre de ce projet collaboratif :

- La définition de l'architecture ambiante de réseaux de capteurs pour la sécurisation des travailleurs en zone portuaire.
- L'évaluation des méthodes de positionnement et du suivi de la mobilité.

- L'utilisation avantageuse de la plateforme **WorldSens** pour le développement et le prototypage d'applications de réseaux de capteurs sans fil.

Nous consacrons la fin de ce bulletin **aux dernières publications** des membres du projet SVP et à la présentation d'un des membres partenaires, **le laboratoire d'informatique de Paris 6 (LIP6) de l'université Pierre et Marie Curie**.

### Architecture ambiante de réseaux de capteurs pour la sécurisation des travailleurs en zone portuaire

Une des applications spécifiques élaborées dans le projet SVP est la surveillance de l'environnement professionnel en zone portuaire dans le but de sécuriser les personnels présents et les infrastructures des chocs qui peuvent se produire avec le matériel mobile. Cette étude consiste, dans un premier temps, à présenter les premières solutions logicielles proposées et préciser les points à développer.

**Au niveau logiciel**, la démarche est de ne pas proposer de modèle de programmation spécifique demandant une expertise pointue du programmeur mais de proposer **une abstraction classique basée sur le langage Java**. Celui-ci sera accompagné d'outils automatiques de spécialisation et d'optimisation propres à la cible matérielle choisie. Le système d'exploitation pourra être basé sur « **Java In The Small** » (JITS), **générateur de machines virtuelles pour petites cibles**. Ces outils JITS permettent de générer le support d'exécution en fonction des applications (J2SE) que l'on désire embarquer, des critères à optimiser (taille de l'empreinte mémoire, vitesse d'exécution) et

du niveau d'extensibilité (chargement dynamique de classes par exemple). La phase de spécialisation comprend la génération en code natif d'une partie de l'application ou du logiciel de base mais aussi la réduction du logiciel embarqué en supprimant les données et codes inutiles de la JVM après analyse des fonctionnalités requises par l'application. Trois axes d'optimisation doivent être étudiés successivement : La prise en compte de la consommation énergétique du logiciel, la flexibilité du support d'exécution (modification, mise à jour du logiciel embarqué dans les capteurs) et l'optimisation de la couche de communication.

**Au niveau des fonctionnalités à développer**, la mise en réseau d'un grand nombre de capteurs nécessite la mise en œuvre d'un ensemble de blocs de bas niveau nécessaires à l'établissement de protocoles de communication. Le service minimal fourni est la possibilité d'échanger/envoyer des bits d'information. Toutefois, des services plus évolués comme la découverte du voisinage

(Suite page 2)

### Dans ce numéro :

<b>ARCHITECTURE AMBIANTE DE RÉSEAUX DE CAPTEURS POUR LA SÉCURISATION DES TRAVAILLEURS EN ZONE PORTUAIRE</b>	<b>1-2</b>
<b>MÉTHODES DE POSITIONNEMENT ET DU SUIVI DE LA MOBILITÉ</b>	<b>2-3</b>
<b>LA PLATEFORME DE DÉVELOPPEMENT WORLDSSENS</b>	<b>3</b>
<b>ZOOM SUR... LE LIP6</b>	<b>4</b>
<b>PUBLICATIONS ET LIENS UTILES</b>	<b>4</b>



Manutention portuaire

# Bulletin d'information du projet RNRT « SVP »

SUR VOS

AGENDAS :

**ZIGBEE ALLIANCE**

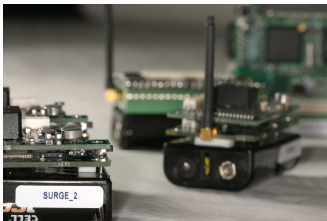
**FREE OPEN HOUSE &  
EXHIBITION**

MARDI 3 MAI 2007  
HYATT REGENCY, PARIS  
CHARLES DE GAULLE

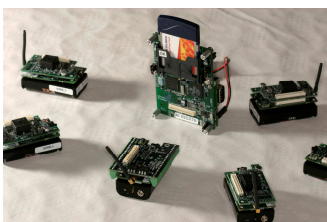
- DÉMONSTRATION DES PRODUITS DES MEMMBRES
- 4 SESSIONS TECHNIQUES
- RÉCEPTION DU RÉSEAU



RENSEIGNEMENTS :  
[www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)



Plateforme expérimentale de réseau ad hoc



(Suite de la page 1)

sont aussi souhaitables. Il est assez facile de voir la couche de communication d'un réseau de capteur comme une réminiscence très classique du modèle en couche OSI.

Des services de plus haut niveau comme le **clustering**, la **localisation** ou le **positionnement** doivent aussi être disponibles. Selon la précision nécessaire à l'application, la solution de positionnement et de localisation utilisera **les informations de positionnement par rapport au voisinage** (mesure grossière) ou celles de **distances mesurées entre nœuds en communication** (temps de vol, niveau de puissance).

Enfin, dans notre application de surveillance et de prévention, les réseaux de capteurs déployés remonteront les alarmes ou alertes, soit à un ou plusieurs puits chargés de collecter les informations, soit à un sous-ensemble de nœuds présents dans le réseau. Ce service nécessite de **dimensionner le réseau de capteurs** pour offrir un compromis entre la durée de vie du réseau de capteur (nœuds en veille) et le temps de détection et de remonté d'une alarme.

Etude disponible au lien suivant :  
<http://svp.irisa.fr/Communications/Publications/CETMEF-dec06.pdf>  
Pour information : Java In The Small  
<http://www.lifl.fr/RD2P/JITS>

## Méthodes de positionnement et du suivi de la mobilité

Trois composants sont fondamentaux pour l'architecture SVP : le **positionnement**, l'**intégration de la mobilité** et la **gestion de la connectivité intermittente**.

Le **positionnement** des nœuds entre eux est déterminé de façon absolue ou relative dans l'environnement du réseau. La solution généralement envisagée pour répondre à une problématique de positionnement est le recours au GPS (Global Positioning System). Cette méthode est certes très répandue et très fiable, mais son utilisation n'est pas toujours possible pour des raisons de coûts ou de visibilité satellitaire. Les capteurs nécessitent donc une alternative au GPS, afin de pouvoir calculer leurs positions et construire, de façon auto organisée, un système de coordonnées sans recours à une infrastructure préalablement établie. Les systèmes de radiolocalisation se basent généralement sur quatre grands types de métriques : **puissance reçue (RSSI)**, **angle d'arrivée (AOA)**, **temps d'arrivée (TOA)**, et **différence de temps d'arrivée (TDOA)**. La topologie du réseau a également un impact indiscutable sur le choix des métriques de base : Dans un réseau sans-fil WLAN doté d'infrastructure, typiquement un réseau IEEE 802.11, l'utilisation de métriques temporelles, qui est particulièrement préconisée dans le contexte de réseaux Ultra Large Bande, n'est pas sans poser des contraintes supplémentaires en terme d'accès au medium, de synchronisation, et de gestion des ressources. Dans le cas de mesures TOA par exemple, des procédures coopératives doivent être mises en œuvre successivement vis-à-vis de chacun des points d'accès disponibles. Il est également possible d'utiliser indifférem-

ment des mesures TOA ou TDOA lorsque les points d'accès sont isochrones (e.g. synchronisés via le système de distribution). Ce genre de topologie de réseau suggère enfin la mise en œuvre de stratégies centralisées de positionnement. Pour un réseau ad-hoc, sans point d'accès fixe, dont les nœuds sont mobiles et libres et dont la gestion est non-centralisée, la fonctionnalité de radiolocalisation sied plus particulièrement à deux topologies :

- **les réseaux maillés** qui permettent une mesure coopérative de TOA et un positionnement relatif/absolu distribué des nœuds mobiles.
- **les réseaux en étoile**, dont les coordonnateurs font office de point de référence, favorisant indifféremment les mesures de TOA (sans contrainte particulière sur le synchronisme des références) ou de TDOA (en imposant l'isochronisme des références).

D'autres méthodes de positionnement n'utilisent aucune mesure physique et **se basent sur des connaissances de voisinage**. On peut citer notamment la méthode « Geographic routing without location information » (Rao et. Al), la méthode JumPS proposée au sein de SVP par des partenaires du projet, le GPS-free-free et la méthode VCap (Caruso et. Al), ces deux derniers nécessitant des réseaux denses (une moyenne de vingt voisins par nœud).

Un réseau de capteurs possède des propriétés de mobilité entre les nœuds essentiellement dues aux mouvements intrinsèques de l'environnement mesuré. **Cette mobilité**

## Bulletin d'information N°2

peut générer des ruptures dans le réseau. il est donc nécessaire de les prévoir. Pour répondre à ce besoin, des algorithmes de suivi (*tracking*) sont nécessaires pour suivre l'évolution des nœuds mobiles.

La **connectivité** est un problème majeur dans les réseaux de capteurs (composés d'entités fixes ou mobiles).

Bien comprendre la connectivité d'un réseau permet d'adapter les mécanismes de communication afin d'assurer le bon fonctionnement des applications. Ainsi, la découverte du voisinage d'un nœud capteur est un élément important. Dans leur activité

périodique, les capteurs ont besoin de découvrir une base susceptible de recevoir l'ensemble des informations emmagasinées par un nœud, d'identifier les autres capteurs et, ainsi, prévenir une collision éventuelle. Dans le cas des réseaux ad hoc, cette fonction utilisera des **protocoles aléatoires, ou probabilistes**, bien adaptés aux cas où il existe un canal radio partagé entre plusieurs nœuds dont le nombre est inconnu. Aux différents protocoles *Aloha* et *hello* aléatoires (HA, HAK, HAS et HJ), on étudiera l'intérêt des propositions de McGlynn et Borbash ou d'Alonso, Kranakis et al.

Dans beaucoup de situations, un réseau de capteurs ad hoc devient un **réseau à connectivité intermittente** ou à **connectivité limitée** (dit DTN Delay/Disruption Tolerant Networks). Les pertes de connectivité du premier sont principalement dues à la mobi-

LES SOLUTIONS POUR LES RÉSEAUX DE CAPTEURS SUPPOSENT SOUVENT QU'IL EXISTE UNE CONNECTIVITÉ ASSURÉE DE BOUT EN BOUT À TOUT MOMENT. OR, UNE TELLE SUPPOSITION N'EST PAS RÉALISTE DANS BEAUCOUP DE SITUATIONS.

lité des nœuds (éloignement et perte du contact radio) et aux mécanismes liés à l'économie d'énergie (mise en veille des nœuds) grâce auxquels des algorithmes de « contrôle de couverture » peuvent résoudre ce genre de problèmes en contrôlant les phases d'endormissement et de réveil des capteurs. Les protocoles de communications devront être adaptés afin d'assurer leur fonctionnement dans ce contexte (e.g. augmentation des temps d'expiration, augmentation des mémoires tampons).

Dans le cas des **réseaux DTN**, la probabilité d'avoir un chemin de bout-en-bout entre une paire de nœuds à un instant donné est très faible (voir nulle). Les possibilités d'échanges et de transports d'information se font au gré des opportunités de contacts, se créant entre les nœuds avec la mobilité. Les mécanismes de communication pour ces réseaux se basent alors sur **des échanges limités et asynchrones de messages**. Les protocoles de routage pour les DTN sont classés en trois catégories : **naïves à une seule copie** (opportuniste ou aléatoire), **naïves à plusieurs copies** (épidémique, curatif ou de type spray) et **structurées** tels que les protocoles Prophet, MobySpace ou Greedy Perimeter Stateless Routing (GPSR).

Liens utiles :  
Delay Tolerant Network Research Group (DTNRG). Website: [www.dtnrg.org](http://www.dtnrg.org).

## La plateforme de développement WorldSens

Développé par le **laboratoire CITI de l'INSA de Lyon** (projet INRIA Ares), *Worldsens* propose un **environnement intégré** pour traiter de bout en bout le développement des applications spécialisées pour les réseaux de capteurs. *Worldsens* utilise un environnement de simulation distribué pour proposer l'intégration des fonctionnalités nécessaires à son cahier des charges. Les deux principaux outils sont *WSim* et *WSNet* :

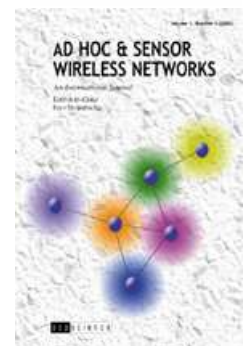
- **WSim** : un simulateur de plateforme matérielle qui exécute le code cible natif de l'application.
- **WSNet** : un simulateur de médium radio. Il simule les communications entre les différents nœuds d'un système distribué.

L'association des deux outils permet d'obtenir **une simulation fine du code applicatif complet** (application, système d'exploitation, protocoles réseaux) **dans les conditions d'utilisation sur un médium radio**. Cette simulation utilise les mêmes paramètres de simulation que ceux utilisés pour les estimations de haut niveau mais permet de remplacer le modèle applicatif, ainsi que tous ceux impactés par les parties logicielles et matérielles, par le code final qui sera déployé sur les nœuds des réseaux. **Les modes de débogage et d'exécution pas à pas avec évaluation de performance** restent disponibles dans la simulation complète afin d'obtenir une vue complète du fonctionnement du système distribué.

LE JOURNAL  
DES RÉSEAUX  
DE CAPTEURS :  
« AD HOC &  
SENSOR WIRELESS  
NETWORKS »

UNE EDITION

ocp science



<http://www.oldcitypublishing.com/AHSWN/AHSWN.html>

worldsens  
to enable wireless sensor networks

LA PLATEFORME  
ULTRA-BASSE  
CONSUMMATION  
POUR LE  
DÉVELOPPEMENT  
D'APPLICATIONS DE  
RÉSEAUX DE  
CAPTEURS SANS FIL

INFORMATIONS :

[www.worldsens.net](http://www.worldsens.net)

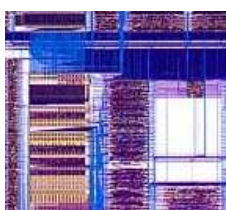
[info@worldsens.net](mailto:info@worldsens.net)  
INSA VALOR S.A.  
04 72 43 61 82

## Zoom sur... Le LIP6

Le laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6) de l'Université Pierre et Marie Curie est l'un des plus importants laboratoires d'informatique en France, avec environ 400 personnes. C'est une **unité du CNRS (UMR 7606)**, rattachée au département ST2I (Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie).

Les activités du LIP6 couvrent un large spectre qui part de la **micro-électronique pour aboutir à des systèmes complexes à forte valeur ajoutée, en passant par tous les composants de la chaîne informatique** : réseaux, systèmes répartis, langages et preuves, simulation et programmation réparties, calcul numérique et calcul formel, logiciels de la recherche d'information et d'aide à la décision, méthodes formelles et preuves, sociétés de robots ou vie artificielle. **Le LIP6 se veut centre européen de référence et d'excellence au cœur de la recherche et de ses applications.** C'est dans

cette optique qu'ont été créés deux centres de recherche communs unissant les compétences de grands industriels à celles du LIP6. Le premier donne naissance au **CERME (Centre Européen de Recherche en Micro Electronique)**, en partenariat avec **ST Microelectronics Bull** et le **CEA/DAM**. Le deuxième a permis de créer **EuroNetLab** en partenariat avec **Thalès, Bluwan et Telecom Paris**.



[www.lip6.fr](http://www.lip6.fr)

**L'Internet du futur** et de proposer des solutions pour le construire et le maîtriser. La cible est représentée par le contrôle de réseaux en permanente expansion, qui diffusent dans notre environnement privé et professionnel avec des éléments mobiles et versatiles. De nombreux défis apparaissent en même temps que ces systèmes sont imaginés. **Des solutions doivent être conçues afin d'effacer progressivement le caractère matériel des réseaux et favoriser l'avènement de nouvelles applications multimédia et nomades.** Le thème développe une approche moderne de la recherche au travers de travaux à caractère fondamental et appliqué, et en coopération avec des partenaires académiques internationaux de premier plan, ainsi que des industriels moteurs dans leurs domaines.



Le LIP6 possède une forte expérience dans le domaine **des réseaux sans fil maillés** avec la participation dans les projets RNRT **InfRadio** et **Airnet**, ainsi que dans le projet européen **IST WIP**. Le laboratoire mène des recherches sur **des réseaux auto-organisable et de nouvelles structures de routage** qui ne nécessitent pas de hiérarchie administrative rigide. De même, il travaille sur de nouvelles méthodes d'accès **MAC** et sur l'interaction entre couches pour une optimisation globale du fonctionnement de réseaux sans fil.

Prochain bulletin : **L'équipe R2D2 de l'IRISA**  
*Exploration, estimation, prototypage pour la conception de systèmes matériels sur des plates-formes sur silicium reconfigurable.*

**Le thème "Réseaux et Performance"** a pour objectif de développer une vision de

## Publications et liens utiles

- G. Chelius, A. Fraboulet, and E. Fleury. **Worldsens : a fast and accurate development framework for sensor network applications**. In *The 22nd Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2007)*, Seoul, Korea, March 2007. ACM.
- Mounir Achir, Farid Benbadis, Marcelo Dias de Amorim, Jean-Benoît Pierrot, Eric Fleury, **"Architecture ambiante de réseaux de capteurs pour la sécurisation des travailleurs en zone portuaire"**, *Journées Scientifiques et Techniques du CETMEF, Paris, France, décembre 2006*.
- Thomas Claveirole, Marcelo Dias De Amorim, Michel Abdalla, and Yannis Viniotis, **"Résistance contre les attaques par capture dans les réseaux de capteurs"**, *Journées Doctorales en Informatique et Réseaux (JDIR)*, Marne-la-Vallée, janvier 2007.
- Farid Benbadis, Katia Obraczka, Jorge Cortés, Alexandre Brandwajn, **"Exploring Landmark Placement Strategies for Self-Localization in Wireless Sensor Networks"**, mars 2007.
- Thèse de Mickael Cartron, **"Vers une plateforme efficace en énergie pour les réseaux de capteurs sans fil"**, décembre 2006. information : <http://r2d2.enssat.fr/stagestheses/stagestheses.php?id=50>.

## SUR VOS

### AGENDAS :

## FORUM "M2M - RFID ET SMART SENSORS"

À MILAN LE 22  
ET 23 MAI 2007

POSSIBILITÉ D'HÉBERGEMENT  
SUR LE STAND DE LA  
MISSION ÉCONOMIQUE DE  
L'AMBASSADE DE FRANCE EN  
ITALIE



RENSEIGNEMENTS :  
[www.missioneco.org/italie/  
documents\\_new.asp?  
V=3\\_HTML\\_8753](http://www.missioneco.org/italie/documents_new.asp?V=3_HTML_8753)

Contact du projet SVP :  
Jean-Benoît Pierrot, CEA,  
Tél : + 33 4 38 78 35 18  
[jean-benoit.pierrot@cea.fr](mailto:jean-benoit.pierrot@cea.fr)

Retrouvez-nous  
sur le web  
<http://svp.irisa.fr/>



Edition :  
JM. Thouélin  
Institut Maupertuis  
Centre d'études techniques en  
productique et mécatronique  
02 99 57 17 64