

Une Croisière dans les Réseaux : des Réseaux d'Accès Sans Fil aux Réseaux de Cœur Tout Optique

Nizar BOUABDALLAH

INRIA Rennes - Bretagne Atlantique

Soutenance d'HDR, 30 Avril 2009

Plan de l'exposé

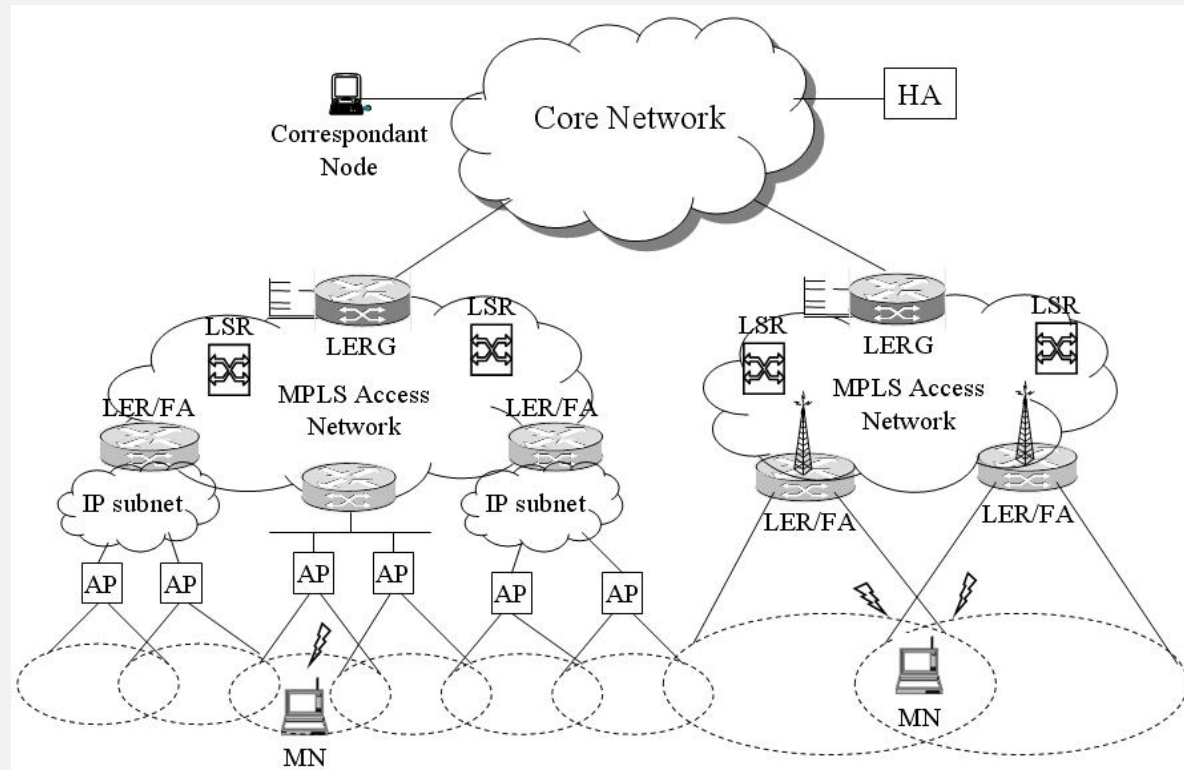
- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux sans fil conventionnel à un seul saut

- Thèse de doctorat de Rami Langar à Télécom ParisTech
- Protocole de gestion de micro-mobilité Micro Mobile MPLS
 - Fast Handoff
 - Forwarding Chain
 - Master Forwarding Chain
- Utilisation de MPLS?



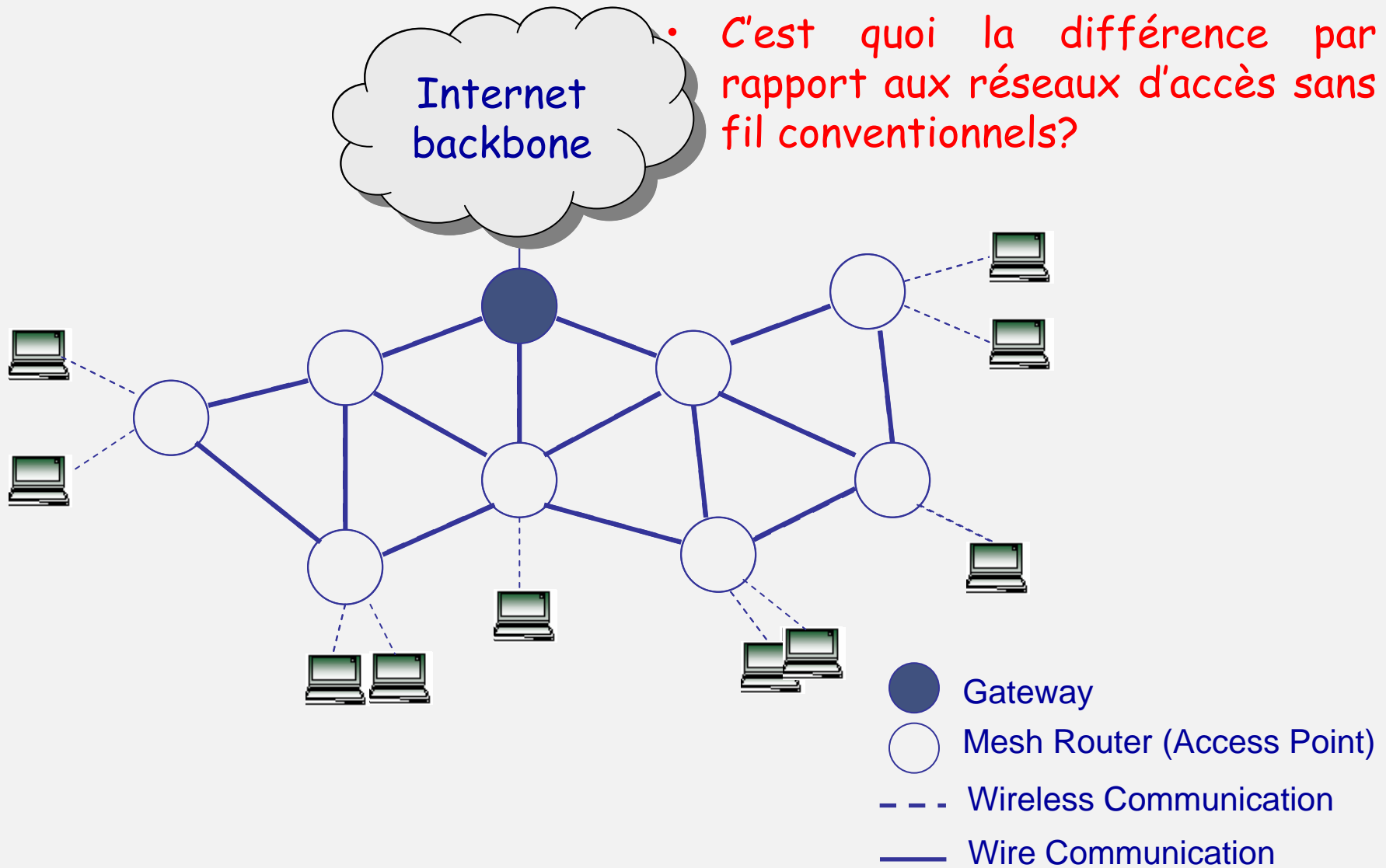
• Publications principales :

- R. Langar, N. Bouabdallah and R. Boutaba, « A Comprehensive Analysis of Mobility Management in MPLS-Based Wireless Access Networks », IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 16, Issue 4, August 2008.
- R. Langar, N. Bouabdallah, R. Boutaba and B. Sericola, « Adaptive MPLS-enabled Mobility Tracking: a Proposal and Analysis », To appear in IEEE Transactions on Wireless Communications, Accepted February 2009.

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés**
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux sans fil maillés



Challenge : Capacité limitée des ressources sans fil disponibles

- Ressources limités?
 - Utilisation de bandes de fréquences sans License : capacité limitée des ressources disponibles
 - Nature partagée du support
 - ➔ Difficultés de fournir la QoS requise par les clients
- Comment faire? ➔ **3 alternatives**
 - Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - Nouvelles métriques de routage plus adaptées
 - Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive

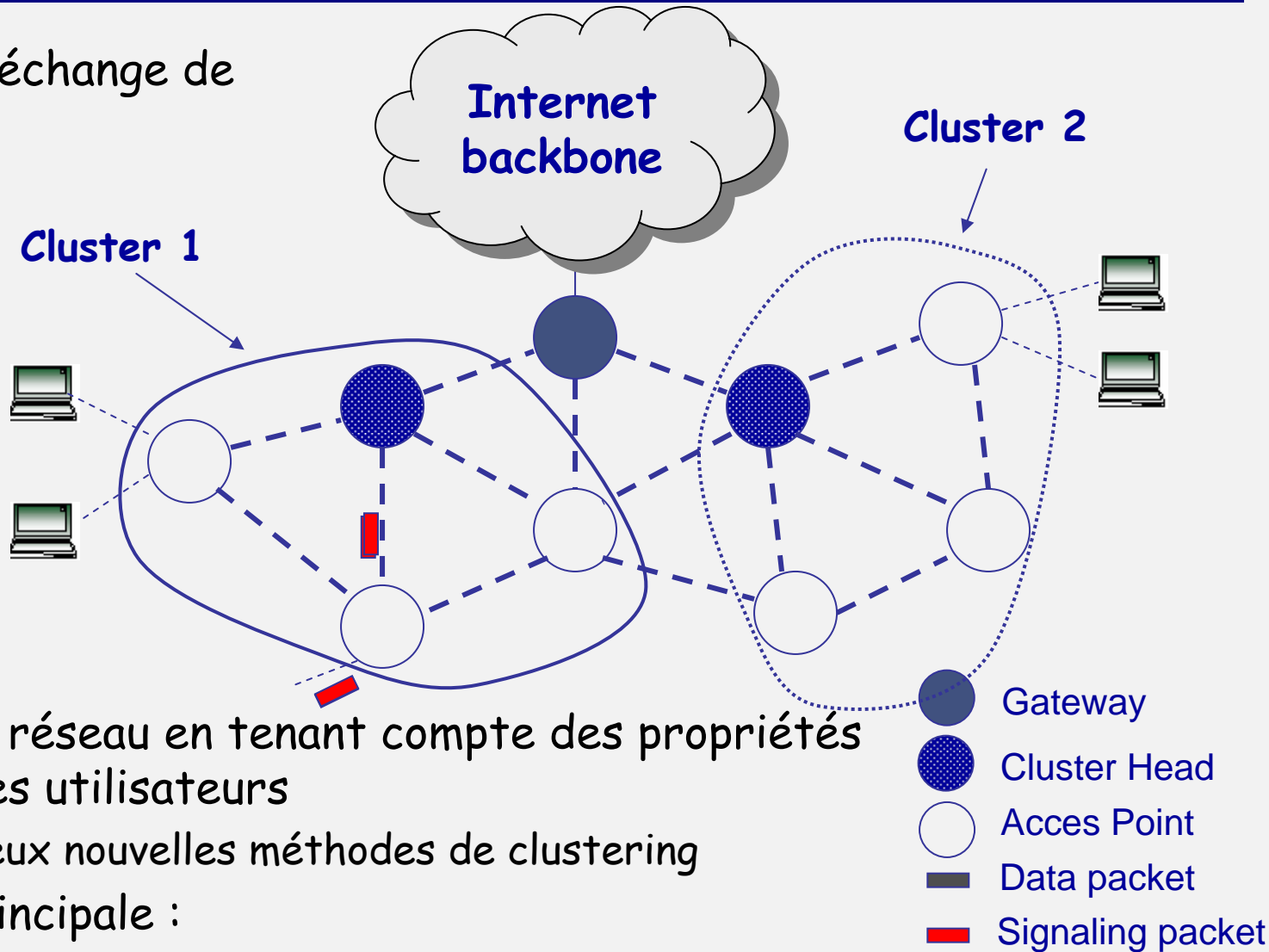
Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs : Clustering

- But : réduire l'échange de signalisation

→ Clustering



- Clustériser le réseau en tenant compte des propriétés de mobilité des utilisateurs

➔ Proposer deux nouvelles méthodes de clustering

- Publication principale :

- R. Langar, N. Bouabdallah and R. Boutaba, « Mobility-Aware Clustering Algorithms with Interference Constraints in Wireless Mesh Networks », To appear in Computer Networks Journal, Accepted September 2008.

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Nouvelles métriques de routages plus adaptées

- Motivation :
 - Limitations du routage conventionnel selon plus court chemin
 - Nécessité de métriques de routage tenant compte de la qualité des liens radio : ETX, ETT, WCETT, ...
- Problématique :
 - Ces nouvelles métriques échouent assez souvent à préserver de bonnes routes pour les éventuelles futures connections
- Contributions :
 - Nouvelle métrique de routage : Interferer Neighbors Count (INX)
 - INX capte l'impact des décisions de routage en cours sur les services des futures arrivées
 - Publication principale :
R. Langar, N. Bouabdallah and R. Boutaba, « Mobility-Aware Clustering Algorithms with Interference Constraints in Wireless Mesh Networks », To appear in Computer Networks Journal, Accepted September 2008.

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio :
Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

- Contexte :
 - Avec le concept cognitive radio, les utilisateurs non abonnés peuvent détecter et exploiter la bande inutilisée par les utilisateurs abonnés, sans affecter le service de ces derniers.
- Contributions :
 - Utiliser le concept radio cognitive pour permettre à plusieurs fournisseurs de services de se partager les ressources.
 - ➔ Améliorer la capacité et la rentabilité des réseaux sans fil maillés
 - Création des réseaux sans fil maillés virtuels
 - Publication principale :

B. Ishibashi, N. Bouabdallah, and R. Boutaba, « QoS Performance Analysis of Cognitive Radio-based Virtual Wireless Networks », in Proc. of IEEE Infocom 2008, Mini-conference, Phoenix, Arizona, USA, April 2008.

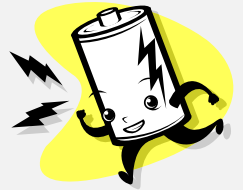
Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux de capteurs

- Contexte :

- Batteries à capacité limitée
- Objectif: maximisation de la durée de vie du réseau de capteurs
Accomplir sa tâche le plus longtemps possible en respectant certaines contraintes



➔ Minimiser la consommation d'énergie sous contrainte de fiabilité

- Notre vision orientée application
- Acquérir des données et les transmettre au sink selon 3 manières :
 - Event-driven (détection d'événements)
 - À la demande
 - Contrôle continu



- Zoom sur nos solutions basées sur l'exploitation de la corrélation
➔ Réduire la transmission des données redondantes et inutiles

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
- III. Réseaux de capteurs**
 - 1. Réseaux de capteurs à détection d'événements
 - 2. Réseaux de capteurs à la demande
 - 3. Réseaux de capteurs à contrôle continu
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux de capteurs à détection d'événements

- Déploiement dense => Rapports corrélés => Perte d'énergie



➔ **Permettre uniquement à quelques nœuds représentatifs de rapporter l'événement détecté**

- Réduction considérable de la consommation d'énergie :
 - Nombre de collisions diminue
 - Éviter l'écoute inutile du support (overhearing, idle listening)
 - Réduire la transmission des données redondantes

Réseaux de capteurs à détection d'événements

- Déploiement dense => Rapports corrélés => Perte d'énergie



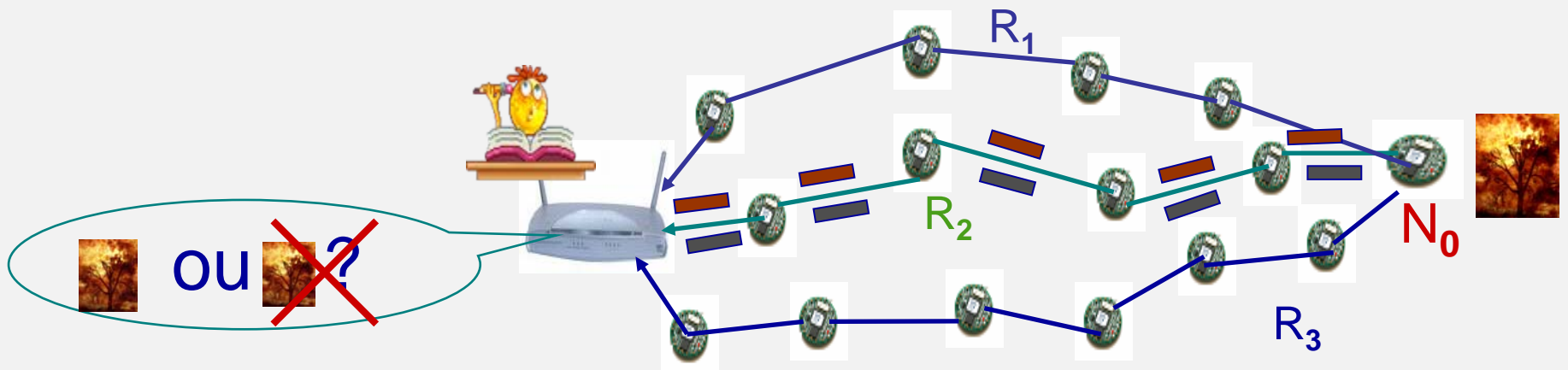
- **Quels capteurs à mettre en veille et comment?**
- **Protocole MAC?**
- Publication principale :
F. Bouabdallah-Othman, N. Bouabdallah and R. Boutaba, «Towards Reliable and Efficient Reporting in Wireless Sensor Networks », IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 7, No. 8, August 2008.
- Thèse de doctorat de Fatma Bouabdallah-Othman

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
- III. Réseaux de capteurs**
 - 1. Réseaux de capteurs à détection d'événements
 - 2. Réseaux de capteurs à la demande
 - 3. Réseaux de capteurs à contrôle continu
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux de capteurs à la demande

- À la demande : détecter un évènement à un emplacement spécifique
→ Source d'évènement unique
- Augmenter la fiabilité de détection en permettant aux nœuds du chemin de détection de participer à la détection
- Corrélation spatiale entre les observations des nœuds capteurs du chemin de détection

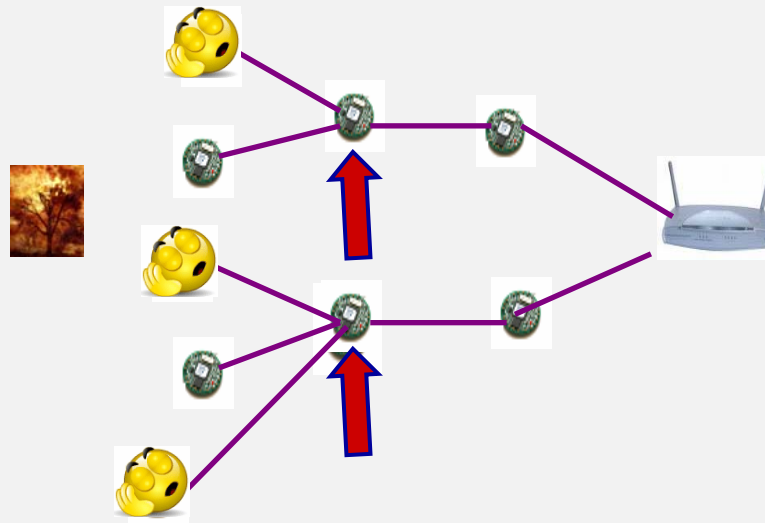
➔ **Agrégation des données au niveau des nœuds intermédiaires**



Réseaux de capteurs à la demande

- À la demande : détecter un évènement à un emplacement spécifique
→ Source d'évènement unique
- Augmenter la fiabilité de détection en permettant aux nœuds du chemin de détection de participer à la détection
- Corrélation spatiale entre les observations des nœuds capteurs du chemin de détection

➡ **Agrégation des données au niveau des nœuds intermédiaires**



- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
- III. Réseaux de capteurs**
 - 1. Réseaux de capteurs à détection d'événements
 - 2. Réseaux de capteurs à la demande
 - 3. Réseaux de capteurs à contrôle continu
- VI. Réseaux optiques
- V. Conclusions et perspectives

Réseaux de capteurs à contrôle continu

- Transmission périodique des capteurs
→ Le sink a besoin des mesures individuelles de chaque capteur

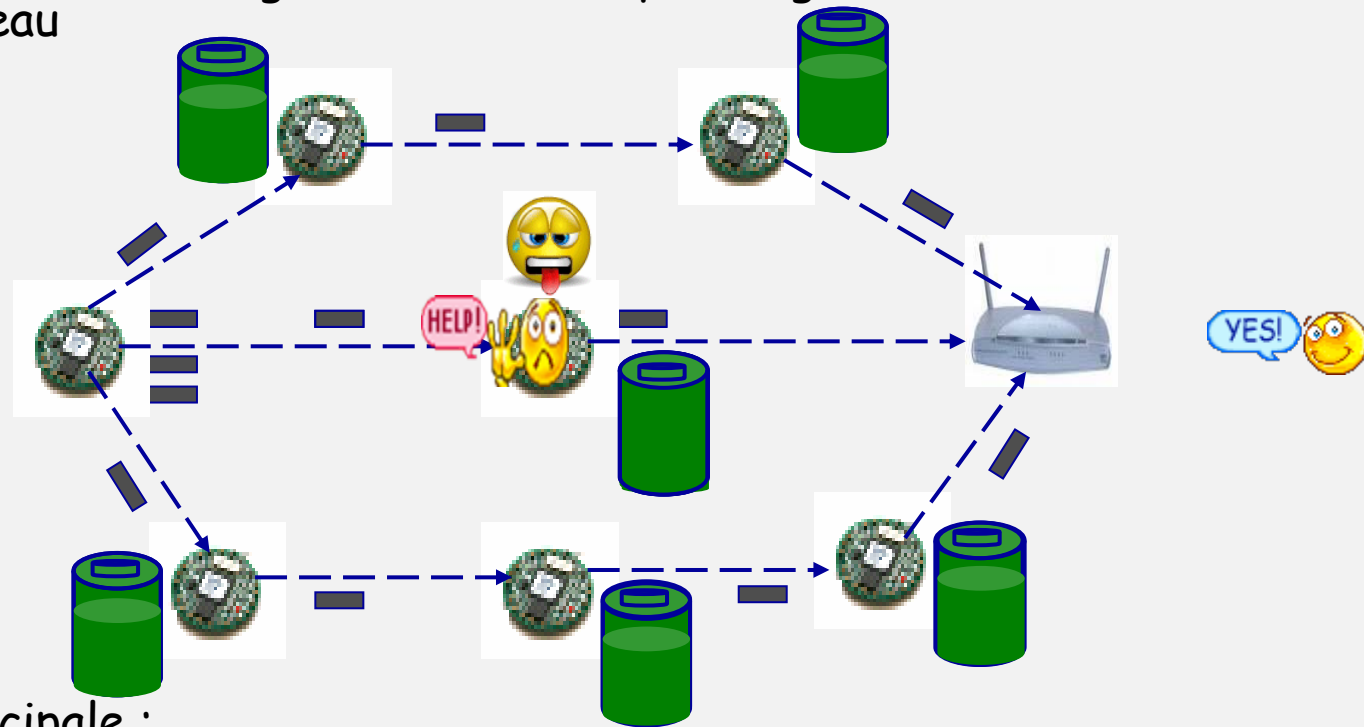


➔ **Corrélation temporelle entre les observations successives de chaque capteur**

- Un capteur n'envoie sa mesure que si elle est différente de la dernière mesure envoyée vers le sink
- Au niveau du sink : absence de rapport signifie absence de changement
- Publication principale :
N. Bouabdallah, M. E. Rivero-Angeles and B. Sericola, « Continuous-Monitoring Using Event Driven Reporting for Cluster-Based Wireless Sensor Networks », To appear in IEEE Transactions on Vehicular Technology, Accepted January 2009.
- Post doc : Mario Rivero

Réseaux de capteurs

- Vision orientée application
- Autres mécanismes pour réduire la consommation d'énergie dans les réseaux de capteurs :
 - Approche cross-layer
 - Nouvelle méthode de routage basée sur l'équilibrage de la distribution du trafic dans le réseau



→ Publication principale :

F. Bouabdallah-Othman, N. Bouabdallah and R. Boutaba, « On Balancing Energy Consumption in Wireless Sensor Networks », To appear in IEEE Transactions on Vehicular Technology, Accepted September 2008.

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques**
- V. Conclusions et perspectives

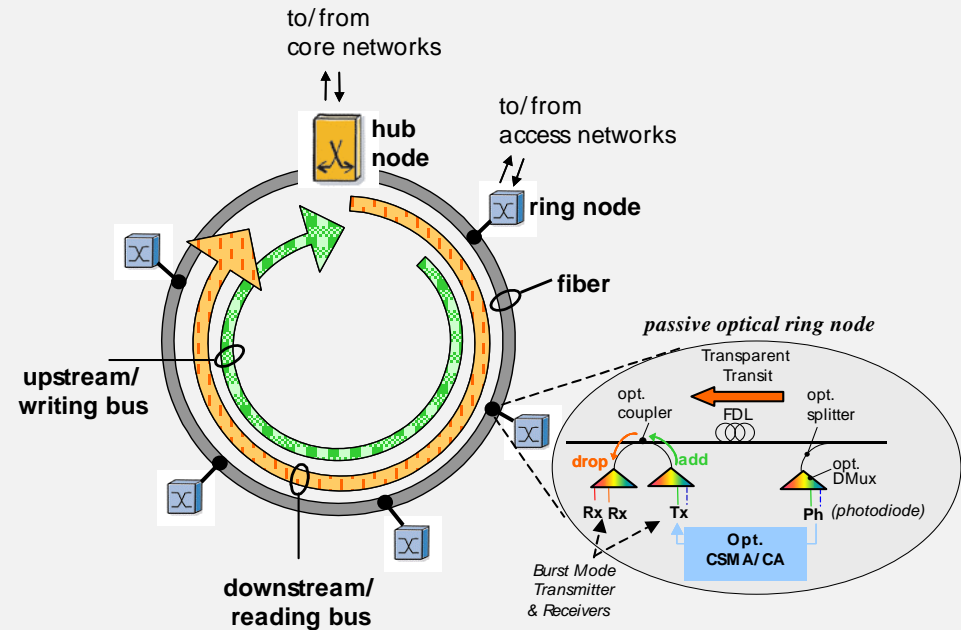
Réseaux optiques

- Deux contributions essentielles:

- Extension du concept MP-to-P vers les réseaux tout optiques maillés

→ Publications principales :

IEEE Journal on Selected Areas in Communications (IEEE JSAC),
Computer Networks Journal,
Performance Evaluation Journal,
IEEE Communications Magazine.



Overview of Mp-to-P ring (DBORN network) and node architecture

- Nouvelle méthode de protection basée sur une approche de différenciation de service

→ Publication principale :

N. Bouabdallah and B. Sericola, « Introducing a Relative Priority for the Shared-Protection Schemes », IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, Vol. 4, Issue 3, July-September 2007, pp. 205 - 215

Plan de l'exposé

- I. Réseaux sans fil conventionnels à un seul saut
- II. Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - 1. Gérer efficacement la mobilité des utilisateurs
 - 2. Nouvelles métrique de routage plus adaptées
 - 3. Gestion sophistiquée des ressources radio : Radio Cognitive
- III. Réseaux de capteurs
- VI. Réseaux optiques
- V. **Conclusions et perspectives**

Conclusions et perspectives

- Contributions :
 - Réseaux optiques
 - 3 nouveaux axes de recherche :
 - Réseaux sans fil conventionnel à un seul saut
 - Réseaux sans fil multi-saut : Réseaux sans fil maillés
 - Réseaux de capteurs
- Perspectives de recherche :
 - Réseaux sans fil maillés : Routage et problème de ping-pong
 - Réseaux de capteurs :
 - Test-bed
 - Réseaux de capteurs sous-marins
 - Réseaux optiques : Protection de circuits MP-to-P

Collaborateurs à associer à mes travaux

- Rami Langar
- Raouf Boutaba
- Bruno Sericola

- Guy Pujolle
- Harry Perros
- André Luc Beylot

- Emanuel Dotaro
- Laurant Ciavaglia
- Nicolas Le Sauze

- Fatma Bouabdallah-Othman
- Mario Rivero
- Brent Ishibashi
- Yassine Chetoui
- Sofiane Moad
- Mohammad Azim
- Charlotte Roger
- Moez Esseghir
- Soumyadip Banerjee
- Lotfi Halwes