

# Le projet IRULAN

—○—○—○—  
A SECRET REPORT WITHIN THE GUILD

*Internet*

*Radio*

*Urban*

*Local*

*Area*

*Network*

HIPERCOM INRIA

# Plan

- 1. Le projet IRULAN
- 2. Technologies & architectures
- 3. Protocole des réseaux *ad hoc*
- 4. Performances
- 5. Extensions

Philippe.jacquet@inria.fr

Projet Hipercom

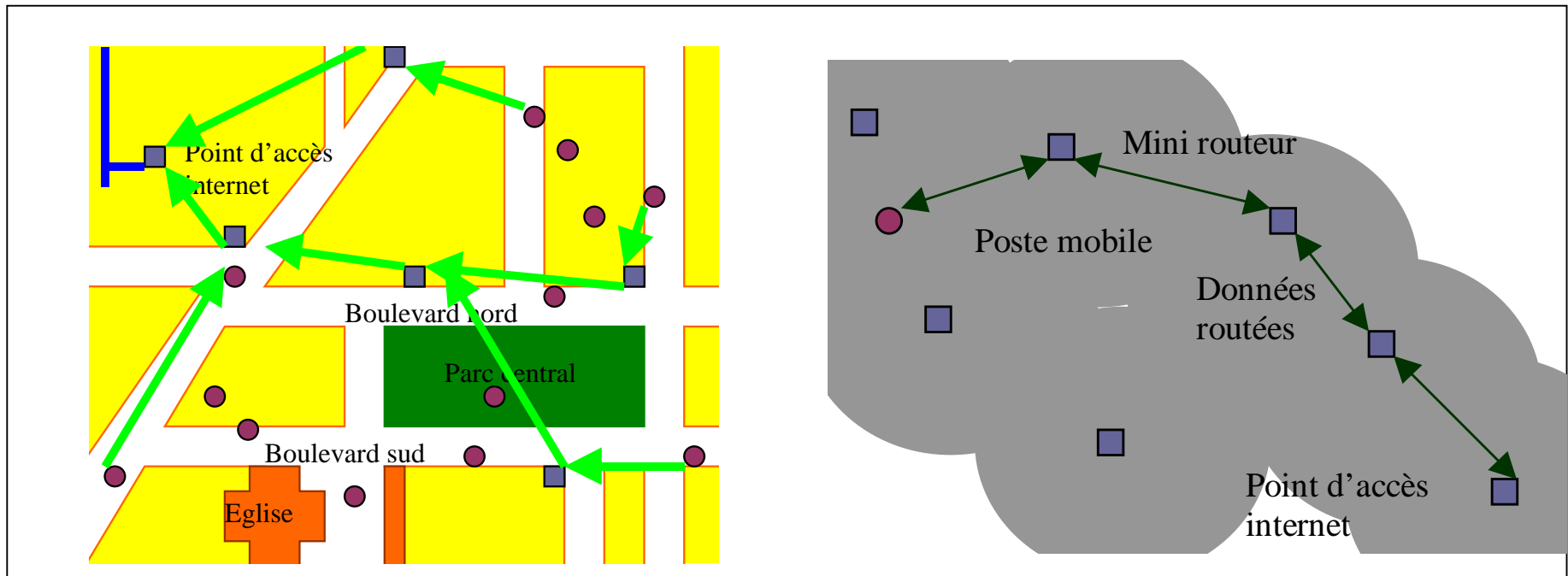
INRIA Rocquencourt



# 1. Un réseau local à l'échelle d'une ville



- Accès sans fil à internet avec infrastructure partielle et évolutive



# IRULAN



- Accès à **internet** à 11 millions de bits par seconde ou plus.
  - Norme IEEE 802.11b-a, Bluetooth (1Mbps)
- Des **boitiers mini-routeurs** distribués dans la zone à couvrir.
- Les **mini-routeurs** exercent à chaque instant le **contrôle** sur l'acheminement des données jusqu'aux mobiles.

# Équipement de l'utilisateur

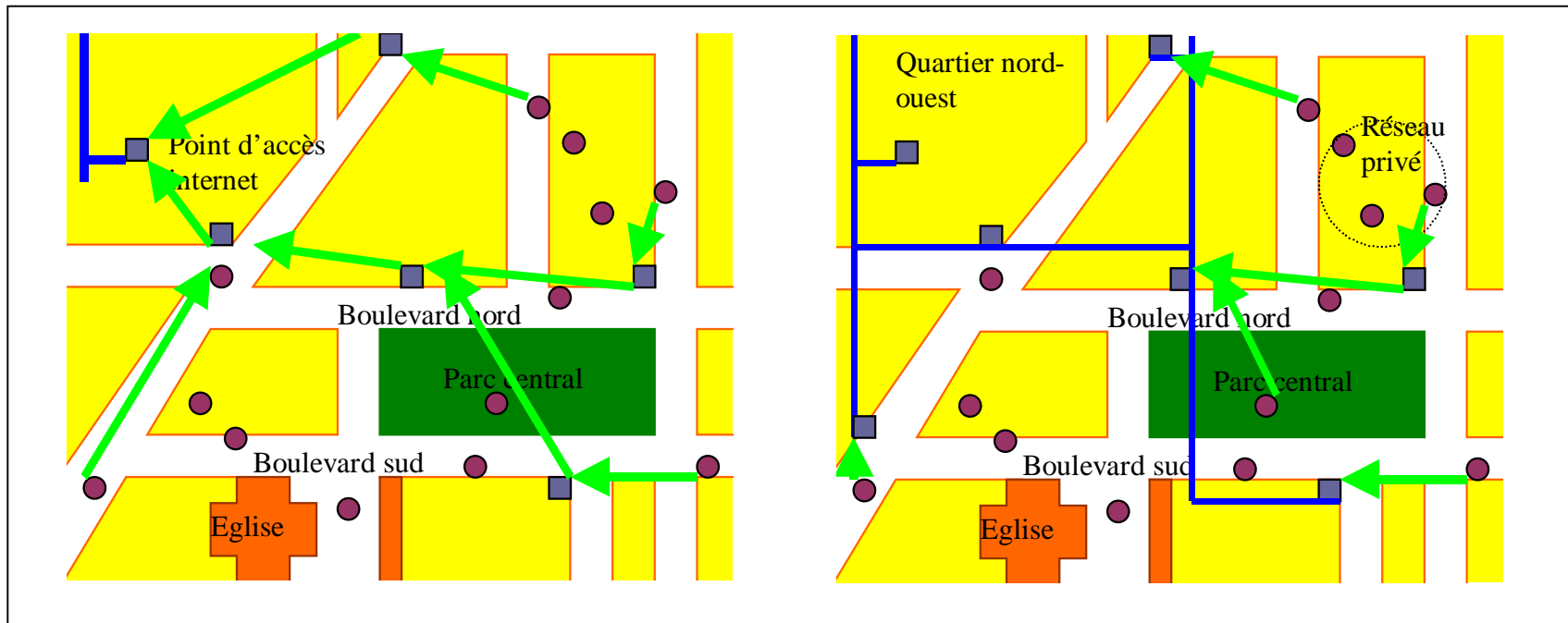
- Puissance d'émission 100 mW
- Émission sporadique par paquets à 11 Mbits/s
- Portée quelques dizaines de mètres à 100 m.



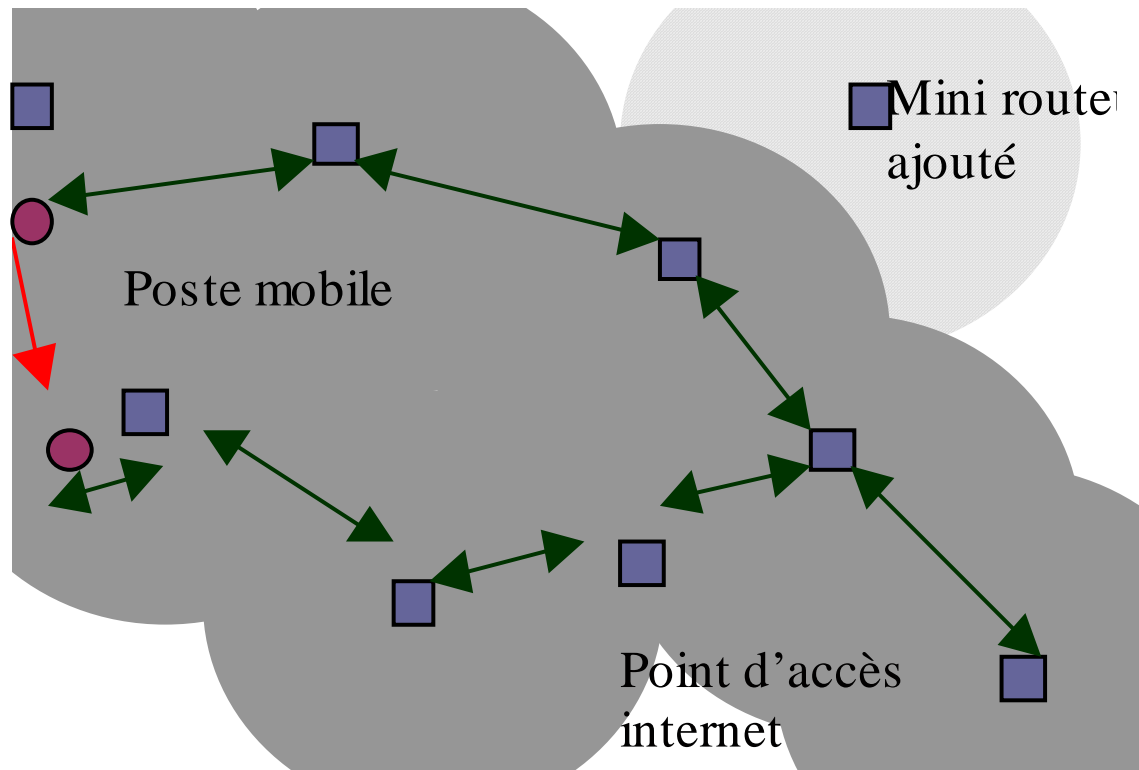
# IRULAN



- Densification et îlots privatifs
- Contournements des zones non desservies

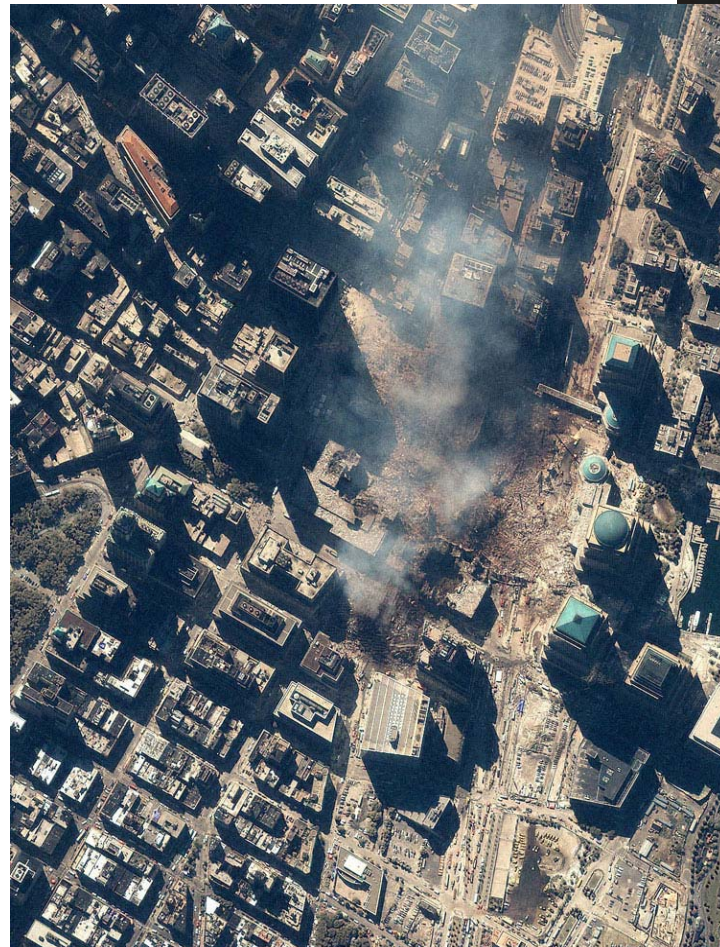


# Support de mobilité



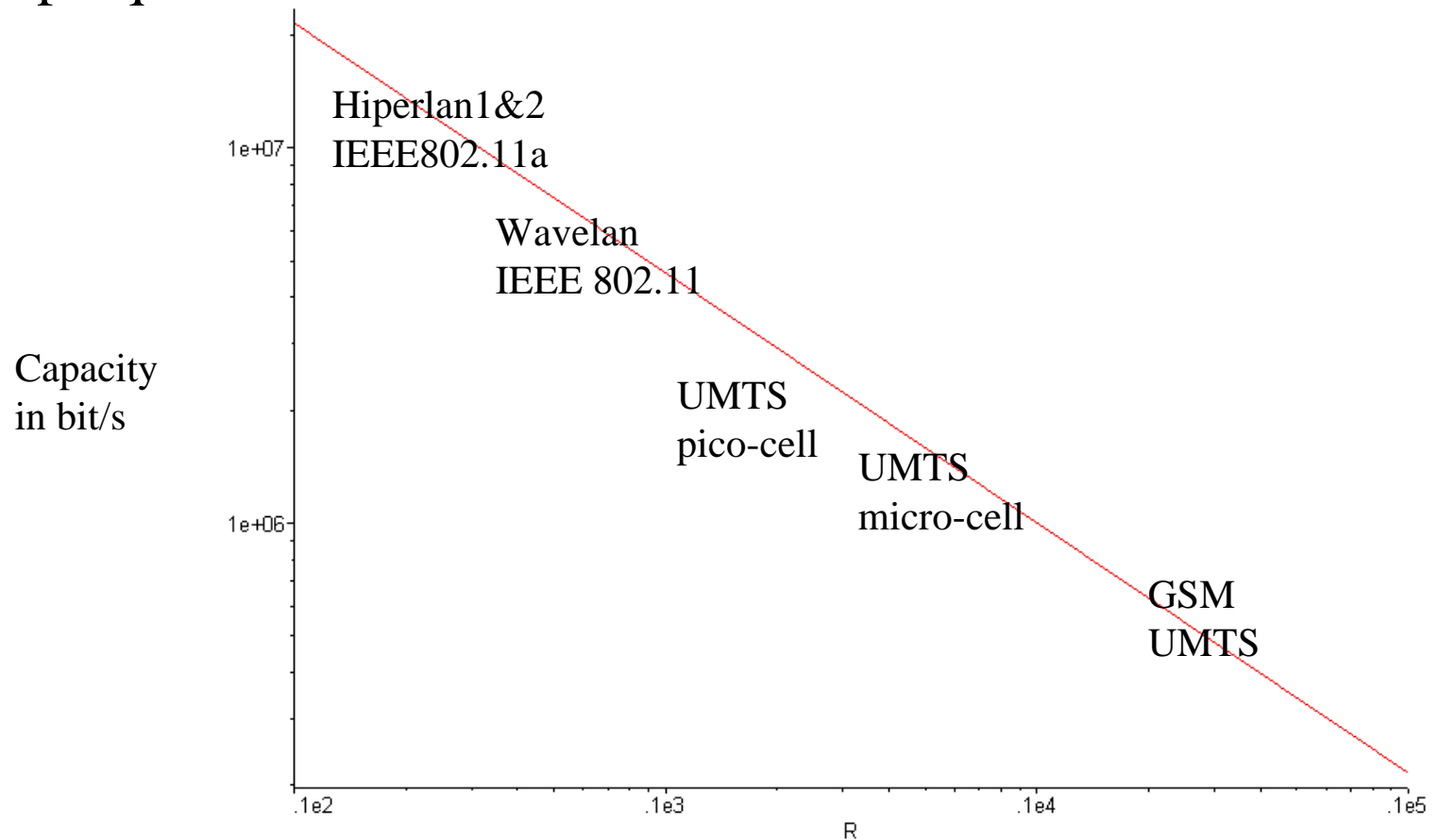
# Autres applications

- Réseau de secours
- Chantiers
- Expositions



## 2. Aperçu technologique

- Graphique débit-portée

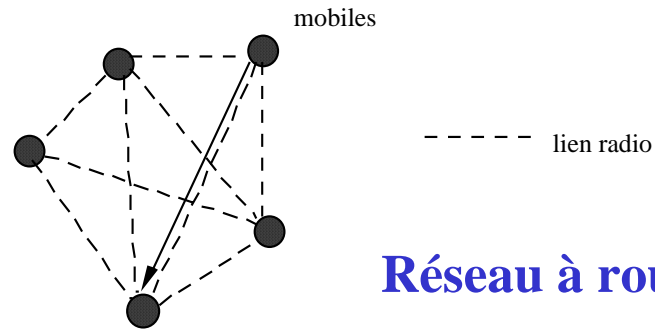


# Aperçu architecture

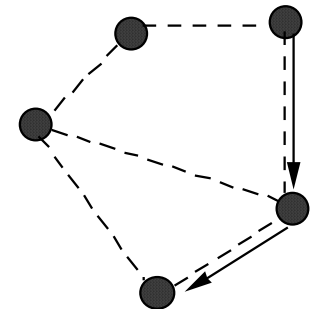


- Les architectures sans fil

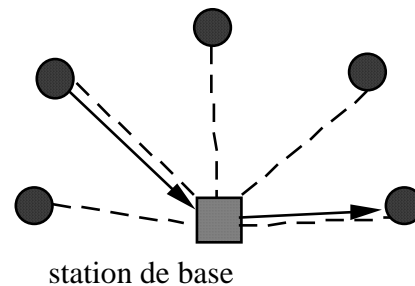
**Réseau complet :**



**Réseau à routage interne:**



**Réseau à station de base:**

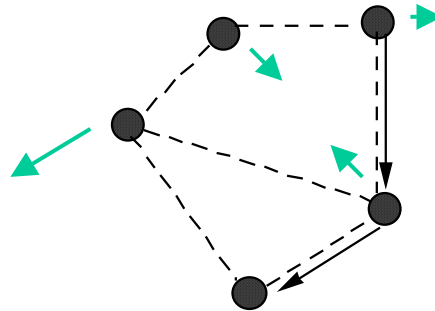


# Architecture (suite)



- L'architecture *ad-hoc*

- Un réseau *ad-hoc* est un réseau créé par une réunion de mobiles ne disposant pas d'infrastructure pré-existante.



### 3. Protocoles de routage *ad hoc*



- Les réseaux mobiles *ad hoc*

- L 'IETF (*Internet Engineering Task Force*) normalise des protocoles de routage pour des réseaux ad-hoc de mobiles (*Mobile Ad hoc NETWORK*).
- Le routage a lieu au niveau du protocole internet (intranet mobile).

# Aperçu protocole



- Problématique du routage sans fil
  - mobilité supérieure
  - bande passante inférieure
- Il faut optimiser les trafics de détection et de contrôle de la topologie
- Stratégie réactive (AODV) et proactive (OLSR)

# Optimized Link State Routing (OLSR)

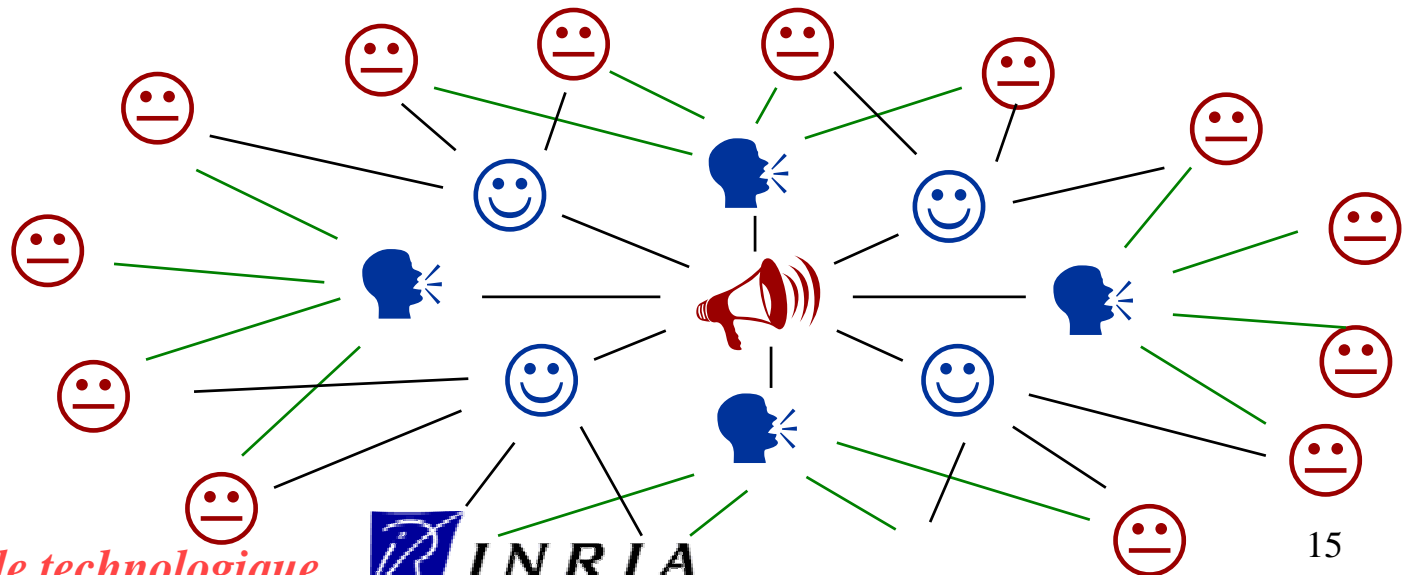


- Protocole MANET proactif proche du « link state » (OSPF)
- Des paquets de contrôle de topologie sont périodiquement diffusés dans le réseau
- Optimisations par rapport à « link state »:
  - Optimisation de la diffusion par les RMP
  - Diffusion d'une topologie partielle (celle des RMP)

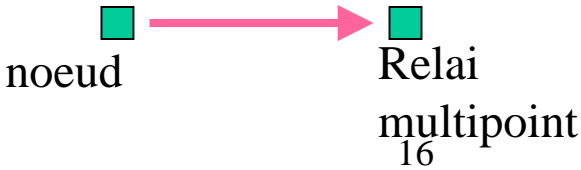
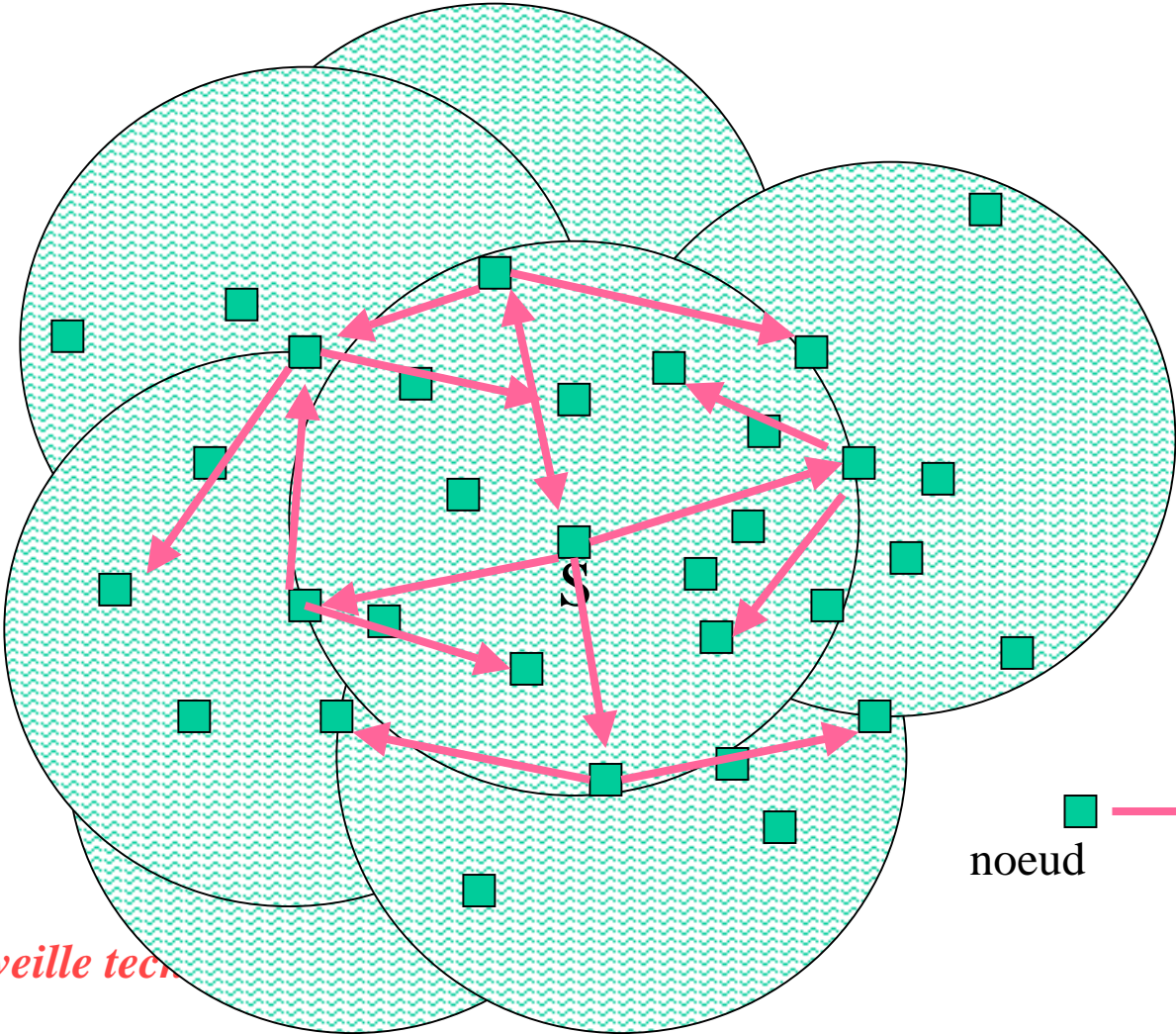
# OLSR (suite)



- Chaque nœud détermine son groupe RMP:
  - Couverture minimale des nœuds à deux sauts
- Les RMP relayent les paquets à diffusions
  - réduction des répétitions inutiles dans les diffusions



# OLSR (fin)



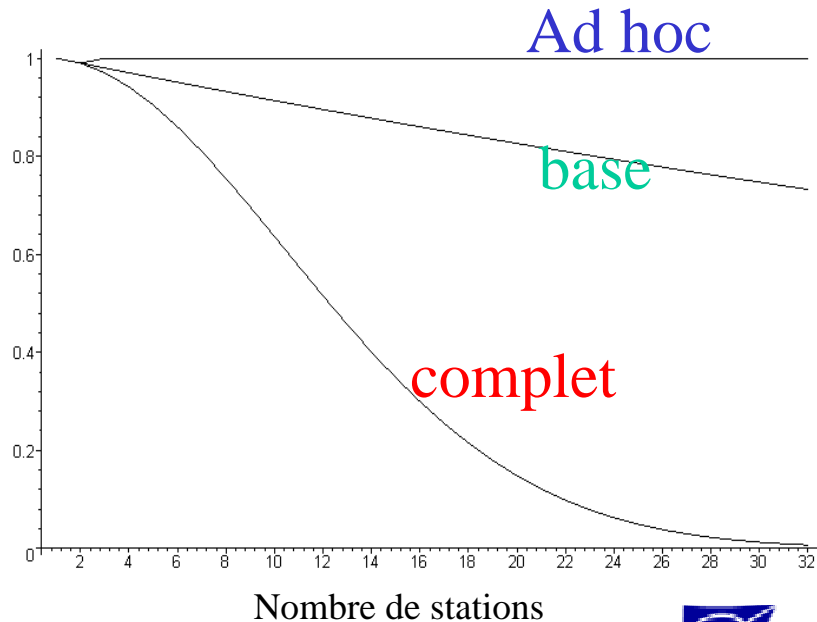
# 4. Performances des architectures



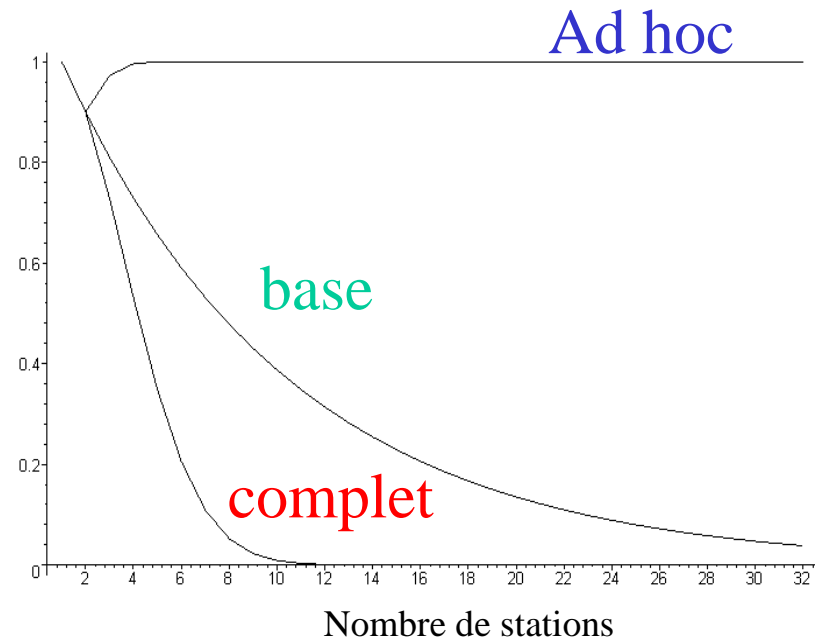
Graphe aléatoire  $p=0.99$

$P= 0.9$

Pr(fiable)



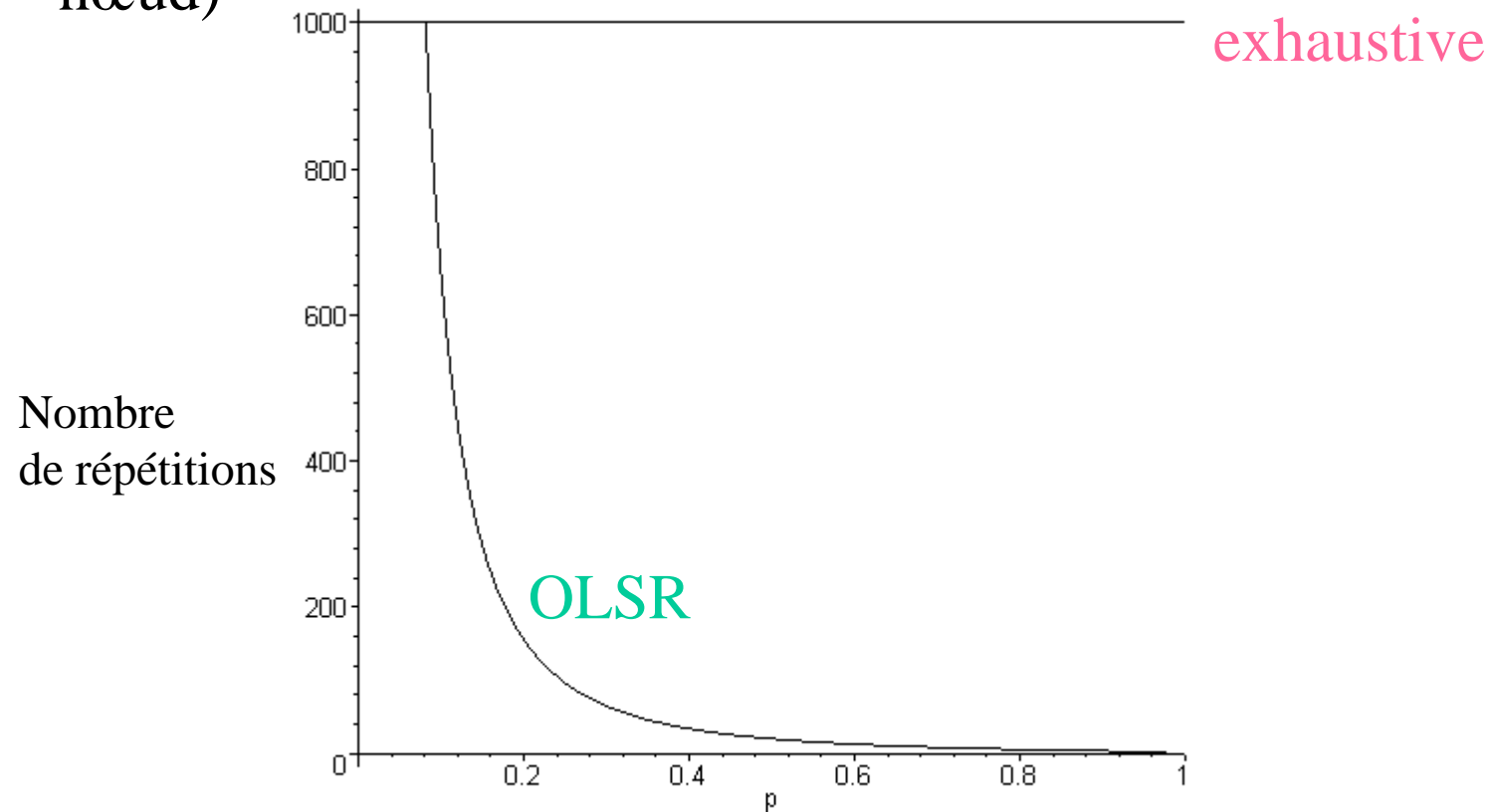
Pr(fiable)



# Performances des protocoles

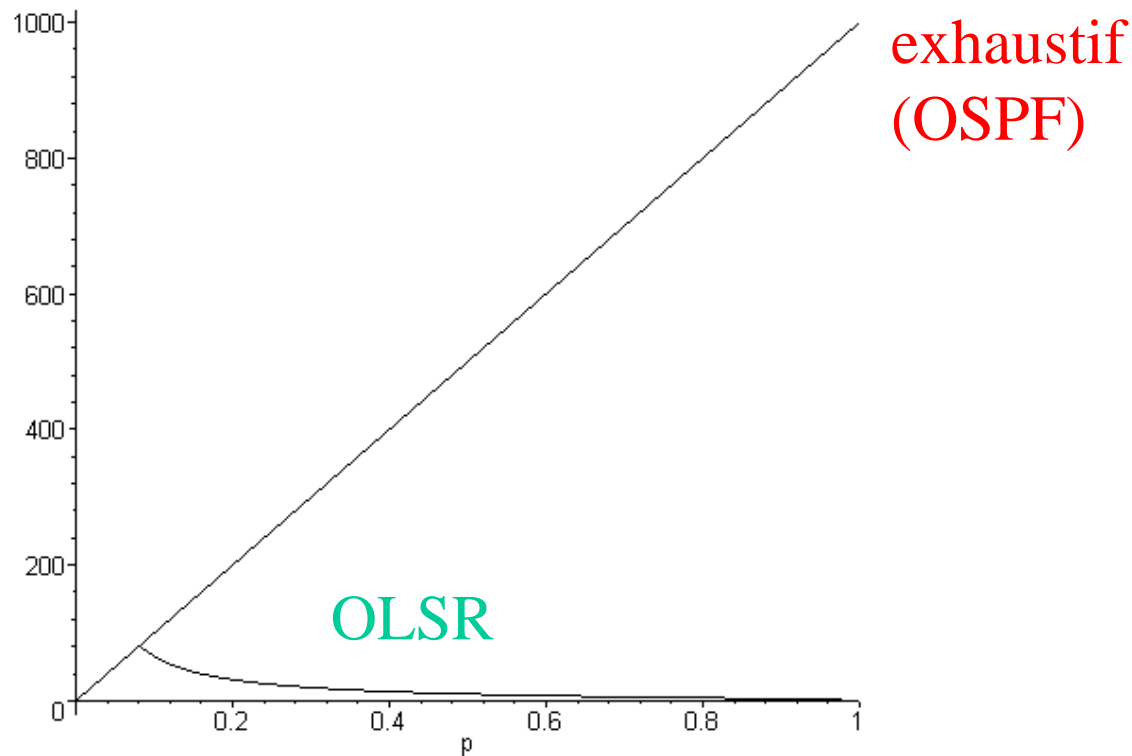


- Coût d'une inondation (1000 nœuds,  $p \cdot 1000$  voisins par nœud)



# Performances des protocoles

- Taille des paquets de contrôle de topologie :



# Extensions des protocoles mobiles



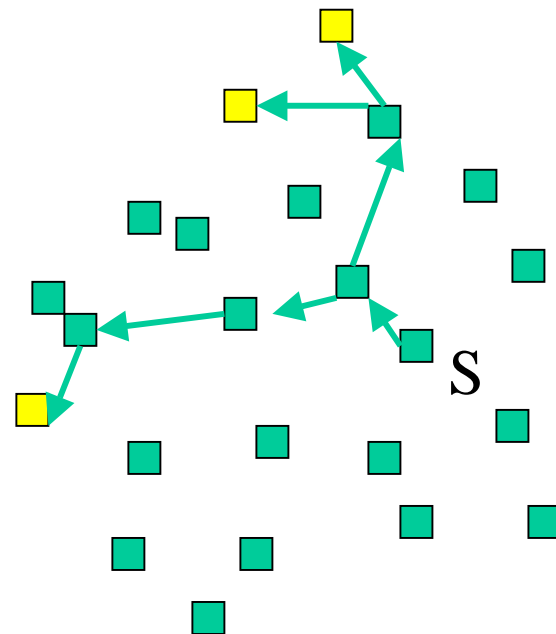
## Les arbres multicast

- La diffusion multicast dans les réseaux ad hoc doivent
  - s'établir avec une connaissance partielle de la topologie
  - détecter les changement de topologies
  - réagir aux changements de topologie en rafraîchissant les arbres multicast

# Extensions des protocoles mobiles



## Arbre pré-calculé MOLSR



# Extensions des protocoles mobiles



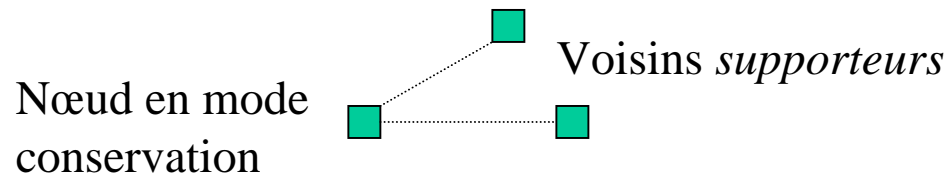
## Conservation d'énergie

- IEEE 802.11 et Hiperlan ont des modes « conservation d'énergie ».
- Un nœud en conservation d'énergie augmente son autonomie.
- Un nœud consomme pratiquement autant en réception qu'en émission

# Extensions des protocoles mobiles



- Les nœuds en mode conservation d'énergie alternent veilles et sommeils de manière périodique.
  - Un nœud en veille 10% du temps multiplie son autonomie par un facteur 10.
- Les nœuds en mode conservation d'énergie élisent un ou plusieurs voisins *supporteurs*
  - Les voisins *supporteurs* stockent les paquets et ne les transmettent qu'en périodes de veille du nœud supporté



# Extensions des protocoles mobiles



## Support des services

- Le routage peut être associé à des services mobiles
- Les services sont accessibles par un arbre multicast
- Recherche du serveur le plus proche
- Qualité de service du routage.