



# La Radio cognitive dans la stratégie d'opérateur intégré de France Télécom

Emmanuelle Villebrun, Patrick Tortelier

# Démarche



- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- La radio cognitive et ses étapes
  - Pour trouver le bon réseau
- La stratégie d'opérateur intégré de FT
  - Le réseau adéquat: toujours celui de FT?
- La décision de l'allocation des ressources radio
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- D'autres utilisations de la radio cognitive?



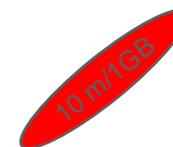
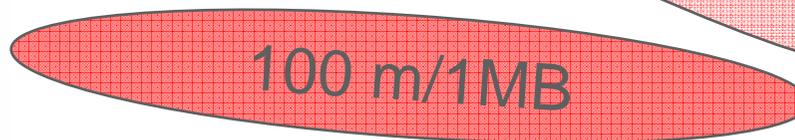
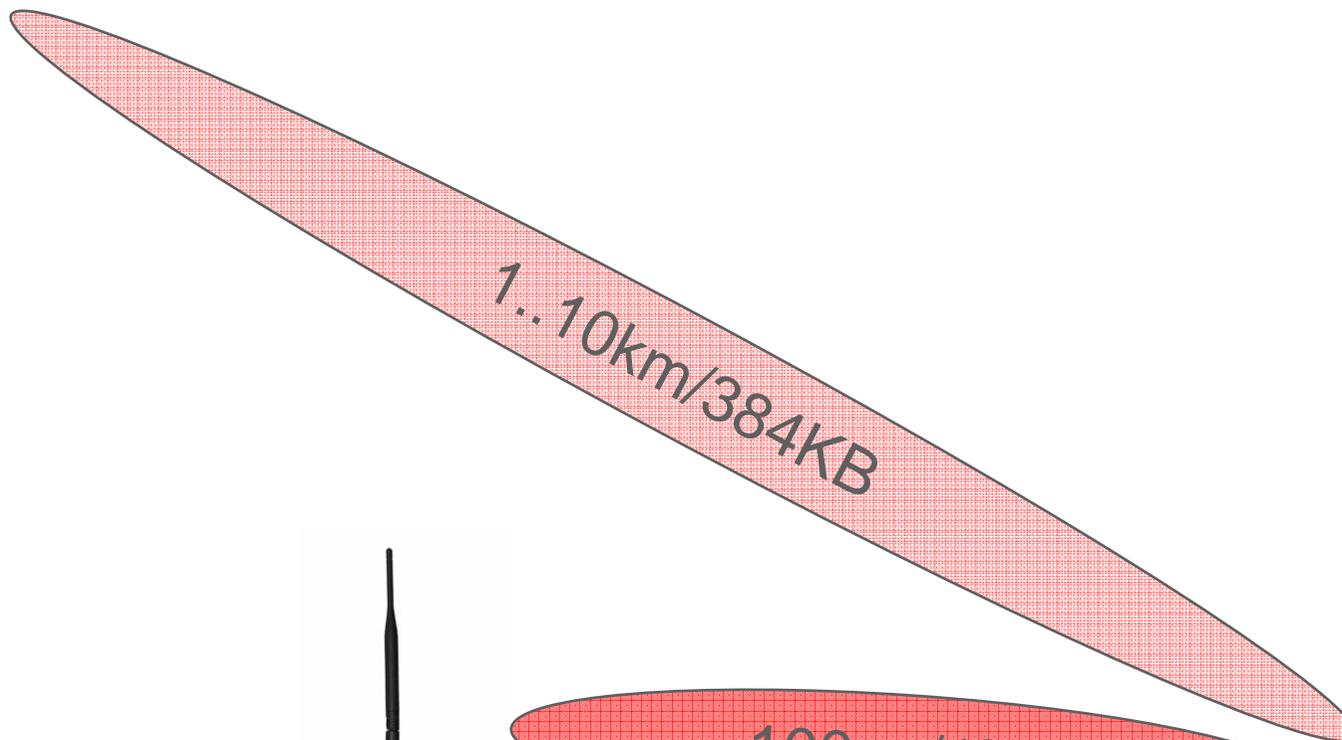
- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- La radio cognitive et ses étapes
  - Pour trouver le bon réseau
- La stratégie d'opérateur intégré de FT
  - Le réseau adéquat: toujours celui de FT?
- La décision de l'allocation des ressources radio
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- D'autres utilisations de la radio cognitive?

# Nos besoins de communiquer grandissent...



- Développement de l'usage des communications sans fil
  - Terminaux mobiles
  - Appareils (PC, PDA, portables), dotés de plusieurs interfaces radio (GPRS, Wifi, Bluetooth, voire GPS)
- Besoin de la personne de retrouver ses services partout et à tout moment
  - Anytime & Anywhere
  - Manytime & Manywhere (InfoStations)
- Accès illimité au monde et aux contenus

# Compromis couverture/débit



# Pour chaque besoin, une interface radio, un réseau



- Pas d'interface radio unique permettant de répondre à tous les besoins mais...
- Des solutions avec des portées et des coûts différents
  - Très courtes portées ( $\cong 10\text{m}$ ) et faible coût : Bluetooth, UWB
  - WLAN (IEEE802.11) ( $\cong 100\text{m}$ , coût moyen)
  - Réseaux cellulaires (2G, 3G) (coût élevé mais gestion de la mobilité et de la charge)
- Parallèle avec des scénarios d'usage différents
  - Personal Area Networks (PC, PDA,...)
  - wireless access en indoor (pas de mobilité)
  - Communications avec les mobiles
  - Diffusion

# Pour chaque usage, une interface, un réseau



- Il existe un réseau adapté à chaque usage
- Télévision, diffusion: DVB-H
- Consultations de serveurs (réservations de train, comptes en banque etc...)
  - Faible débit mais large couverture: EDGE, UMTS
- Téléchargement/échanges de fichiers
  - Download, Upload
  - Fort débits, mais couverture plus localisée
  - WiFi, WiMaX
  - Bénéficier des dernières technologies en termes de débits, mais sans les fonctions de mobilité et de gestion de charge

# Démarche



- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- **La radio cognitive et ses étapes**
  - Pour trouver le bon réseau
- La stratégie d'opérateur intégré de FT
  - Le réseau adéquat: toujours celui de FT?
- La décision de l'allocation des ressources radio
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- D'autres utilisations de la radio cognitive?

# La radio cognitive



- Origine militaire
  - Réduction des coûts de radiocommunications
  - Besoin de trouver et d'opérer en environnements hostiles (pas d'allocation de fréquences)
- Adaptation de formes d'ondes, détection de spectre libre
- Adaptation au civil pour améliorer l'efficacité spectrale
  - Autorisation de deux systèmes dans une même bande
  - Banalisation de l'usage du spectre

# Définition



- **Objet de la radio cognitive**
  - Mise en adéquation
    - des usages et de leurs besoins en termes de QoS
    - des ressources radio
  
- **Démarche déjà existante dans les activités de France Télécom**
  - Positionnement des terminaux par triangulation des mesures radio
  - Discrimination des terminaux indoor/outdoor
    - Mobile indoor: faible niveau, peu de voisines
    - Mobile outdoor: faible niveau beaucoup de voisines
  - Dans nos travaux sur le réseaux

# Les étapes de la radio cognitive (1)

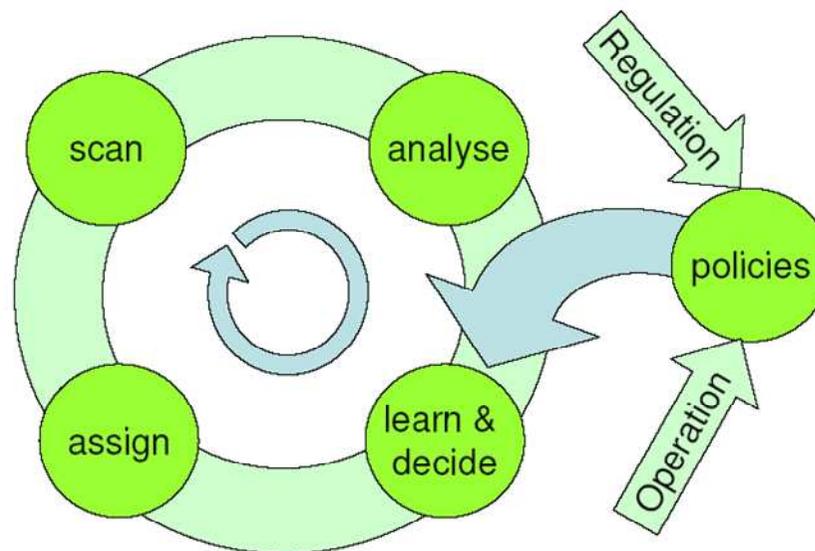


Figure 1: Les étapes de la radio cognitive, une gestion intelligente des ressources radio (source E2R)

# Les étapes de la radio cognitive (2)



## → Les métriques

- Le terminal mesure les balises: niveaux reçus, CPC
- Nombreuses dans le réseau: la charge radio, la qualité de service au niveau MAC (BLER, taux de retransmission), le trafic total par type d'application (ftp, http)
- Lien avec une approche cross layer

## → L'analyse du contexte radio

- Systèmes présents avec le CPC dans le cas de la banalisation des fréquences
- Traitement avancé des mesures radio: classification des terminaux: pedestrian, indoor, outdoor, vehicular, détection des systèmes présents

# Les étapes de la radio cognitive (3)



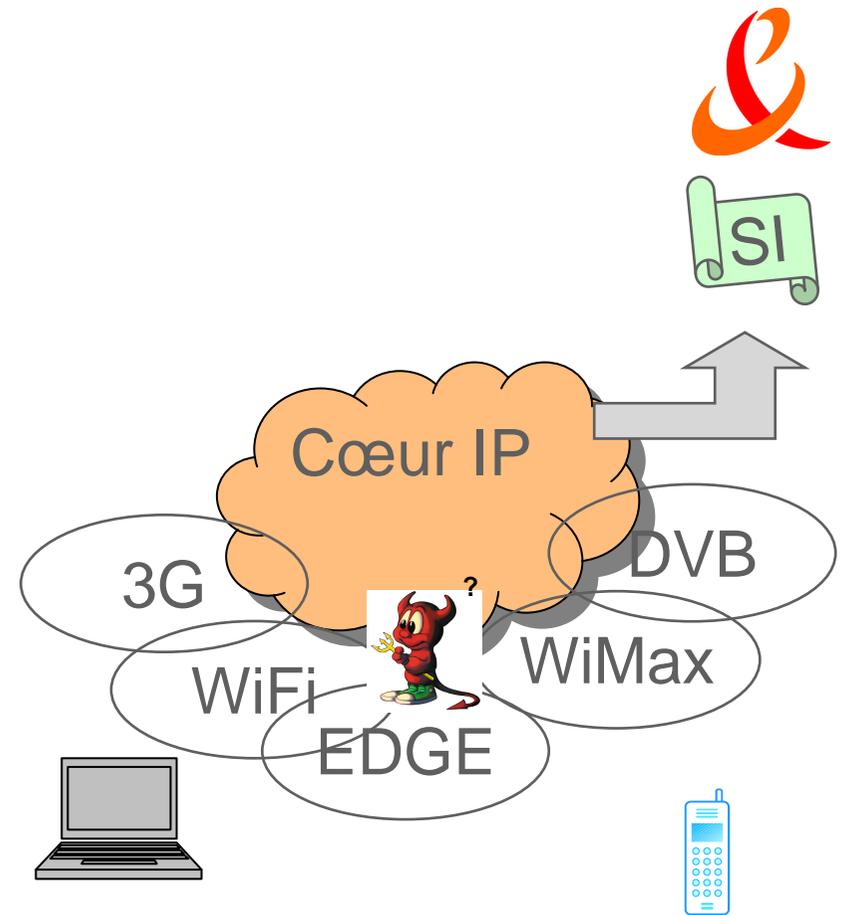
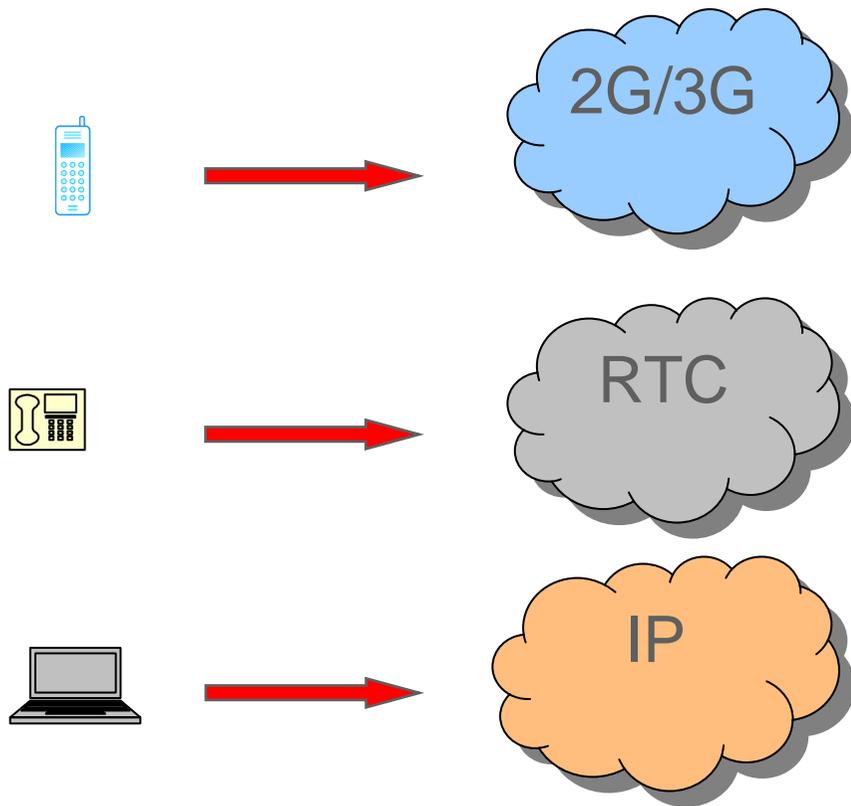
- L'algorithme de choix des ressources radio
  - Aujourd'hui, pour la mobilité, toutes les métriques remontent à un contrôleur où est déroulé l'algorithme
  - Pour l'ordonnancement des paquets (scheduling), le HSDPA a mis l'algorithme plus près de la voie radio pour suivre le fading rapide
  - Idée: distribuer l'algorithme pour que chaque partie se déroule au plus près des métriques
- Les protocoles, l'architecture
  - Remplacement du contrôleur par une architecture plate
  - Laisser plus de libertés au terminal, mieux le piloter pour ses remontées d'information?
    - Exemple de la flexibilité des remontées de mesures UMTS

# Démarche



- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- La radio cognitive et ses étapes
  - Pour trouver le bon réseau
- **La stratégie d'opérateur intégré de FT**
  - **Le réseau adéquat: toujours celui de FT?**
- La décision de l'allocation des ressources radio
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- D'autres utilisations de la radio cognitive?

# La stratégie d'opérateur intégré

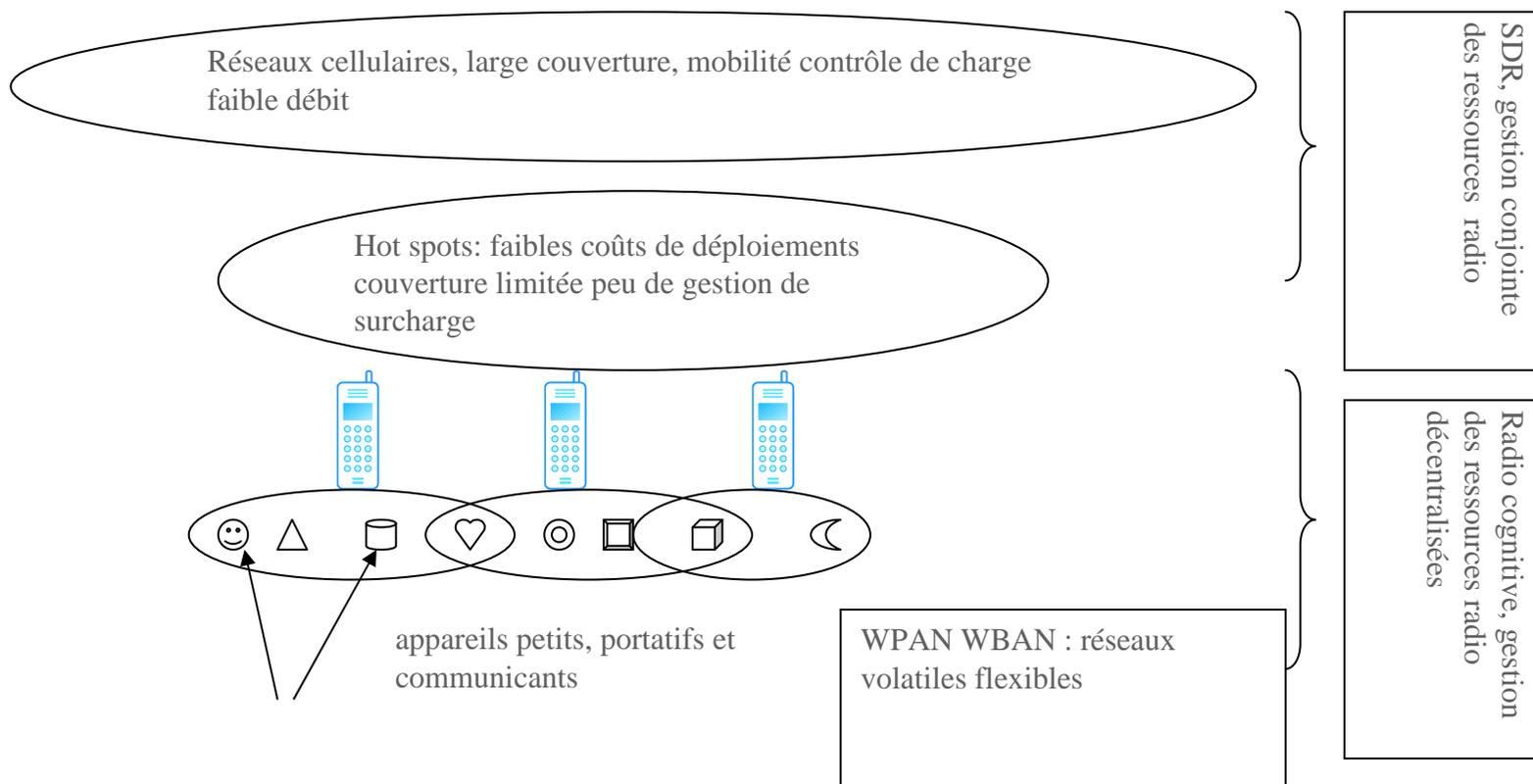


# Cette stratégie signifie :



- Une gestion unifiée des services au dessus du cœur IP (IMS)
- Possibilité de mobilité sans couture
- D'un coté : gestion de la qualité de service faite par le réseau pour distribuer au mieux les ressources radio au gré des besoins de chacun
  - Eviter de surdimensionner les ressources spectrales attribuées à un utilisateur
- De l'autre prise en compte des réseaux pervasifs
  - Consoles de jeux portables, PDA avec qui nous devons partager le spectre
  - Bornes opérant dans des bandes sans licences

# Réconciliation des deux approches



# Démarche



- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- La radio cognitive et ses étapes
  - Pour trouver le bon réseau
- La stratégie d'opérateur intégré de FT
  - Le réseau adéquat: toujours celui de FT?
- **La décision de l'allocation des ressources radio**
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- D'autres utilisations de la radio cognitive?

# Le hand over interopérateur



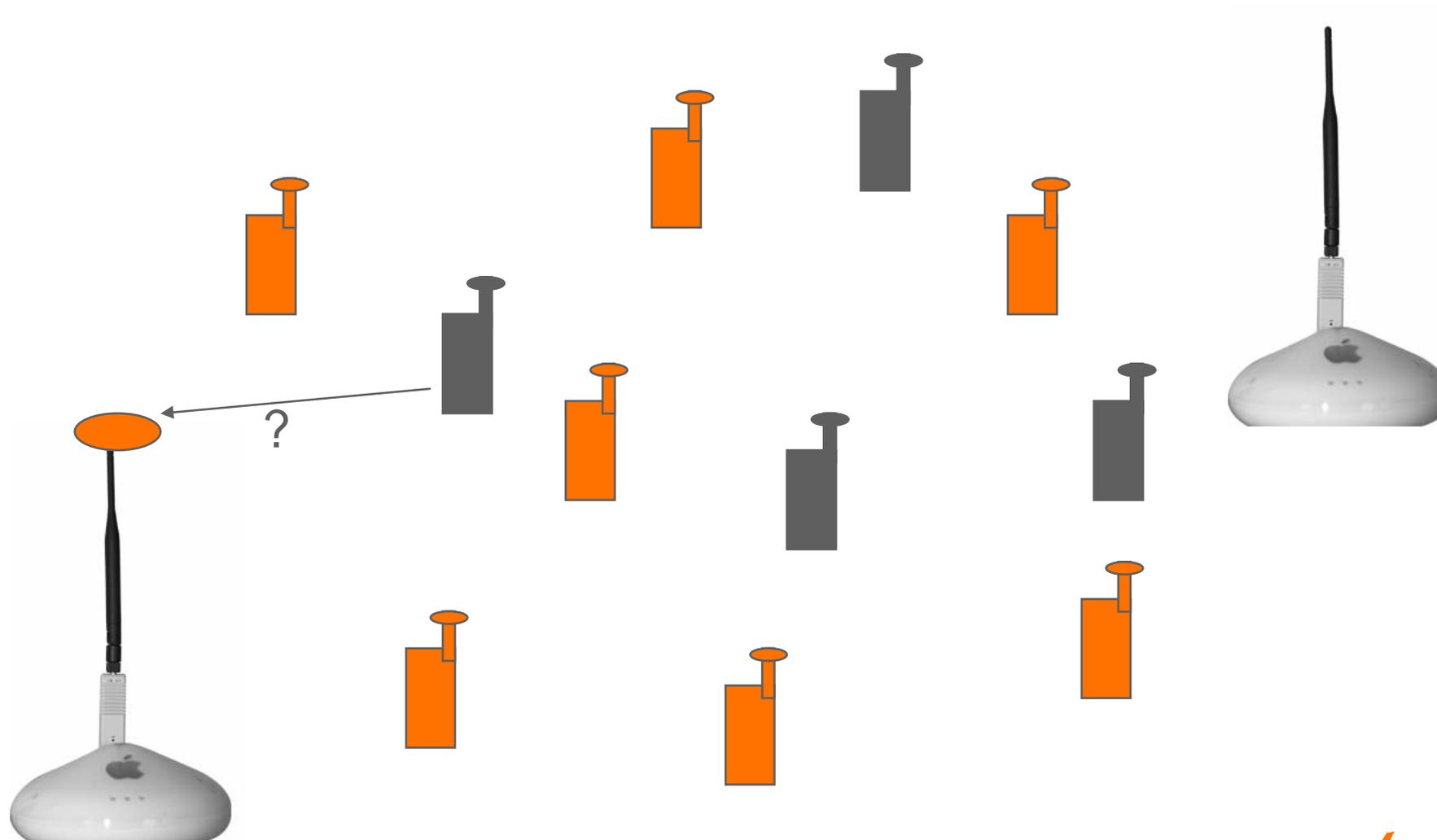
- Un hôtelier, un restaurateur ADP est opérateur de télécoms
- En inter opérateur, il faut envisager un scénario inquiétant: la décision dans le terminal
  - Le terminal n'a que son utilisateur à satisfaire, donc sans surveillance, il prendra plus de ressources radio que nécessaire.
  - Proposition de normaliser le comportement du terminal
  - Contrôle des terminaux entre eux
- Position allant à l'inverse de ce qui fait depuis le début
  - Normalisation du dialogue: les interfaces
  - Les industriels restent maîtres des algorithmes internes

# Le handover interopérateur



- FT n'envisage pas des échanges de signalisation entre opérateurs
  - Cas déjà apparus avec les effets dead zones en UMTS
- Pour ne pas laisser la décision au terminal, la radio cognitive peut être une solution
  - Les stations de bases scannent les terminaux, les stations, éventuellement ceux d'autres opérateurs
  - Propose de prendre les interféreurs à moindre coût ou gratuitement
  - Le terminal garde son applicatif et demande à son réseau source de partir

# La hand over inter opérateur



# Le handover intra opérateur



- Bien réagir aux stimuli de l'environnement radio
  - Handover: effets de coin de rue
  - Ordonnancement des paquets (scheduler): émettre en dehors des trous de fading
- Prendre en compte les besoins applicatifs avec leurs changements dans le temps
- Minimiser le transit de mesures
- Nécessité de nouvelles architectures

# Résumé



- Le réseau est à même de partager les ressources radio parce qu'il a une vision des services de tout le monde
  - Le terminal ne voit pas ses voisins et ne tient pas forcément à les prendre en compte
- Si le terminal décide, il faut contrôler sa décision et pouvoir le rejeter
  - Certification des équipements si la radio logicielle est utilisée dans les terminaux
- Minimiser les décisions dans le terminal

# Démarche



- Les besoins de communications personnelles et les réseaux
  - A chaque usage un réseau approprié
- La radio cognitive et ses étapes
  - Pour trouver le bon réseau
- La stratégie d'opérateur intégré de FT
  - Le réseau adéquat: toujours celui de FT?
- La décision de l'allocation des ressources radio
  - Le terminal peut-il décider? Quand? Comment?
  - Faut-il le laisser décider?
- **D'autres utilisations de la radio cognitive?**

# D'autres utilisations possibles



- Une gestion des ressources radio adaptée aux échelles de temps et d'espace
  - Prise en compte des WPAN, très volatiles, avec une bonne coopération des stations entre elles
  - Ordonnancements (scheduling) opportunistes: profiter de bonnes conditions radio, de bandes peu occupées pour émettre, effet de levier en inter système avec le multihoming
- La coopération entre réseaux d'accès sans échanges de protocoles
  - Sélection dynamique de fréquences
  - Contrôle de puissance
  - Time agility (scheduling opportuniste)

# Conclusion



- Multiplicité des réseaux d'accès
- Enjeu pour l'opérateur de limiter les coûts
  - En exploitation, en déploiements
- Tout en bénéficiant des avantages de chaque technologie d'accès (nouvelles)
- Prise en compte du développement des interfaces radio courte portée, et du développement de l'usage des bandes sans licence
- Radio cognitive répond à deux objectifs
  - Meilleure utilisation du spectre licencié
  - Meilleure cohabitation et meilleur partage du spectre non licencié
- Problématiques d'architecture fonctionnelle, clé des travaux : ou et comment se décide l'allocation des ressources radio?

# Annexe 1: les métriques



## → Les métriques de charge

- Autant de métriques de charge que de type d'accès
  - EDGE: nombre de time slot utilisés
  - UMTS: puissances d'émission
  - WiFi: Taux d'occupation du medium, trafic applicatif écoulé

## → Les métriques de qualité de services

- Peuvent être mesurées aux différents niveaux des couches de protocoles
  - MAC (métriques fortement normalisées en UMTS)
  - TCP/IP
  - Applicatif: débit obtenu vs débit demandé
- Analyse de la QoS sur le lien radio ou de bout en bout

## → Les métriques d'environnement: balises des différents systèmes