

Wireless Networks Challenges and Opportunities

© Abderrahim HASBI

hasbi@emi.ac.ma

EMI - Département Génie Informatique

2013/2014

AGENDA

CH 1 : Introduction

- 1) History & Taxonomy
- 2) Vocabulaire WN

CH 2 : Généralités

- 1) Définition et principe d'un WN
- 2) Caractéristiques des ondes radio
- 3) Problèmes spécifiques aux WN

CH3 : Overview of WSN/WMN

- 1) WSN
- 2) WMN

CH4 : Réseaux personnels sans fil : WPAN

- 1) Définition : WPAN
- 2) RFID (Radio Frequency Identification)
- 3) BLUETOOTH
- 4) UWB (Ultra WideBand)
- 5) ZIGBEE/ La technologie infrarouge

CH 5 : Réseaux Locaux sans fil : WLAN

- 1) Définition : WLAN
- 2) Normes WIFI
- 3) Equipements
- 4) modes de fonctionnement
- 5) Installation

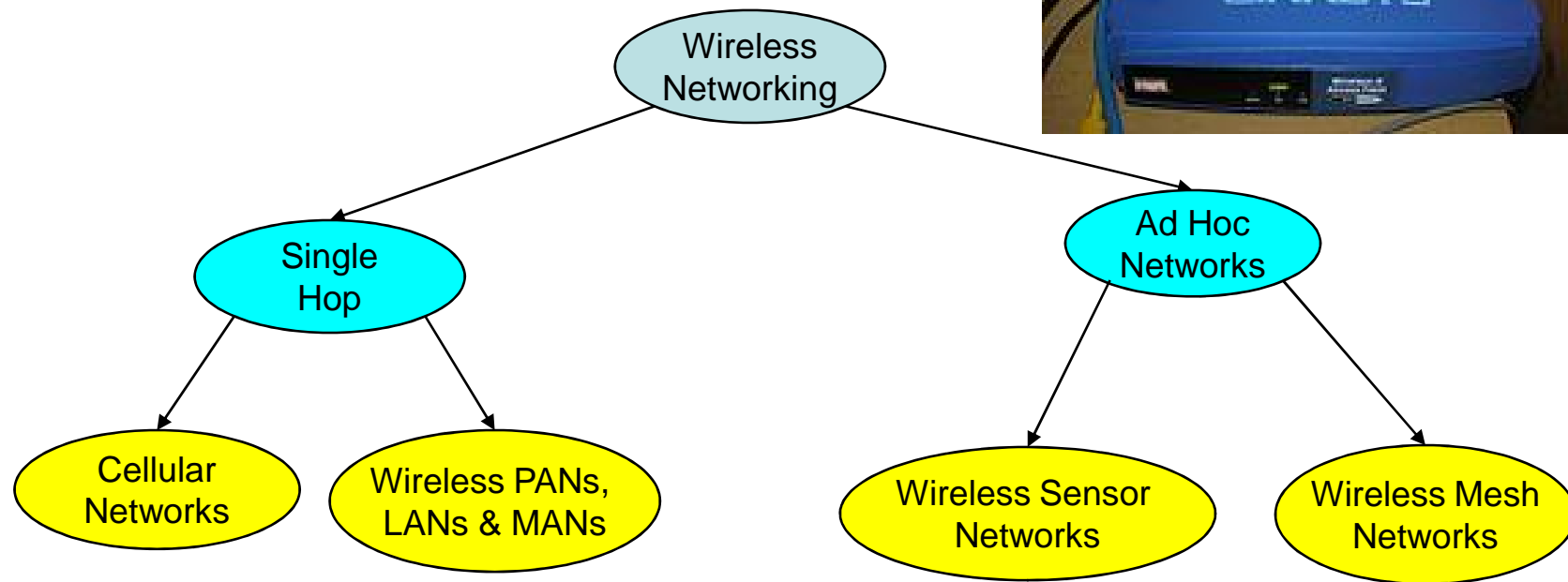
CH 6 : Réseaux Métropolitains sans fil : WMAN

- 1) Définition : WMAN
- 2) normes WIMAX
- 3) WIMAX fixe
- 4) WIMAX mobile

History

- Prehistory : Electricity, Telecom & Computer Science.
- Wireless history
 - Voice : 1G, analogic
 - Voice : 2G (GPRS/EDGE), digital ...to DATA
 - Data : WLAN/WMAN
 - Voice/multimedia : 3G
 - Integration : 4G/WPAN

Taxonomy

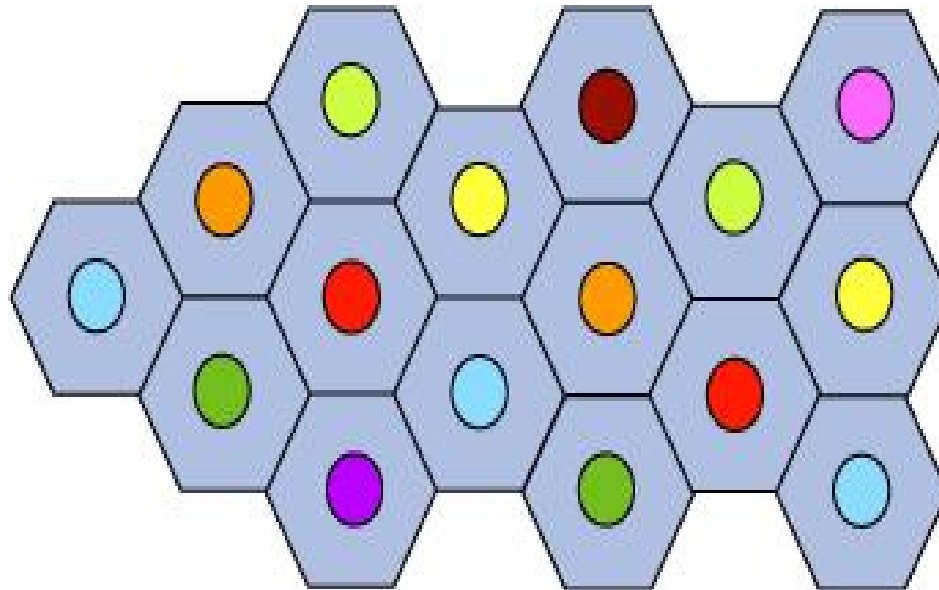


Vocabulaire WN

- 1. Définition et principe d'un WN**
- 2. Caractéristiques des ondes radio**
- 3. Problèmes spécifiques aux WN**

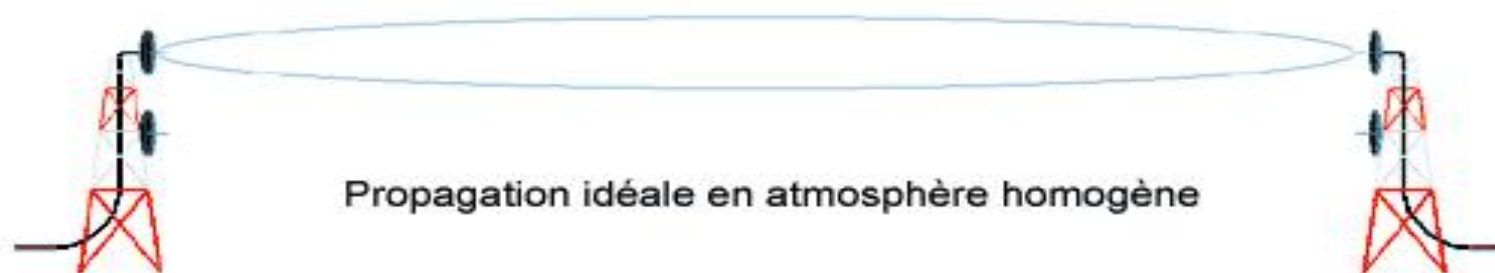
Vocabulaire WN

- Un **réseau sans fil** (*en anglais Wireless Network*) est un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire.
- Un **réseau sans fil** est un réseau informatique qui substitue aux habituels câbles des connexions aériennes via des **ondes radios**, infrarouges ou éventuellement des faisceaux laser.
- Les **réseaux sans fil** fonctionnent en **cellules** car une **antenne** ne peut couvrir qu'une partie du territoire.
- Le changement de cellule sans perte de communication s'appelle le **handover**.

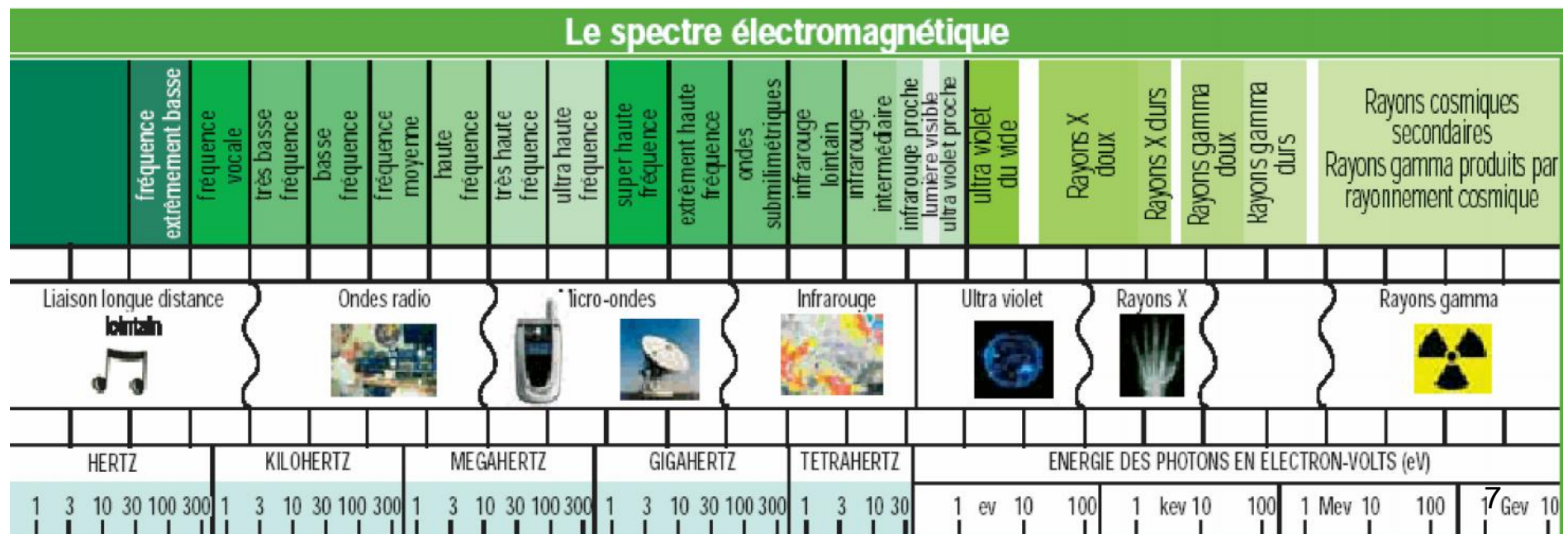


Vocabulaire RSF: ondes radio

- Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques. Elles se propagent entre une antenne émettrice et une antenne réceptrice.



- le spectre électromagnétique est l'ensemble des fréquences



Vocabulaire RSF : Fréquence

- **La fréquence de l'onde** (en KHZ, MHz, GHz, ...).
 - Elle mesure la quantité d'éléments d'un signal transmis pendant un temps donné, généralement une seconde.

Fréquence

30 - 300 GHz

3 - 30 GHz

300 MHz - 3 GHz

30 - 300 MHz

3 - 30 MHz

300 KHz - 3 MHz

30 kHz - 300 kHz

3 - 30 kHz

300 Hz - 3 kHz

< 300 Hz

Description

extrêmement haute fréquence

Super haute fréquence

Ultra haute fréquence (UHF)

Très haute fréquence (VHF)

Haute fréquence (HF)

Moyenne fréquence

Basse fréquence (LF)

Très basse fréquence (VLF)

Fréquence vocale

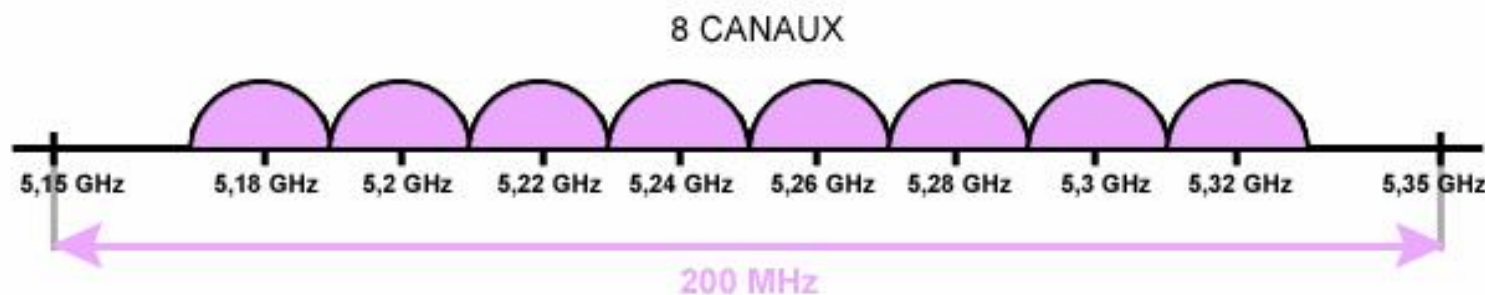
De fréquence extrêmement basse

Vocabulaire RSF : Puissance

- La puissance d'émission de l'onde (mW ou dBm).
- $\text{Puissance(mW)} = 10^{(\text{Puissance(dBm)}/10)}$
- La puissance autorisée est une limitation politique et non technologique. Elle varie selon les pays.
 - Puissance d'émission élevée → couverture plus grande, mais durée de vie des batteries plus faible...
 - Fréquences radio élevées → couverture plus faible
- Rapport signal bruit (RSB ou SNR)
 - $\text{SNR} = \text{Pdusignalreçu (dBm)} - \text{Pdubruit(dBm)}$
 - $\text{SNR} / \rightarrow \text{Qualité du signal reçu} /$

Vocabulaire RSF : Canal de transmission

- Un **canal de transmission** est une bande **étroite de fréquence** utilisable pour une communication.
- Dans chaque pays, le gouvernement est en général le régulateur de l'utilisation des bandes de fréquences, car il est souvent le principal consommateur pour des usages militaires.

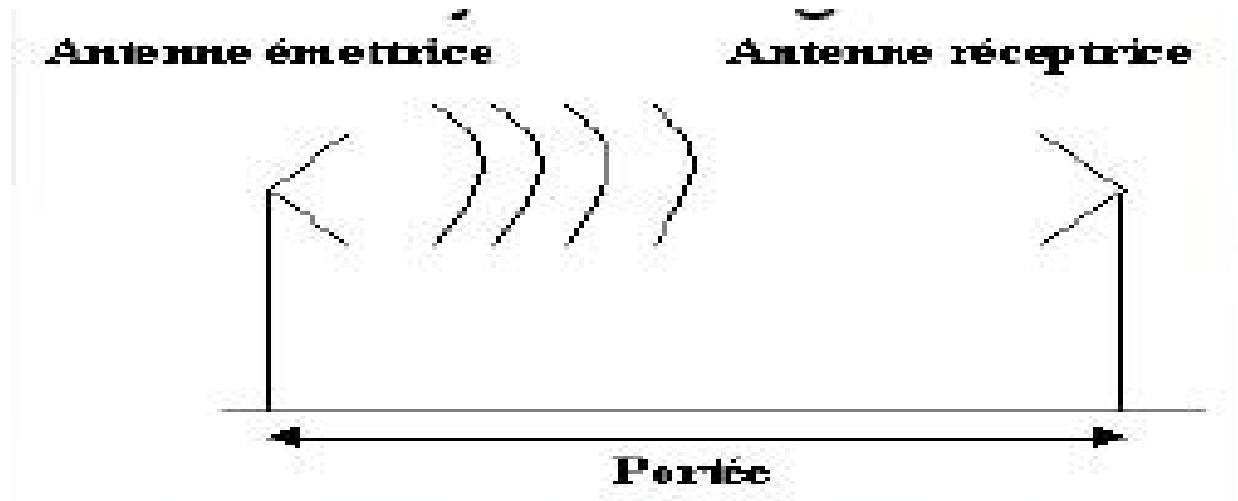


Vocabulaire RSF : Débit

- **Le Débit mesure la quantité d'informations que peut transmettre un canal de transmission pendant un temps donné. Généralement en bits par seconde. Mesure de la vitesse de transmission.**
 - Débit théorique (offre)
 - Débit réel (contexte, environnement)
- **La Bande passante**
 - **Largeur de la bande passante : elle est obtenue en calculant la différence entre la fréquence maximale et la fréquence minimale que peut laisser passer un canal de transmission.**
 - Bande passante = **nombre d'utilisateurs connectés simultanément X débit utile.**
 - La bande passante : c'est le débit total. Cette bande passante se divise par le nombre d'utilisateurs.

Vocabulaire RSF : Portée

- **La portée des réseaux sans fil se mesure en mètres. La portée dépend de nombreux paramètres comme la puissance d'émission ou le type d'antenne utilisé.**
- **Mais l'environnement dans lequel se propage l'onde ainsi que la fréquence utilisée jouent également un rôle crucial.**



- **Plus la portée est grande, moins il faudra d'antennes pour couvrir une région ou pour atteindre une zone éloignée.**

Vocabulaire RSF : Problèmes spécifiques aux RSF

- **Absence de guide d'ondes → Problèmes spécifiques**
 - L'allocation de fréquence
 - Les interférences et la fiabilité
 - La sécurité
 - La consommation électrique
 - Les dangers pour la santé
 - Le débit

Vocabulaire RSF : Allocation des fréquences d'émission

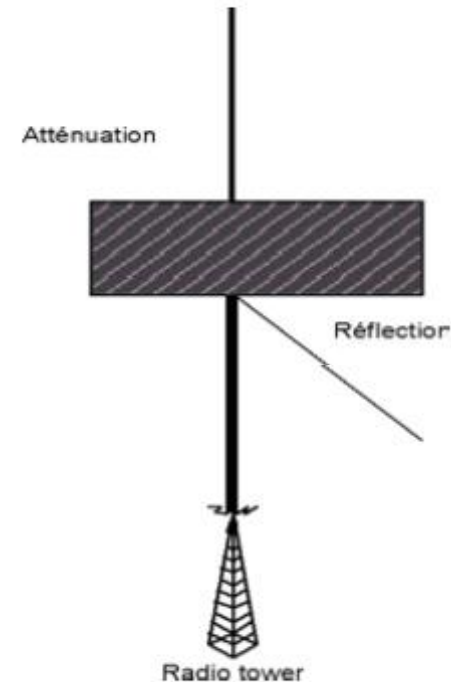
- Dans la plupart des pays, il existe une réglementation pour l'utilisation de fréquences d'émission. (Au Maroc : ANRT)
- Les fréquences choisies doivent être disponibles le plus largement possible.
 - ➔ **Solution** : Sélectionner les bandes libres ou déréglementées dans la plupart des pays.
- Il faut également tenir compte de deux types de législation :
 - celles qui interdisent certaines plages de fréquences pour ne pas perturber d'autres types de transmission, notamment militaires.
 - celles qui visent à protéger l'individu des rayonnements électromagnétiques.

Vocabulaire RSF : Interférences et fiabilité

- Lors d'une collision avec un obstacle, le signal s'atténue tout en continuant à se propager, une partie du signal est réfléchi.

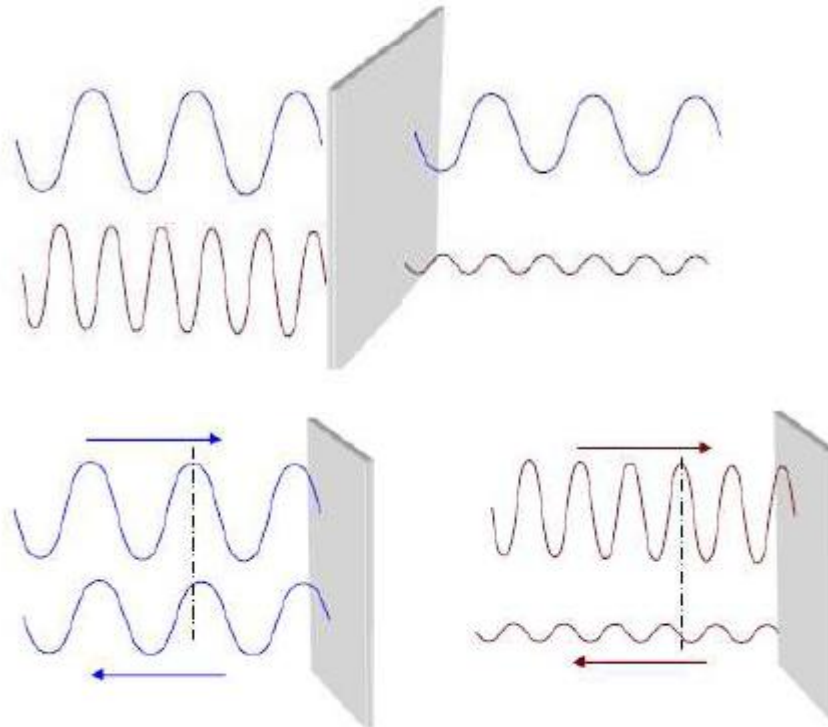
QUELQUES CHIFFRES :

- ➔ **Atténuation faible** : bois, plastique, verre non teinté.
- ➔ **Atténuation moyenne** : verre teinté, eau, êtres humains, murs non armés.
- ➔ **Atténuation forte** : carrelage, béton armé.
- ➔ **Atténuation très forte** : métal.



Vocabulaire RSF : Interférences et fiabilité (suite)

- Plus la fréquence est basse, moins le débit de données transmises est important.
- Plus la fréquence est haute, plus les distorsions et les difficultés pour traverser les milieux sont importantes.



Vocabulaire RSF : Sécurité

- Tout équipement compatible situé dans la zone de couverture reçoit le signal et peut « intercepter » le trafic, même s'y insérer.
- Solutions
 - Contrôle d'accès (authentification)
 - Chiffrement des communications à l'aide de clefs (WEP, WPA ou WPA2).
 - Masquer le réseau SSID (connaître le nom pour accès)
 - Filtrage par adresse MAC ou IP

Vocabulaire RSF : Consommation électrique

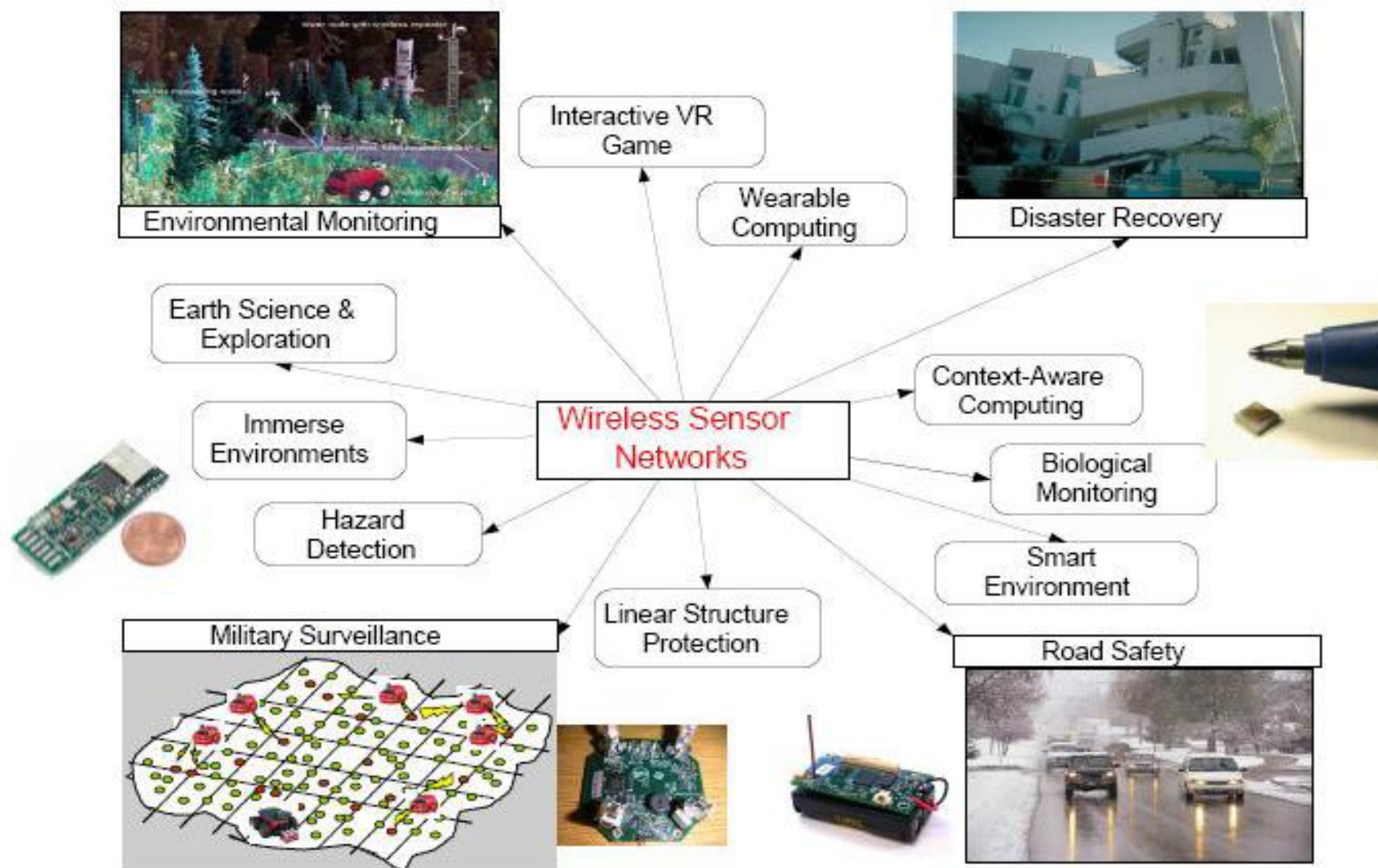
- Migration des réseaux câblés vers des réseaux sans fil
 - Les nœuds passent généralement d'une alimentation électrique filaire à un fonctionnement sur batterie
 - L'importance de la consommation électrique.
- Les techniques de conception ultra-faible consommation jouent un rôle de premier plan lorsqu'il s'agit d'alimenter un nœud de capteur sans fil avec la même batterie pendant plusieurs années.

Vocabulaire RSF : Dangers pour la santé

- Les effets sur la santé du rayonnement électromagnétique des technologies sans fil font débat. Dangereux ou pas ?
- Comme pour les téléphones mobiles ou les antennes-relais
 - Manque de preuves scientifiques.
- Hypothèse : et si ceux qui se plaignent de divers maux étaient allergiques ?

WMN/WSN

WSN : Applications



Domaine Médical

A NETWORKED HEART

CardioNet, Medtronic, and Biotronik approach remote heart monitoring in different ways.

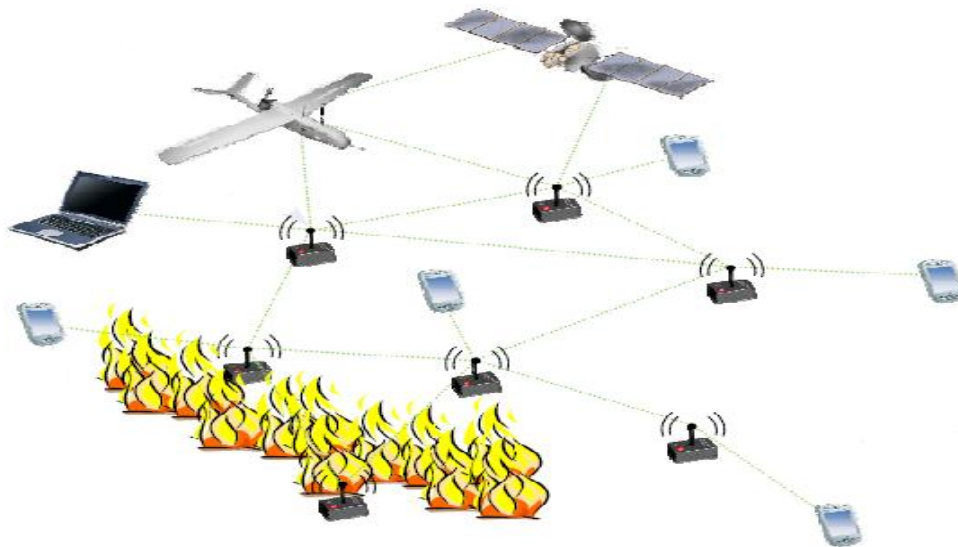
CardioNet

- The patient wears a lightweight, three-lead electrocardiograph (ECG) monitor for up to 14 days. The ECG continuously radios the patient's electrocardiogram to a special PDA the patient carries.



Introduction

- Contexte
 - Situation d'Urgence
 - Environnement hasardeux et hostile
 - Utilisation des WSNs

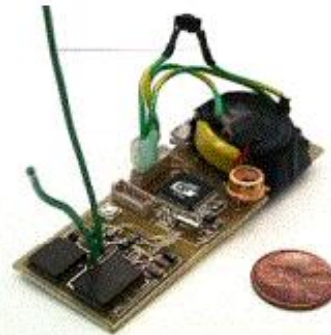


Background, contd.

Modern Sensor Nodes



UC Berkeley: COTS Dust



UC Berkeley: COTS Dust



UC Berkeley: Smart Dust



UCLA: WINS

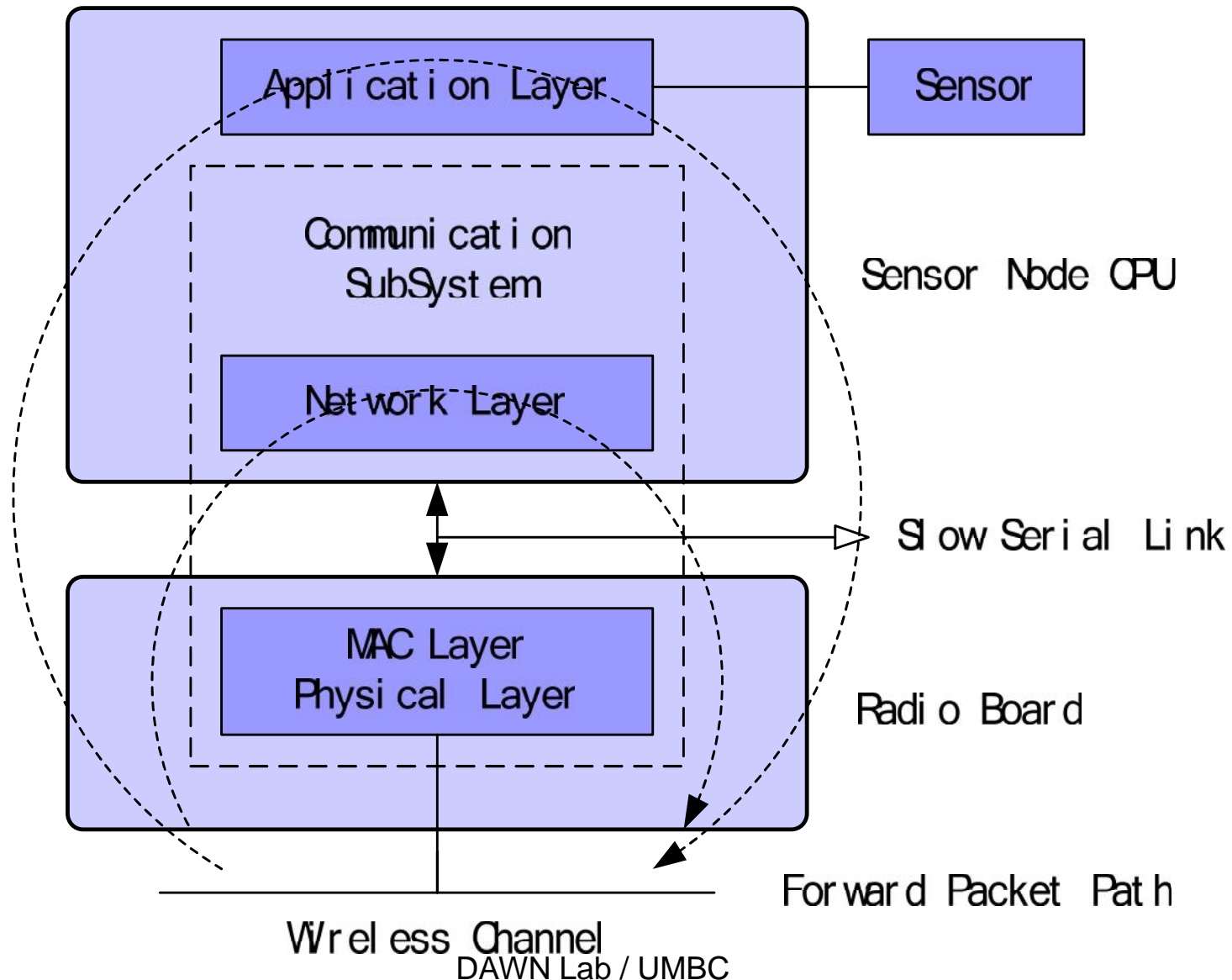


Rockwell: WINS



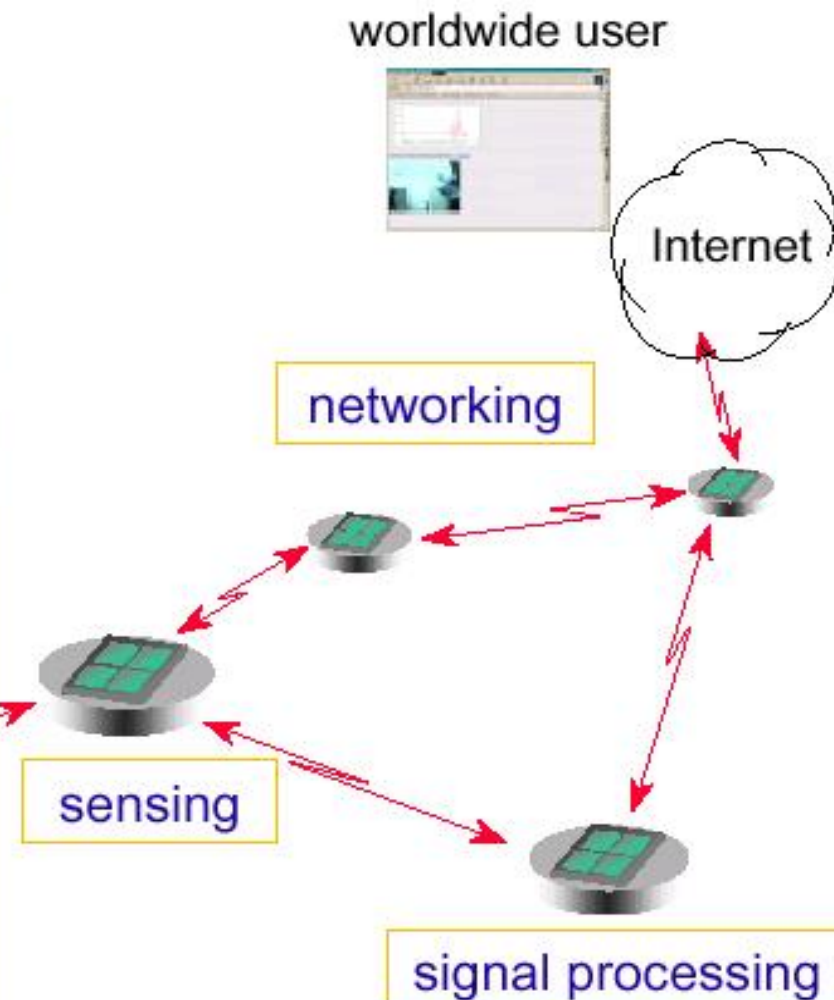
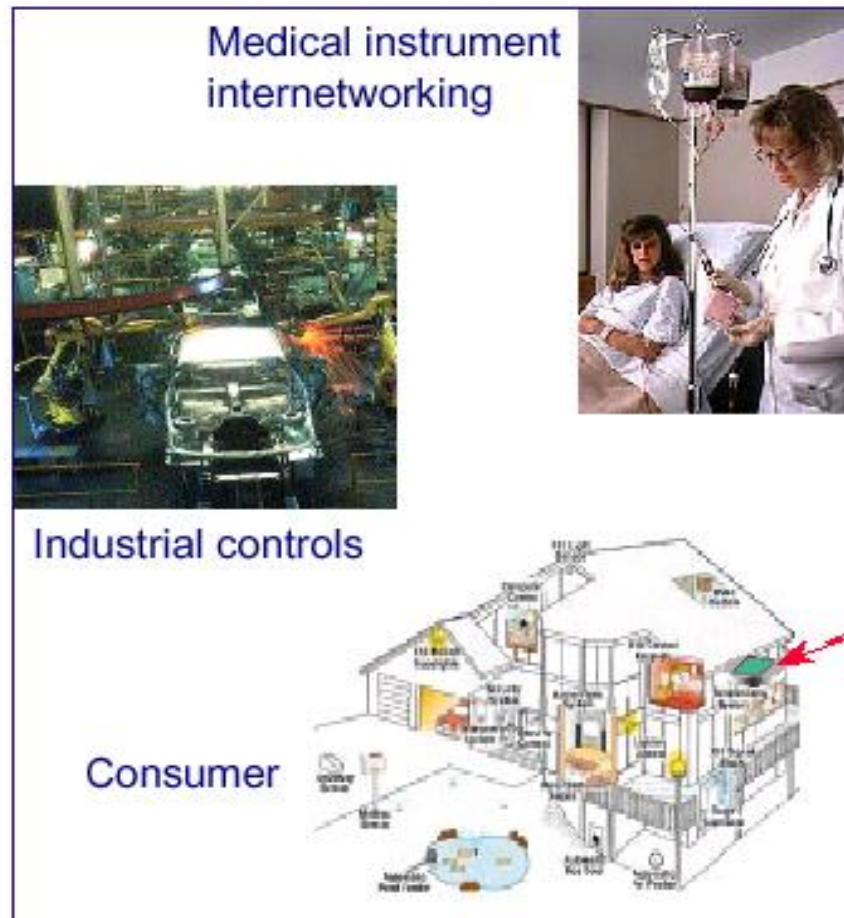
JPL: Sensor Webs

Overall Architecture of a sensor node



Applications, contd.

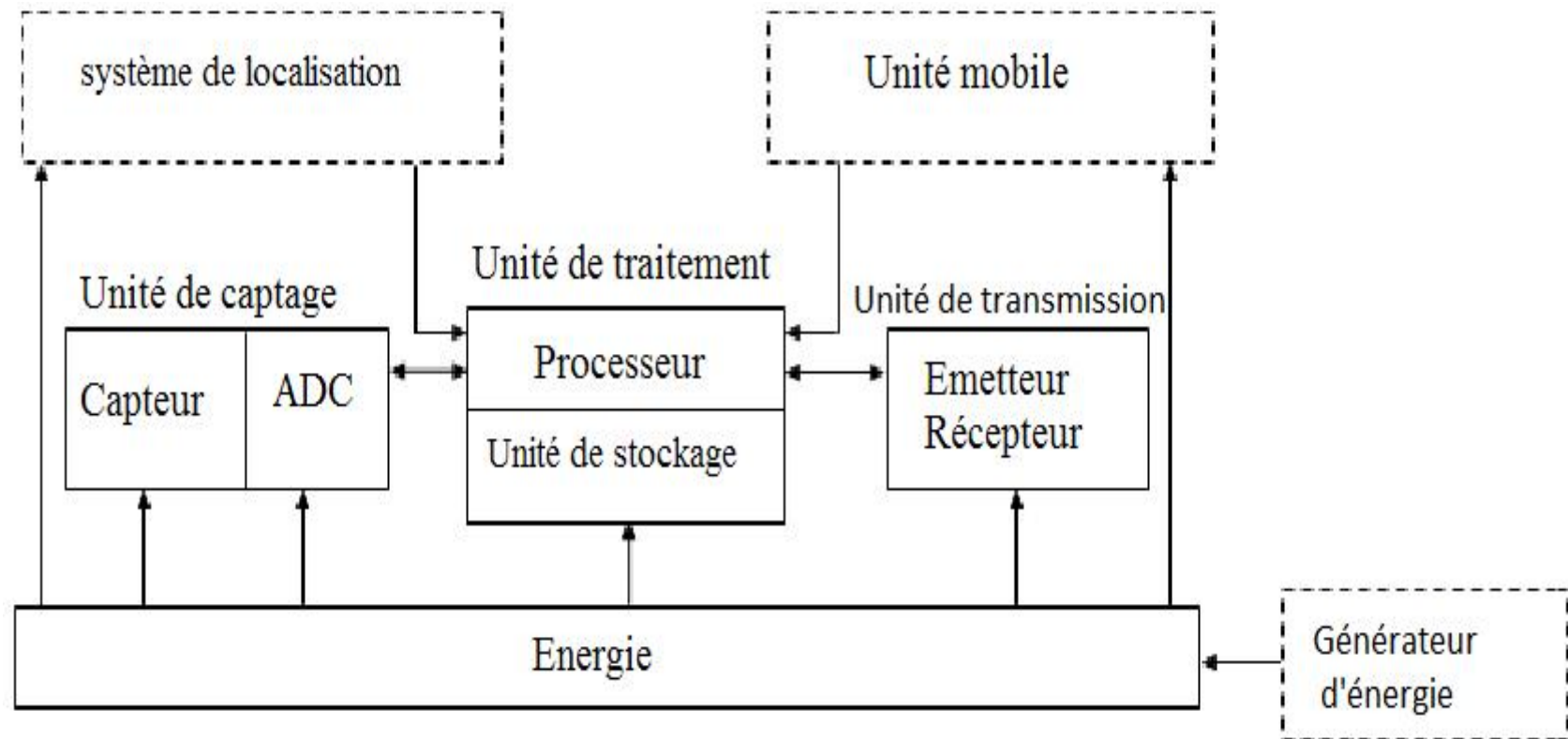
- Low-power Networking



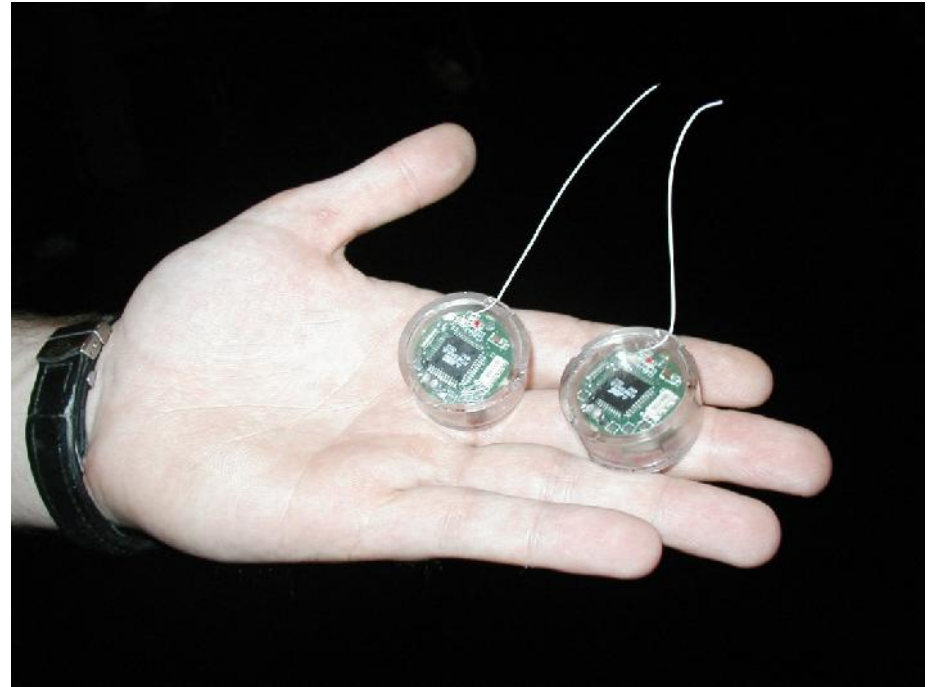
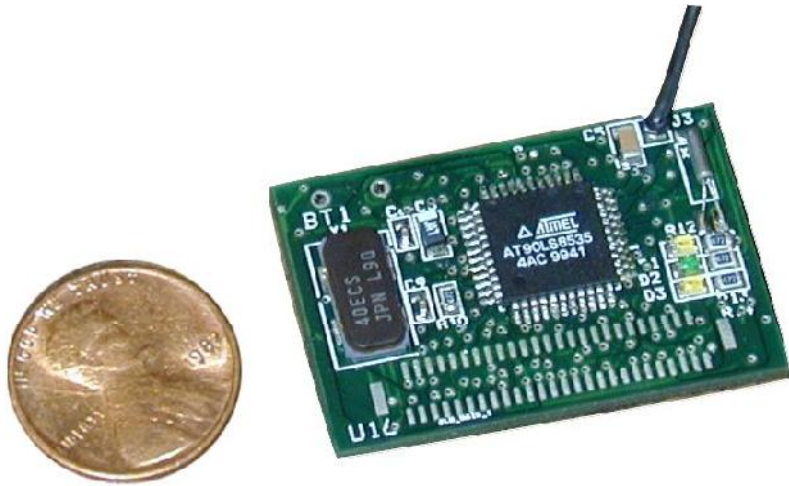
Les capteurs

- Un capteur est constitué de trois parties principales:
 - la partie de sensation
 - le module de communication sans fil
 - la partie de traitement et de stockage

Architecture d'un capteur

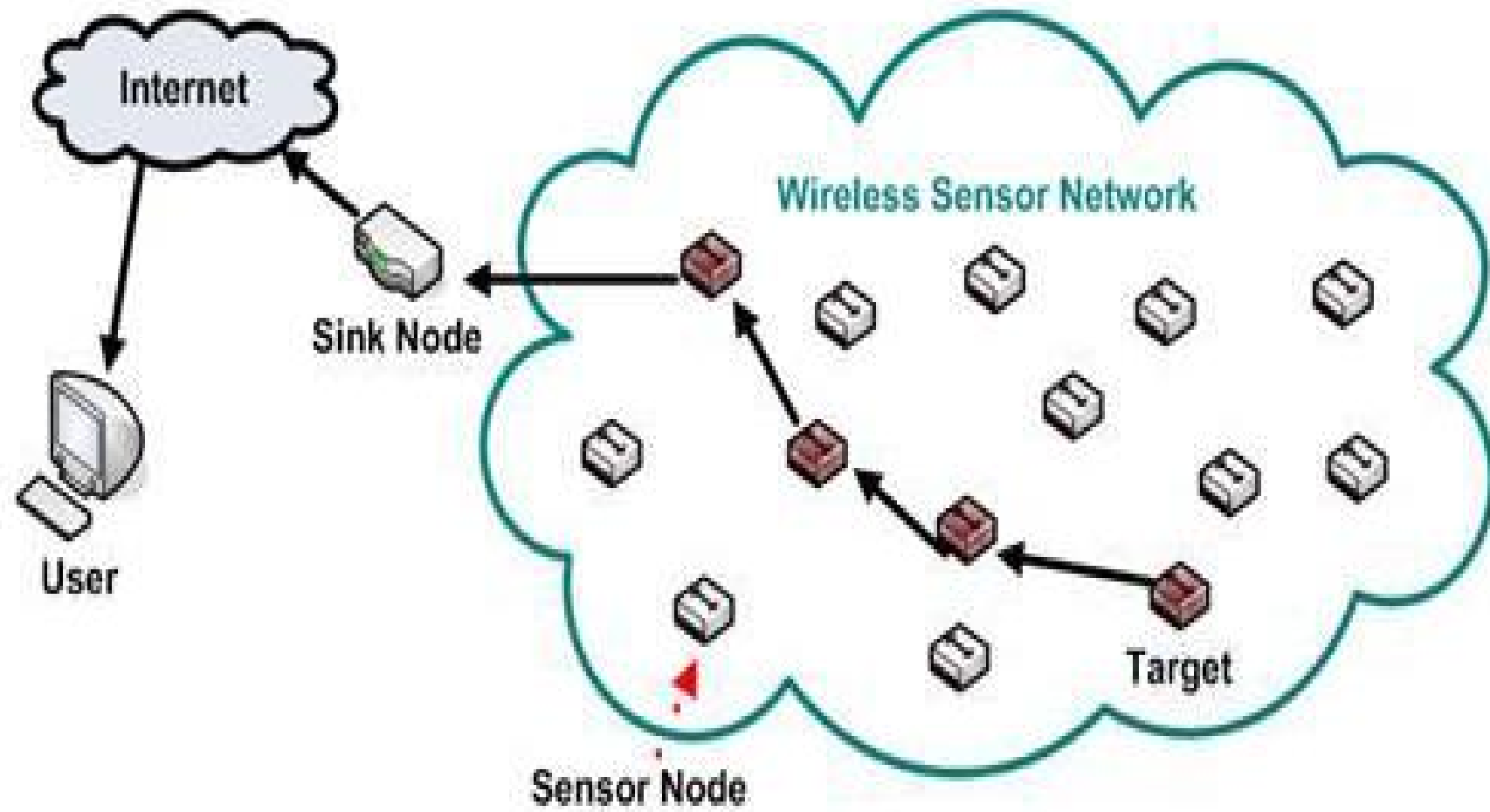


Sensor Nodes

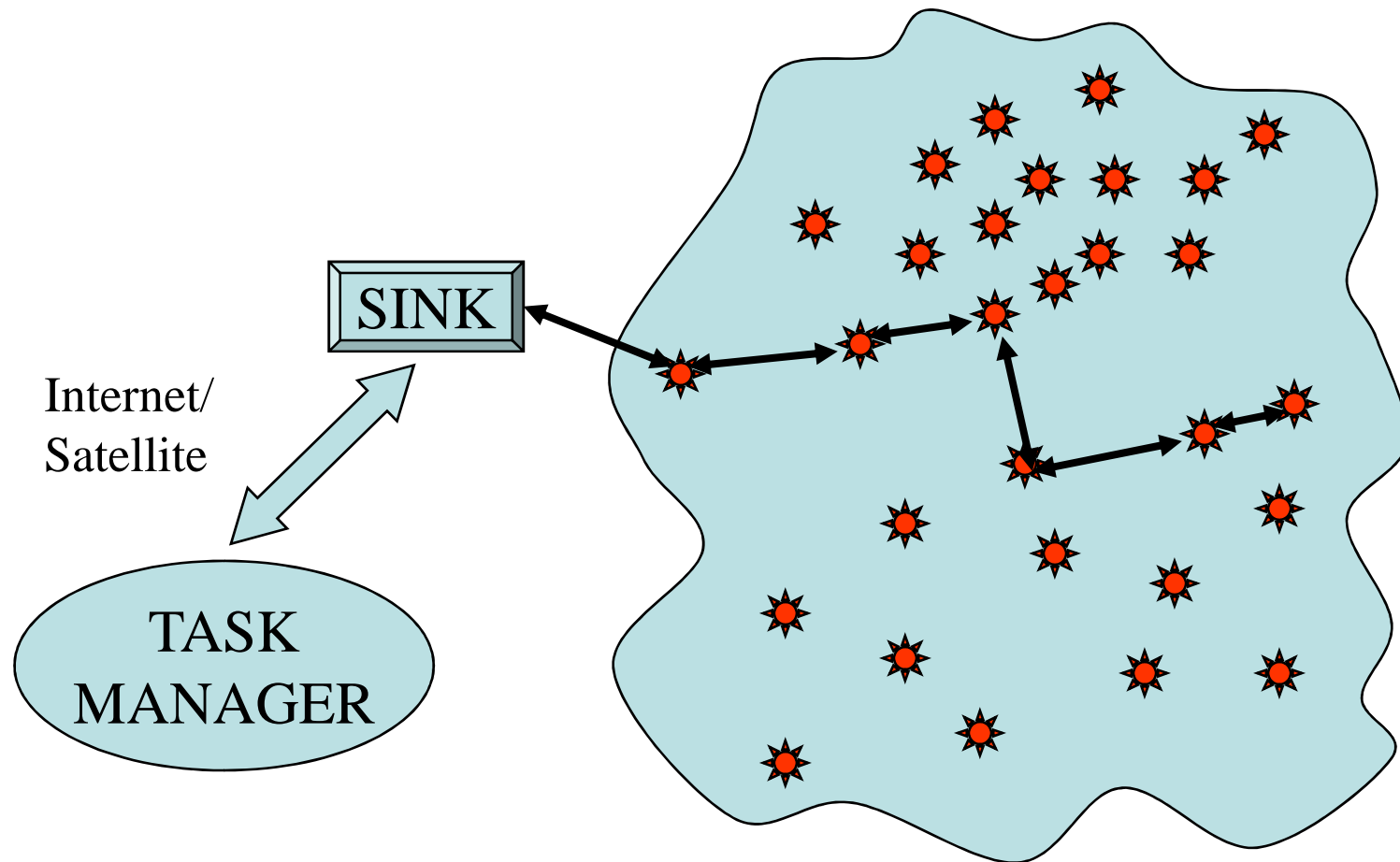


WSN

- Les WSN sont constitués de plusieurs capteurs distribués dans la zone d'intérêt.
- Les capteurs créent un réseau Ad-hoc d'une manière distribuée et automatique afin de délivrer les données détectées à une station de base.



Architecture des WSN



Caractéristiques des WSN

- Multi-saut
- Sans infrastructure
- Support de communication hertzien
- Topologie dynamique

Etat de l'Art

- Plusieurs travaux traitent la QoS dans WSN
 - Dans [1] l'auteur présente une approche de priorité de routage des données, il propose un Framework de protocole de routage adaptatif pour définir deux routes pour acheminer les données suivant le degré de priorité → délai et énergie
 - Dans [2] l'auteur propose un framework de QoS. Ce dernier prend en charge l'agrégation avec minimum de consommation d'énergie et la gestion d'équilibrage de charge.

Etat de l'Art

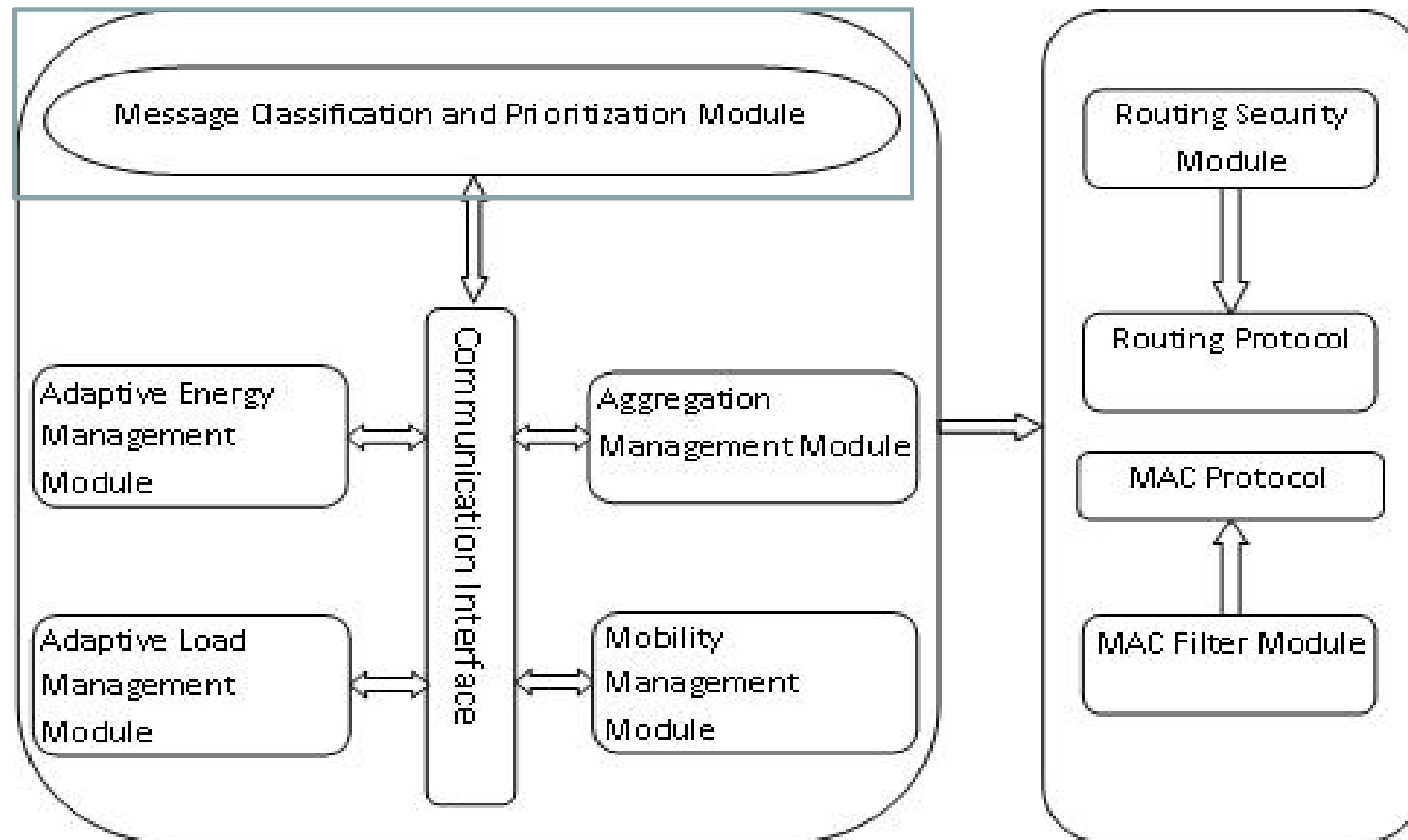
- Plusieurs travaux traitent la QoS dans WSN
 - Dans [3] l'auteur propose une architecture qui est proche de celle des clusters avec une différenciation des rôles des nœuds afin de minimiser la consommation d'énergie lors de la communication en temps réel et garantir un niveau de QoS donné.
- Ces travaux :
 - Traitent un ou deux paramètres de QoS
 - Traitent la QoS dans une situation donnée.

Notre FrameWork

«Gestion Adaptative de QoS dans
Différentes Situations G-Ad-QoS-DS»

- Permet de garantir QoS selon les paramètres suivants :
 - La situation
 - Le degré d'importance de l'information
 - Les paramètres de QoS (délai, énergie, mobilité, ...).

Composants du Framework



Module de classification de messages

Tableau 1 : Matrice de classification et de priorité

	Température	Pression	Gaz	battement du cœur
Normal	TN	PN	GN	BCN
Important	TI	PI	GI	BCI
Critique	TC	PC	GC	BCC

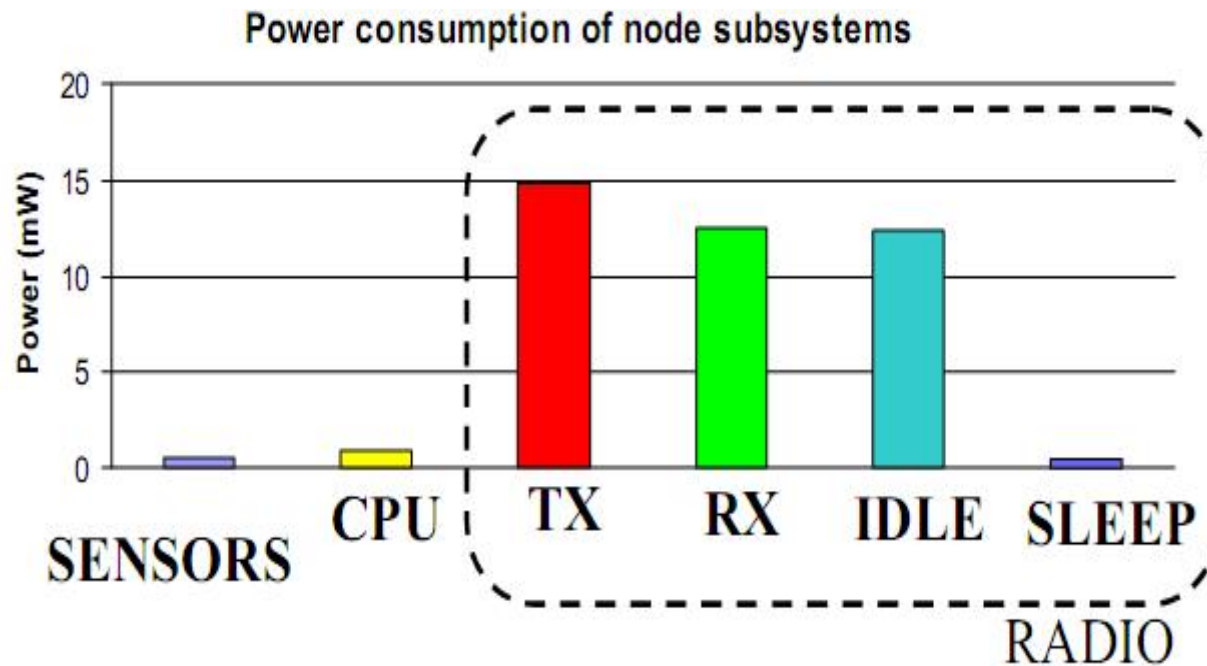
TN, TI, TC : des seuils de température

PN, PI, PC : des seuils de pression

GN, GI, GC : des seuils de gaz

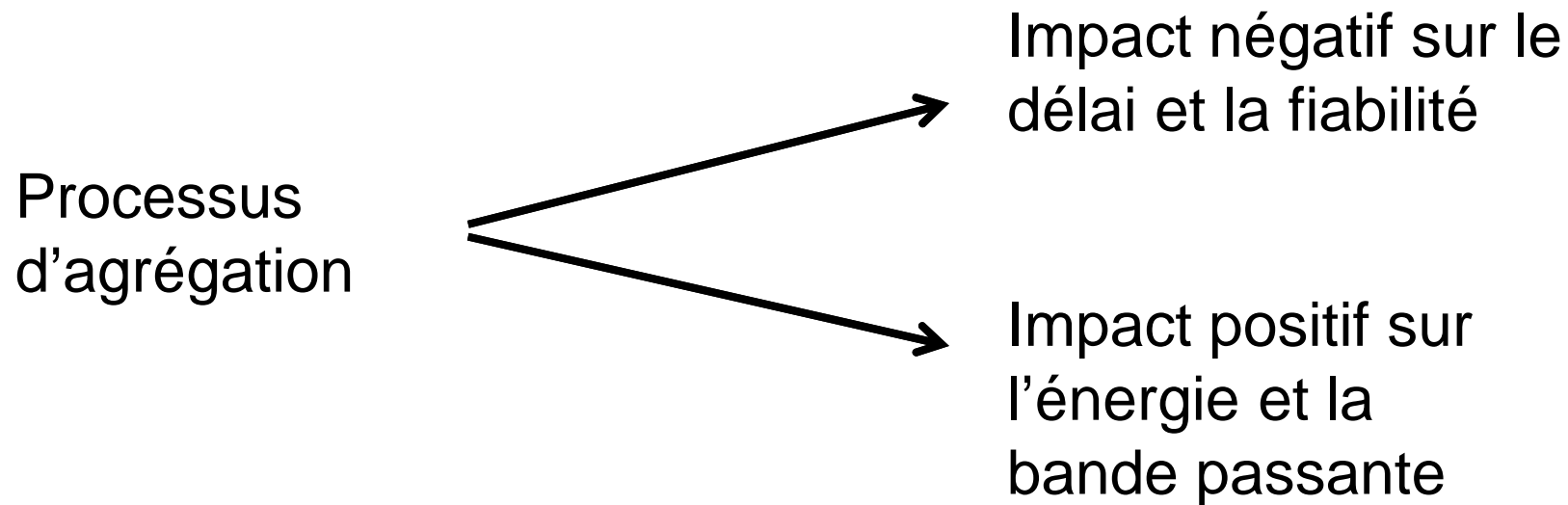
BCN, BCI, BCC : des seuils de battement du cœur

Module de gestion d'agrégation



<http://nesl.ee.ucla.edu/tutorials/mobicom02/> by Deborah Estrin, Akbar Sayeed, and Mani Srivastava

Module de gestion d'agrégation



➔ *Le type de paquet qui sera sujet du processus d'agrégation et avec quel degré.*

Module de gestion d'énergie

- Objectif : augmenter le TTL du WSN
- Gestion d'Energie dans Différentes Situations
 - Normale, Importante et Critique

Module de gestion de charge

- Contraintes

- Communication many-to-one

- ⇒ Surcharge des nœuds au voisinage de SB

- ⇒ Coupure de flux vers la SB

⇒ Supprimer ou transmettre un paquet selon :

- La matrice définie dans le premier module
 - La capacité de nœud en termes d'énergie et de transmission.

Module de gestion de mobilité

- Topologie très dynamique
 - Défaillance d'un nœud, perte de connexion, nouveau nœud
- Assurer la couverture et l'optimisation de la consommation d'énergie.

MAC Filter Module

- WSNs sont sensibles aux attaques *DoS*
 - Une attaque DoS peut épuiser un capteur
 - ➔ Energie, bandwidth, mémoire et CPU.
- Filtre-MAC :
 - détecte et bloque les adresses inconnues
 - ➔ La BS contient une table statique des adresses fiables.

Routing Security Module

- L'attaque : « *the man-in-the-middle* »
- Seul un noeud légitime peut participer à la communication
 - Authentification & cryptographie

Overview (WMN)

Node Types

Wireless routers

Gateways

Printers, servers

Mobile clients

Stationary clients

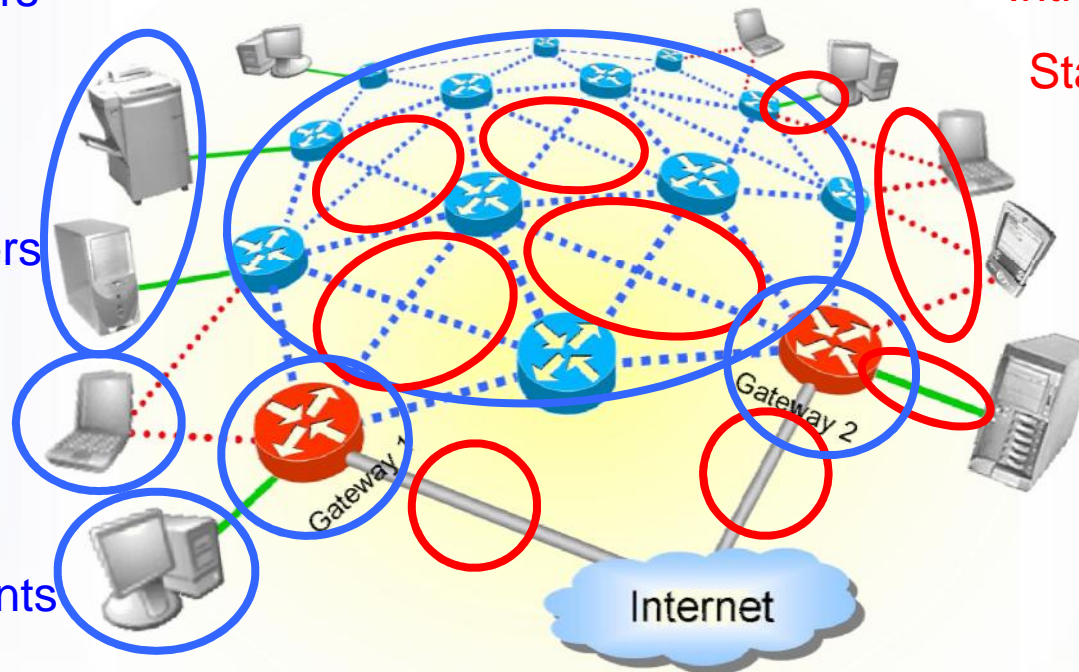
Link Types

Intra-mesh wireless links

Stationary client access

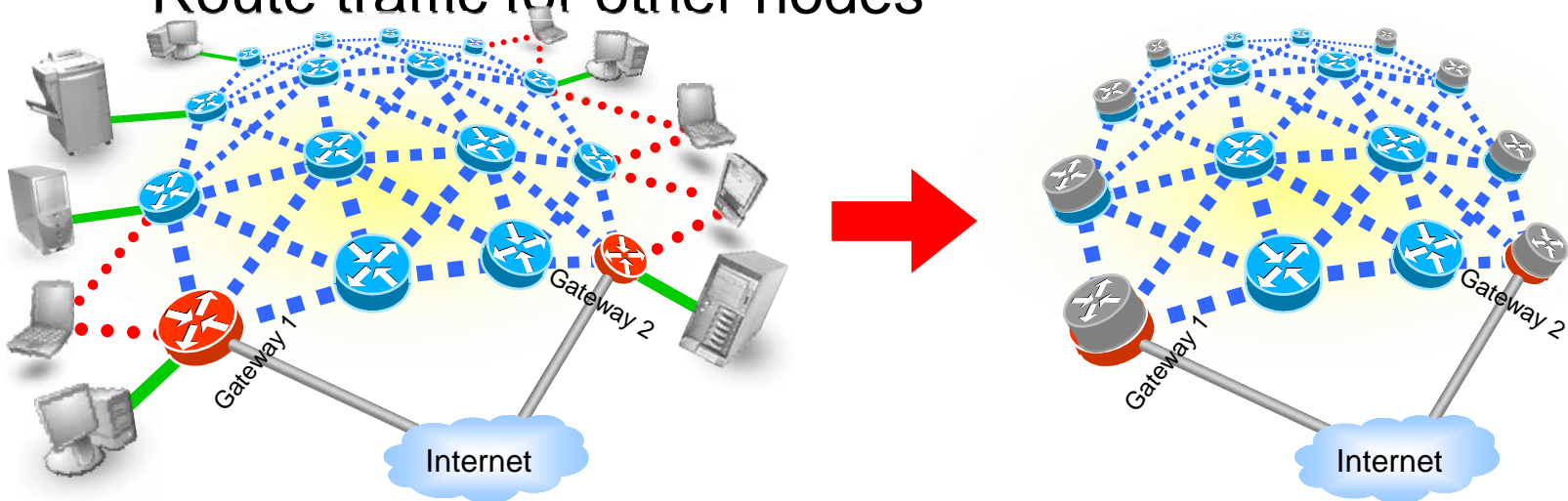
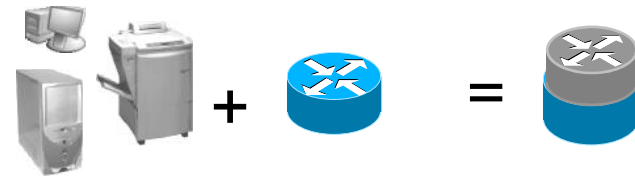
Mobile client access

Internet access links



Abstraction

- Users + routers = nodes
- Nodes have two functions:
 - Generate/terminate traffic
 - Route traffic for other nodes



Mesh vs. Ad-Hoc Networks

Ad-Hoc Networks

- Multihop
- Nodes are wireless, possibly mobile
- May rely on infrastructure
- Most traffic is user-to-user

Wireless Mesh Networks

- Multihop
- Nodes are wireless, some mobile, some fixed
- It relies on infrastructure
- Most traffic is user-to-gateway

Mesh vs. Sensor Networks

Wireless Sensor Networks

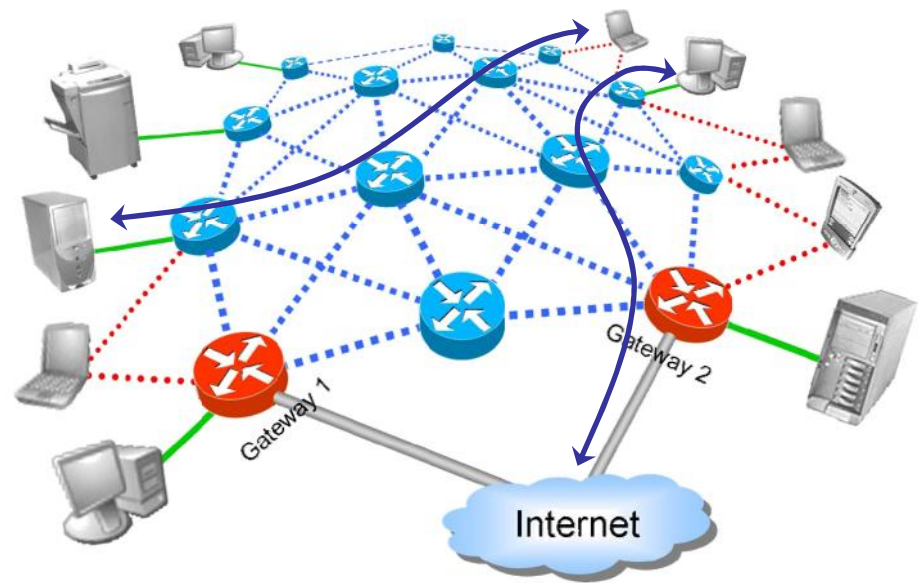
- Bandwidth is limited (tens of kbps)
- In most applications, fixed nodes
- Energy efficiency is an issue
- Resource constrained
- Most traffic is user-to-gateway

Wireless Mesh Networks

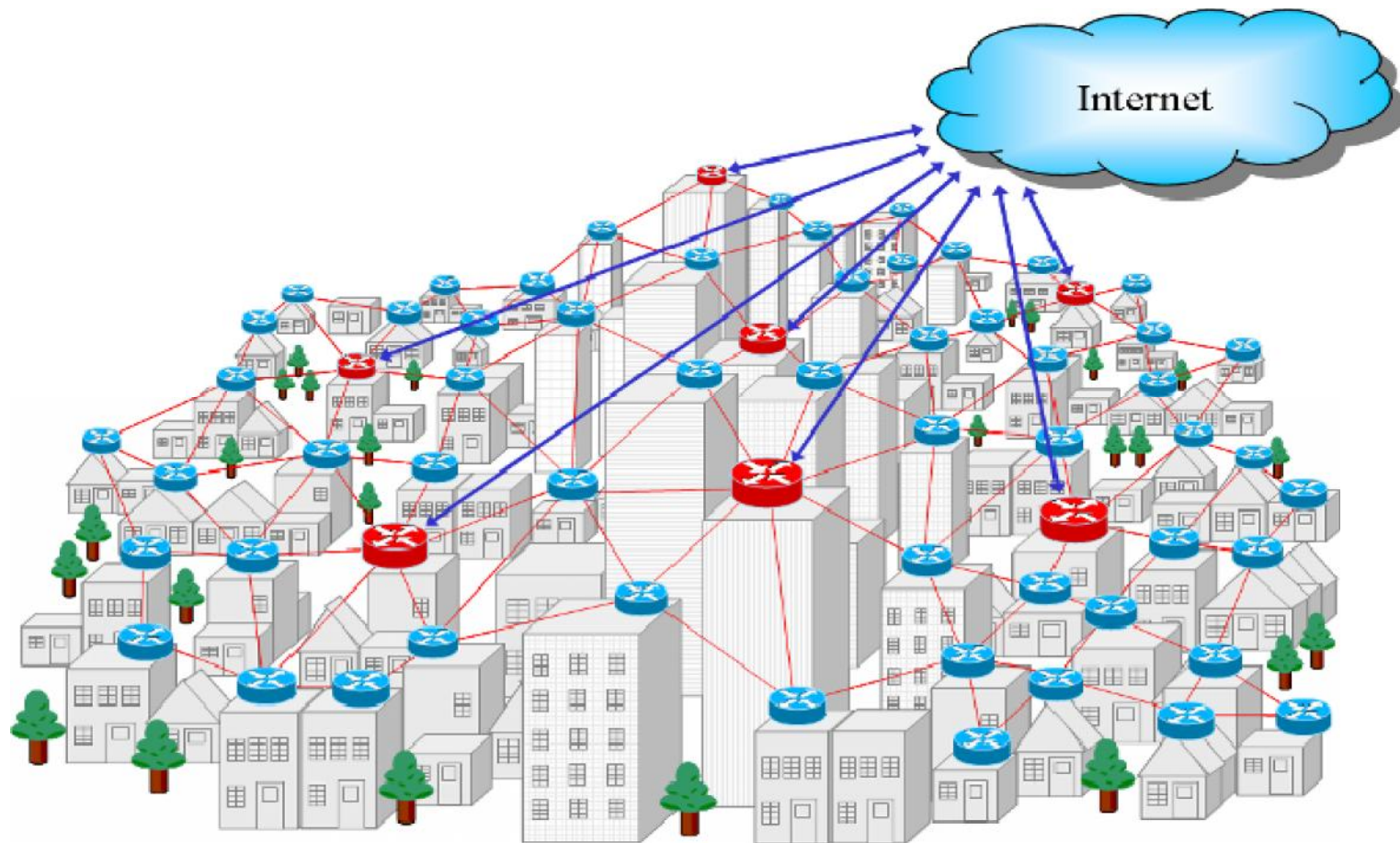
- Bandwidth is generous (>1Mbps)
- Some nodes mobile, some fixed
- Normally not energy limited
- Resources are not an issue
- Most traffic is user-to-gateway

WMN Works

- User-Internet Data Flows
 - In most applications the main data flows
- User-User Data Flows
 - In most applications a small percentage of data flows

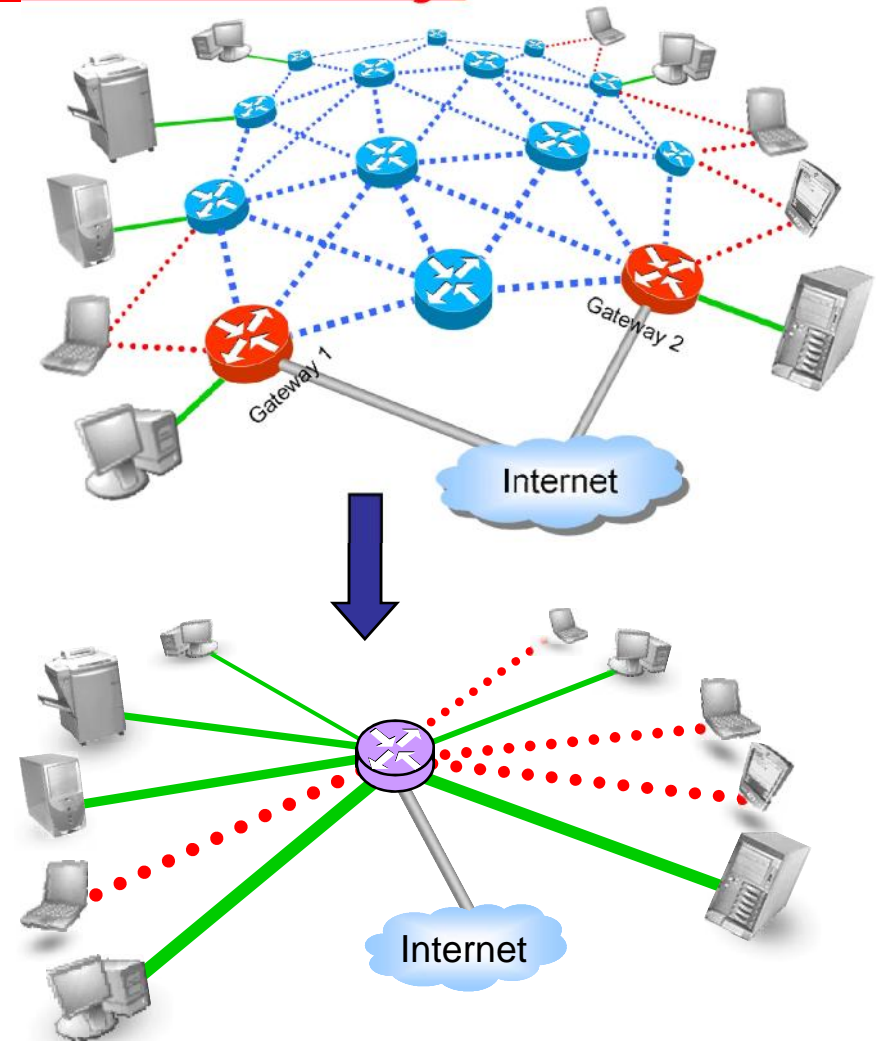


Broadband Internet Access



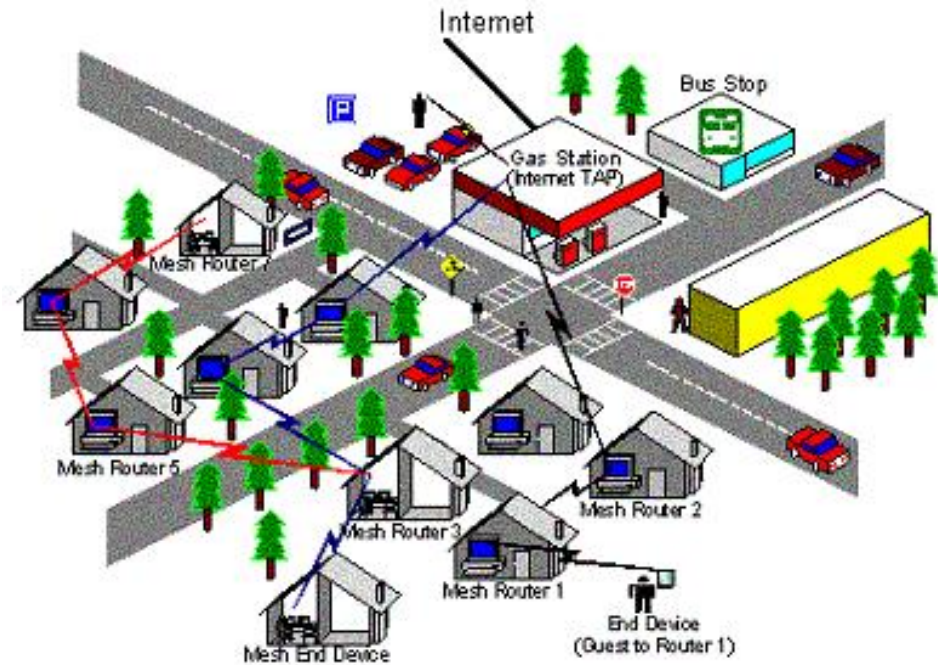
Layer 2 Connectivity

- The entire wireless mesh cloud becomes one (giant) Ethernet switch
- Simple, fast installation
 - Short-term events (e.g., conferences, conventions, shows)
 - Where wires are not desired (e.g., hotels, airports)
 - Where wires are impossible (e.g., historic buildings)



Community Networks

- Grass-roots broadband Internet Access
- Several neighbors may share their broadband connections with many other neighbors
- Not run by ISPs
- Possibly in the disadvantage of the ISPs



Source: research.microsoft.com/mesh/

Broadband Internet Access



	Cable DSL	WMAN (802.16)	Cellular (2.5-3G)	WMN
Bandwidth	Very Good	Very Good	Limited	Good
Upfront Investments	Very High	High	High	Low
Total Investments	Very High	High	High	Moderate
Market Coverage	Good	Modest	Good	Good

Overview of Research Topics

- Physical Layer
 - Smart Antennas
 - Transmission Power Control
- MAC Layer
 - Multiple Channels
- Network Layer
 - Routing
 - Fairness and QoS
- Transport Layer
- Security
- Network Management
- Geo-location

Physical Layer (PHY)

Wish list

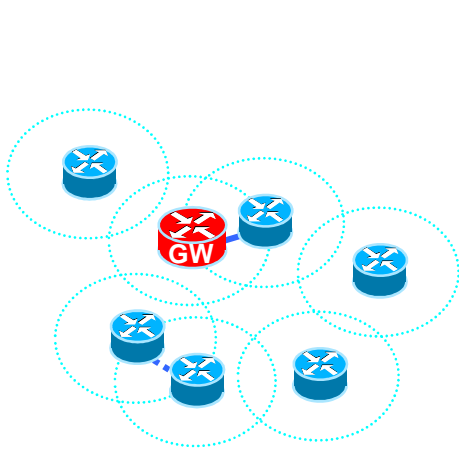
- Performance

- Bandwidth
- Robust modulation
- Sensitivity
- Short preamble
- Fast switch between channels
- Fast switch from Tx/Rx and back

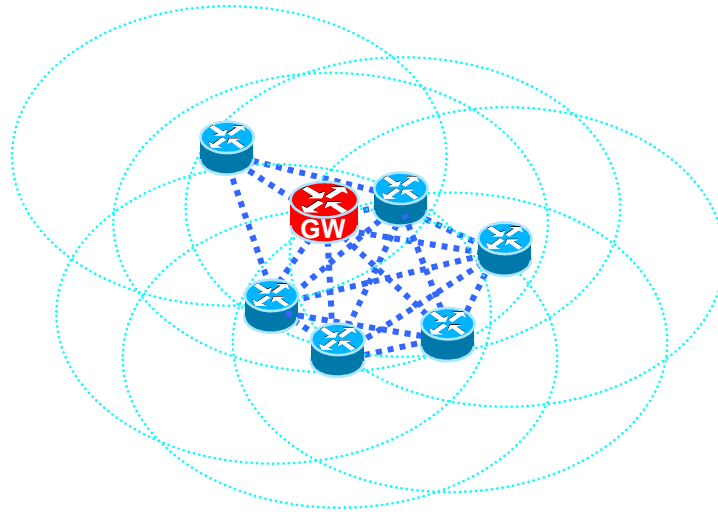
- Extras

- Mobility (potentially high-speed)
- Link adaptation
- Variable transmission power (details shortly)
- Multiple channels
- Link quality feedback

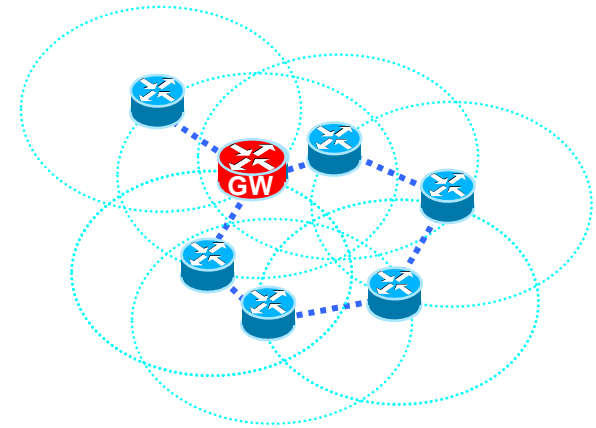
PHY – Transmission Power Control



Too low



Too high



Just right

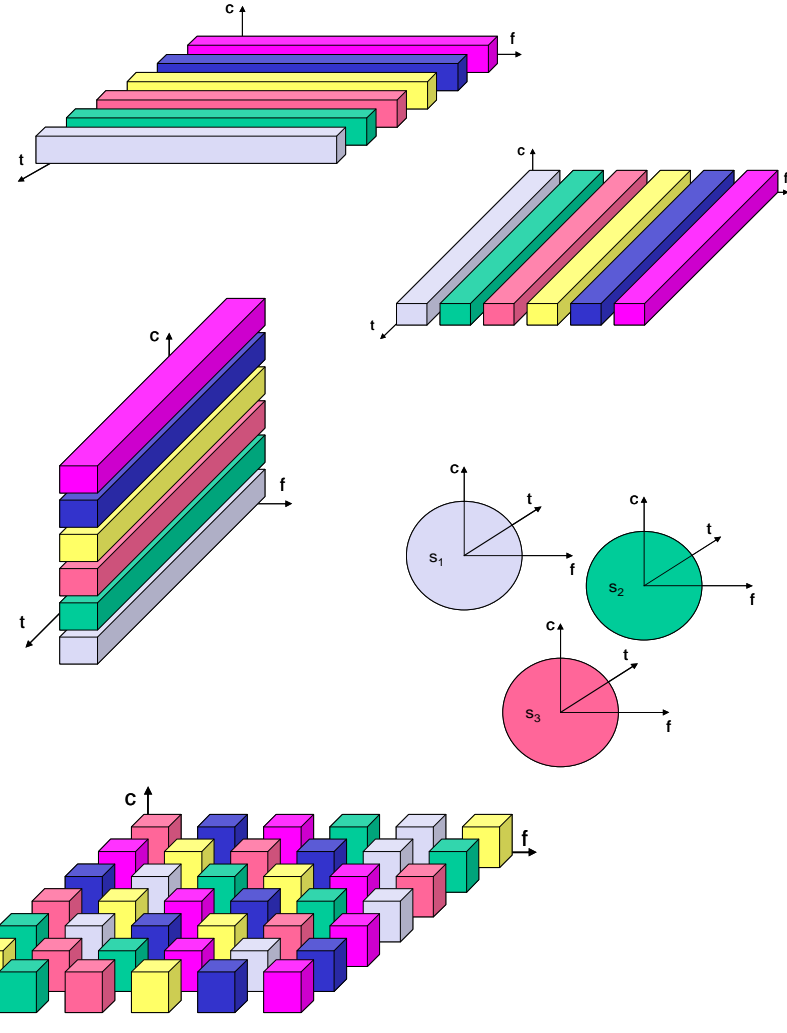
PHY – Transmission Power Control (cont)

- Optimization Criteria
 - Network capacity
 - Delay
 - Error rates
 - Power consumption
- The ideal solution will depend on
 - Network topology
 - Traffic load

MAC – Multichannel

- Channels can be implemented by:

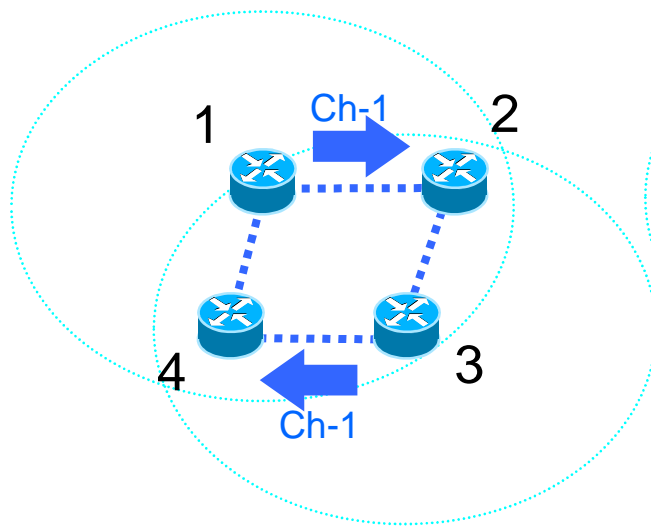
- TDMA (difficult due to lack of synchronization)
- FDMA
- CDMA (code assignment is an issue)
- SDMA (with directional antennas)
- Combinations of the above



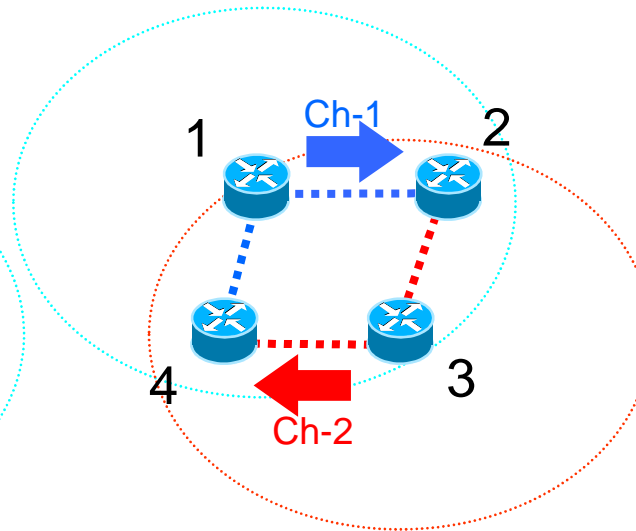
MAC – Multichannel

Why?

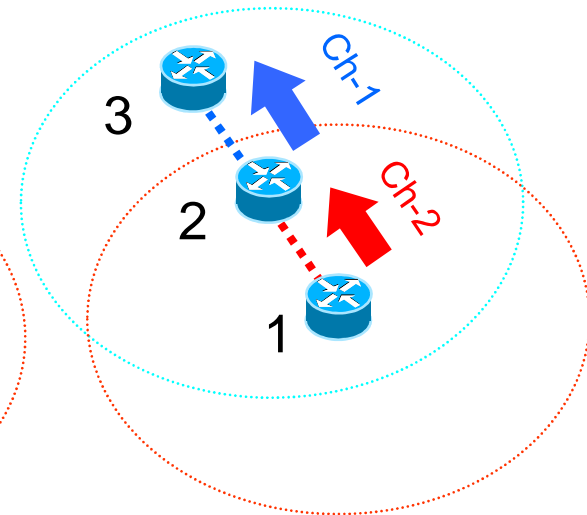
- Increases network capacity



User bandwidth = $B/2$



User bandwidth = B

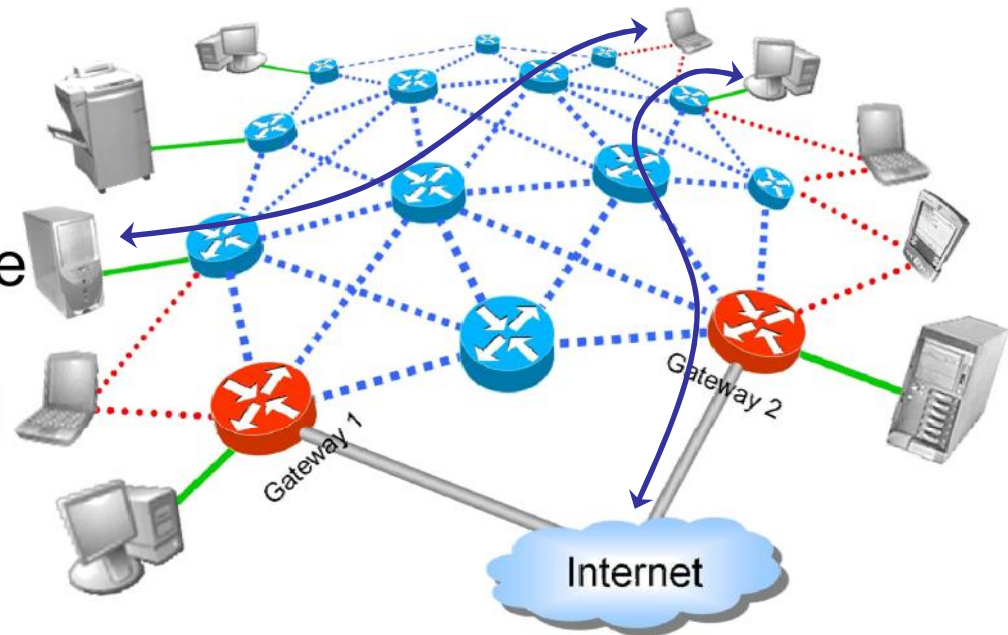


Chain bandwidth = B

B = bandwidth of a channel

Routing

- Finds and maintains routes for data flows
- The entire performance of the WMN depends on the routing protocol
- May be the main product of a mesh company
- May be missing

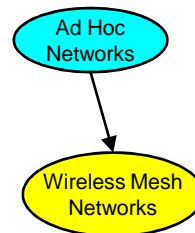


Routing – Wish List

- Scalability
 - Overhead is an issue in mobile WMNs.
- Fast route discovery and rediscovery
 - Essential for reliability.
- Mobile user support
 - Seamless and efficient handover
- Flexibility
 - Work with/without gateways, different topologies
- QoS Support
 - Consider routes satisfying specified criteria
- Multicast
 - Important for some applications (e.g., emergency response)⁶²

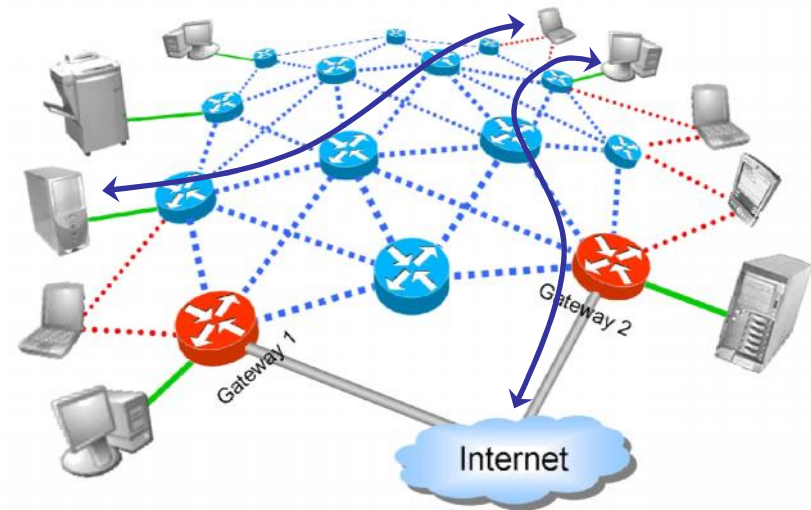
Existing Routing Protocols

- Internet routing protocols (e.g., OSPF, BGP, RIPv2)
 - Well known and trusted
 - Designed on the assumption of seldom link changes
 - Without **significant modifications** are unsuitable for WMNs in particular or for ad hoc networks in general.
- Ad-hoc routing protocols (e.g., DSR, AODV, OLSR, TBRPF)
 - Newcomers by comparison with the Internet protocols
 - Designed for high rates of link changes; hence perform well on WMNs
 - May be further optimized to account for WMNs' particularities



Routing - Optimization Criteria

- Minimum Hops
- Minimum Delays
- Maximum Data Rates
- Minimum Error Rates
- Maximum Route Stability
- Power Consumption
- Combinations of the above



- Use of multiple routes to the same gateway
- Use of multiple gateways

Routing – Cross-Layer Design

- Routing – Physical

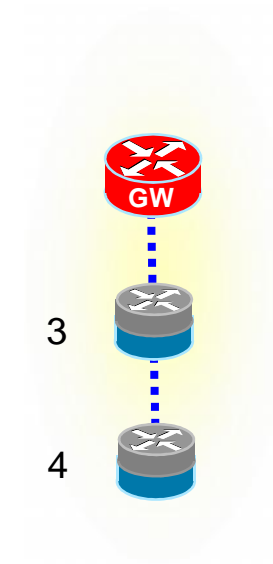
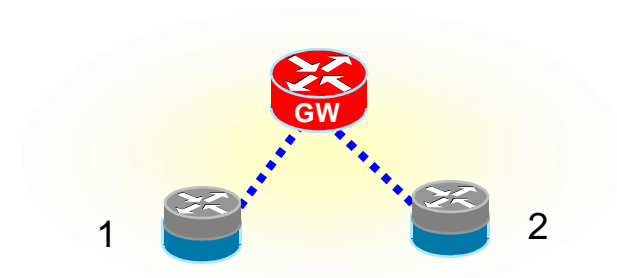
- Link quality feedback is shown **often** to help in selecting stable, high bandwidth, low error rate routes.
- Fading signal strength can signal a link about to fail **preemptive** route requests.
- Cross-layer design essential for systems with **smart antennas**.

- Routing – MAC

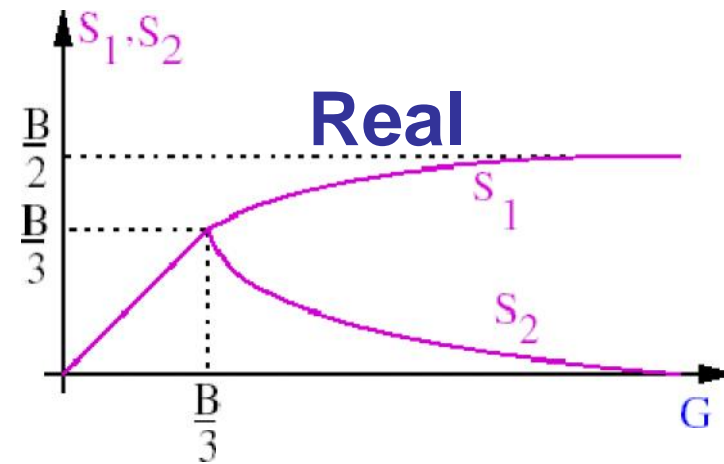
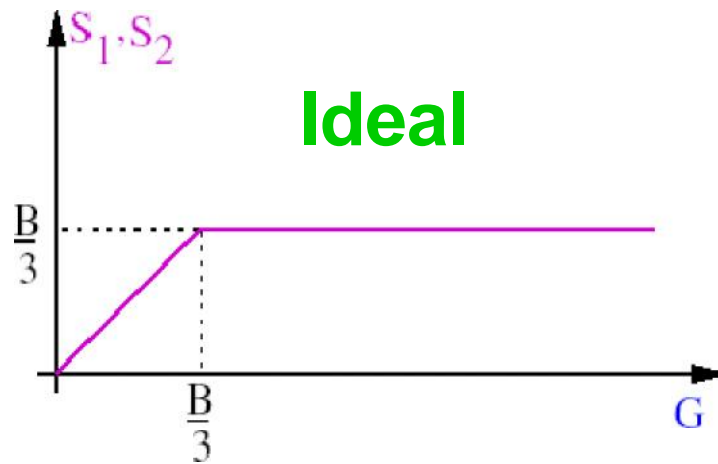
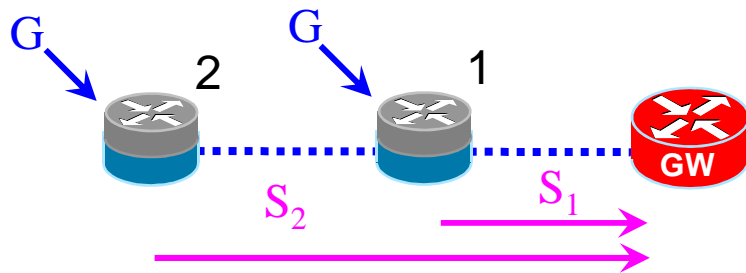
- Feedback on **link loads** can avoid congested links enables load balancing.
- **Channel assignment** and routing depend on each other.
- MAC detection of new neighbors and failed routes may **significantly** improve performance at routing layer.

Network Layer - Fairness

- Fairness
 - Equal share of resources to all participants.
 - Special case of priority based QoS.
- Horizontal – nodes 1, 2
 - The MAC layer's fairness ensures horizontal fairness.
- Vertical – nodes 3, 4
 - MAC layer is no longer sufficient

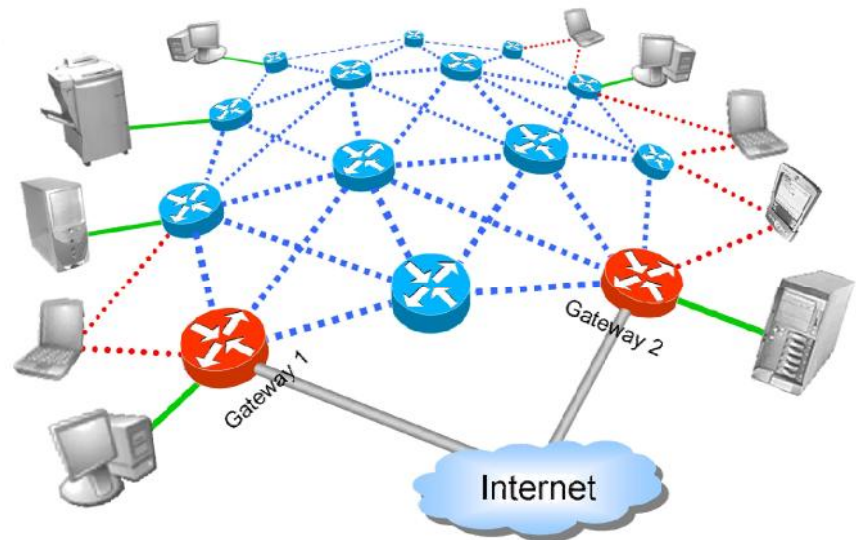


Fairness Problem



Provisioning

- Two related questions:
 - How much bandwidth for each user?
 - Where to place the next gateway?
- Essential for QoS guarantees
- Complicated by the shared medium and multi-hop routing

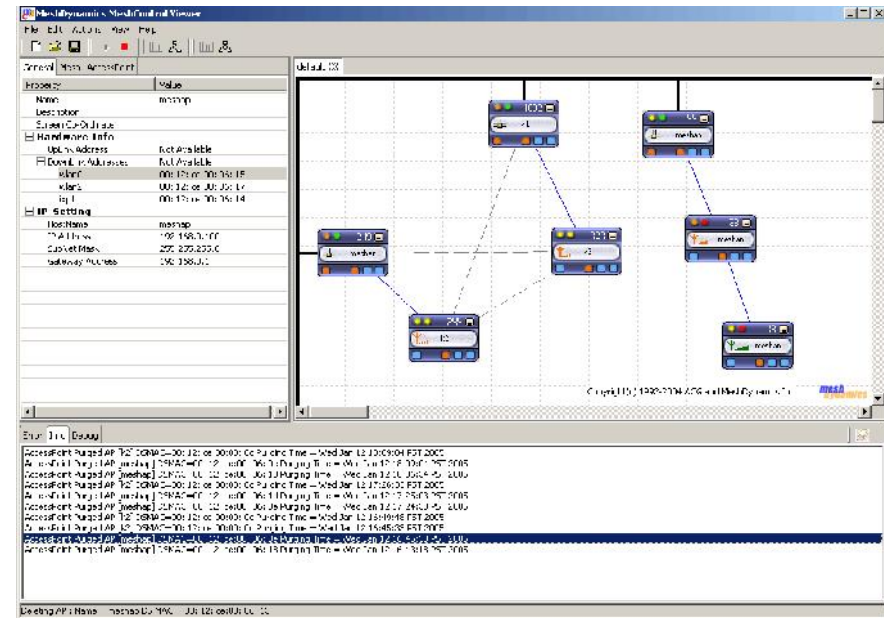


Security

- **Authentication**
 - Prevent theft of service
 - Prevent intrusion by malicious users
- **Privacy** - user data is at risk while on transit in the WMN due to:
 - Wireless medium
 - Multi-hop
- **Reliability** – protect:
 - Routing data
 - Management data
 - Monitoring data
 - Prevent denials of service (very difficult at the physical layer)

Network Management

- Monitor the “health” of the network
- Determine when is time to upgrade
 - Either hardware
 - New gateway
- Detect problems
 - Equipment failures (often hidden by the self-repair feature of the network)
 - Intruders
- Manage the system



Source: www.meshdynamics.com

Réseaux personnels sans fil : WPAN

1. Définition : WPAN

2. RFID

3. BLUETOOTH

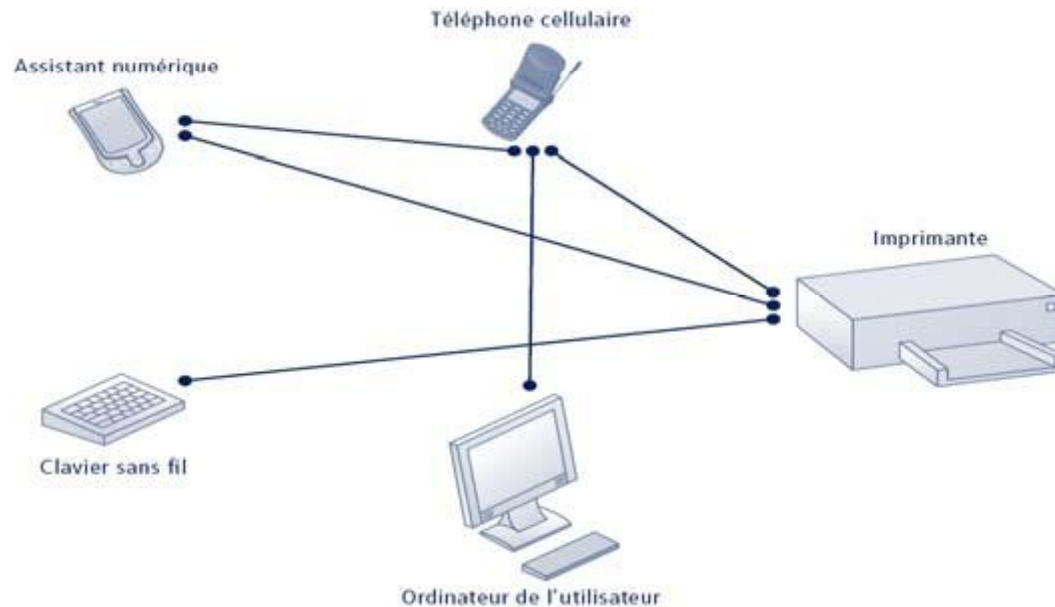
4. UWB

5. ZIGBEE



Réseaux personnels sans fil : WPAN

- Définition
 - Un WPAN est un réseau sans fil de faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Il fournit généralement une connectivité sans infrastructure.



Technologies sans fil : RFID

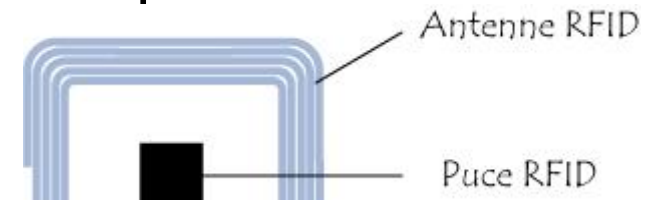


- RFID (Radio Frequency Identification) : Technologie développée pour assurer avec plus de facilité le suivi des marchandises durant leur déplacement dans les processus logistiques.
- RFID : Ensemble composé de :
 - Tags (étiquettes RFID) placées sur des unités logistiques (conteneurs, ...). Chaque étiquette RFID possède un code ePC (Electronic Product Code) qui contient de l'information propre et unique à l'unité logistique (numéro de série, destinataire, transporteur ...). Cette information peut être mise à jour après chaque étape parcourue dans la chaîne logistique ;
 - De petits terminaux portables munis de capteurs qui détectent et lisent l'information enregistrée dans les étiquettes RFID ;
- Quelque soit leur forme, les étiquettes RFID révèlent un point commun qui est la faculté d'être lues à distance à l'aide d'un signal radio.
- On distingue les deux catégories suivantes :
 - **Les étiquettes RFID passives** : (les plus nombreuses) elles sont excitées par induction électromagnétique (par l'onde radio émise par le lecteur) et elles renvoient à courte distance un signal convenu. La rétention des données est estimée à 10 ans et 100 000 cycles d'écriture.
 - **Les étiquettes RFID actives** : (plus coûteuses) équipés d'une source d'énergie (pile ou capteur solaire) et d'une puce, elles peuvent se signaler seules et/ou établir des dialogues plus construits avec le lecteur. Leur autonomie va de quelques mois à plusieurs années.

Technologies sans fil : RFID



- Différentes bandes de fréquences ont été retenues. Pour certaines d'entre elles, les fréquences disponibles varient selon les régions du monde.
- **BF : basse fréquence - 125 KHz,**
- **HF : haute fréquence - 13,56 MHz,**
- **UHF : ultra haute fréquence - 433 MHz ou 800-930 MHz**
- **Hyper RF : hyper fréquences ou micro-ondes - 2,45 et 5,8 GHz**
- La distance de lecture d'une étiquette varie selon plusieurs paramètres :
 - la bande de fréquences utilisée
 - puissance du lecteur
 - les performances des composants silicium utilisés et la sensibilité du lecteur
 - le recours éventuel à une batterie (peut porter cette distance à 100 m)
 - de l'environnement d'utilisation et du déploiement effectué (niveau de bruit électromagnétique, présence d'humidité, matériaux de l'objet étiqueté, réflexions multiples, interférences entre lecteurs, géométrie...).



Technologies sans fil : RFID



Technologie	Distance max	Débit max	Exemples d'applications
125 KHz	Quelques mètres	Quelques 10 Kbits/sec	Automobile, Animaux, Anti-intrusion
VHF – 13,56 Mhz	Moins de 2 mètres	Quelques 100 Kbits/sec	Logistique, Inventaire, Salons, Porte-monnaie, Cartes d'abonnement
UHF – 860 Mhz	Une ou deux dizaines de mètres	Quelques Mbits/sec	Logistique, commerce
UHF - 2,4 GHz, 5,8 GHz	Plusieurs dizaines de mètres	Quelques Mbits/sec	Peu utilisé en France

Technologies sans fil : Avantages RFID

- **Identification ne nécessitant ni contact, ni visibilité**
 - Lecture 40 fois plus rapide que les codes barres
 - Pas de manutention
- **Pénétration au travers de différents matériaux**
 - Lecture des produits dans un colis
- **Possibilité d'écriture dans le tag d'information dynamiquement**
 - Enrichissement au cours du cycle de vie
 - Echange de données avec des partenaires
- **Lecture simultanée de plusieurs tags**
 - Système de lecture anti-collision
- **Couplage avec des capteurs**
 - Température, choc, pression, ...
 - GPS pour géolocalisation

Technologies sans fil : Avantages RFID

- **Résistance aux influences néfastes de l'environnement**
 - Températures extrêmes, humidité, poussière, ..
- **Forme et dimension du transpondeur pouvant être adaptées à volonté**
 - Tags RFID pour des applications telles que : identification bovins, marquage de billets de banque, échantillons ADN, passeports, ticket de transport, ...
- **Tags complètement au produit**
 - Lutte contre la contre-façon, le vol, ...
 - Par mesure d'hygiène (agro-alimentaire, santé, ...)
- **Sécurité élevée**
 - Protection contre la copie
 - Protection des données par mot de passe
 - Transmission cryptée des données

Technologies sans fil : BLUETOOTH (WPAN)

- **Bluetooth est la principale technologie WPAN lancée par Ericsson en 1994.**
- **Bluetooth définit 3 classes d'émetteurs proposant des portées** différentes en fonction de leur puissance d'émission :

Classe	Puissance	Portée
I	100 mW	100 m
II	2,5 mW	15 - 20 m
III	1 mW	10 m

- **Bluetooth désigne 3 normes**

Technologies sans fil : BLUETOOTH v1.x - IEEE 802.15.1 (WPAN)

- **Caractéristiques**

- Fréquence : 2.4 GHz (ISM : Industriel, Scientifique, Médical) → Libre
- Portée : 10-100 mètres
- Débit : 1 Mbps

- **Avantages**

- Faible consommation d'énergie.
- Bonne gestion de la communication de la voix.
- Equipements de taille réduite.
- Technologie adaptée à la mobilité.
- Faible coût.

- **Inconvénients**

- Nombre de périphériques limité dans un réseau.
- Faible portée.
- Débit limité.



Technologies sans fil : BLUETOOTH v2.x - IEEE 802.15.2 (WPAN)

- Fréquence : 2.4 GHz
- Débit : 3Mbps
- Portée : 10-100 m
- Adaptateur Bluetooth USB
 - Classe 1
 - Distance maximale de connexion Bluetooth : 100 mètres
 - Bluetooth 2.0
 - Débit maximal : 3 Mbps.
 - Interface : USB 1.1



Technologies sans fil : MEDIEVAL BLUETOOTH NETWORK SCANNER

- Ce programme peut scanner et analyser un réseau Bluetooth. Il donne des informations détaillées au sujet des dispositifs distants et locaux trouvés et les services supportés par chacun d'eux grâce à une interface claire.



Technologies sans fil : BLUETOOTH v3.x - IEEE 802.15.3

(WPAN)

- **Caractéristiques**

- Fréquence : 3.1 - 10.6 GHz (**UWB**)
- Faible portée : 10 m
- Haut débit : >400 Mbps pour supporter les flux vidéo et/ou audio
- Faible consommation d'énergie
- Faible coût
- Qualité de Service permettant d'offrir un débit garanti
- Supporte un environnement dynamique. L'apparition ou la disparition d'équipement ne doit pas perturber le comportement du réseau.

- **Applications**

- connexions entre appareil photo numérique et imprimante
- connexions entre ordinateurs portables et vidéoprojecteur
- connexions entre un haut parleur et un appareil récepteur

Technologies sans fil : WUSB - IEEE 802.15.3a (WPAN)

- WUSB a été proposé par la WiMedia Alliance et a pour vocation de remplacer les connexions avec des câbles USB par des connexions sans fil. WUSB s'appuie sur le standard IEEE 802.15.3 également connu sous le nom d'UWB (Ultra Wide Band), géré par la **Wimedia Alliance**.
- L'objectif de **WiMedia et de réaliser une inter-compatibilité réelle** entre tous les appareils transmettant de l'image et du son dans un rayon de 1 à **50 mètres**.
- Fréquence : 3.1 - 10.6 GHz
- Portée : 10 mètres
- Débit : 480 Mbps



Technologies sans fil : ZIGBEE - IEEE 802.15.4 (WPAN)

- La technologie **ZigBee** permet d'obtenir des liaisons **sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie.**
- **Zigbee est une technologie radio basée sur le standard IEEE 802.15.4** et destinée en premier lieu au contrôle, à la surveillance et à la gestion de commandes à distance. Des applications peuvent par exemple être trouvées dans le domaine de la domotique automatisée : activation d'un éclairage à distance, surveillance d'un bâtiment, relevé d'informations transmises par des capteurs, etc.
- Fréquence : 2.4 GHz
- Portée : 100 mètres
- Débit : 0.25 Mbps



Technologies sans fil : ZIGBEE - IEEE 802.15.4 (WPAN)

- Zigbee, un réseau pour transporter les commandes essentiellement et non les données :
 - Il permet de mettre en place des réseaux personnels sans fils à très bas coût.
- Il existe deux versions de Zigbee :
 - IEEE 802.15.4 qui permet de communiquer à 250 Kb/s jusqu'à 100 mètres pour relier au maximum 255 appareils (bande de fréquence des 2,4 GHz).
 - IEEE 802.15.4a qui est limité à 20 Kb/s mais permet une portée de 75 mètres pour un maximum de 65 000 appareils (bande de fréquence des 900 KHz : USA).

Technologies sans fil : ZIGBEE - IEEE 802.15.4 (WPAN)

- Adapté pour la communication d'objet à objet qui ne nécessite pas un grand débit.
- Un très faible coût qui devrait permettre son intégration dans un grand nombre d'objets.
- Une autonomie de deux ans avec de simples piles basiques.
- Objectif : rendre une simple ampoule communicante.

Technologies sans fil : ZIGBEE - IEEE 802.15.4a (WPAN)

- Le **XBee Wall Router** est un **petit** dispositif qui permet d'étendre un réseau ZigBee. Il se branche simplement sur une prise de courant et intègre des capteurs de température et de lumière...
- Comme tous les périphériques ZigBee, ce routeur peut être relié à plus de **65 000** autres périphériques.



Réseaux locaux sans fil : WLAN

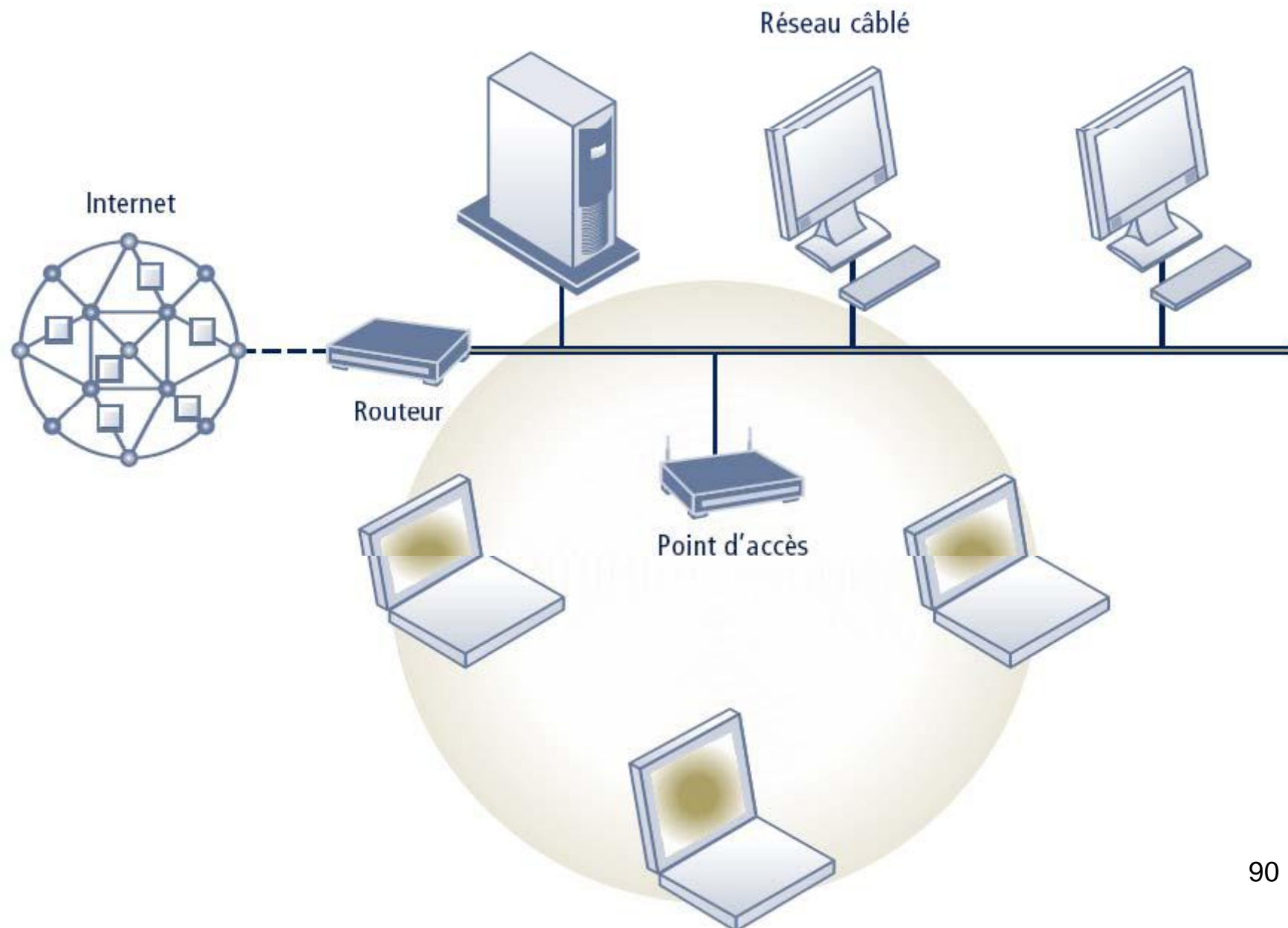
- 1. Définition : WLAN**
- 2. Normes Wifi**
- 3. Equipements**
- 4. Modes de fonctionnement**
- 5. Installation d'un réseau WIFI**



Réseaux locaux sans fil : WLAN

- **Définition**
 - Un WLAN est un réseau qui permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des PDA ou tout type de périphérique sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre 20 et 50 mètres) à plusieurs centaines de mètres en environnement ouvert.
- Un WLAN est constitué de points d'accès (AP : Access Point) équipés d'une antenne (ou plusieurs) et d'une interface réseau Ethernet (ou plusieurs) standard. Chaque point d'accès forme une zone de couverture radio appelée cellule. L'ensemble des cellules constitue le WLAN.
- Les WLAN sont les plus répandus et les plus médiatisés à l'heure actuelle.

Réseaux locaux sans fil : WLAN (suite)



Réseaux locaux sans fil : WLAN (suite)

- WLAN privés ou d'entreprise : les terminaux mobiles servent à des employés dans l'enceinte de l'entreprise pour accéder au SI.
 - Exemple : Dans un hôpital, les médecins vont de chambre en chambre tout en accédant aux dossiers des patients en ligne et aux applications médicales depuis des PC portables.
 - Réseaux sans fil d'intérieur
 - Liaisons extérieures



Réseaux locaux sans fil : WLAN (suite)

- WLAN publics ou hot-spots : les terminaux mobiles appartiennent à des clients accédant à une ressource particulière (en général, accès Internet) proposée par le propriétaire du hot-spot.
 - Exemple : Des hôtels, des aéroports ou des cafés mettent à la disposition de leurs clients un accès Internet sans-fil.
- WLAN domestiques : un particulier forme un réseau sans-fil pour connecter un ou plusieurs PC et son accès Internet.



Réseaux locaux sans fil : WIFI - IEEE 802.11

- **WiFi est soutenu par la WiFi Alliance, créée en 1999**, (anciennement WECA, Wireless Ethernet Compatibility Alliance).



- **802.11 désigne un ensemble de standards dans le domaine des LAN radio**, et le groupe de travail de l'IEEE qui les développe.
 - Exemple : 802.11a, 802.11b, 802.11g etc

Réseaux locaux sans fil : WIFI - IEEE 802.11

- **802.11b (1999)**

- bande de fréquence des 2.4GHz
- jusqu'à 14 canaux avec recouvrement partiel (selon la réglementation)
- débit théorique : 11 Mbps (~6Mbps en pratique)
- portée : 10-100 m



- **802.11g (2003)**

- bande de fréquence des 2.4 Ghz
- jusqu'à 14 canaux avec recouvrement partiel (selon la réglementation)
- débit théorique : 54 Mbps (~25 Mbps en pratique)
- compatibilité ascendante avec 802.11b
- (impact sur la performance dans une cellule mixte)
- portée : 10-100m

- **802.11a (1999)**

- bande de fréquence des 5 Ghz
- jusqu'à 8 canaux sans recouvrement (selon la réglementation)
- débit théorique : 54 Mbps (~25Mbps en pratique)
- portée : 10-100 m

Réseaux locaux sans fil : WIFI - IEEE 802.11

- **802.11n (2008)**
 - bande de fréquence des 2.4 Ghz et des 5 GHz
 - utilisation de « **MIMO** : *Multiple-Input Multiple-Output* » (technologie à antennes multiples / Emetteur & Récepteur)
 - débit théorique : 540 Mbps
 - Portée : 10-100 m



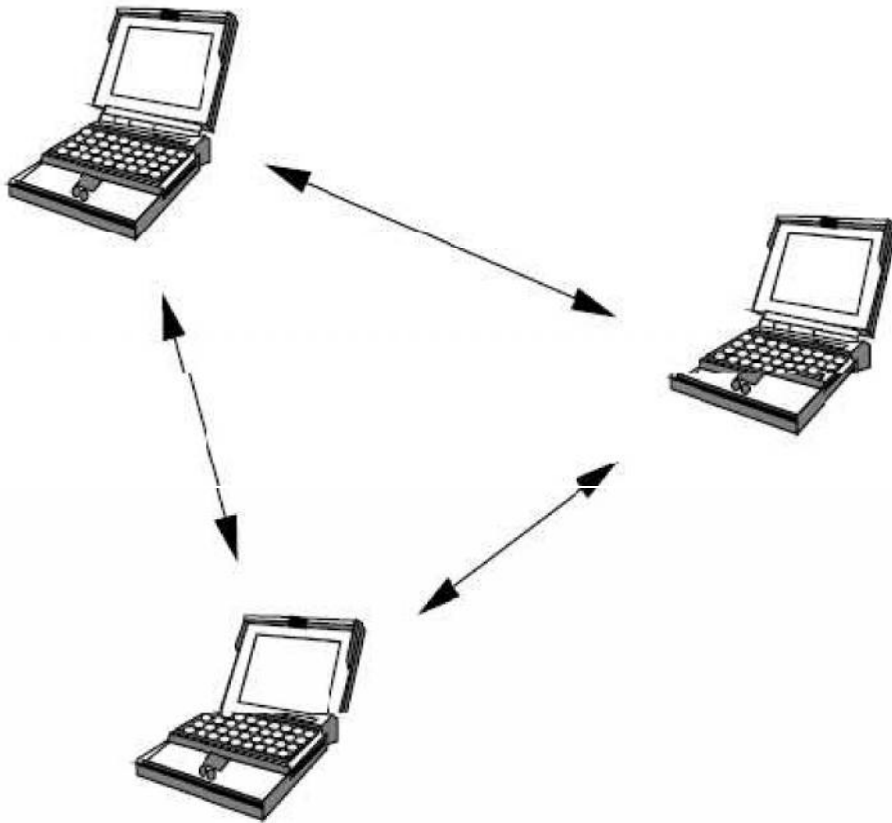
Réseaux locaux sans fil : Equipements WIFI

- Wireless adapters ou network interface controller, noté NIC. Il s'agit d'une carte réseau à la norme 802.11 permettant à une machine de se connecter à un réseau sans fil. Les adaptateurs WiFi sont disponibles dans de nombreux formats (carte PCI, carte PCMCIA, adaptateur USB, carte compact flash, ...).
- AP pour *Access point*, parfois appelés bornes sans fil, permettant de donner un accès au réseau filaire (auquel il est raccordé) aux différentes stations avoisinantes équipées de cartes WiFi.



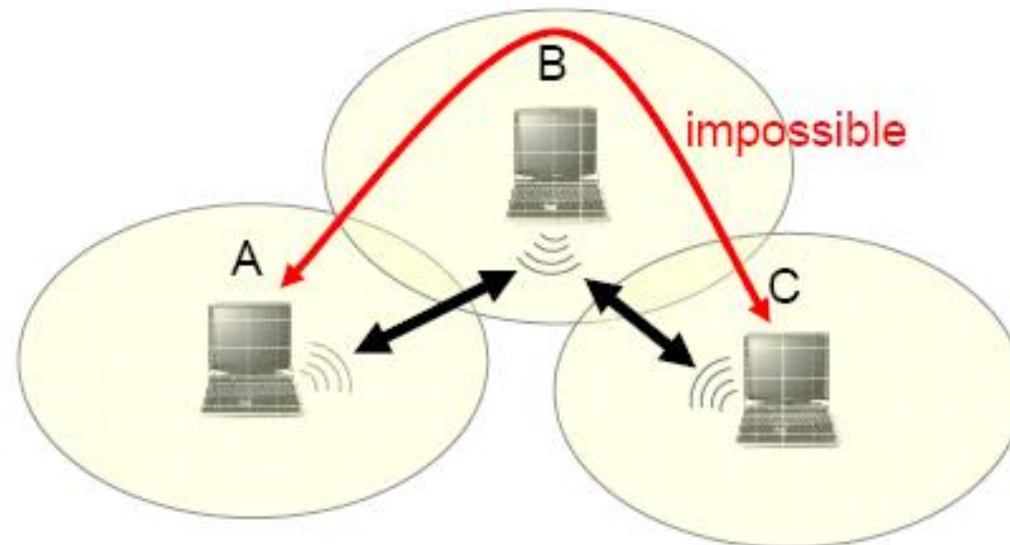
Réseaux locaux sans fil : Modes de fonctionnement de WIFI

- Le mode ad-hoc (ou IBSS, Independant Basic Service Set)
 - Pas d'infrastructure fixe
 - Interconnexion directe entre les équipements



Le mode ad-hoc

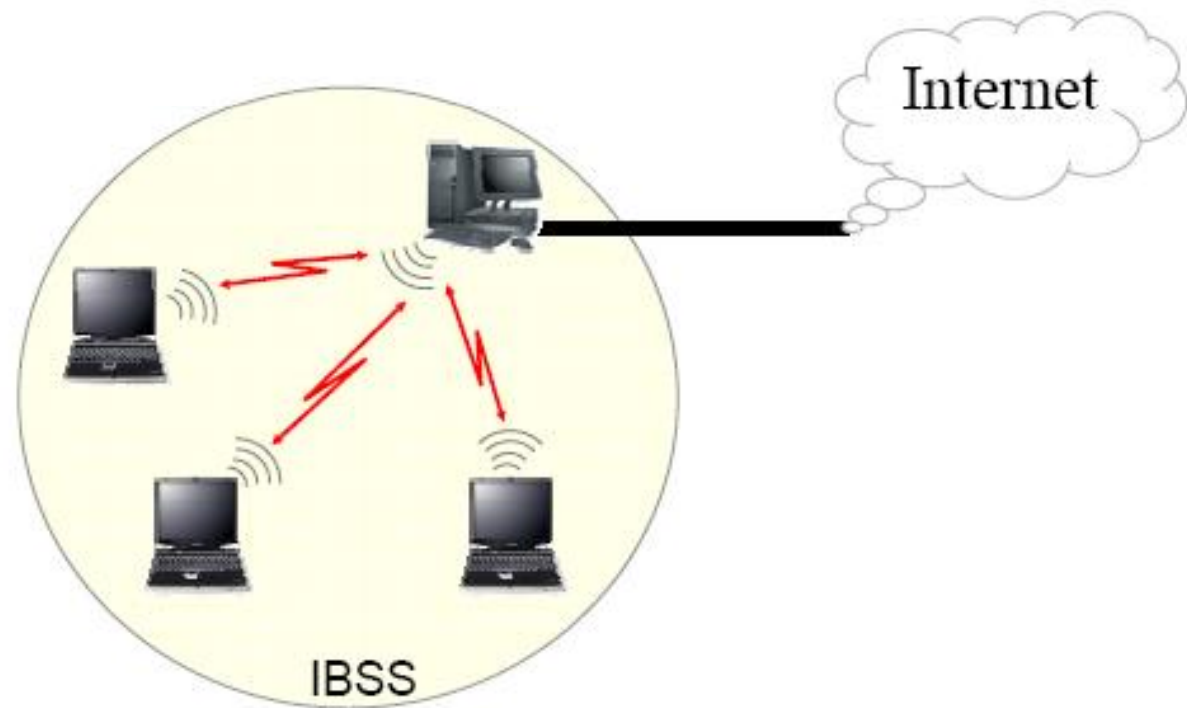
- WiFi** 3 stations en mode ad-hoc : différent d'un réseau ad-hoc de trois stations
- WiFi** il n'y a pas de protocole de routage : A ne peut pas envoyer de données à C car B ne peut effectuer le routage






3 stations en mode ad-hoc

Le mode ad-hoc

WiFi une station peut partager un accès à Internet : le réseau fonctionne comme un BSS



Réseaux ad-hoc et routage

-  Le logiciel de routage doit être présent dans chaque nœud
-  Solution la plus simple : routage directe : toutes les stations peuvent se voir sans passer par un nœud intermédiaire
-  Cas le plus classique : nœuds intermédiaires dotés de tables de routages optimisées

STA : Station

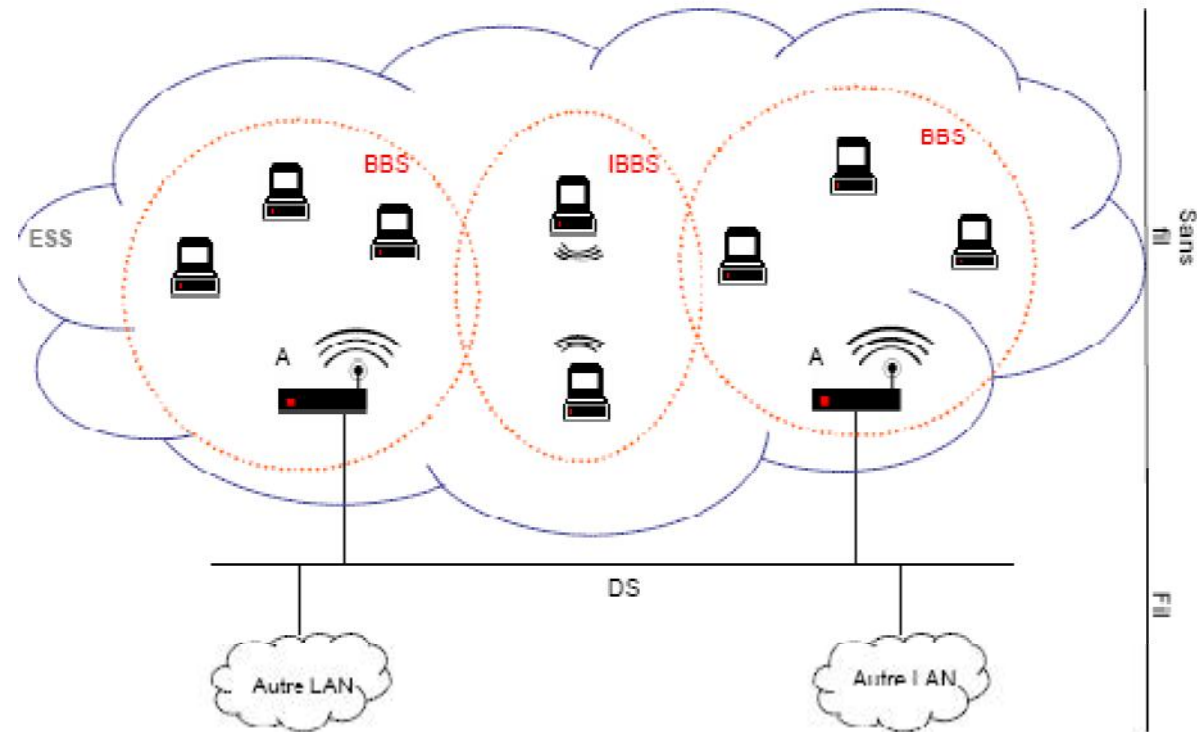
AP : Access Point

BSS : Basic Service Set

DS : Distribution System

ESS : Extended Service Set

IBSS : Independant BSS



BSS : Basic Service Set. Zone au sein de laquelle un groupe de stations communique par voie Hertzienne

IBSS : Independant BSS. Réseaux sans fil isolé du reste du réseau

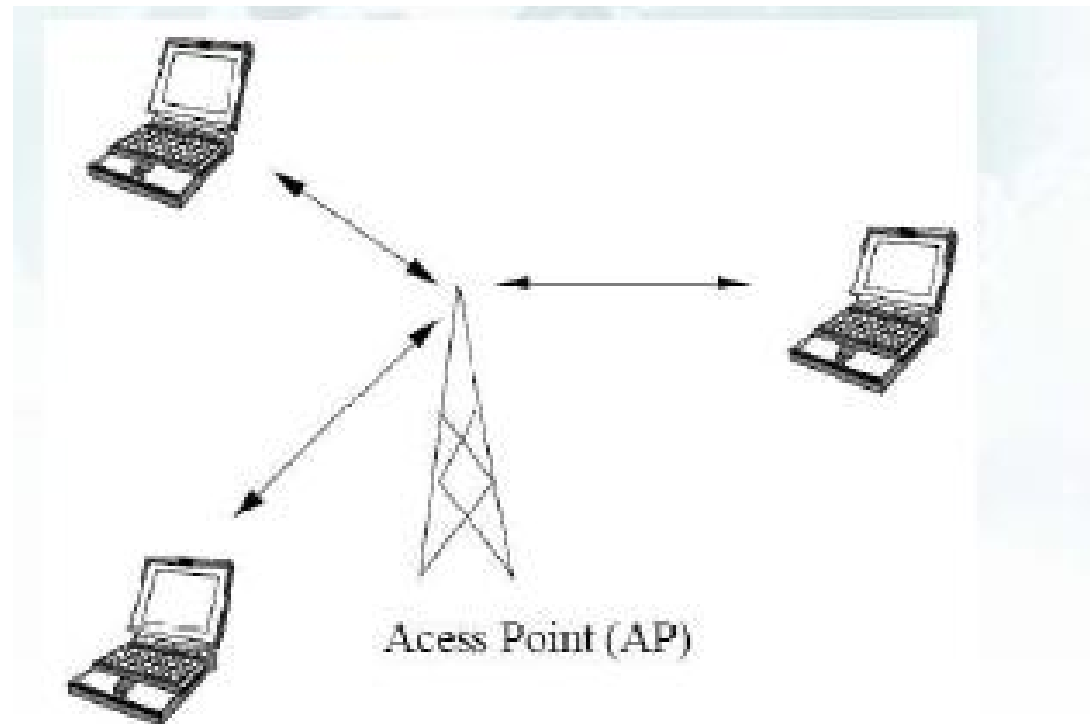
DS : Distribution System. Entité permettant de relier plusieurs BSS

ESS : Extended Service Set. Ensemble des sous réseaux interconnectés

AP : Access Point. Point d'interconnexion entre un BSS et le DS. Peut également permettre l'interconnexion avec des réseaux câblés traditionnels. Dans ce cas on parle de portail.

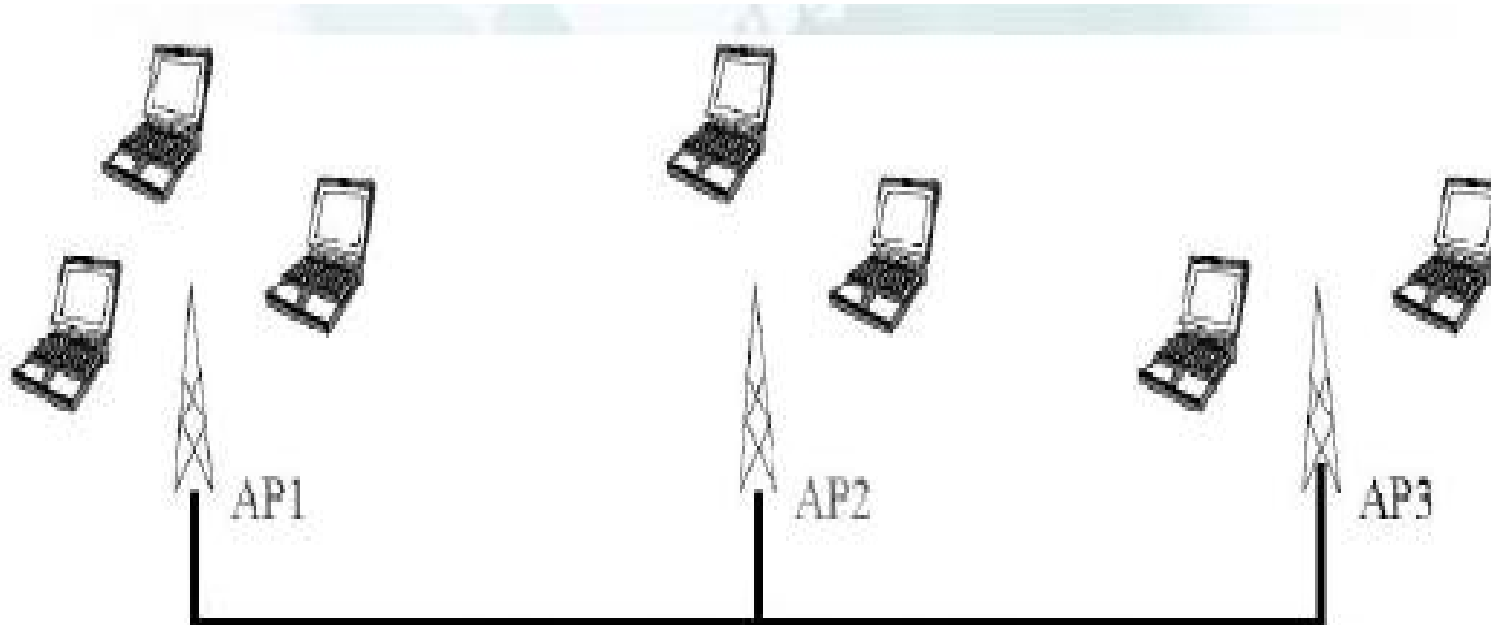
Réseaux locaux sans fil : Modes de fonctionnement de WIFI

- Le mode infrastructure basic (BSS, Basic Service Set)
 - Présence d'un point d'accès qui peut aussi permettre l'interconnexion à l'Internet.
 - Pas de communication directe entre les équipements.



Réseaux locaux sans fil : Modes de fonctionnement de WIFI

- Le mode infrastructure étendu (ESS, Extended Service Set)
 - Présence de plusieurs points d'accès qui peuvent aussi permettre l'interconnexion à l'Internet.
 - La mobilité est transparente aux couches supérieures !



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **Contraintes**

- La bande de fréquences
- La zone de couverture
- Le nombre d'utilisateurs
- La configuration des canaux
- Le débit
- La sécurité

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **La bande de fréquences**
 - La bande ISM (Industrial Scientific and Medical) située dans les 2,4 GHz pour 802.11b et 802.11g
 - La bande U-NII (Unlicensed-National Information Infrastructure) située dans les 5 GHz pour 802.11a.
- Ces deux bandes sont dites sans licence.
- Ces deux bandes sont réglementées au Maroc par l'ANRT
 - Contraintes d'utilisation
 - Libération d'une partie pour les réseaux WiFi
 - Bandes étroites ou canaux de transmissions.

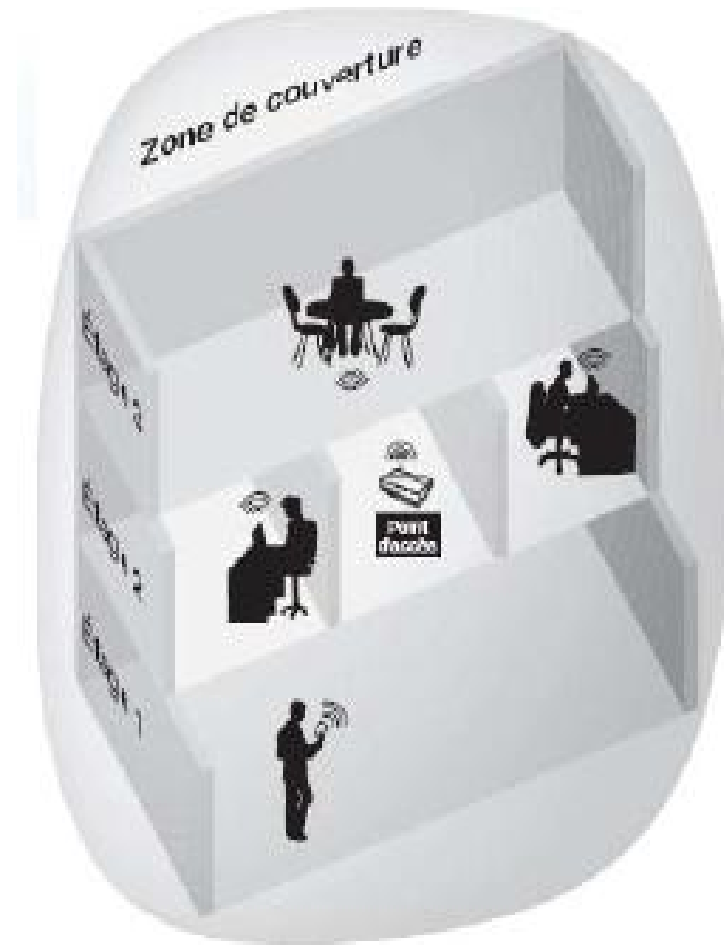
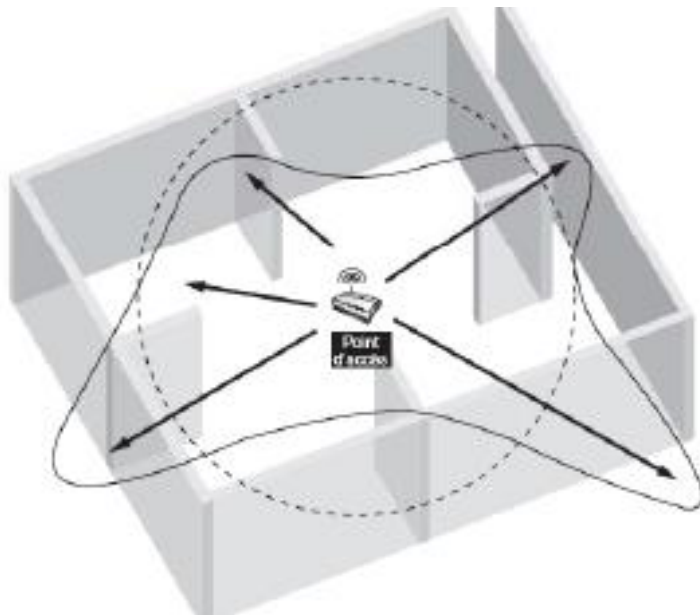
Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- La bande de fréquences

- Les fréquences autorisées (bande ISM) pour l'usage d'un réseau WLAN en interne sont 2400-2483,5 MHz.
- Les fréquences autorisées (bande U-NII) pour l'usage d'un réseau WLAN en interne sont entre autres :
5150-5350 MHz...
- Bien que cette réglementation se soit peu à peu assouplie, elle reste assez contraignante lors d'une utilisation de WiFi à l'extérieur.
 - Les puissances autorisées sont limitées entre 10 et 100 mW.
 - Trop faibles pour des déploiements suffisants en extérieur.

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- La zone de couverture
 - Puissance d'émission
 - Qualité du signal radio
 - Obstacles, interférences...



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- Le nombre d'utilisateurs
 - Pour des raisons évidentes d'efficacité il vaut mieux n'affecter à un point d'accès qu'un nombre limité d'utilisateurs.
 - Nombre d'utilisateurs par point d'accès dépend du débit souhaité (débit utile) par chaque utilisateur.
 - La zone à couvrir + **le nombre d'utilisateurs du réseau**
➔ la topologie du réseau

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

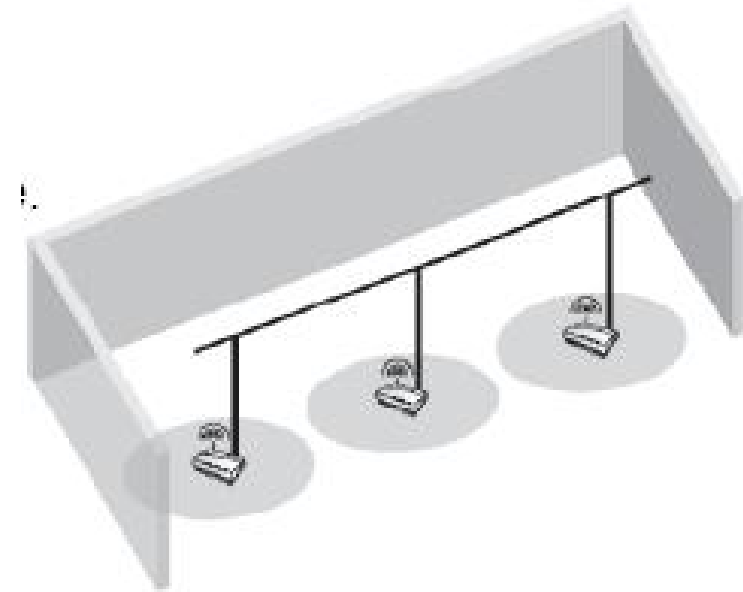
- **Topologie à cellules disjointes**

- **Pourquoi ?**

- Disposer d'un nombre faible de canaux.
 - Eviter toute interférence.

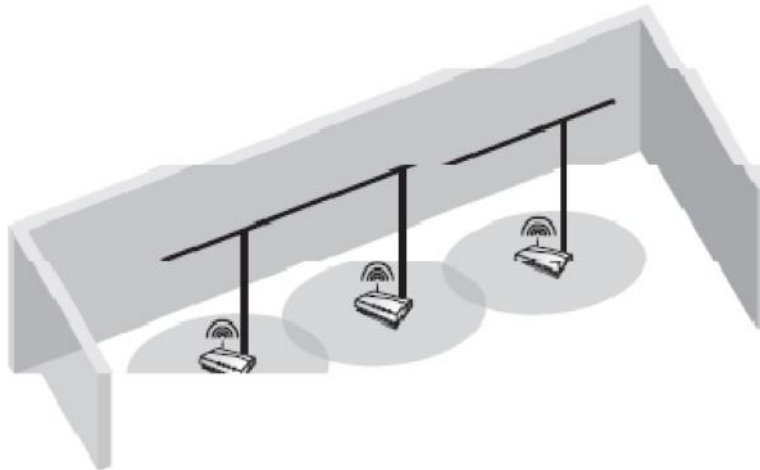
- **Inconvénient**

- La mobilité n'est pas possible.



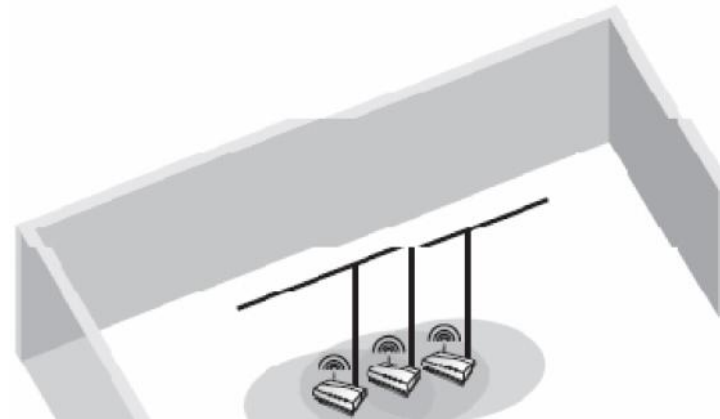
Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **Topologie à cellules partiellement recouvertes**
 - Cette topologie est caractéristique des réseaux sans fil.
- **Pourquoi ?**
 - Assurer une mobilité continue.
 - Disposer d'un espace important.
- **Contrainte**
 - Une bonne affectation des canaux afin d'éviter les interférences dans les zones de recouvrement.



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **Topologie à cellules recouvertes**
 - Pourquoi ?
 - Disposer d'un espace restreint
 - Offrir une connexion sans fil à un nombre important d'utilisateurs.
- **Contrainte**
 - Une bonne configuration des canaux est nécessaire afin d'éviter les interférences
- **Exemple d'utilisation**
 - Les salles de réunion ou lors des grandes conférences dans le but de fournir un accès sans fil fiable à tous les participants.



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

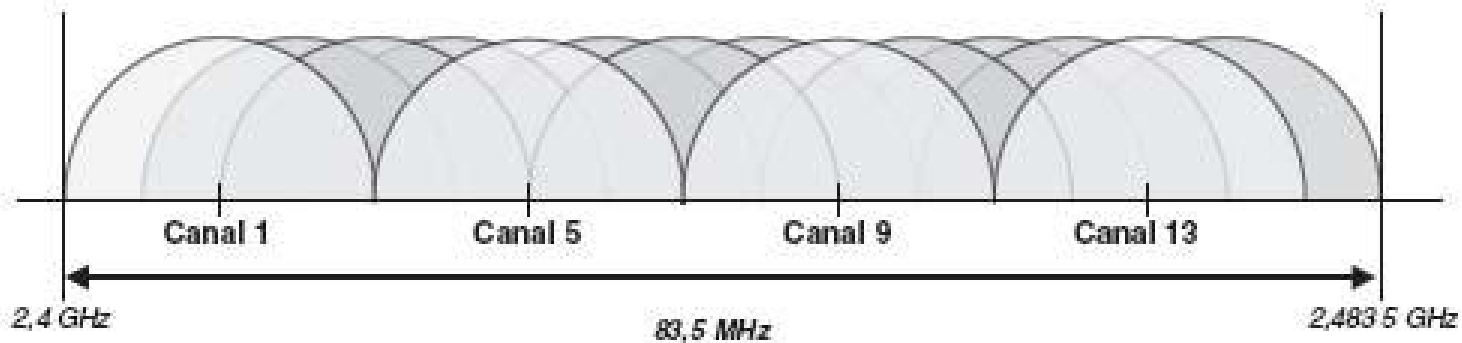
- **La configuration des canaux**

- Un point d'accès d'un réseau WiFi, qu'il soit en mode infrastructure ou ad-hoc, ne transmet que par l'intermédiaire d'un unique canal.
- L'affectation d'un canal de transmission «ne pose pas de problème» lorsque :
 - La zone à couvrir est restreinte et le nombre d'utilisateurs n'est pas important.
 - Le réseau n'est équipé que d'un seul point d'accès
 - Le réseau est composé d'un nombre important de points d'accès dont les zones de couverture ne se recouvrent pas.
- Couvrir un environnement assez vaste
 - ➔ Disposer de plusieurs points d'accès
 - ➔ Affecter à chaque point d'accès un canal de transmission différent.

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

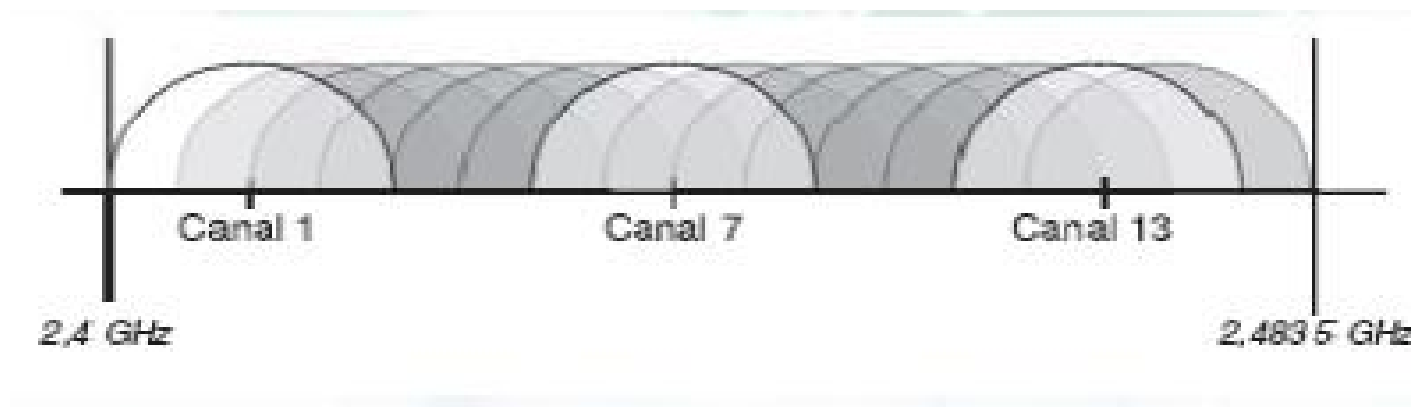
- **La configuration des canaux**

- 802.11b et 802.11g n'utilisent qu'une partie du spectre de fréquences de la bande ISM pour les transmissions de données. Cette partie de la bande est divisée en canaux de 20 MHz.
- Quatorze canaux sont disponibles dans la bande 2400-2483,5 MHz mais seuls les canaux 1 à 13 peuvent être utilisés.



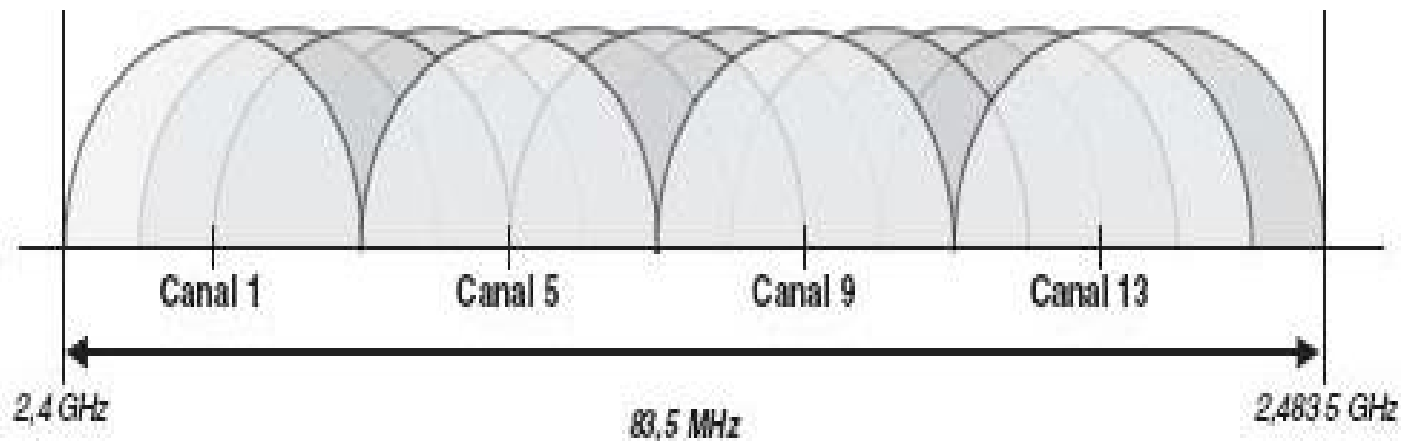
Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **La configuration des canaux**
 - 3 points d'accès (pas d'interférences)
 - Les canaux 1, 7 et 13
 - Les canaux 1, 6 et 11
 - ...



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

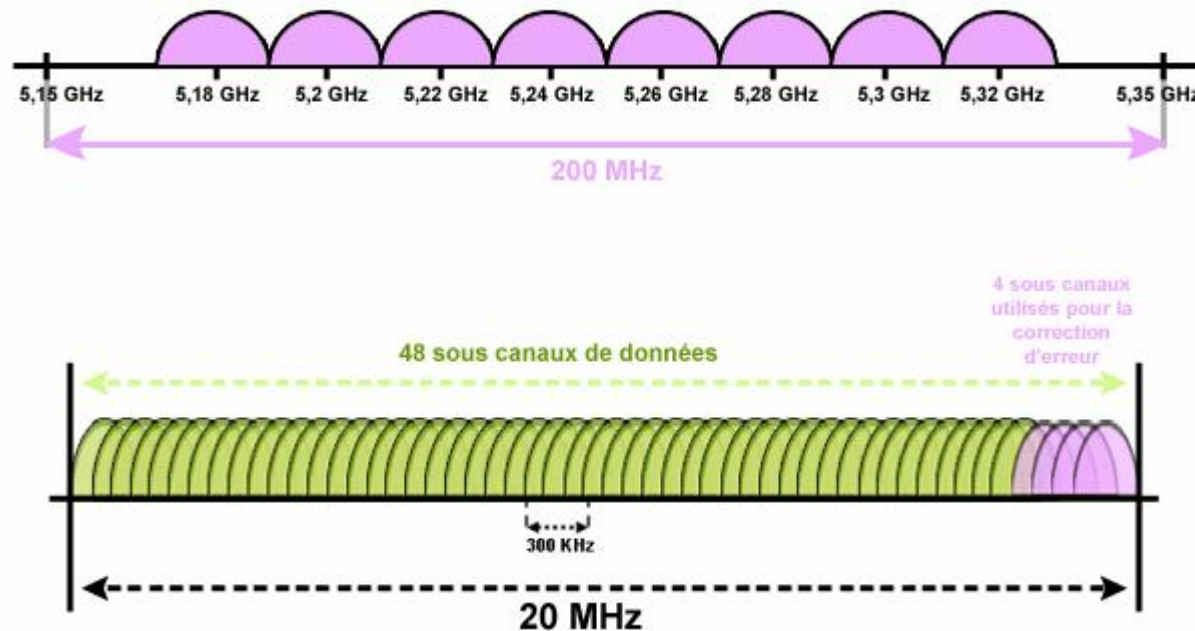
- **La configuration des canaux**
 - L'affectation de quatre canaux simultanément est possible dans un réseau WiFi (b/g).
- Par exemple les canaux 1, 5, 9 et 13.
 - Légères interférences n'entraînant pas de forte dégradation des performances du réseau.



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **La configuration des canaux**

- La bande U-NII de 802.11a à huit canaux ne connaît pas les mêmes contraintes que la bande ISM.
- Les canaux étant suffisamment espacés, il est possible d'avoir huit points d'accès 802.11a dans un même espace possédant chacun un canal différent, le tout sans risque d'interférence.



Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **Le débit**

- Débit/Portée d'un réseau 802.11b en milieu fermé

Débit (en Mbit/s)	Portée (en mètre)
11	50
5,5	75
2	100
1	150

- Débit/Portée d'un réseau 802.11b en milieu ouvert

Debit (Mbit/s)	Portée (en mètre)
11	200
5,5	300
2	400
1	500

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **Le débit**

- Débit/Portée d'un réseau 802.11g en milieu fermé

Débit (en Mbit/s)	Portée (en mètre)
54	10
48	17
36	25
24	30
18	40
12	50
9	60
6	70

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

- **La sécurité**

- Modifier les SSID(Service Set Identifier) par défaut des points d'accès et éviter d'utiliser des SSID vides ou qui permettent la connexion automatique de toute station au réseau.
- Fermer le réseau afin d'éviter que le SSID ne soit disponible en clair sur le réseau.
- Ne pas utiliser le **WEP (Wired Equivalent Privacy)**, ou au **moins** l'utiliser avec des clés de longueur maximale, c'est-à-dire sur 128 bits.
- Utiliser l'ACL (Access Control List) afin d'interdire l'accès à toute personne dont la carte WiFi ne figure pas dans la liste.
- **WPA est une certification définissant des mécanismes de sécurité fiables et robustes dans les environnements WiFi.**

Réseaux locaux sans fil : Installation d'un réseau WiFi

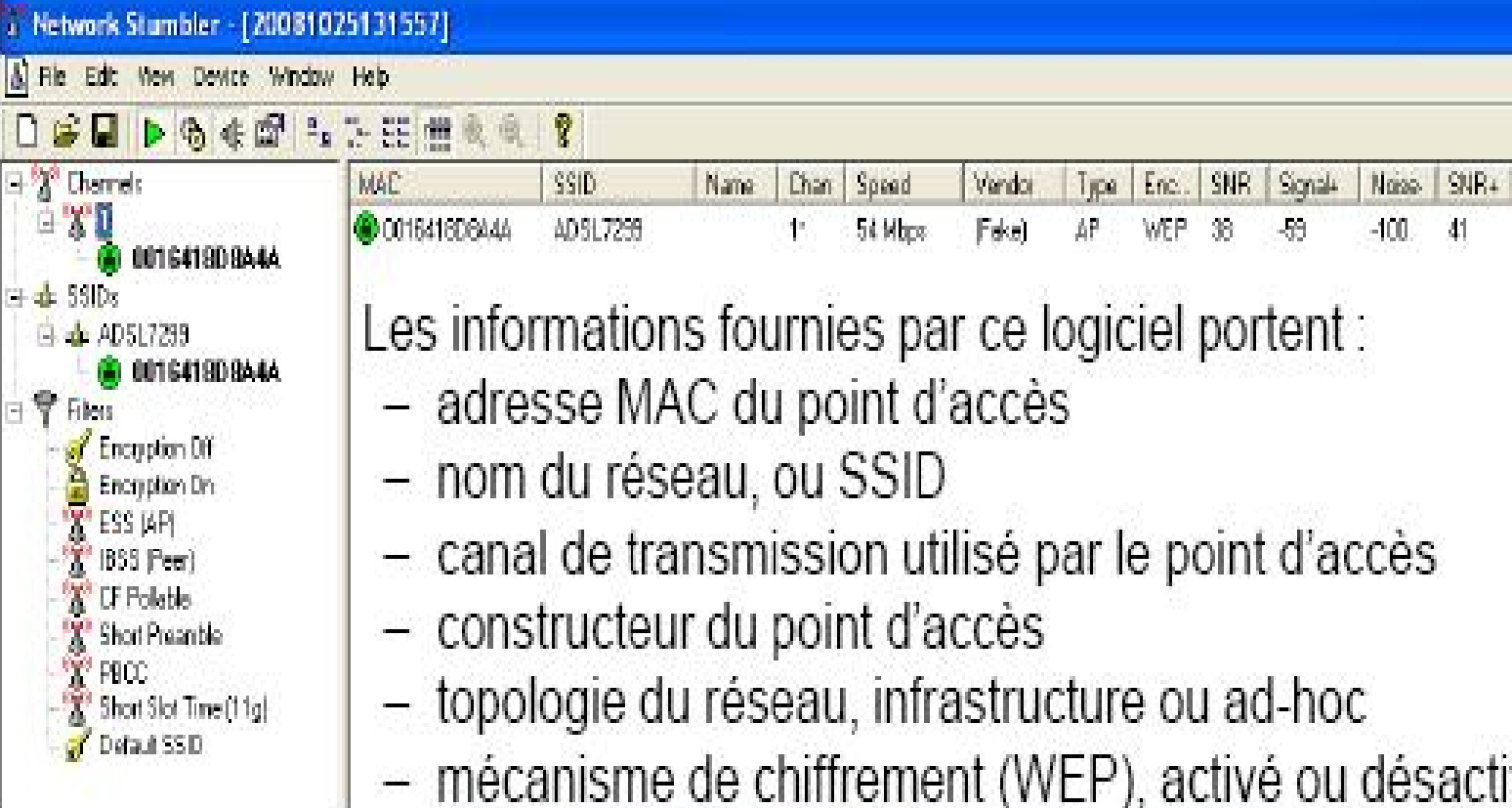
- **Interférences**

- Le support de transmission de 802.11b et 802.11g est la bande des 2,4 GHz. Cette bande sans licence peut être soumise à des interférences pour de multiples raisons :
- Présence d'un (ou plusieurs) AP WiFi 802.11b ou 802.11g utilisant un canal proche ou le même canal.
- Présence d'un réseau Bluetooth qui partage la même bande des 2,4 GHz.
- Proximité de fours micro-ondes en fonctionnement.
- Présence de tout type d'appareil utilisant la bande des 2,4 GHz, tels les systèmes de vidéo-surveillance.
- ➔ Effectuer un audit de site ➔ vérifier la présence d'autres réseaux WiFi dans l'environnement + configurer correctement les canaux.

Réseaux locaux sans fil : Audit de site

- **L'audit de site** consiste précisément à savoir s'il existe d'autres réseaux WiFi dans la zone de couverture du réseau audité.
- **Netstumbler** (<http://www.netstumbler.com>) est un logiciel gratuit, qui ne demande qu'une station, mobile ou fixe, possédant une carte WiFi pour faire un audit de l'environnement radio et détecter la présence d'autres réseaux WiFi tout en testant la sécurité du réseau audité.
- **Retina Network Security Scanner** (<http://eeye.com>) permet de détecter des réseaux sans fils environnants. Le logiciel est également prévu pour déterminer les vulnérabilités d'un réseau d'entreprise. Un rapport détaillé est généré à la fin de l'examen.

Réseaux locaux sans fil : Audit de site



The screenshot shows the Network Stumbler application window. The title bar reads "Network Stumbler - [20081025131557]". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Device", "Window", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations and network analysis. The left sidebar shows a tree view with "Channels", "SSIDs", and "Files". Under "Channels", two entries are visible: "0016418D8A4A" and "AD5L7239". Under "SSIDs", two entries are visible: "AD5L7239" and "0016418D8A4A". The main pane displays a table of detected networks.

MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal	Noise	SNR+
0016418D8A4A	AD5L7239		1	54 Mbps	Fake	AP	WEP	38	-59	-100	41

Les informations fournies par ce logiciel portent :

- adresse MAC du point d'accès
- nom du réseau, ou SSID
- canal de transmission utilisé par le point d'accès
- constructeur du point d'accès
- topologie du réseau, infrastructure ou ad-hoc
- mécanisme de chiffrement (WEP), activé ou désactivé
- qualité du signal radio (SNR, Signal, Bruit).

Réseaux locaux sans fil : Audit de site

The screenshot displays the Metasploit Network Security Scanner application. The interface includes a menu on the left with options like 'Help and Support', 'Web Tips', 'About Web Site', 'Technical Support', and 'Send Data with Scanner'. The main area is divided into sections for 'Discover' and 'Report' tabs, 'Actions' (with checkboxes for 'WIFI Options', 'IP Options', 'Sound', 'Debug', and 'Cure'), and 'Detected Services'.

The 'Detected Services' section shows a table with the following data:

Device	SSID	RSSI	AP MAC	AP IP	Standard
ACOLYON		-43 (dBm)	00:15:41:00:0A:4A	N/A	IEEE 802.11b

Below the table, there is a detailed parameter list for the detected service:

Parameter	Value
SSID	ACOLYON
AP MAC	00:15:41:00:0A:4A
Vendor	LINKSYS
WEP	ON
Rates	1,2,5.5,11,6,9,12,18
Standard	IEEE 802.11b
RSSI	-43 (dBm)
Channel	1
Network Type	Direct Sequencing
Mode	Infrastructure
Beacon Period	100 (Kusec)
RTM Window	0 (Kusec)
WEP	N/A
WEP MAC	N/A
WEP	N/A
Gateway	N/A
Applied IP	N/A
AP IP	N/A

Travail à faire par groupe : Un audit de site

- Décrivez le site
- Définissez l'objectif de l'audit : évaluer la performance des réseaux Wifi installés sur un site (voire plusieurs)
- Décrivez le matériel utilisé (ordinateur, OS, nature de l'adaptateur Wifi...)
- Décrivez le matériel wifi détecté (nature des AP...)
- Comment le choix des canaux est-il effectué ?
- A quel endroit du site, la portée du réseau est la moins grande, par exemple dans les pièces dont les murs sont épais? Quel est le niveau de sécurisation réel des réseaux sans fil ?

Réseaux métropolitains sans fil : WMAN

Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)

Intérieur d'une même métropole



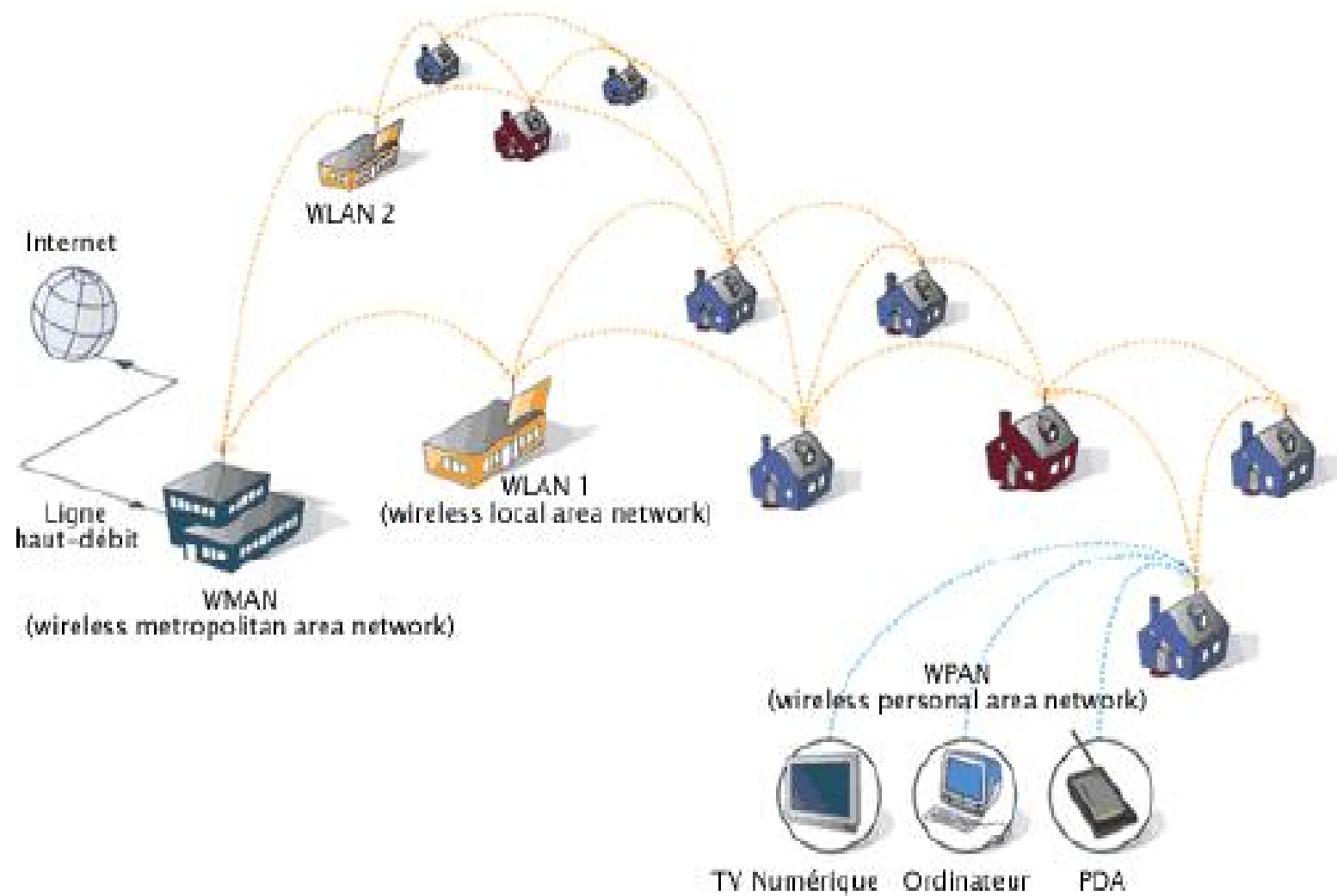
- 1) **Définition : WMAN**
- 2) **Normes Wimax**
- 3) **Wimax fixe**
- 4) **Wimax mobile**

Réseaux métropolitains sans fil : WMAN

Définition

- Un WMAN est un réseau sans fil qui se tisse sur une ville, permettant à tous les habitants d'être connectés entre eux. La portée peut dépasser les 50km.
- Le réseau **WMAN** est connu aussi sous le nom de **Boucle Locale Radio (BLR)**.
- **BLR** consiste à établir un réseau de boucle locale en substituant aux fils de cuivre qui équipent aujourd'hui les réseaux, une technologie radio offrant l'avantage d'une plus grande souplesse pour le déploiement des infrastructures.
- **Boucle Locale** : ensemble des liens filaires existant entre le poste de l'abonné et le commutateur d'abonnés auquel il est rattaché. La boucle locale est ainsi la partie du réseau d'un opérateur qui lui permet d'accéder directement à l'abonné.
- Les technologies sans-fil WMAN sont destinées principalement aux opérateurs de télécommunication.

Réseaux métropolitains sans fil : WMAN

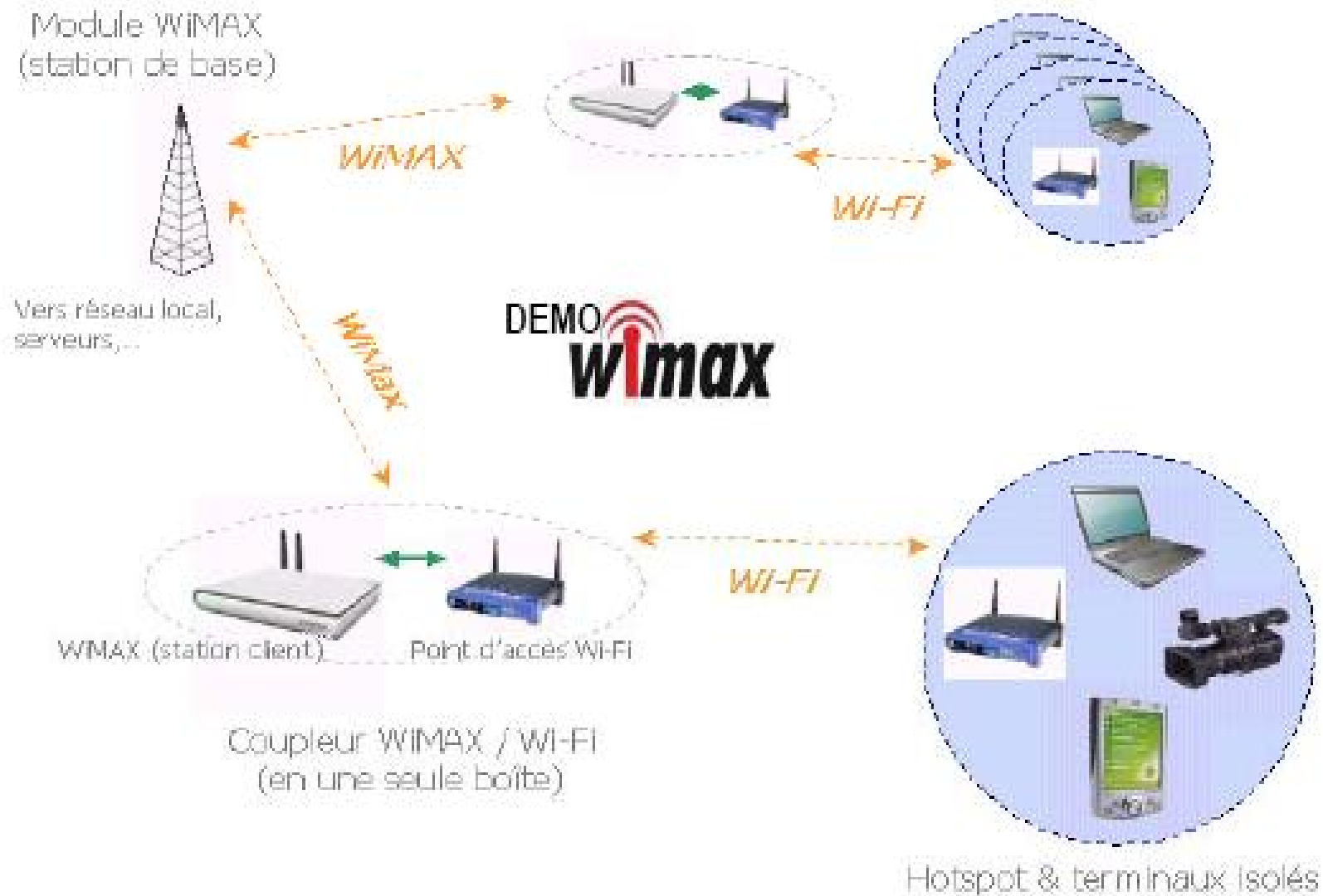


Technologies sans fil : WIMAX - IEEE 802.16

- WiMAX : «Worldwide Interoperability for Microwave Access»
- WiMAX désigne dans le langage courant un ensemble de standards et de techniques du monde des MAN radio.
 - objectif initial : accès radio « last mile » large bande.
 - alternative aux accès câble ou ADSL chez l'abonné.
 - utilisable aussi en dorsale (ex: derrière un hotspot WiFi; derrière un accès à un réseau cellulaire) et pour des clients mobiles.



Technologies sans fil : WIMAX - IEEE 802.16



Technologies sans fil : WIMAX - IEEE 802.16

- Bande de Fréquences : **2 - 11 GHz**
- Portée : **50 km**
- Débit : **70 Mbps**
- **Performances, ordre de grandeur (source WiMAX forum) :**
 - WiMAX fixe : cellule de 3 à 10 km de rayon, débit global de ~40 Mbps (débit théorique ~ 75 Mbps)
 - WiMAX mobile : cellule < 3 km de rayon, débit global de ~15 Mbps (débit théorique ~ 30 Mbps)

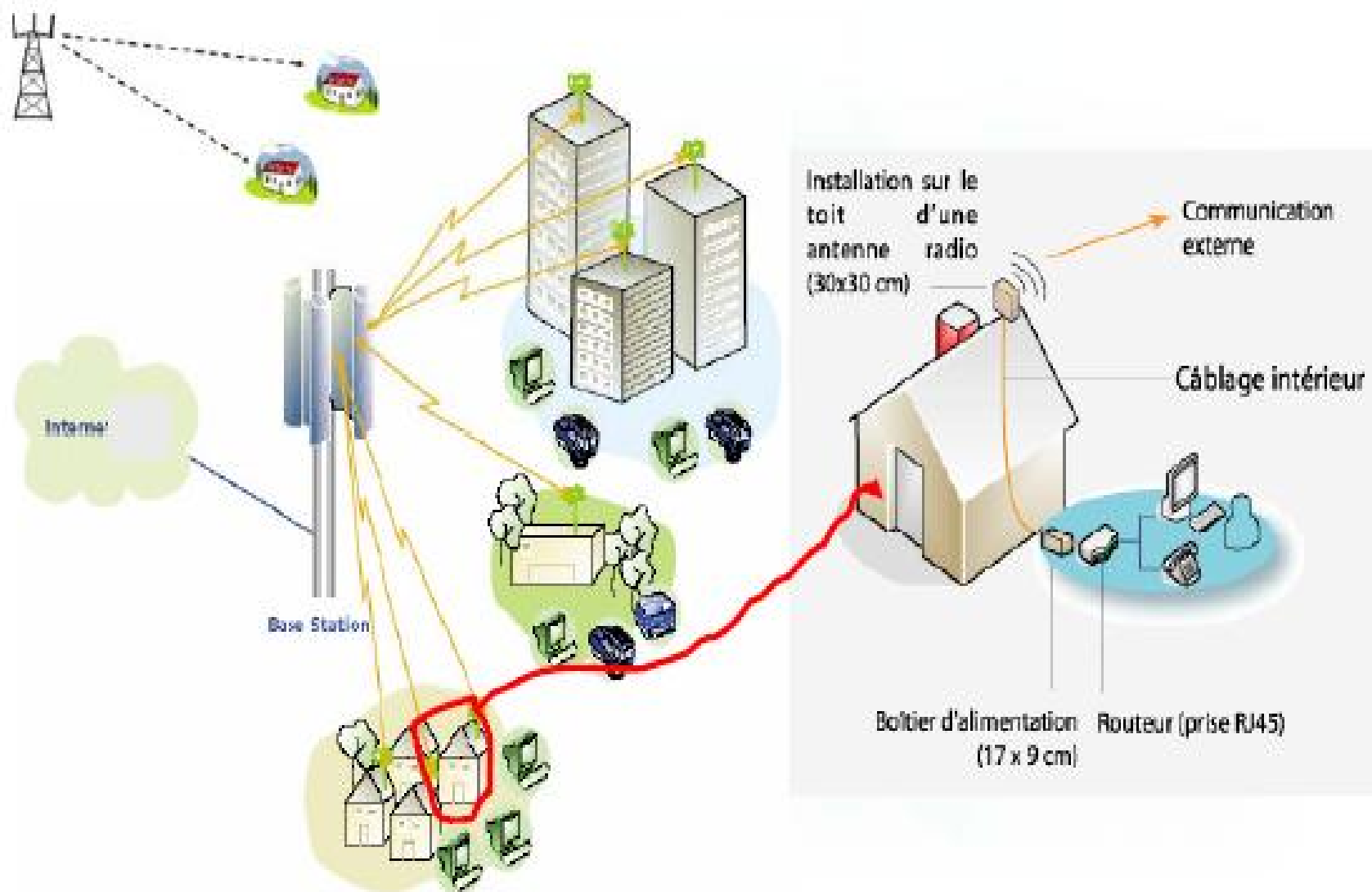
Technologies sans fil : WIMAX - IEEE 802.16

- Les fondations du **WiMAX** ont été standardisées par le **groupe de** travail 802.16 de l'IEEE (groupe « broadband wireless access ») :
 - « WirelessMAN® » est un trademarked name de l'IEEE pour désigner les standards IEEE 802.16.
- Deux spécifications principales :
 - 10/2004 : le standard IEEE 802.16-2004 (appelé 802.16d) : support des clients fixes, remplace les spécifications antérieures 802.16-2001(initiale); 802.16a (extension à la bande 2 à 11GHz); 802.16c (définition de profils plus spécifiques)
 - 02/2006 : l'amendement IEEE 802.16e-2005 (appelé 802.16e) : support des clients mobiles et fixes.

Technologies sans fil : WIMAX Fixe - IEEE 802.16d

- Le **WIMAX fixe** permet de recevoir une connexion Internet haut débit à domicile.
- Une installation WIMAX fixe ressemble à une installation TV.
 - Le haut débit → une antenne située sur le toit.
- Le WIMAX fixe est une alternative à l'ADSL ou au Câble → Zones non couvertes par l'ADSL ou le câble.

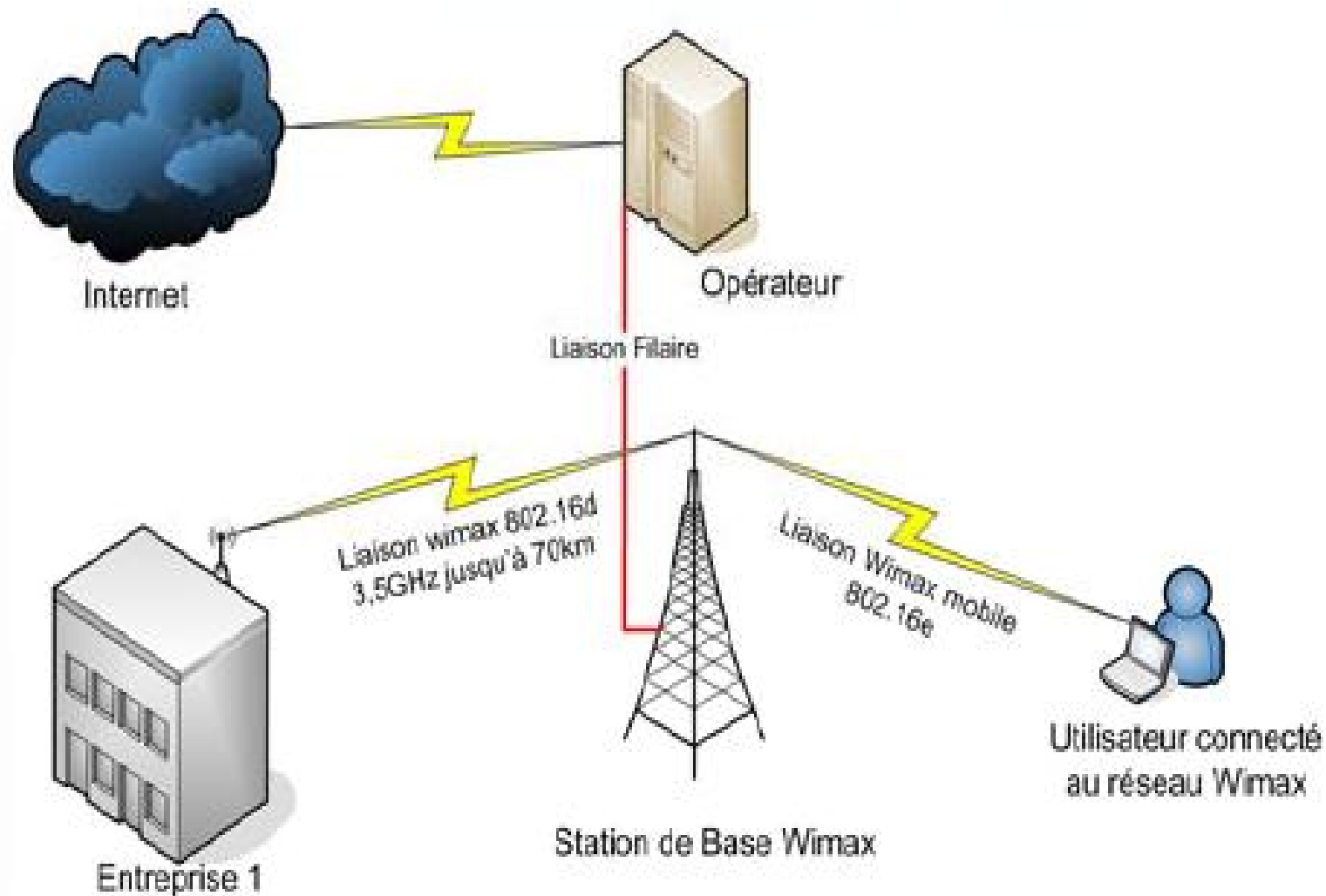
Technologies sans fil : WIMAX Fixe - IEEE 802.16d



Technologies sans fil : WIMAX Mobile - IEEE 802.16e

- Le WIMAX mobile permet de se déplacer tout en restant connecté à Internet.
 - Un appareil mobile (ordinateur portable, assistant personnel ou téléphone mobile) équipé d'une carte WIMAX.
- Le WIMAX mobile permet de se déplacer dans l'intégralité d'une zone couverte par l'intermédiaire d'une antenne centrale, le tout sans déconnexion.
- Le WIMAX mobile permettra de passer d'une zone de couverture à une autre sans déconnexion.
- Le WIMAX mobile permettra d'utiliser la téléphonie IP ainsi que tous les services de téléphonie haut débit.
 - ➔ Zones non couvertes par les réseaux de téléphonie mobile.

Technologies sans fil : WIMAX - IEEE 802.16



Wireless Networks Challenges and Opportunities

Exercices d'application

© Abderrahim HASBI

hasbi@emi.ac.ma

EMI - Département Génie Informatique

2013/2014

Wireless Networks Challenges and Opportunities

Sujets des Présentations

© Abderrahim HASBI

hasbi@emi.ac.ma

EMI - Département Génie Informatique

2013/2014

REFERENCES

- [1] S. Sharma and D. Kumar, "An approach to optimize adaptive Routing Framework to provide QoS in Wireless Sensor Networks", International Journal of wireless Networks and Communication, Volume 1, Number 1, 2009. pp;55-69
- [2] Neeraj Kumar, and RB Patel 'A QoS aware Framework to support Minimum Energy Data Aggregation and Routing in Wireless Sensor Networks', International Journal of Advanced Pervasive and Ubiquitous Computing (2009) (pp. 91-106)
- [3] E. Toscano, O. Mirabella, L. Lo Bello, "An Energy-Efficient Real-Time Communication Framework for Wireless Sensor Networks", the 6th International Workshop on Real-Time Networks (RTN'07) in conjunction with the 19th Euromicro International Conference on Real-Time Systems (ECRTS'07), Pisa, June 2007.
- [4] M. Günes, M. Kähler, I. Bouazizi, Ant Routing Algorithm (ARA) for Mobile Multi-Hop Ad-Hoc Networks - New Features and Results, The Second Mediterranean Workshop on Ad-Hoc Networks, 2003.
- [5] FD Giani Di Caro and LM Gambardella. 'Anthocnet: An adaptive nature-inspired algorithm for routing in mobile ad hoc networks.' Special Issue on Self-Organisation in Mobile Networking, 16:443-455, 2005
- [6] Saleem K., Faisal N, Hafizah S, Kamilah S, and Rashid RA, Rashid, ,Ant based Self-organized Routing Protocol for Wireless Sensor Networks, International Journal of Communication Networks and Information Security , 1(2), 2009, 42-46