



Réseaux MIF11

Couche liaison de données

Isabelle Guérin Lassous

Isabelle.Guerin-Lassous@ens-lyon.fr

<http://perso.ens-lyon.fr/isabelle.guerin-lassous>

Technologies de niveau 2

- Plusieurs organismes de standardisation impliqués
 - IEEE, ISO, IETF
- Actuellement, 2 technologies très utilisées
 - Ethernet
 - WiFi

Comité IEEE 802

- IEEE
 - Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - 1979
- Développer un ou des standards sur les couches 1 et 2 pour les réseaux locaux et métropolitains
- Groupe de travail 802
 - Année 80
 - Mois de février

Contraintes initiales pour les réseaux locaux / métropolitains

- Supporter au moins 200 stations
- Couverture
 - Jusqu'à 2 km pour les LAN
 - Jusqu'à 50 km pour les MAN
- Débit entre 1 et 100 Mb/s
- Insérer et retirer une station sans perturbation
- Adressage individuel ou en groupe des stations
- Services vus précédemment

Réorganisation du sous-groupe 802

- Réorganisation en plusieurs sous-groupes 802
- 802.1
 - Architecture générale
 - Format des adresses
 - Techniques d'interconnexion
- 802.2
 - Contrôle de lien
- 802.3
 - CSMA/CD
- 802.11
 - WLAN – sans fil
- 802.15
 - Réseaux sans fil personnels
 - Bluetooth
- 802.16
 - Réseaux sans fil large bande
 - Wimax

Adressage IEEE 802.1

- Chaque équipement réseau a une **adresse de niveau 2**
 - Pour différencier les stations – unicité des stations
 - Ne donne pas d'information sur la localisation de la station
- Adresse courte – 16 bits
 - Réseaux non interconnectés
- Adresse universelle – 48 bits
 - Gérée par l'IEEE
 - 3 octets de gauche attribués aux constructeurs de cartes
 - ex. 00-00-0C pour Cisco
 - OUI – Organizational Unit Identifier
 - 3 octets de droite correspondent au numéro de série
 - Adresse unique pour chaque équipement
- Adresses de diffusion
 - **Broadcast** – FF-FF-FF-FF-FF-FF
- Extension du numéro de série (5 octets) - EUI-64

WiFi

IEEE 802.11

- Standardiser les couches physique et MAC des points d'accès et des mobiles pour les réseaux locaux sans fil
- Alliance **WiFi**
 - Certification Wireless Fidelity
 - Interopérabilité entre les différents constructeurs
- Evolution du standard
 - 1997 / 1999 / 2007 / 2012

Les principaux amendements (ou les plus connus)

- 802.11b
 - Bande de fréquences de 2.4 GHz
 - Couche physique permettant une bande passante jusqu'à 11Mb/s
- 802.11a
 - Bande de fréquences des 5 GHz
 - Couche physique permettant une bande passante jusqu'à 54Mb/s
- 802.11g
 - Bande de fréquences des 2.4 GHz
 - Couche physique permettant une bande passante jusqu'à 54Mb/s à 2.4GHz
- 802.11n
 - Bande de fréquences des 2.4 ou des 5 GHz
 - Couche physique permettant une bande passante jusqu'à 600 Mb/s
- 802.11i
 - Sécurité

Réseaux sans fil

- Communications basées sur les **ondes radio**
- Ondes électromagnétiques
 - Ondes radio : 9 kHz – 300 GHz
- Antennes
 - Composition d'éléments rayonnants/collecteurs de rayonnement
- Propagation dans l'environnement

Propagation

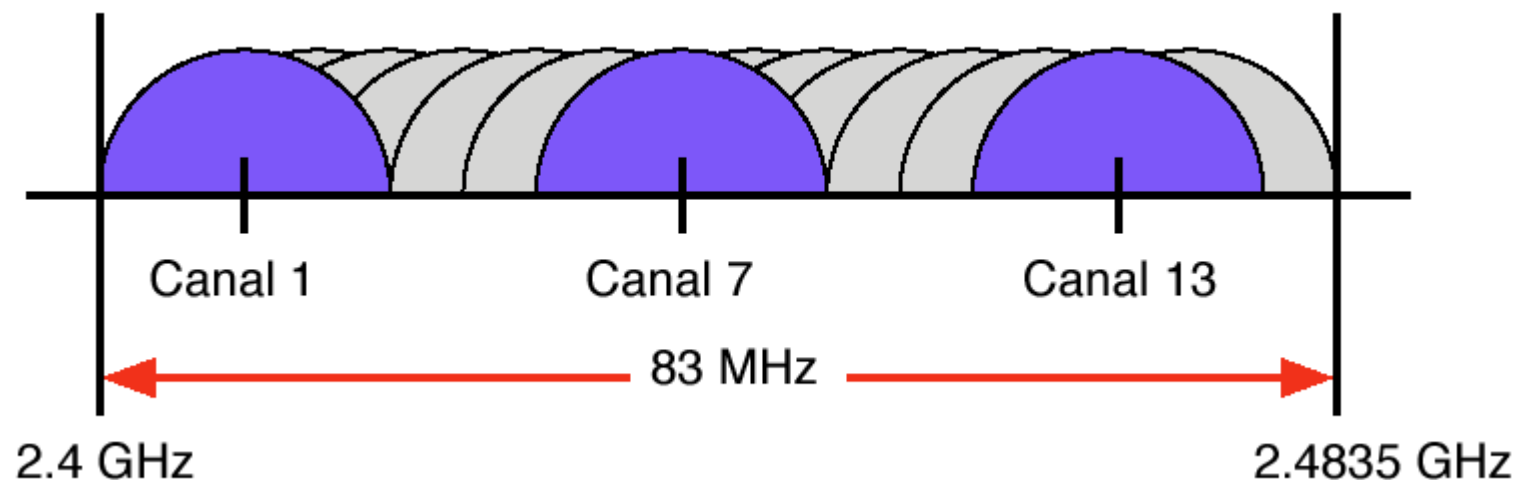
- **Atténuation**
 - Fonction de la distance
 - Fonction de la fréquence
- **Trajets multiples**
 - Réflexion
- Très difficile à prévoir

Brouillage et interférences

- **Bruit**
 - Bruit de fond
 - Bruit interne
- **Interférences**
 - collisions
- Qualité du signal
 - **SNR**
 - SINR
 - Impact sur l'action de décodage du signal
- **Réutilisation spatiale**

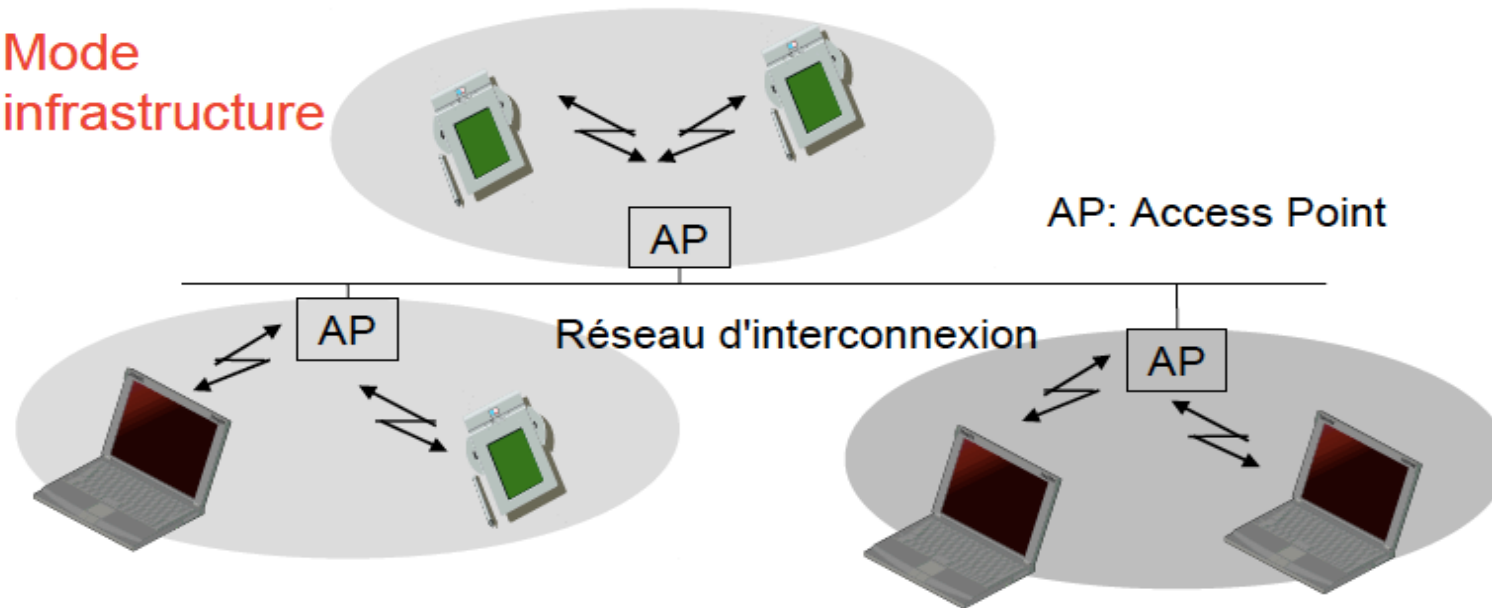
Bande de fréquences des 2.4 GHz 802.11

- 14 canaux de 20MHz dans 835 MHz
- Les canaux ne sont pas tous indépendants
 - Réutilisation spatiale limitée
- Certains canaux ne peuvent pas être utilisés dans certains pays
- Une station/AP ne peut émettre que sur un canal à la fois
- Communication entre 2 nœuds se fait sur un seul canal



Deux modes d'utilisation

Mode infrastructure



Mode ad hoc



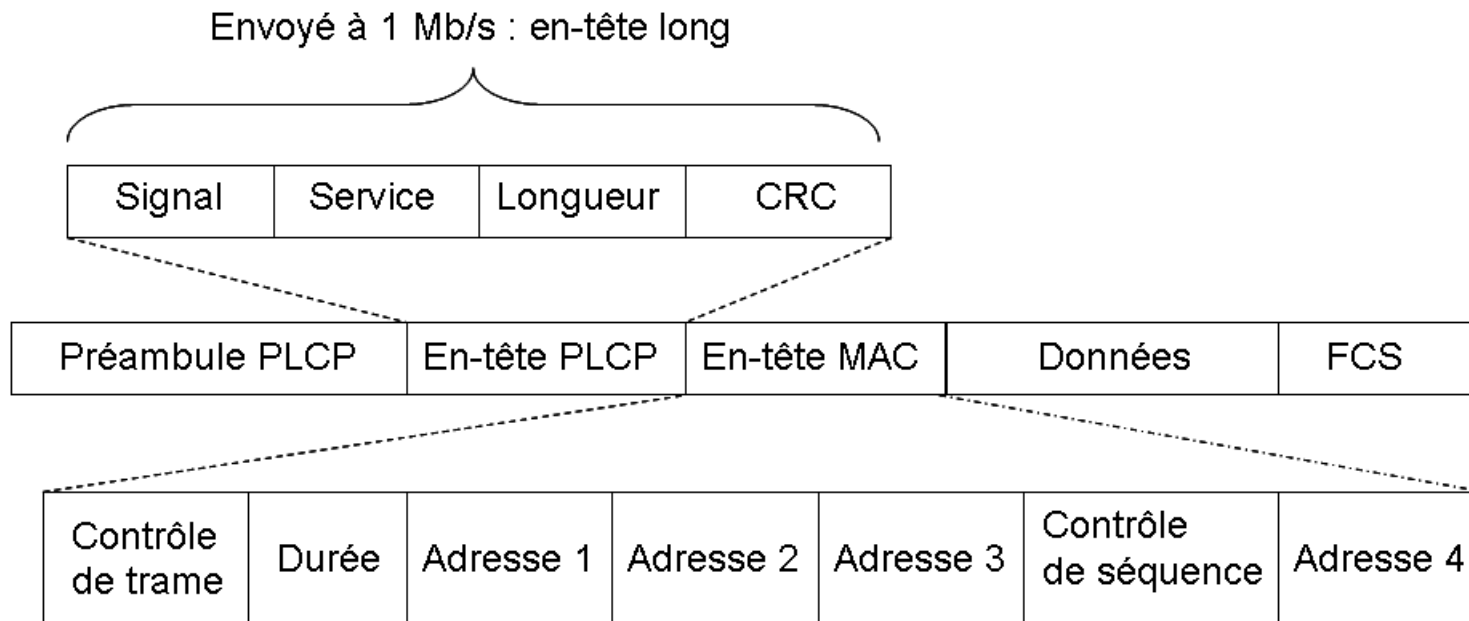
Couche MAC de 802.11

- Deux fonctions
- **Distributed Coordination Function - DCF**
 - Infrastructure / ad hoc
 - CSMA/CA
- **Point Coordination Function - PCF**
 - Infrastructure
- DCF dans la plupart des cartes et points d'accès
 - Principaux principes de CSMA/CA ?

A partir de maintenant

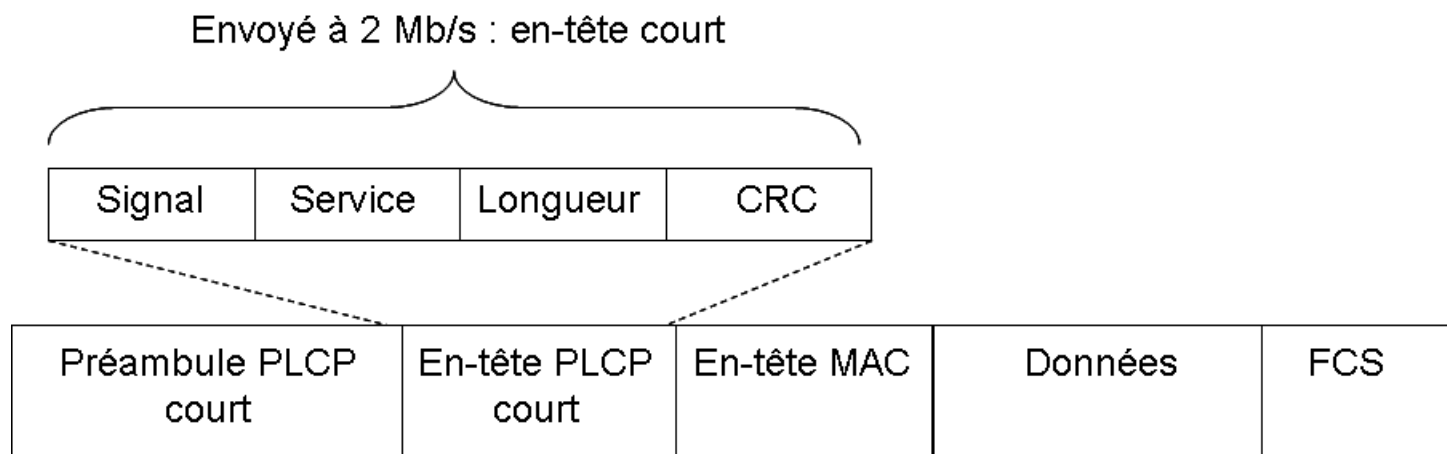
- On va travailler sur la version 802.11b de 802.11
- Les grands principes MAC sont identiques entre 802.11b, 802.11g, 802.11a et 802.11n
 - Seul le paramétrage change

Paquet de données 802.11b



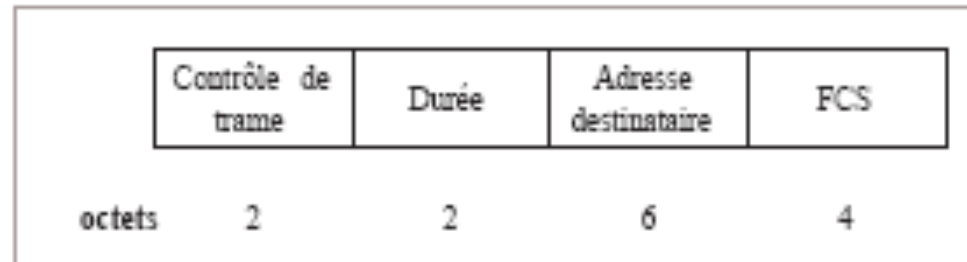
802.11b : en-tête long

Paquet de données 802.11b



802.11b : en-tête court

Trame d'acquittement



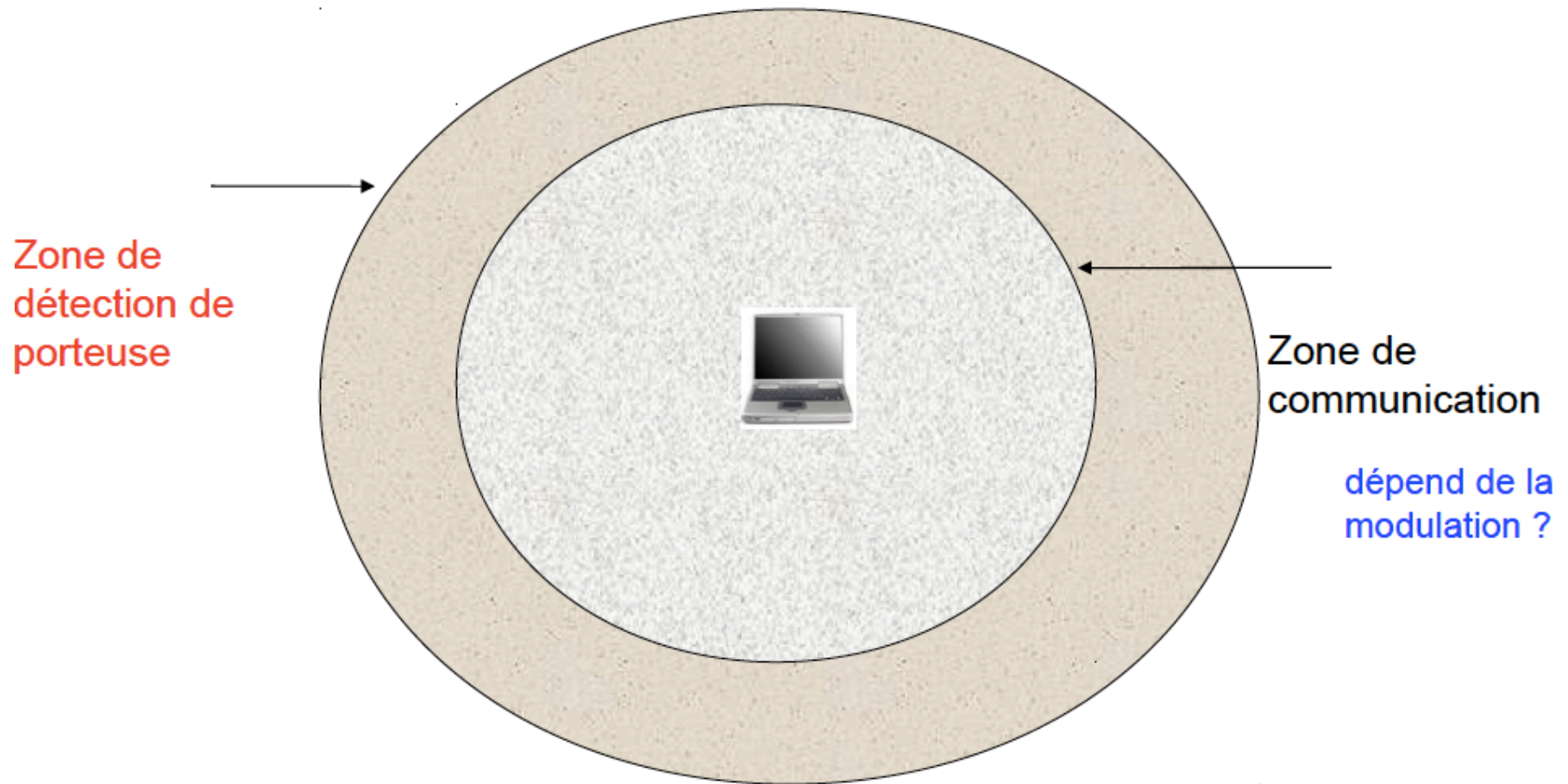
Acquittement généré au niveau 2

Durée utilisée si fragmentation

Paquet d'acquittement envoyé contient un en-tête physique

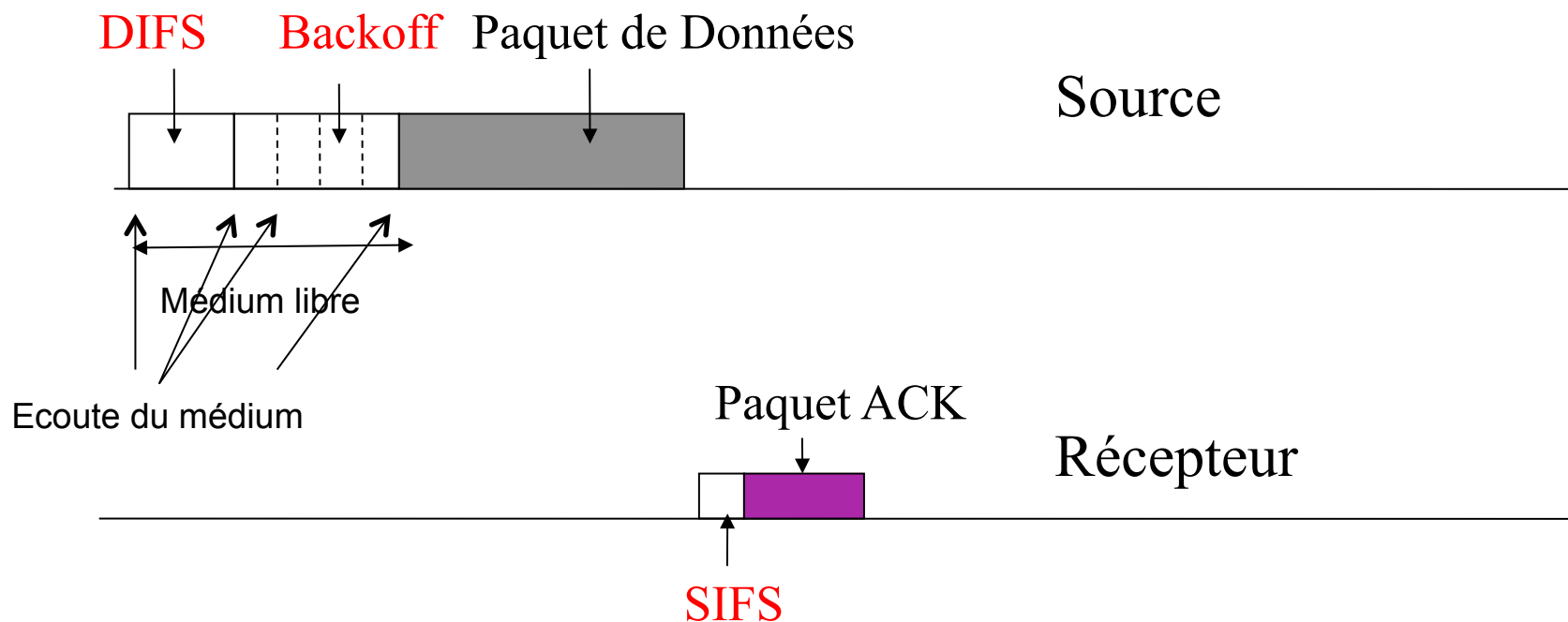
- Identique aux paquets de données

Zones de 802.11



Accès au médium

DCF – mode point-à-point

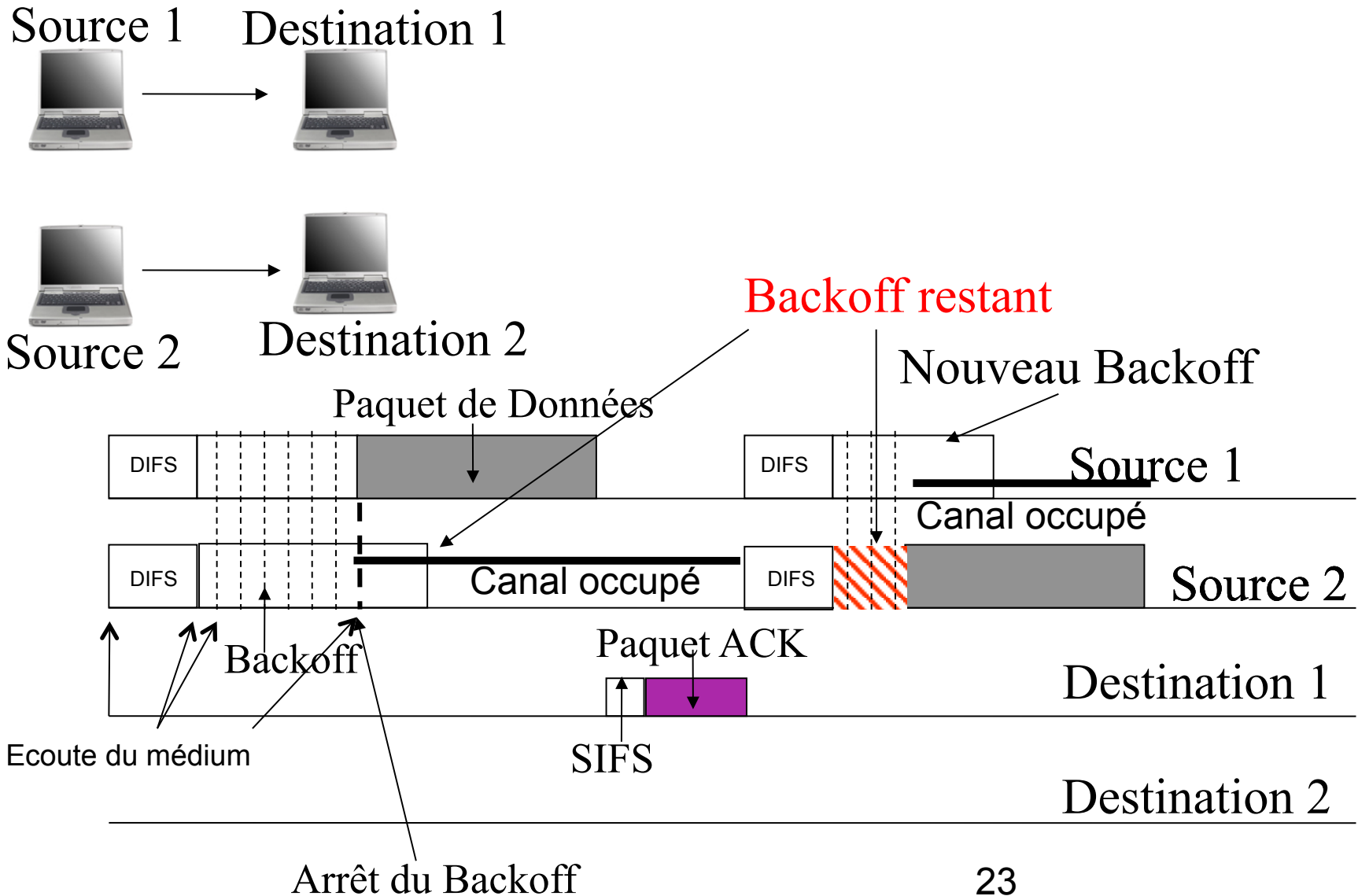


Fenêtre de contention (CW)

Quelques valeurs pour 802.11b

- DIFS : 50 micros
- SIFS : 10 micros
- CW : 0 – 31
- Slot : 20 micros
- En-tête physique
 - 1Mb/s (192 micros) ou 1/2Mb/s (96 micros)
- Temps pour transmettre 1000 octets
 - 802.11 : 2122 micros (en-tête long) ou 1954 micros (en-tête court)
 - Ethernet 10Mb/s : 848 micros

DCF - Contention



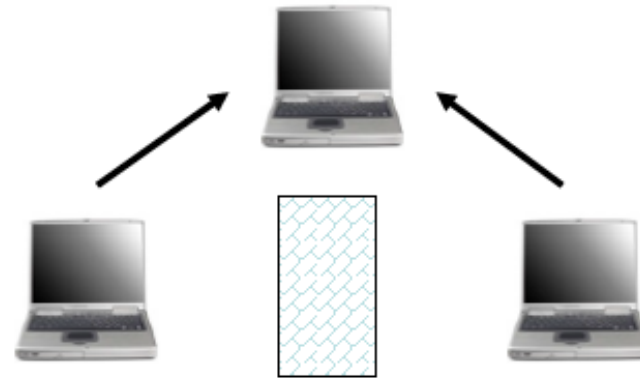
DCF - Collisions

- Si 2 stations émettent un signal en même temps
 - Il peut y avoir collision au niveau du récepteur
 - Pas d'ACK envoyé/reçu
 - **Retransmission** du paquet
- Augmentation de la fenêtre de contention
 - Algorithme BEB (Binary Exponential Backoff)
 - $CW = 2 * CW(\text{précédente})$
 - **Fenêtre de contention initiale (minimale) CWmin**
 - **Fenêtre de contention maximale CWmax**
- Paquet rejeté si émission ne réussit pas au bout de plusieurs fois
- Utilisation de CWmin pour le paquet suivant
- 802.11b
 - CWmin : 31
 - CWmax : 1023

Dans quels autres cas le BEB peut-il être déclenché ?

Les problèmes avec un seul canal

- Stations cachées



- Stations exposées

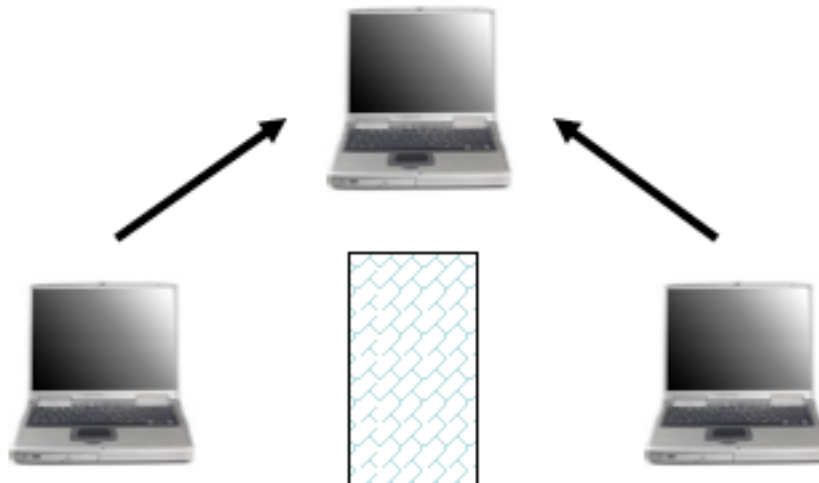


DCF – Diffusion locale

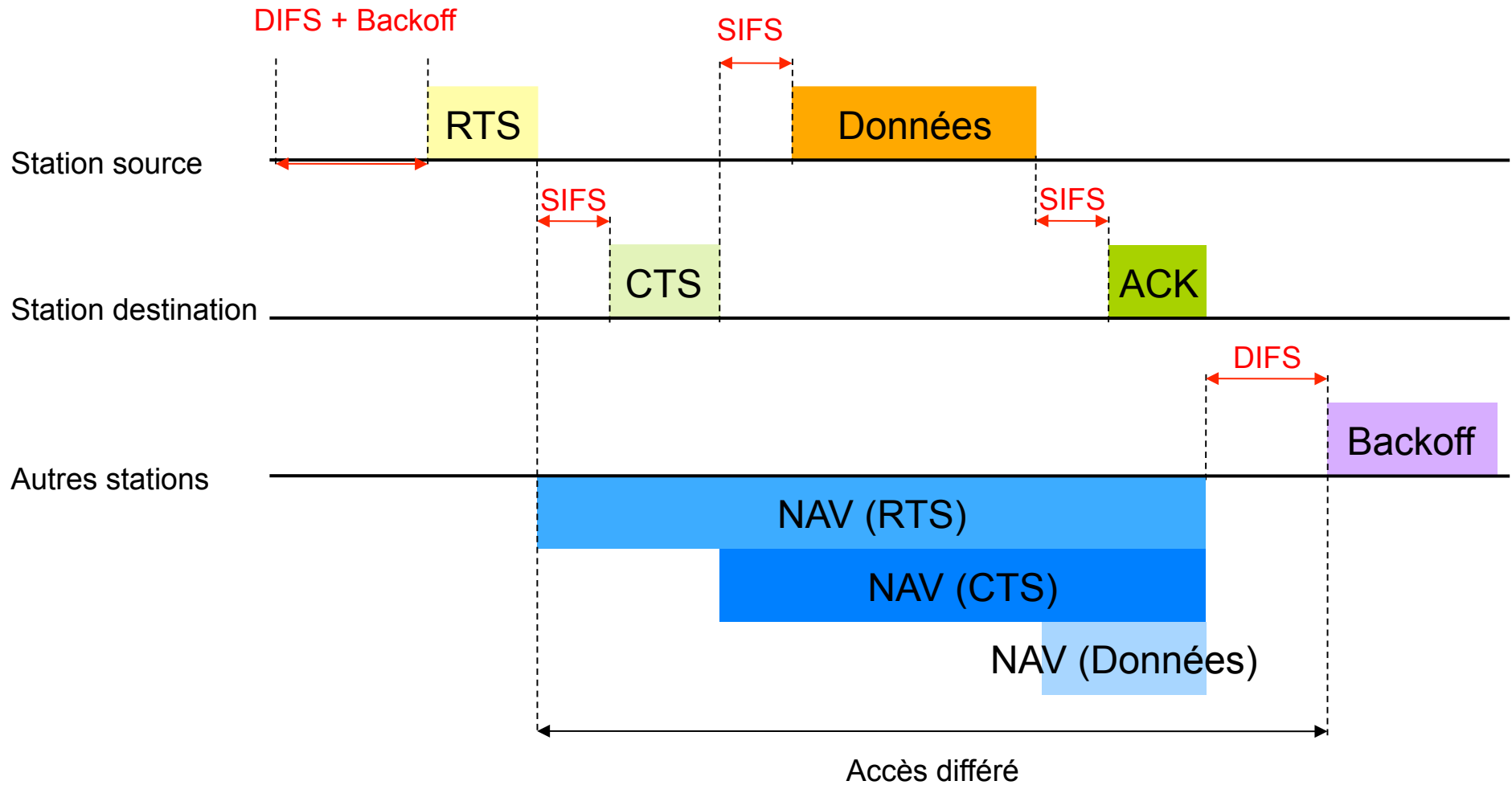
- **Communication multipoint**
 - Source envoie un paquet
 - Destiné à toutes les stations à portée de communication
- Même principe que pour le point-à-point
 - Mais pas d'ACK envoyé

Gestion des stations cachées

- Echange de **trame de contrôle** avant transmission
 - **RTS (Request to Send)**
 - **CTS (Clear to Send)**
 - RTS/CTS envoyés en mode diffusion locale
 - Utilisation d'un **NAV (Network Allocation Vector)**
 - Mode optionnel



Gestion des stations cachées



Détection d'activité

- **Détection virtuelle** en premier
 - NAV
- Puis **détection physique**

Conclusion sur le WiFi

- Technologie très utilisée
- 802.11 offre un protocole d'accès totalement distribué
- Quelles performances ?
 - Cf TD et TP
- Seuls les grands principes ont été présentés
 - Complexité assez importante avec l'interopérabilité des différentes versions
 - Groupes de travail 802.11 encore très actifs
 - Plus d'informations en M2 Réseaux

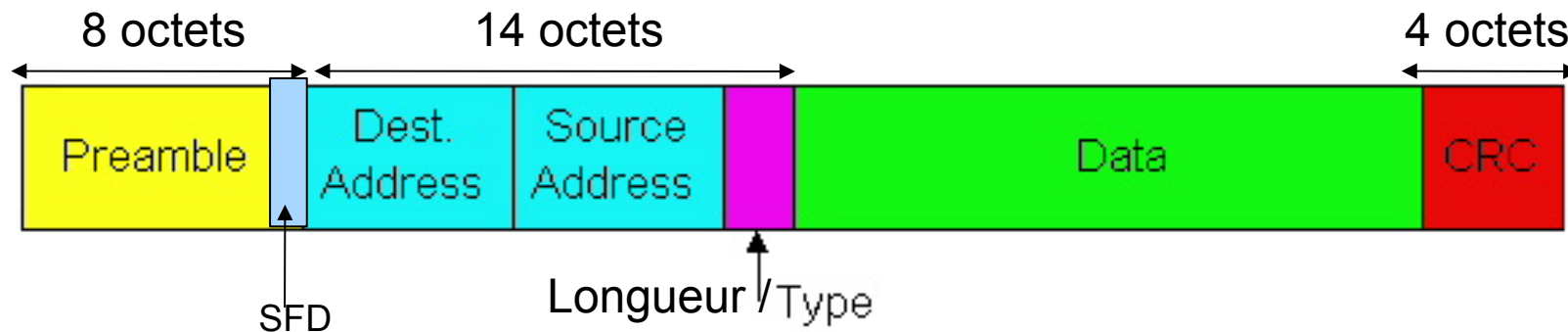
Ethernet

Historique

- 73-75
 - Développé à Xerox Park
 - Inspiré d'ALOHA
- 79
 - Implication de différents constructeurs
 - Digital-Intel-Xerox Ethernet v1
 - 10 Mb/s
- 80
 - 1er standard IEEE
 - CSMA/CD
- Puis plein de nouvelles avancées
 - 100 Mb/s, 1 Gb/s, 10 Gb/s

Format d'un paquet

- Trames Ethernet et 802.3 peuvent coexister sur un même médium
- Préambule
 - synchronisation
- SFD
 - Starting Frame Delimitator
 - Début des données
- Data / données
 - Au moins 46 octets
 - Au plus 1500 octets
- Longueur (802.3)
 - Taille des données en octets (≤ 1500 octets)
- Type (Ethernet)
 - Identificateur du protocole de niveau supérieur
 - Valeur > 1500



CSMA/CD

- Si médium occupé
 - Attendre que le médium se libère
- Si médium libre
 - transmission
- Si collision détectée
 - Par l'émetteur
 - Arrêt de la transmission des données
 - Envoi d'un signal de brouillage
 - Si le nombre max de retransmissions atteint
 - Paquet à transmettre enlevé
 - Sinon
 - Tirage aléatoire d'un temps d'attente fonction du compteur (e.g. BEB)
 - Recommencer le processus d'émission
- Si paquet transmis avec succès ou enlevé
 - réinitialisation du compteur

Paramétrage

- Taille maximale d'une trame
 - Pour ne pas monopoliser le canal
 - 1518 octets
- Signal de brouillage
 - 48 bits
- 16 retransmissions possibles
- IFS – Inter Frame Spacing
 - Sépare l'émission de deux stations sur le canal
 - Pour que les stations aient le temps de se préparer à la réception d'une nouvelle trame
 - Temps pour transmettre 96 bits
 - 9,6 micros à 10 Mb/s

Algorithme de réception

- Détection d'activité
- Récupération des données
- Trame trop courte ?
 - Oui – collision (brouillage)
- CRC vérifié
 - Correct
 - Adresse reconnue – est-ce pour moi ?
 - Oui : trame fournie au niveau supérieur
 - Incorrect
 - Trame rejetée
 - Service non fiable

Supports physiques

- Plusieurs supports possibles
 - Paire torsadée (cuivre)
 - 1, 10, 100 Mb/s et 1 Gb/s
 - Câble coaxial
 - 10 Mb/s
 - Fibre optique
 - 10, 100 Mb/s, 1 Gb/s et 10 Gb/s
- Différentes interfaces

Architectures

- Fonctions du support de communication et de ses caractéristiques
- Bus
- Hub
 - Retransmission d'un message vers toutes les autres stations
 - Niveau physique
 - Half-duplex / CSMA/CD
- Ponts
 - Analyse les trames
 - Retransmission sur l'interface appropriée selon l'adresse destination de niveau 2
- Commutateur – switch
 - Plus d'interfaces
 - Full duplex

Conclusion

- Couche de niveau 2
 - Joue un rôle important dans la performance des réseaux
- Ethernet
 - Standard très suivi
 - Diversité du matériel
- Sans fil ?
 - Autre standard
 - 802.11