



# Réseaux Sans Fil et Mobiles SRIV

## Réseaux locaux sans fil Wi-Fi avancé

Isabelle Guérin Lassous

Isabelle.Guerin-Lassous@ens-lyon.fr

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

# Introduction

- 5h CM et 4h TD
  - Notions avancées en Wi-Fi
    - Panorama de M1 complété par
      - Aspects QoS
      - Nouvelles caractéristiques avec 802.11n/ac
      - Adaptation de débit
      - Groupes de travail en cours
- Note UE globale : 50% examen – 50% CC
- Sur ma partie
  - Examen : 8 points
  - CC : 2 petits contrôles (30% de la note CC globale)
    - les 13/11 et 12/12

# Quizz

- Quelle est la différence entre le WiFi et 802.11 ?
- De quand date la dernière version du standard ?
- Quelles sont les bandes de fréquences utilisées ?
- Quelles sont les principales versions de 802.11 ?
- Quelle est l'architecture la plus utilisée ?

Rappels

# De l'activation à la connexion



- Activation de l'interface WiFi
- **Scanning** des canaux
  - Pour rechercher les réseaux environnants
  - Scanning **passif**
    - En attente de trames **Beacon envoyées par les points d'accès (APs)**
  - Scanning **actif**
    - Envoi de trames Probe Request par les stations et attente de trames Probe Response par les APs
- **Rapport de scan**
  - Ensemble de paramètres
- **Choix d'un réseau**

✓ Chalet-3		
Chalet-2		
COMSATS-IBA1		
Libyan 1st Floor		
Reshi		
sama1st		
singacoal 4		
WLAN1-C2D7SB93C3100060		

# De l'activation à la connexion

- **Choix d'un AP**
  - Plusieurs APs du même réseau peuvent être à portée
  - Opération interne sur laquelle l'utilisateur n'a pas la main
  - Dans la plupart des produits
    - Exécuté par l'interface WiFi
    - Choix de l'AP avec le **Received Signal Strength Indicator (RSSI)** le plus élevé
  - Utilisation du canal de communication de l'AP

Rappels

# De l'activation à la connexion

✓ Chalet-3  
Se déconnecter de Chalet-3  
Adresse IP : 192.168.0.110  
Routeur : 192.168.0.1  
Internet : Joignable  
Sécurité : WPA2 Personnel  
BSSID : e8:94:f6:e3:11:fe  
Canal : 1 (2,4 GHz, 20 MHz)  
Code du pays : CN  
RSSI : -65 dBm  
Bruit : -95 dBm  
Fréquence Tx : 145 Mbit/s  
Mode PHY : 802.11n  
Index MCS : 15

# De l'activation à la connexion

- Étape **d'authentification 802.11**
  - Initiée par la station
  - **Authentification ouverte**
    - Permet au réseau de prendre connaissance de la station
  - Authentification basée sur une **clé partagée**
    - Envoi d'un challenge de l'AP vers la station
  - Authentification légère et bas niveau
- Étape **d'association**
  - Enregistrement auprès de l'AP
    - Propre aux APs
  - Initiée par la station
  - Échange de Association Request et Association Response
- Échange de paquets de données enfin possible !

# De l'activation à la connexion

- Plusieurs authentications 802.11 en //
- Pré-authentification
- Étape d'authentification plus robuste
  - Utilisation de 802.1X
    - Identification des utilisateurs
  - Souvent basée sur EAP (Extensible Authentication Protocol)
  - Nécessite un serveur d'authentification
  - Réalisée après l'association

# Émission d'une trame

- Dès que la trame est préparée
  - **Mise en buffer** de la trame
  - **Attente** si d'autres trames déjà en attente dans le buffer
- Dès qu'elle arrive **en tête** dans le buffer (Head of Line)
  - Traitement pour émission
    - 1. Processus **d'accès au médium**
    - 2. **Transmission** dès qu'il y a autorisation d'accès au médium

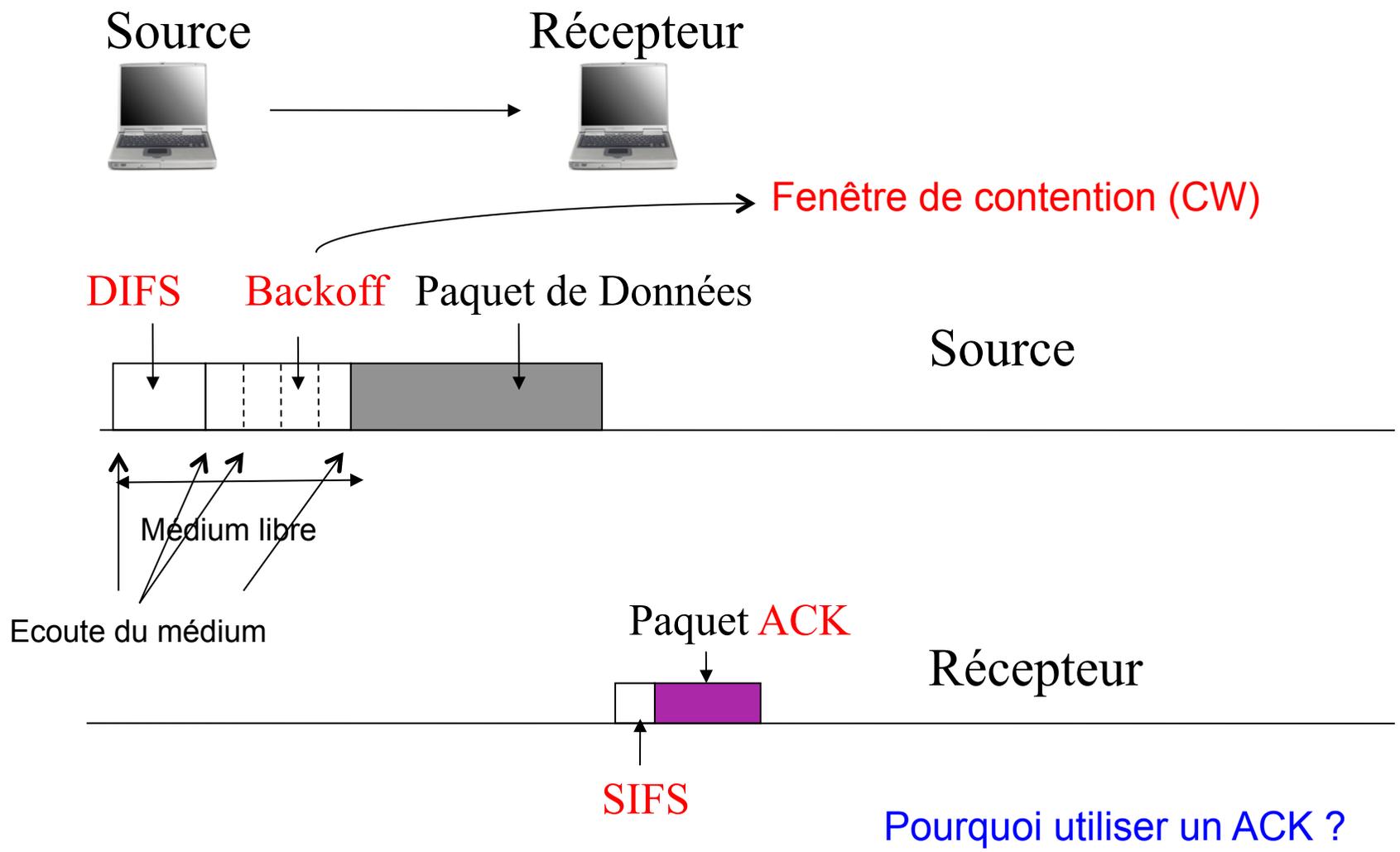
# Accès au médium radio

- 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

Rappels

# Accès au médium

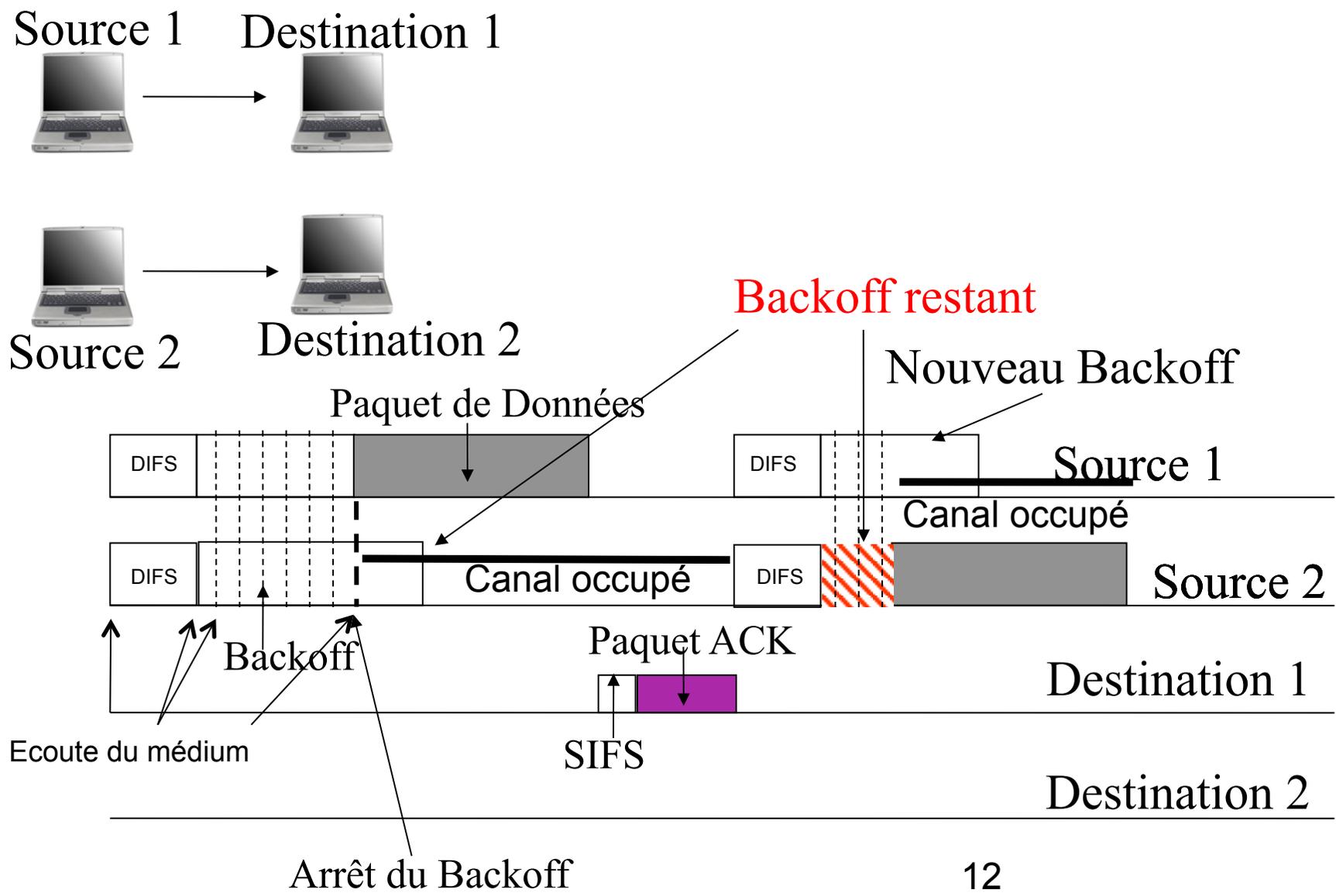
## DCF – mode point-à-point



Pourquoi utiliser un ACK ?

Rappels

# DCF - Contention



## DCF – Collisions ou Erreur

- 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
- Processus d'accès au médium relancé avec une augmentation de la fenêtre de contention
  - Algorithme **BEB (Binary Exponential Backoff)**
    - $CW = 2 * CW(\text{précédente})$
  - **Fenêtre de contention initiale (minimale)**  $Cw_{min}$
  - **Fenêtre de contention maximale**  $CW_{max}$
- Paquet rejeté si émission ne réussit pas au bout de plusieurs fois
- Utilisation de  $CW_{min}$  pour le paquet suivant

# Médium libre ou occupé ?

- Mécanisme CCA
  - Clear Channel Assesment
  - Mécanisme de la couche physique
- Approches différentes selon la version de 802.11
- 802.11b
  - Mode 1 : signal reçu a une puissance supérieure à un seuil
  - Mode 2 : signal reçu est un signal 802.11b même si sa puissance est plus petite que le seuil précédent
  - Mode 3 : utilisation des deux approches
- 802.11a
  - Peu spécifié
  - Souvent le mode 1 de 802.11b
  - Mais il peut y avoir une version OFDM du mode 2
- 802.11g
  - Un signal 802.11g doit être détecté avec une puissance supérieure à -76 dBm
- 802.11n / 802.11ac
  - On en parle plus tard...

Rappels

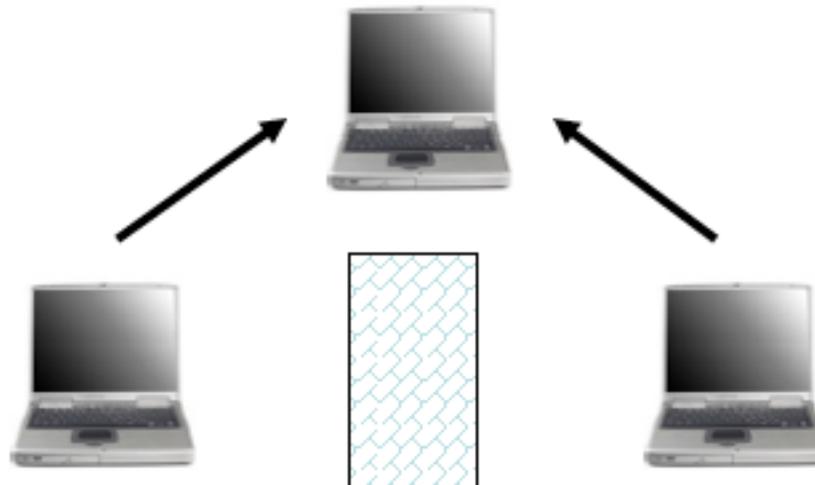
# MAC DCF – mode diffusion locale

- **Communication multipoint / broadcast**
  - 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
- **Quels paquets sont envoyés en mode diffusion locale ?**

Rappels

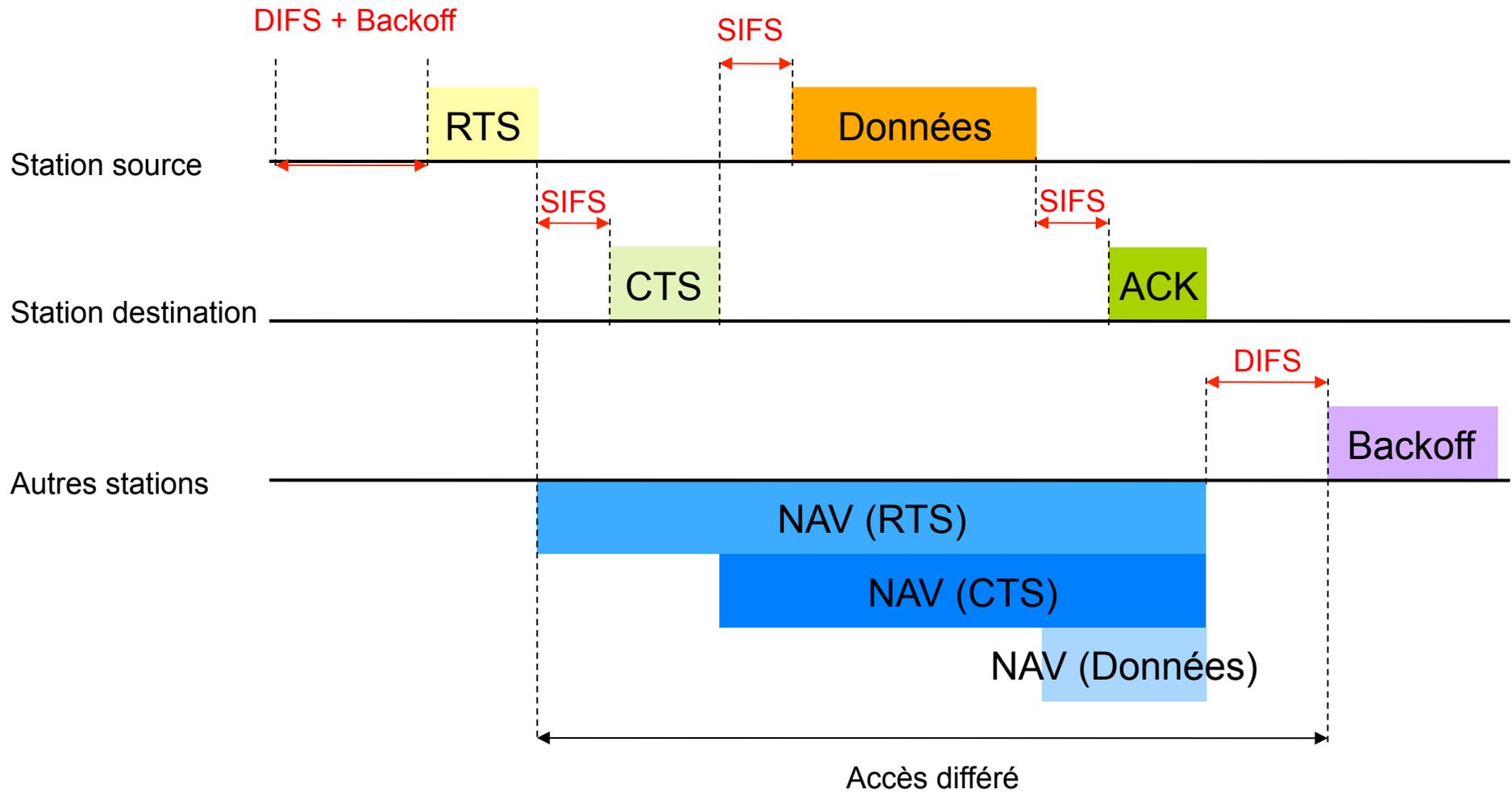
# Gestion des stations cachées

- 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



Rappels

# Gestion des stations cachées



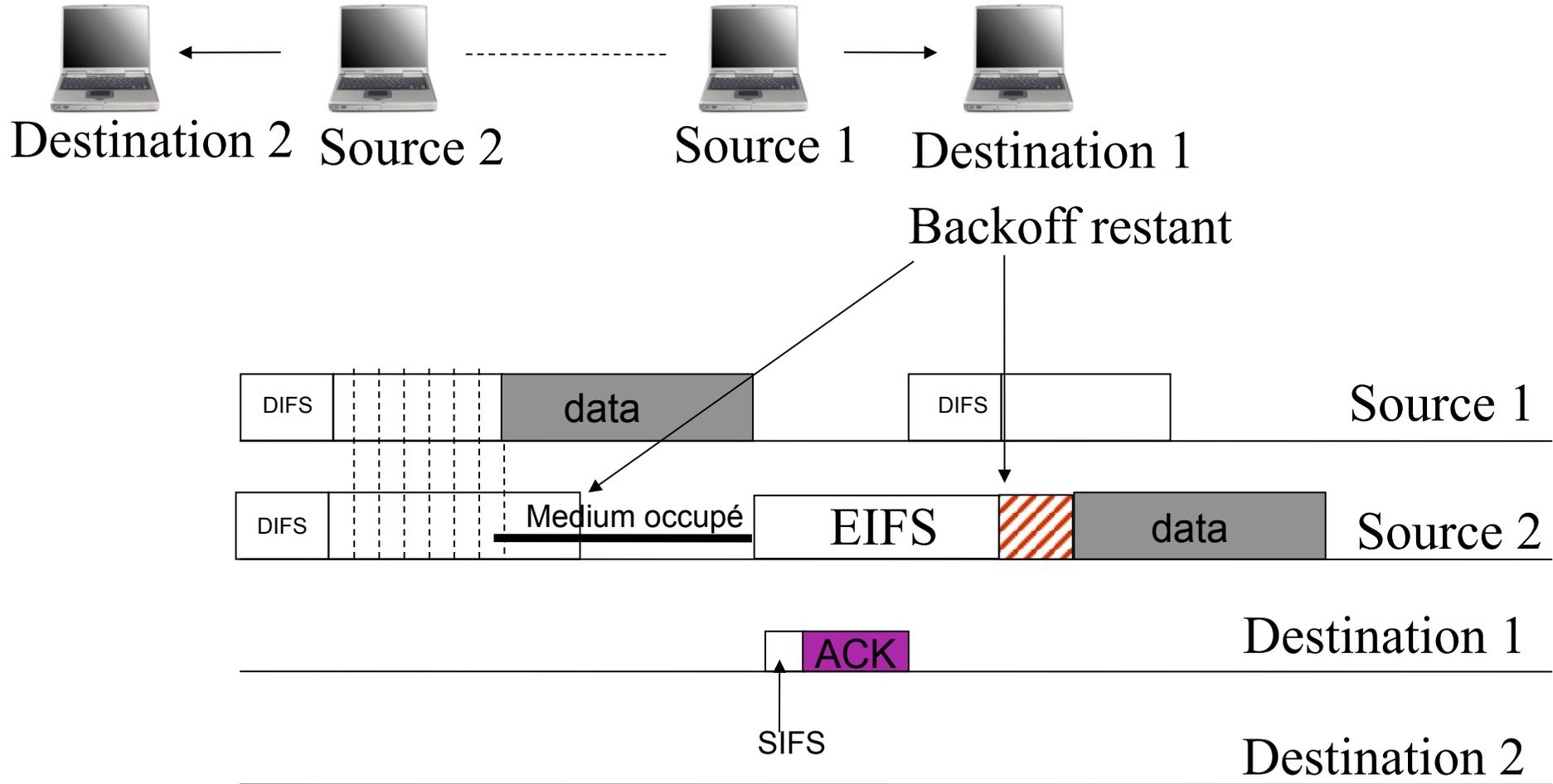
# Mécanisme CCA

- **Détection virtuelle** en premier
  - **NAV** : Network Allocation Vector
  - NAV mis à jour via
    - Champ Durée donné dans les RTS et CTS
    - Champ Length donné dans l'en-tête physique des trames
- Puis **détection physique**

# MAC DCF - EIFS

- Extended IFS
- En-tête MAC
  - Champ de contrôle - CRC sur 32 bits
- Défini comme tel dans le standard
  - « L'EIFS doit être utilisé par la DCF à chaque fois que la couche PHY indique à la couche MAC qu'une transmission a commencé et qu'elle ne résulte pas en une réception correcte de la trame MAC avec une valeur CRC correcte »

# MAC DCF – EIFS



# Paramètres de 802.11b

- DIFS
  - 50 micros
- SIFS
  - 10 micros
- CW
  - [0 ; 31]
- Slot
  - 20 micros
- En-tête physique
  - 1 Mb/s (192 micros – en-tête long) ou 1-2 Mb/s (96 micros – en-tête court)

# Paramètres de 802.11a

- DIFS
  - 34 micros
- SIFS
  - 16 micros
- CW
  - [0 ; 15]
- Slot
  - 9 micros
- En-tête physique
  - 20 micros

# 802.11g

- Différentes couches physiques
- Modes obligatoires
  - **ERP-DSSS/CCK** – intrinsèquement compatible avec 802.11b
  - **ERP-OFDM**
  - Certains débits physiques obligatoires (1-11 et 6, 12 et 24 Mb/s)
- Modes optionnels
  - **DSSS-OFDM**
    - Préambule et en-tête physique DSSS + données OFDM
  - ERP-PBCC
    - 22 et 33 Mb/s – pas vraiment implanté dans les cartes

# Interopérabilité b/g

- DSSS-OFDM
- ERP-OFDM – mécanisme de protection
  - RTS/CTS
    - Toutes les stations doivent détecter les RTS et CTS
      - Envoyés avec un débit de aBasicSetRate
      - Modulation DSSS
  - **CTS-to-self**
    - La source s'envoie un paquet CTS
      - Avec un débit de aBasicSetRate
    - Utilisé aussi par 802.11n
- AP indique à toutes ses stations si un mécanisme de protection doit être utilisé
  - Via ses beacons

# 802.11g : réception d'un paquet

1. Est-ce que le préambule est en OFDM ?
  - Si oui tout décoder en OFDM
2. Si non, démodulation du préambule en DSSS
  - Récupérer le champ SIGNAL (de l'en-tête physique) pour récupérer la modulation à utiliser pour la suite du paquet

# Paramètres de 802.11g

- DIFS
  - 50 ou 28 micros
- SIFS
  - 10 micros
- CW initiale
  - [0 ; 31] ou [0 ; 15]
- Slot
  - 20 ou 9 micros
- Dépend du mode utilisé et des mécanismes de protection

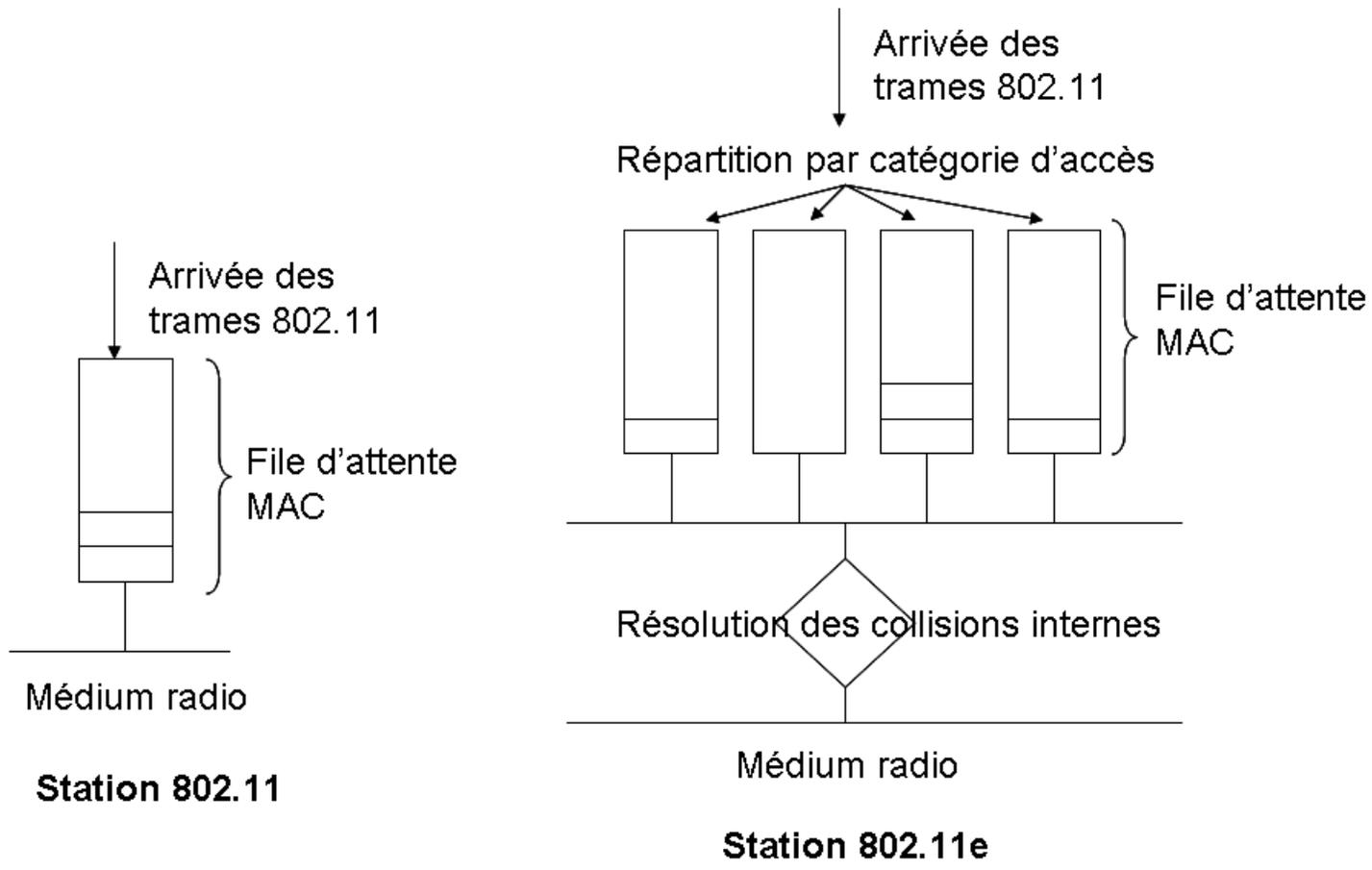
# 802.11e

- Introduction de la qualité de service
  - 2005
  - **Différenciation de service** introduite dans 802.11
    - Pour le transport de la ToIP et d'applications audio/vidéo
- Hybrid Coordination Function
  - HCF Control Channel Access
  - **EDCA**
    - Enhanced Distributed Coordination Access

# EDCA

- **Classes / catégories de trafic**
  - Différentes probabilités d'accès au médium
- Compatible avec DCF
- Caractéristiques
  - 4 catégories de trafic (TC) / station
  - DIFS → **AIFS(TC)** (Arbitration InterFrame Space)
    - $AIFS \geq DIFS$
  - CWmin → **CWmin(TC)**
  - optionnel pour max

# Station 802.11e



# Opportunité de transmission

- On gagne un **temps de transmission**
  - Et non plus un accès au médium
    - 802.11a/b/g
  - Possibilité de transmettre plusieurs paquets consécutifs
    - Séparées par les SIFS et les ACKs
- Opportunité de transmission = 0
  - Un seul paquet peut être envoyé

# Suggestions de paramètres pour 802.11e

Catégorie d'accès	AIFS ( $\mu\text{s}$ )	$CW_{\min}$	$CW_{\max}$	TXOP ( $\mu\text{s}$ )
Background	150	[0 ; 15]	[0 ; 1023]	0
Best Effort	70	[0 ; 15]	[0 ; 1023]	0
Vidéo	50	[0 ; 7]	[0 ; 15]	3008
Voix	50	[0 ; 3]	[0 ; 7]	1504

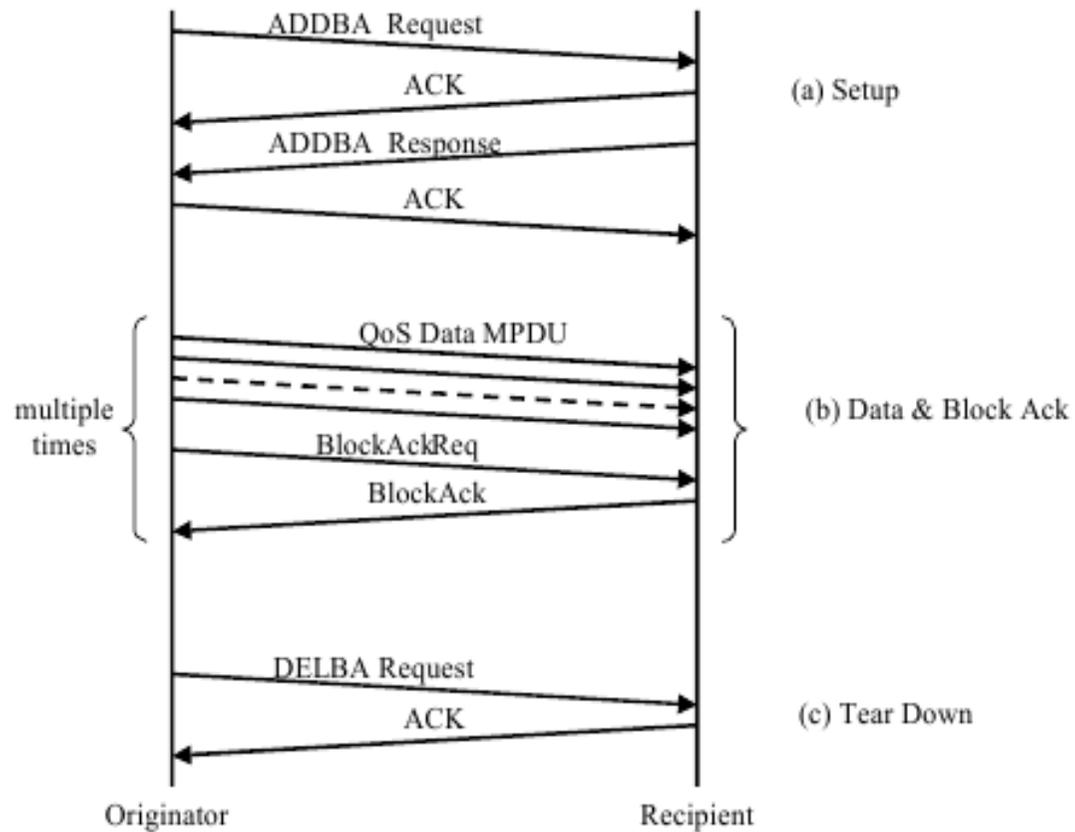
# Aucun acquittement

- Communication point-à-point sans ACK
  - Fiabilité traitée par d'autres couches
- Envisagé dans 802.11e

# Bloc d'acquittements

- TXOP dans 802.11e
  - Envoi de trames consécutives
    - Chaque trame acquittée
    - Ou **un seul ACK** possible sur les trames consécutives
- Une station indique si elle peut gérer les blocs d'ACKs
  - Dans la trame d'association par ex.

# Bloc d'acquittements



IEEE 802.11-2007

# Bloc d'acquittements

- Bloc immédiat
  - Le récepteur répond tout de suite à la source
    - Cf schéma précédent
- Bloc retardé
  - ACK classique
  - Puis bloc d'ACKs lors d'une opportunité de transmission suivante
- Retransmission des paquets perdus
  - Dans un nouveau bloc de trames
  - Trame par trame (individuellement)
- Mécanisme envisagé dans 802.11e et 802.11n/ac
  - **Obligatoire pour 802.11n/ac**