



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

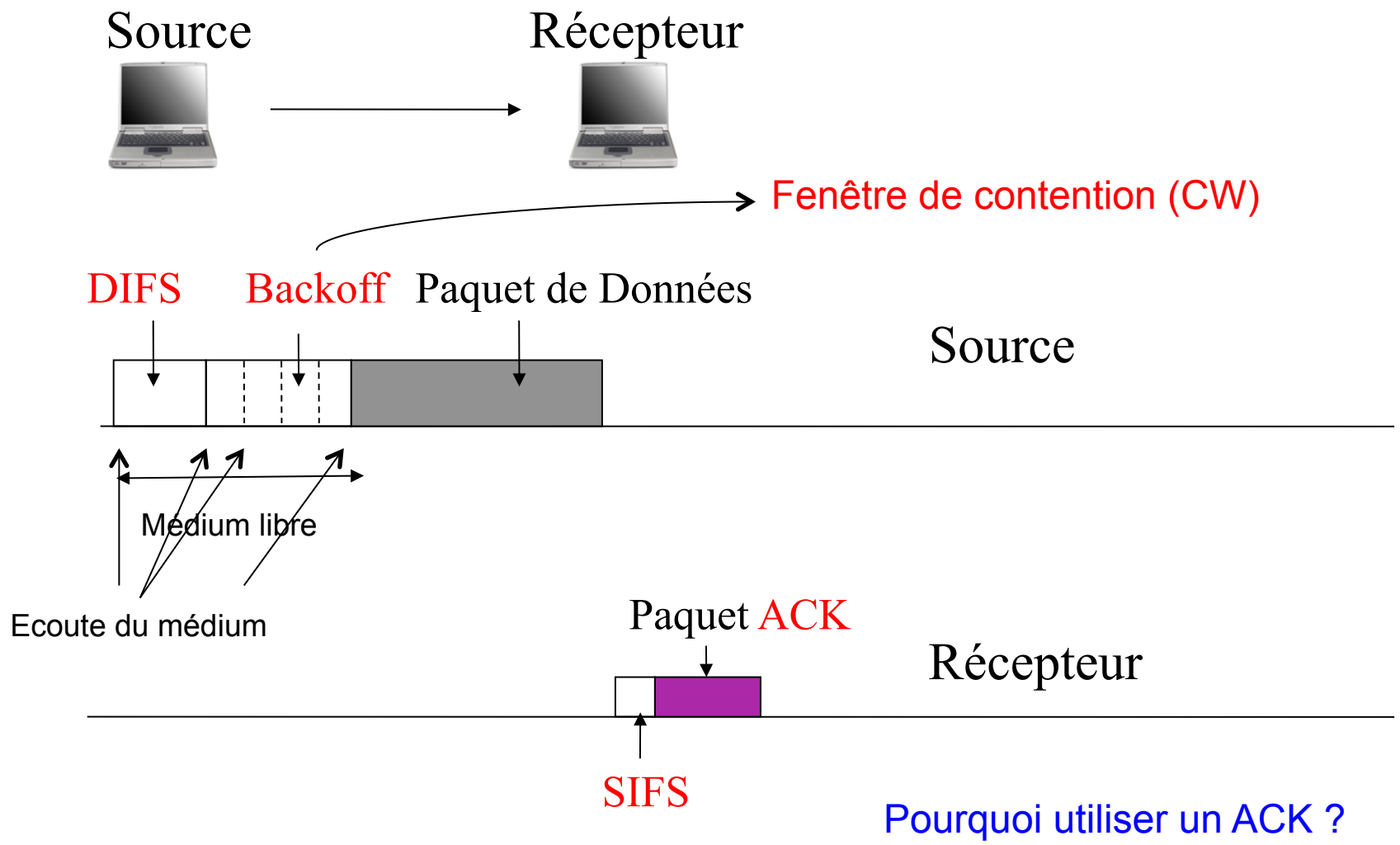
Accès au médium radio

- 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

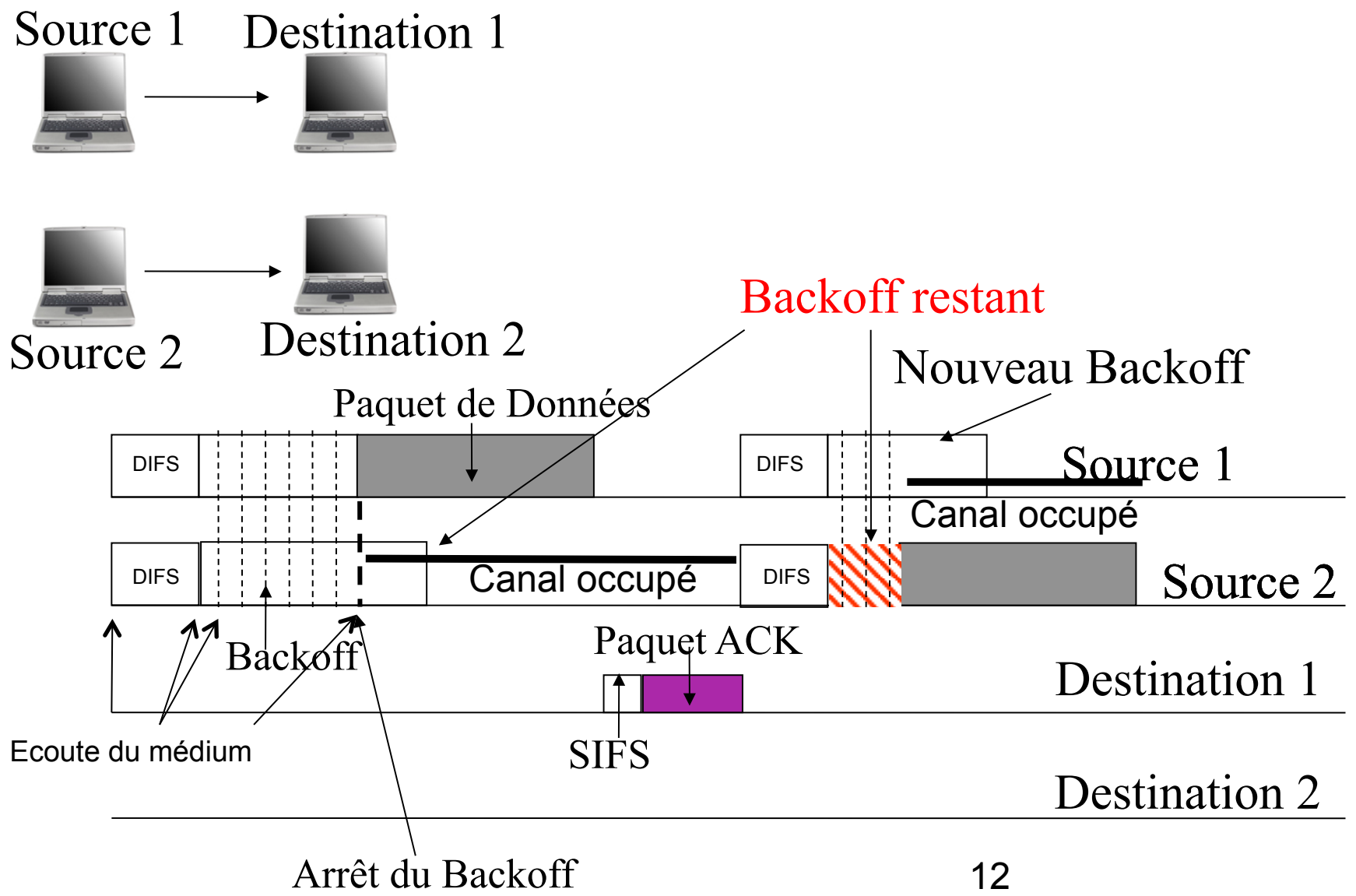
DCF – mode point-à-point



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

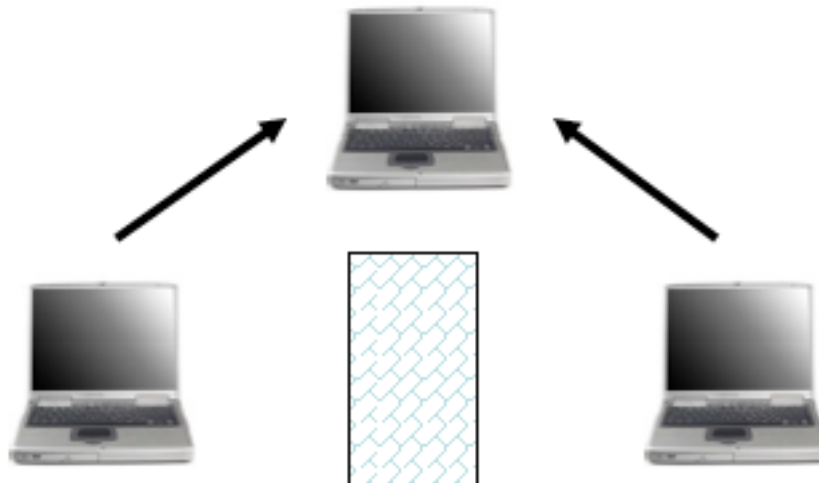
MAC DCF – mode diffusion locale

- **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

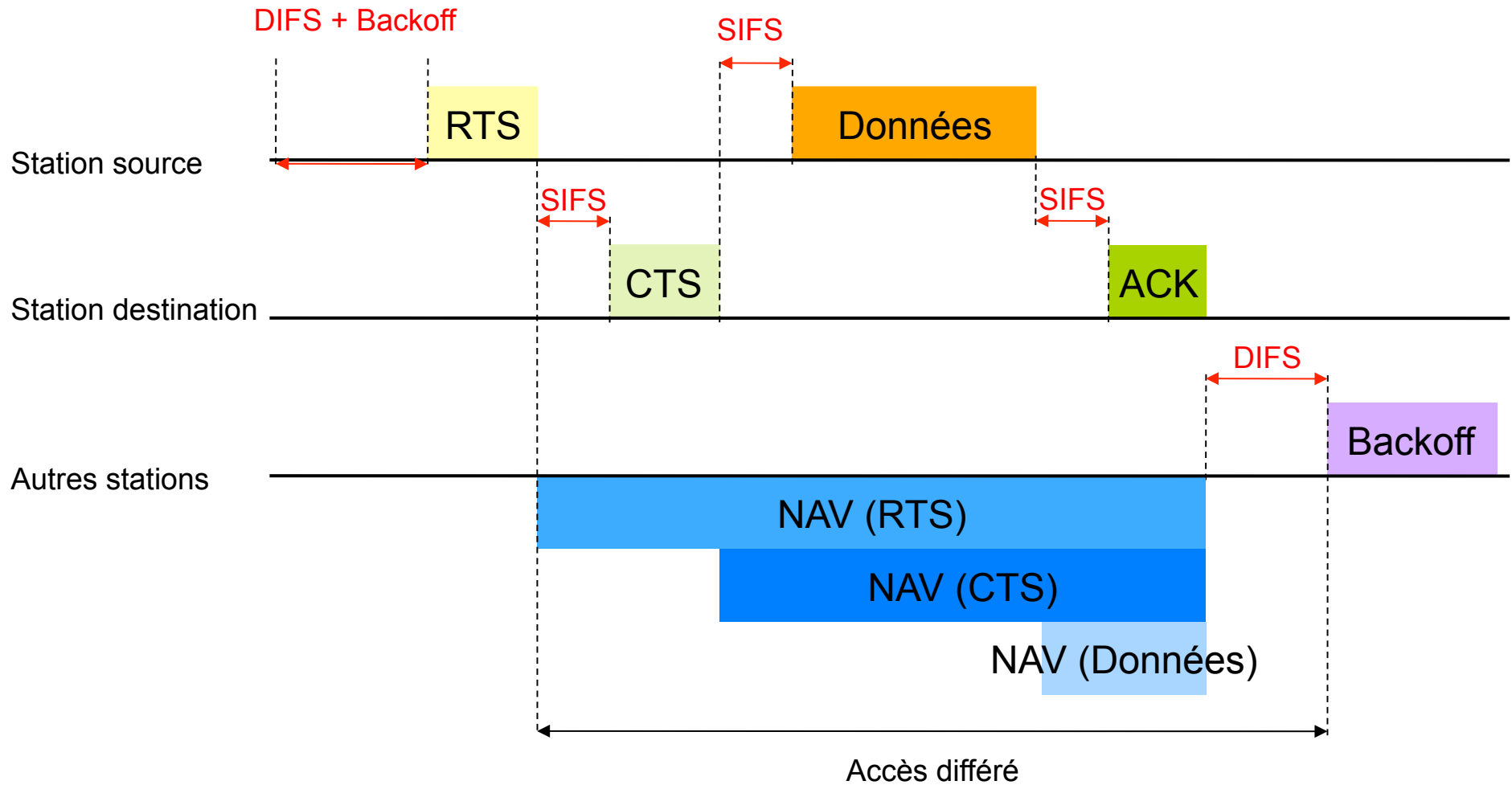
Gestion des stations cachées

- 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



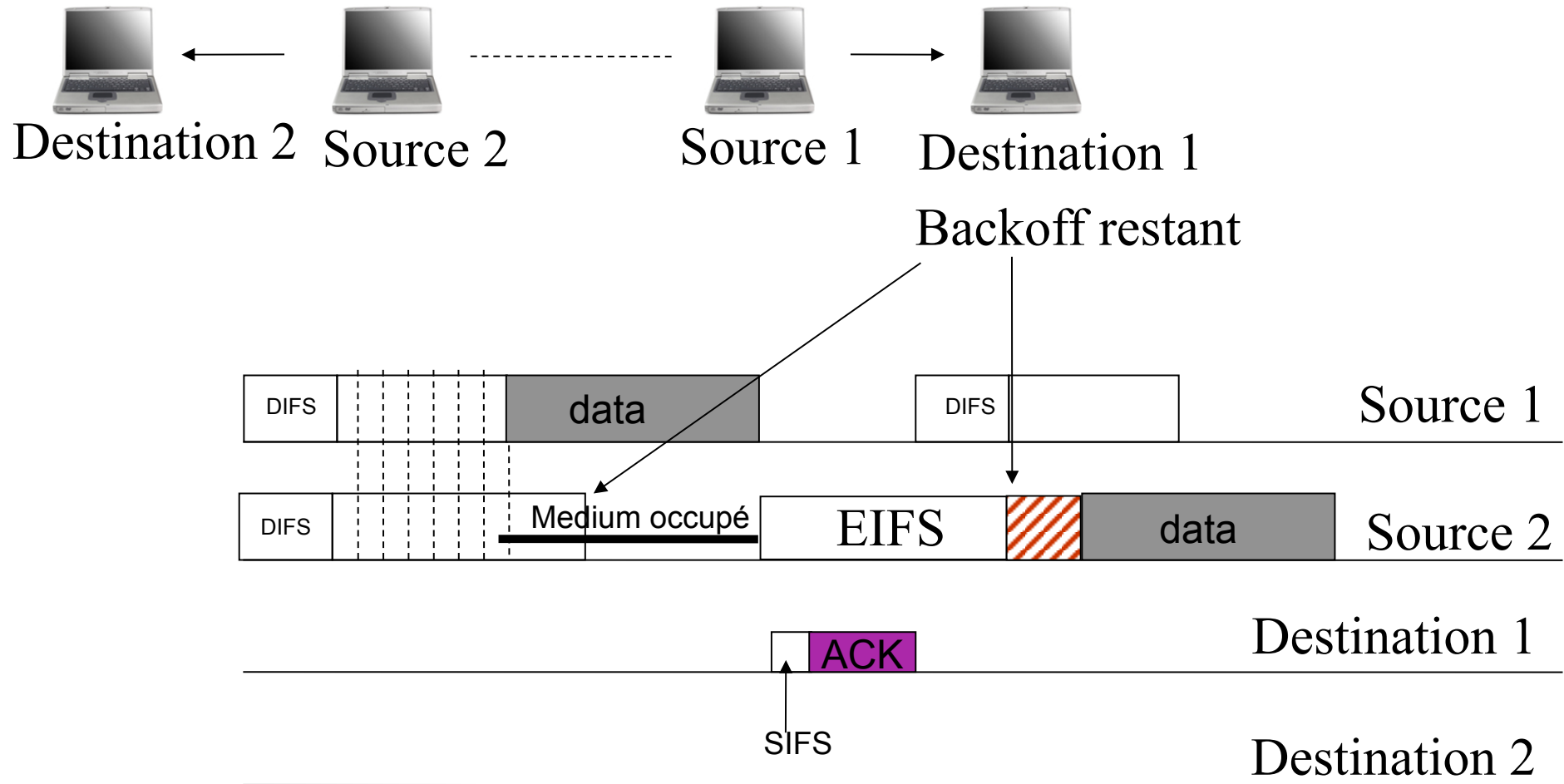
Mécanisme CCA

- **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

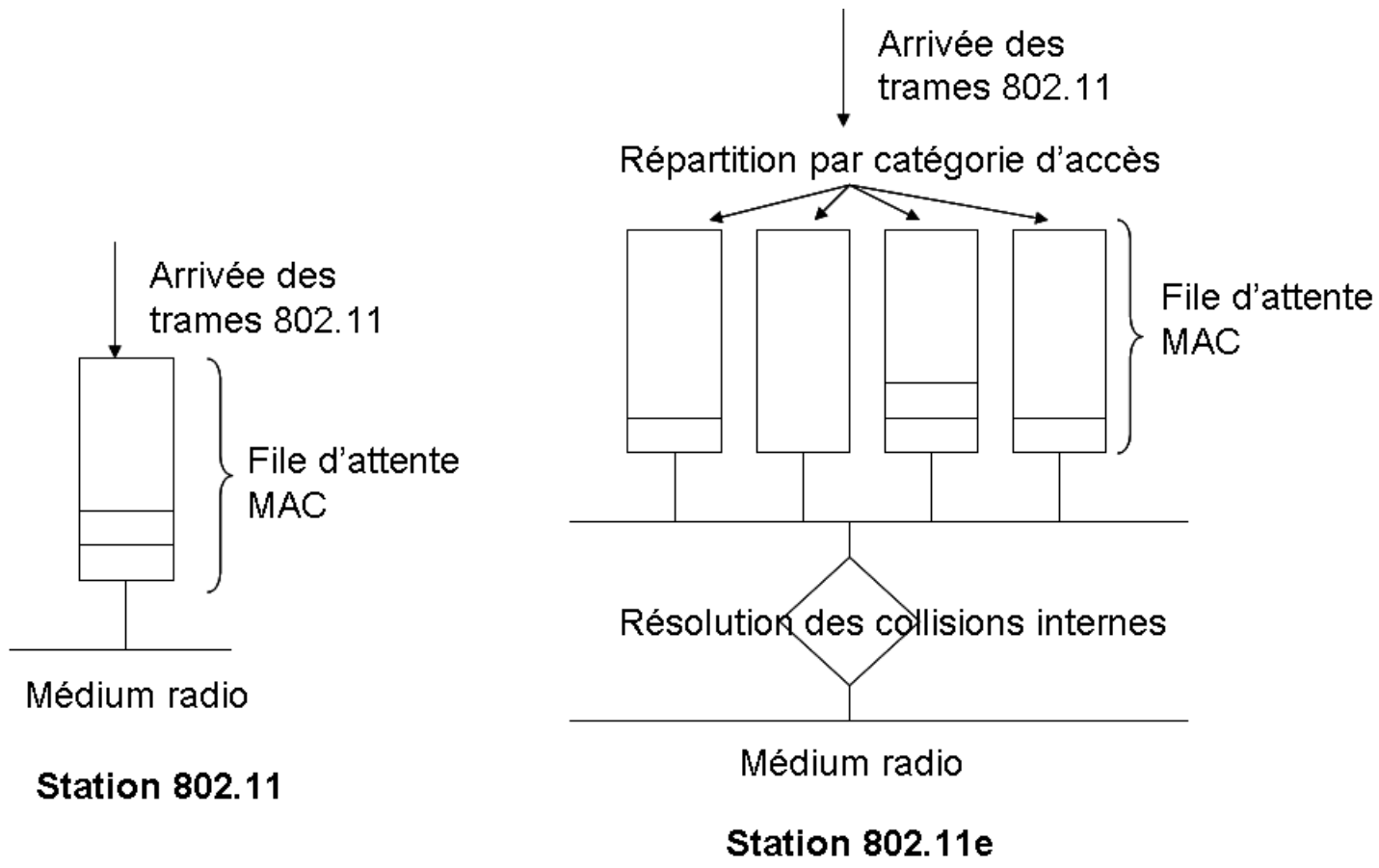
802.11e

- 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 (μs)	CW_{\min}	CW_{\max}	TXOP (μs)
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

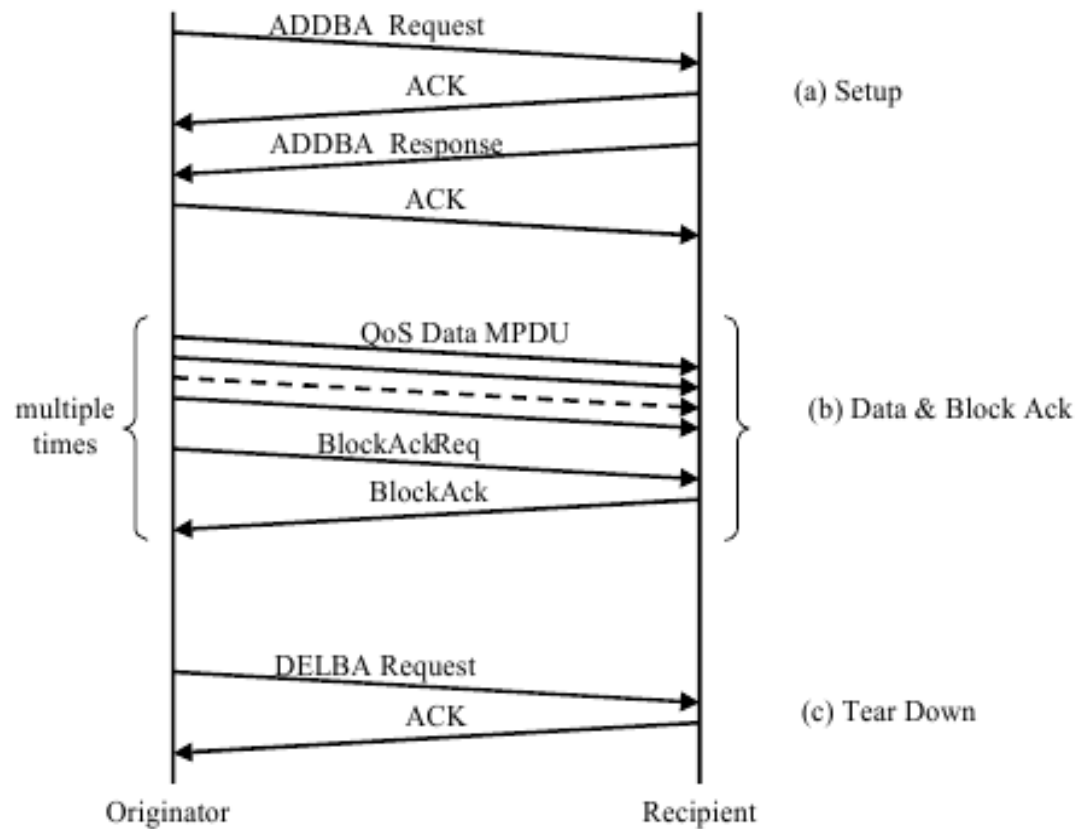
Aucun acquittement

- 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**