

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

# Les réseaux mobiles

## Master 2 informatique ASR

Kamal Mehaoued

Université de Béjaia – Faculté des sciences exactes

2018/2019

# Table des matières

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

HiperLAN 1

HiperLAN 2

## Méthodes d'accès par multiplexage

FDMA (Frequency Division Multiple Access)

TDMA (Time Division Multiple Access)

CDMA (code division multiple access)

# Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Notions élémentaires

Un réseau mobile avec infrastructure est un ensemble de nœuds mobiles dont le fonctionnement est géré par un système centralisé appelé station de base.

Un réseau mobile sans infrastructure(ad hoc) est un réseau de mobiles qui peuvent librement et dynamiquement s'auto-organiser en des topologies de réseaux arbitraires et temporaires(ad hoc)

Un réseau sans infrastructure permet à des personnes ou à des unités de s'interconnecter dans des zones sans aucune infrastructure de communication existante.

# Notions élémentaires

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Portée/Rayon

Etendue ou un paquet est reçu avec succès s'il n'y a pas d'interférences. Cette étendue dépend de la puissance de transmission et de l'atténuation du signal.



FIGURE – Portée

# Notions élémentaires

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Rayon de détection

Etendue ou le signal de l'émetteur peut être détectée avec un signal pas siffamment puissant pour le décoder.

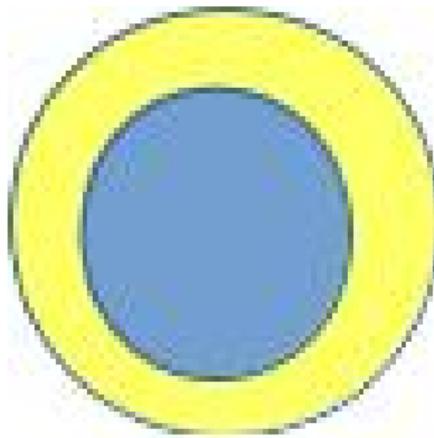


FIGURE – Détection de porteuse

# Notions élémentaires

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Les interférences

Les interférences dans les communications radio peuvent être causées par des transmissions simultanées par deux ou plusieurs sources partageant la même bande de fréquence.

## Atténuation rapide du signal

Le signal est rapidement atténué en fonction de la distance, ce qui rend impossible la détection d'une collision pour un nœud émetteur au moment où il transmet

## Atténuation rapide du signal

Dans un réseau filaire, l'émetteur sait qu'il y a collision lorsque le signal qu'il lit sur le câble est différent de celui qu'il cherche à émettre.

# Notions élémentaires

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Atténuation rapide du signal

Dans un réseau radio, un signal en provenance d'un autre nœud, est tellement atténué par la distance qu'il ne provoquera que des perturbations négligeables par rapport au signal émis localement.

## Atténuation rapide du signal

Cette incapacité à détecter un signal étranger au moment de la transmission rend donc le canal radio half-duplex, ce qui veut dire qu'il est impossible d'émettre et de recevoir à la fois.

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

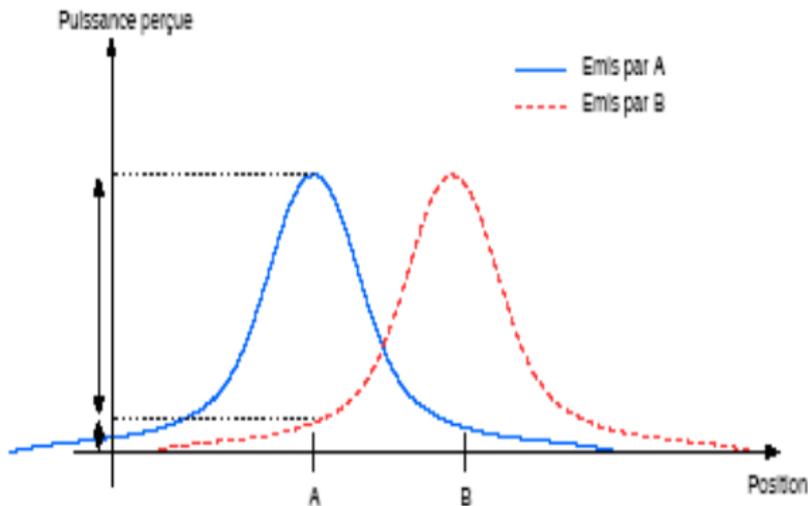


FIGURE – Atténuation rapide di signal

# Notions élémentaires

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## Station cachée

La station A transmet à la station B. La station C veut transmettre à la station B. Comme le signal de A n'arrive pas à la station C car cette dernière n'est pas dans la portée de A donc la station C commence à émettre ce qui conduit à une interférence au niveau de la station B

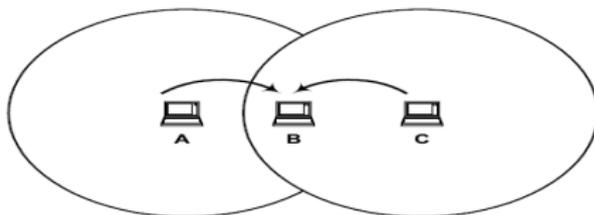


FIGURE – Station cachée

# Notions élémentaires

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## Station exposée

La station B est en train de transmettre à la station A. La station C veut transmettre à la station D, elle écoute le canal elle détecte de l'activité elle s'abstient. Pourtant si elle transmet il n'y aura pas d'interférence car la station C est un émetteur.

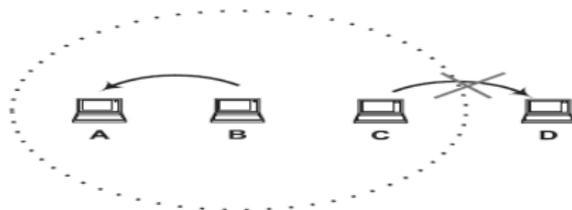


FIGURE – Station exposée

# Problèmes spécifiques des réseaux radio

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

## Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## Les interférences

Les collisions sont le résultat de plusieurs nœuds qui attendent que le canal soit libre et qui commencent à transmettre en même temps.

## Atténuation rapide du signal

Vu précédemment

## La sécurité

Dans un réseau filaire, le médium de transmission peut être physiquement sécurisé, et l'accès au réseau est contrôlé facilement

## La sécurité

Un réseau sans fil est plus difficile à sécuriser car le médium de transmission est ouvert à tout le monde se trouvant dans la portée géographique du transmetteur.

# Problèmes spécifiques des réseaux radio

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

### Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## La sécurité

Il est impossible par exemple d'empêcher quelqu'un de placer une antenne réceptrice dans le voisinage de l'émetteur

## La sécurité

La protection de données dans un réseau sans fil ne peut se faire de manière physique, elle doit être mise en œuvre de manière logique, la cryptographie par exemple.

# Problèmes spécifiques des réseaux radio

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Consommation d'énergie

Les applications relatives aux réseaux sans fils tirent leurs autonomies de batteries. l'émission ou la réception de données consomme de l'énergie

## La puissance du signal

La puissance du signal est non seulement atténuée par la distance mais elle est également limitée par des réglementations très strictes. Un émetteur ne peut donc dépasser une certaine puissance à l'émission

## Un débit faible

Dû aux limitations physiques et à la bande passante disponible, le débit dans un réseau sans fil est plus faible que son équivalent dans un réseau fil-aire

# Problèmes spécifiques des réseaux radio

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

#### Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Mobilité

Les mobiles comme leurs noms l'indiquent, sont amenés à se déplacer. Ceci conduit à un changement plus ou moins rapide de la topologie. Afin de les gérer, des protocoles appropriés vont être nécessaires.

Dans les réseaux sans infrastructures, certaines de ces contraintes sont encore plus accentuées

# Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

### Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## l'impossibilité de mettre en place un plan d'allocation de fréquences

Dans les réseaux radio utilisant les stations de base, on fait de sorte d'attribuer des fréquences différentes aux stations voisines, évitant ainsi aux cellules voisines d'interférer entre elles.

## l'impossibilité de mettre en place un plan d'allocation de fréquences

Dans le cas des réseaux ad hoc, afin de garantir la connectivité sachant qu'il n'y a pas d'infrastructure fixe, et que tous les nœuds sont susceptibles de bouger ou de disparaître, il est plus simple et moins coûteux de travailler avec la même fréquence

# Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## L'énergie

Dans un réseau à stations de base, les dites stations de base sont alimentées sur un secteur. Dans un réseau ad hoc, ces stations sont absentes.

## L'énergie

De plus, selon la topologie du réseau, certains nœuds du réseau ad hoc, peuvent se trouver dans des positions clés et assurer le routage pour un grand nombre de flux. Ces nœuds peuvent être amenées à consommer rapidement leurs ressources énergétiques

# Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## La Mobilité

Dans les réseaux à station de base, le routage s'effectue dans la partie fixe du réseau

## La Mobilité

Dans le cas des réseaux ad hoc, le routage doit fonctionner sur des mobiles et de façon complètement distribuée.

## La faible sécurité

Dans un réseau ad hoc, non seulement les données sont vulnérables comme dans tout réseau radio, mais il en est de même pour le trafic de contrôle et de gestion de routage

# Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

## La qualité de service

De nombreuses applications ont besoin de garanties relatives par exemple au débit, au délais

## La qualité de service

Dans les réseaux ad hoc ces garanties sont très difficiles à obtenir

## La qualité de service

Ceci est dû à la nature du canal radio d'une part et au fait que les liens entre les mobiles peuvent avoir à se partager des ressources.

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

#### Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

802.11 est une norme établie par l'IEEE. Elle décrit les couches physique et MAC d'interfaces réseau radio et infra-rouge.

Les débits possibles varient entre 1 et 54 Mbit/s suivant les techniques et les éventuelles extensions de la norme employées..

Les portées prévues varient entre quelques dizaines et quelques centaines de mètres en fonction de la vitesse choisie et de l'environnement.

Cette norme cible deux contextes d'utilisation :

1. Le mode "infrastructure"
2. Le mode ad hoc

# Couche MAC

[Les réseaux mobiles](#)

k. mehaoued

[Introduction aux réseaux mobiles](#)

[Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures](#)

[Problèmes spécifiques des réseaux radio](#)

[Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures](#)

[Le standard IEEE 802.11](#)

[Introduction](#)

[Couche MAC](#)

[Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS](#)

[Extended Inter Frame Space EIFS](#)

[Autres normes de réseaux sans fils](#)

La couche MAC de 802.11 peut utiliser deux modes de fonctionnement :

## Distributed Coordination Function DCF

est un mode qui peut être utilisé par tous les mobiles, et qui permet un accès équitable au canal radio sans aucune centralisation de la gestion de l'accès (mode totalement distribué). Ce mode peut aussi bien être utilisé en mode ad hoc qu'en mode infrastructure.

## Point Coordination Function

est un mode dans lequel les stations de base ont la charge de la gestion de l'accès au canal dans leur zone de couverture pour les mobiles qui leur sont rattachés.

# Couche MAC

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

#### Couche MAC

Les mécanisme Request to Send / Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

Dans les réseaux ad hoc multi-sauts, il n'y a pas de stations de base fixes et c'est donc le mode DCF qui sera employé.

## Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)

La première caractéristique de la couche MAC de 802.11 est donc d'utiliser des acquittements pour détecter ces collisions et permettre la retransmission des paquets qui ont été perdus

## Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)

en l'absence d'acquiescement, l'émetteur sait qu'il doit retransmettre.

# Couche MAC

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

### Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Il faut noter que 802.11 peut envoyer une trame à un récepteur spécifique (unicast) ou la diffuser (broadcast). Dans le cas de la diffusion, il n'y a pas d'acquittement et des paquets peuvent être perdus de manière tout à fait silencieuse

# Couche MAC

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

### Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

L'idée retenue pour 802.11 est donc :

- ▶ Lorsque le canal devient libre, attendre une période de durée aléatoire supplémentaire appelée backoff avant d'émettre.
- ▶ Ce mécanisme s'applique lorsque le canal devient libre aussi bien après une de nos propres émissions qu'après toute autre émission
- ▶ Ainsi, si plusieurs mobiles veulent émettre, il y a peu de chances pour qu'ils aient choisi la même durée.
- ▶ Celui qui a choisi le plus petit backoff va commencer à émettre, et les autres vont alors se rendre compte qu'il y a à nouveau de l'activité sur le canal et vont attendre.
- ▶ La figure ci-dessous schématise ce qui se passe lorsque deux mobiles à portée de communication veulent émettre vers un troisième et que le canal devient libre. le mobile 1 prends 3 le mobile 2 prends 5

# Couche MAC

Les réseaux mobiles

k. mehaoued

Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

Autres normes de réseaux sans fils

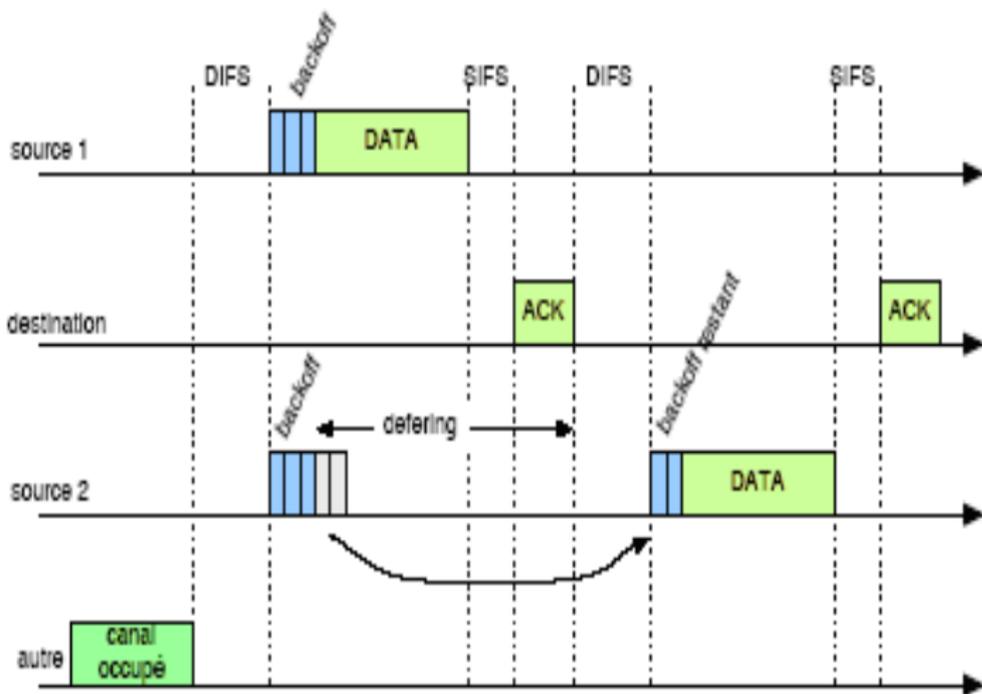


FIGURE – Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance

# Le mécanisme du backoff

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

#### Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Lorsque le canal devient libre, avant toute chose, il faut qu'il le reste pour une période DIFS
- ▶ Si le canal est resté libre durant toute cette période, alors les mobiles qui veulent émettre choisissent un backoff aléatoire exprimé en un nombre de time slots d'une durée fixe de 20 micro secondes
- ▶ Le backoff est choisit au hasard dans un intervalle appelé Contention Window (CW)
- ▶ Dans l'exemple précédent le mobile 1 a tiré 3 et le mobile 2 a tiré 5

# Le mécanisme du backoff

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Une fois ce tirage effectué, tant que le canal reste libre, les mobiles décrémentent leur backoff
- ▶ Dès que l'un d'eux a terminé (ici le mobile 1), il émet
- ▶ L'autre mobile, dès qu'il détecte le regain d'activité sur le canal stoppe la décrémentation de son backoff et entre en période de defering.
- ▶ Il faut noter que le temps de pause qui sépare un paquet de données de son acquittement est appelé SIFS (Short Inter-Frame Space)
- ▶ le SIFS qu'il est plus court que DIFS

# Le mécanisme du backoff

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Lorsque les données du mobile 1 ont été acquittées et que DIFS s'est écoulé sans activité sur le canal
- ▶ le mobile 2 peut reprendre la décrémentation de son backoff.
- ▶ Comme aucun autre mobile ne vient l'empêcher de terminer et il peut donc finalement envoyer ses données.
- ▶ Le mécanisme de backoff limite les risques de collision mais ne les supprime pas complètement.
- ▶ Aussi, si une collision se produit quand même (détectée grâce à l'absence d'acquittement), un nouveau backoff va être tiré au hasard.
- ▶ Mais à chaque collision consécutive, la taille de la fenêtre va doubler afin de diminuer les chances que de telles collisions se répètent.

# Le mécanisme RTS/CTS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Afin de remédier aux problèmes du nœud caché et/ou du nœud exposé 802.11 propose le mécanisme rts/cts
- ▶ Ce mécanisme propose l'utilisation des paquets de contrôle appelés Request To Send (RTS) et Clear To Send (CTS)
- ▶ Un mobile qui veut émettre ne va plus directement envoyer son gros paquet de données, mais plutôt un petit paquet RTS pour lequel les chances de collision sont plus faibles.
- ▶ A ce paquet RTS, le destinataire va répondre par un petit paquet CTS qu'il diffuse à tout son voisinage
- ▶ Au niveau des mobiles, la réservation du canal est implémentée grâce au Network Allocation Vector (NAV).
- ▶ Dans chaque nœud, le NAV indique pour combien de temps le canal est utilisé par un autre nœud

# Le mécanisme RTS/CTS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Les paquets RTS et CTS contiennent des informations qui permettent de réserver le canal pour la durée de transmission des données qui vont suivre
- ▶ Un mobile qui reçoit un CTS alors qu'il n'a pas envoyé (ni même détecté de RTS) sait que quelqu'un d'autre va émettre et doit donc attendre.
- ▶ Le mobile qui a envoyé le RTS sait, quand il reçoit le CTS correspondant, que le canal a été réservé pour lui et qu'il peut émettre.

# Le mécanisme RTS/CTS

Les réseaux mobiles

k. mehaoued

Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

Le standard IEEE 802.11

Introduction

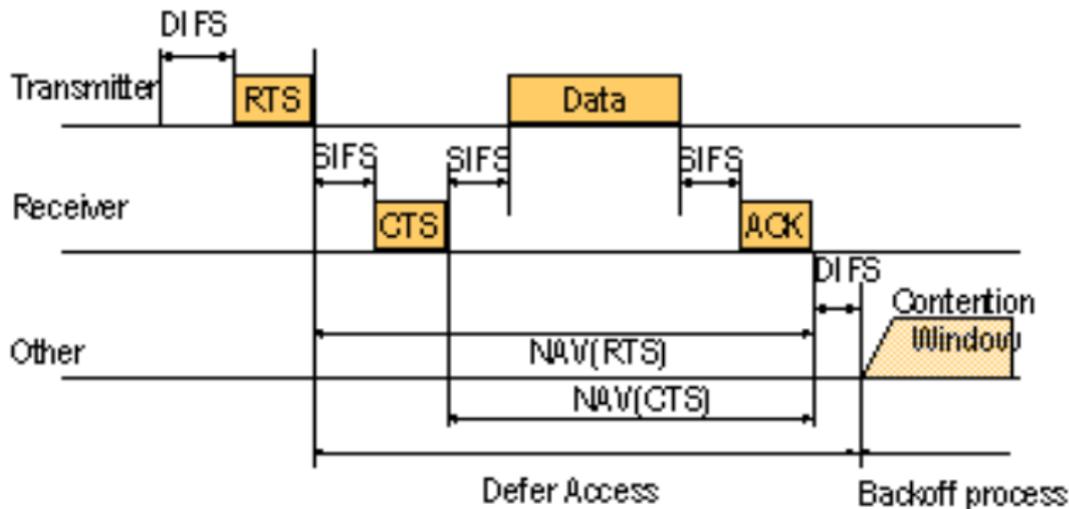
Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

Autres normes de réseaux sans fils

## RTS-CTS-DATA-ACK



**DIFS:** Distributed IFIS  
**RTS:** Request To Send  
**SIFS:** Short IFIS  
**CTS:** Clear To Send

**ACK:** Acknowledgement  
**NAV:** Network Allocation Vector  
**DCF:** Distributed Coordination Function

FIGURE – Le mécanisme RTS/CTS

# Extended Inter Frame Space EIFS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

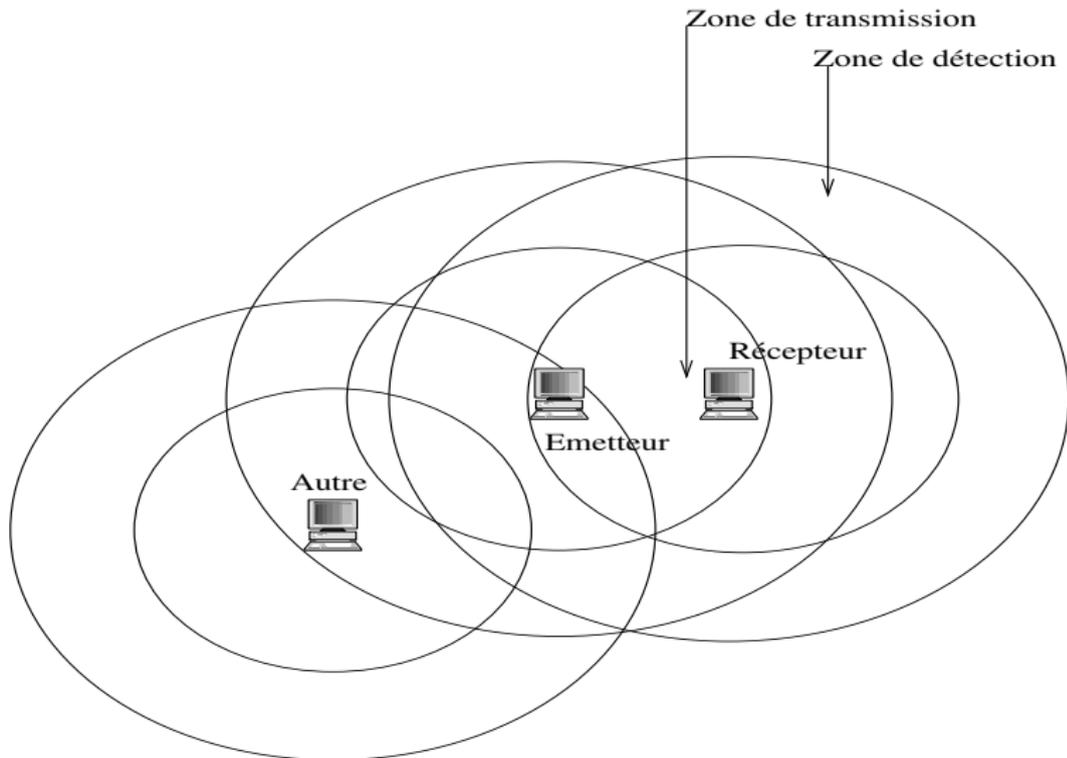


FIGURE – Extended Inter Frame Space

# Extended Inter Frame Space EIFS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

le nœud de gauche ("autre") détecte la porteuse de l'activité sans pour autant comprendre ses messages (le signal est trop faible pour être décodé, mais suffisamment fort pour être reconnu comme)

Les paquets envoyés par le récepteur ne sont quant à eux pas détectés du tout par le mobile de gauche (autre)

Dans cette situation, 802.11 impose l'utilisation d'un Extended Inter Frame Spacing(EIFS), afin d'éviter une collision au niveau de l'émetteur au moment du CTS et de l'acquittement par le récepteur

# Extended Inter Frame Space EIFS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

L'émetteur envoie tout d'abord un paquet de contrôle RTS.

Ce paquet est reçu par le récepteur, qui va y répondre par un CTS.

Le mobile de gauche, lui, a détecté de l'activité au moment du RTS mais sans comprendre le paquet

Le mécanisme de defering présenté précédemment l'empêche d'émettre pendant l'envoi du RTS (canal occupé) et pendant une période DIFS consécutive (on est toujours obligé d'attendre que le canal soit libre pendant DIFS pour émettre)

# Extended Inter Frame Space EIFS

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

Si jamais le mobile de gauche avait terminé de décrémenter son backoff trop vite, il aurait pu émettre pendant le CTS causant une collision au niveau de l'émetteur.

Pour protéger le CTS (et de manière similaire l'acquittement), 802.11 impose qu'un nœud doive attendre pendant un temps EIFS lorsque le canal redevient libre mais que le paquet n'a pas été compris

la longueur de EIFS étant suffisante pour que l'envoi du CTS ou de l'ACK se déroule dans de bonnes conditions.

# HiperLAN 1

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

High Performance Local Area Network type 1 (HiperLan 1) est un standard de l'European Technical Standard Institute (ETSI)

Il décrit le fonctionnement d'équipements travaillant dans la bande des 5.15-5.30 GHz et permettant d'atteindre des débits de 23.5 Mbit/s sur une distance d'environ 50 mètres.

L'architecture est totalement décentralisée.

Il n'y a pas de notion de point d'accès mais les nœuds HiperLAN 1 peuvent cependant avoir des rôles de passerelles.

# HiperLAN 1

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

le mécanisme d'accès au médium EY-NPMA (Elimination Yield-Non Preemptive Multiple Access) est au cœur du système

Le fonctionnement de EY-NPMA est particulièrement intéressant et il est prévu pour fonctionner dans un contexte ad hoc

Il fonctionne en trois phases :

1. la phase de priorité.
2. La phase d'élimination.
3. La phase d'écoute.

# La phase de priorité.

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Cinq niveaux de priorité sont définis par la norme (de 0 pour le plus prioritaire à 4) et la phase de priorité est donc divisée en cinq slots.

Au début d'un nouveau cycle de transmission, tous les nœuds qui veulent accéder au canal vont envoyer un burst de signalement, dont la date de début dépend de la priorité du paquet

Plus la priorité est élevée, plus le burst commence tôt.

Si l'on détecte de l'activité avant d'avoir pu émettre, c'est que quelqu'un plus prioritaire a déjà accès

# La phase d'élimination

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Il se peut que plusieurs nœuds veuillent émettre en même temps des paquets de priorités identiques.

Dans ce cas, chaque nœud va poursuivre l'envoi de son burst de signalement pendant un nombre aléatoire de slots.

Ce sera celui qui aura tiré le plus grand nombre qui l'emportera

Dès que l'émission de notre burst est terminée, nous écoutons le canal

Si nous y détectons de l'activité, c'est qu'un autre nœud a tiré un plus grand nombre que nous, et nous abandonnons pour ce

# La phase d'écoute

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

S'il reste plusieurs nœuds en lice alors l'élimination va se terminer dans la cette phase.

Un nombre aléatoire de slots est choisit.

C'est celui qui aura tiré le plus petit qui pourra transmettre.

Chaque nœud attend pendant la durée qu'il a déterminé, en écoutant le canal.

Si il détecte de l'activité alors qu'il n'a pas fini d'attendre, il sait que quelqu'un a tiré un plus petit nombre que lui et n'émettra pas durant ce cycle.

# Exemple

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils



FIGURE – Exemple HyperLAN 1

## HiperLAN 2

HiperLAN type 2 est très différent dans son architecture d'HiperLAN type 1.

Contrairement au type 1, le type 2 est basé sur une centralisation poussée

Les points d'accès sont d'ailleurs indifféremment appelés Access Points (AP) ou Central Controller (CC).

Les points d'accès sont reliés entre eux par une infrastructure réseau filaire ou non-filaire

# Méthodes d'accès par multiplexage

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Introduction

Plusieurs personnes veulent discuter deux à deux.

## Introduction

Comment peuvent-elles discuter et se comprendre ?

# Méthodes d'accès par multiplexage

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Solution avec une seule pièce

- ▶ chaque paire de personnes parle à son tour pendant  $t$  secondes
- ▶ Plusieurs paires (qui utilisent des langues différentes) peuvent parler en même temps

## Solution avec plusieurs petites pièces

- ▶ Chaque paire de personnes prend une petite pièce pour discuter
- ▶ Plusieurs paires partageant la même pièce parlent à tour de rôle
- ▶ Plusieurs paires partagent une pièce et utilisent des langues différentes pour parler en même temps

# Méthodes d'accès par multiplexage

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

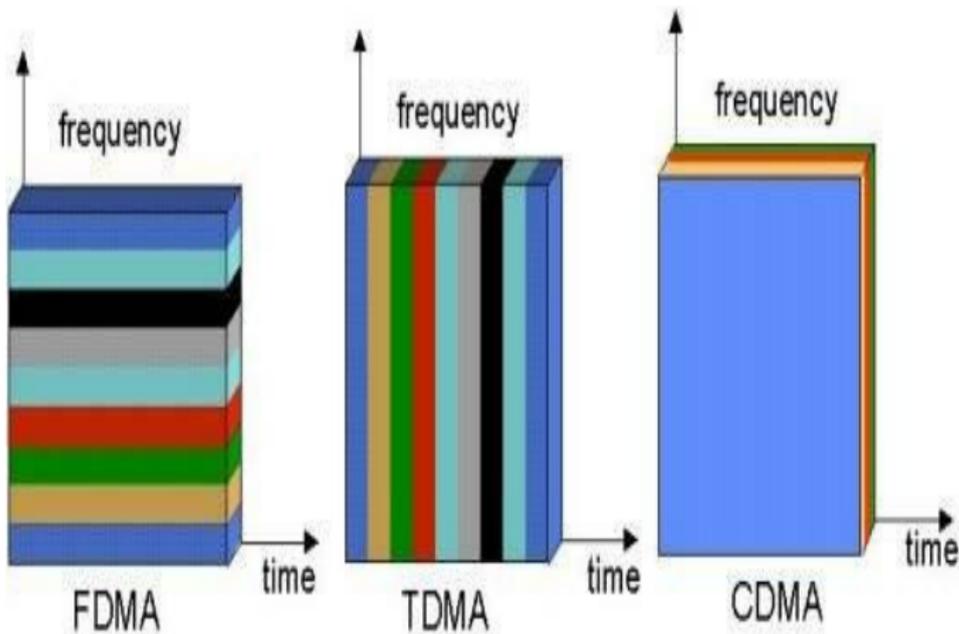


FIGURE – Multiplexage

# FDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## FDMA

Le spectre de fréquences est subdivisé en canaux (dits aussi sous-canaux)

## FDMA

Chaque émetteur utilise la bande de fréquences qui lui allouée le temps d'un appel (connexion)

# FDMA

Les réseaux mobiles

k. mehaoued

Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

Autres normes de réseaux sans fils

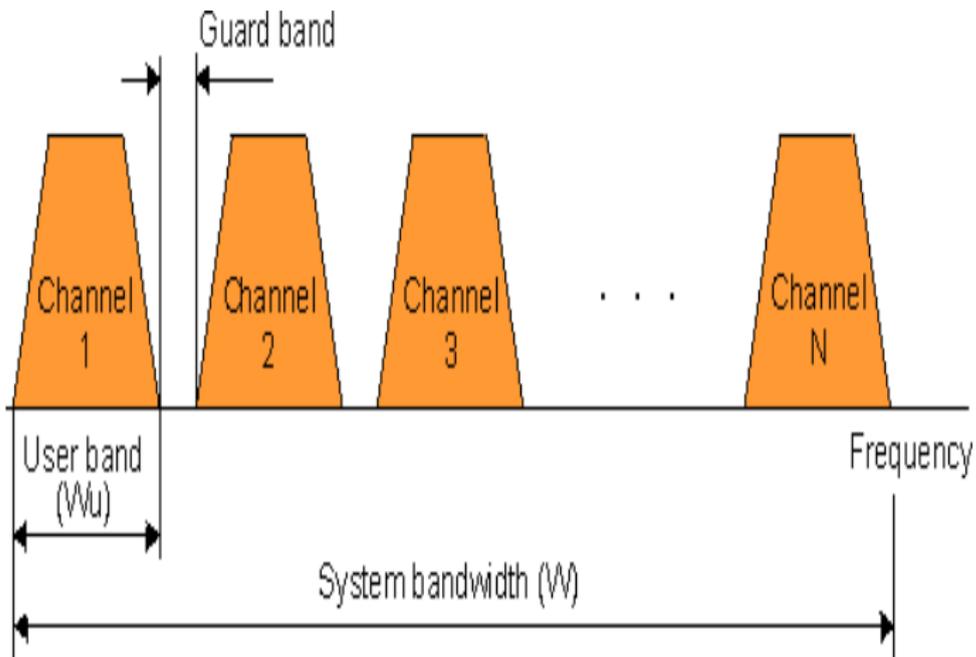


FIGURE – Frequency Division Multiple Access FDMA

# FDMA

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

## Avantages

1. Simple au niveau algorithmique
2. Réutilisation de fréquences dans les systèmes cellulaires
3. Equitable quand le trafic est uniforme/constant
4. Pas besoin de synchroniser les horloges des stations

## Inconvénients

1. Les sous-bandes utilisées pour séparer les canaux (i.e. de garde) sont perdues
2. Le débit max dépend de la largeur des canaux
3. Nécessite plus de capacités de filtrage pour s'adapter à différents canaux
4. Une bande allouée ne peut plus être utilisée même si la station à laquelle elle a été allouée est silencieuse

# TDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Principes de base :

1. Le temps est découpé en supertrames (trames temporelles) de même taille
2. Chaque supertrame est découpée en slots de taille fixe
3. Dans chaque supertrame, chaque station  $i$  a le droit d'utiliser  $N_i$  slots
4. Technique de service : Round Robin
5. Tout slot laissé libre par une station ne peut être utilisé par les autres stations

# TDMA

Les réseaux  
mobiles

k. mehaoued

Introduction  
aux réseaux  
mobiles

Les réseaux avec  
infrastructures vs les  
réseaux sans  
infrastructures

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio

Problèmes  
spécifiques des  
réseaux radio sans  
infrastructures

Le standard  
IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes  
Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

Autres normes  
de réseaux  
sans fils

Frequency

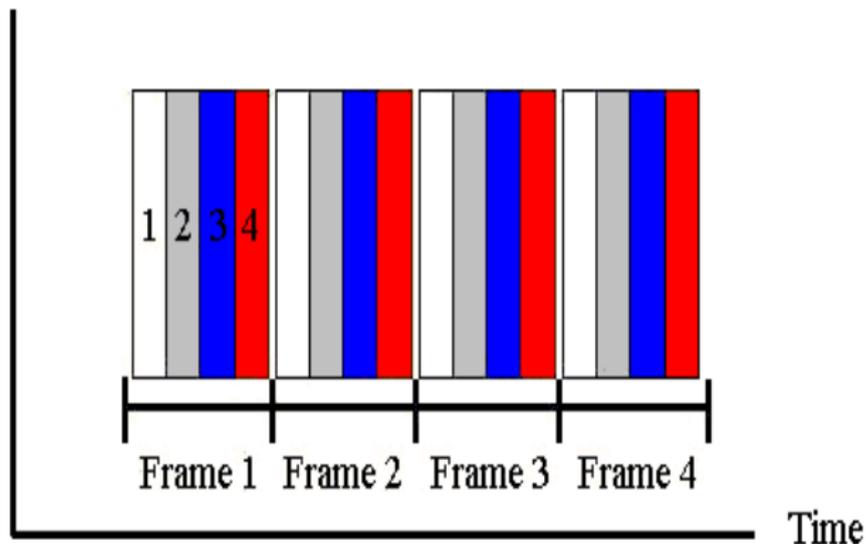


FIGURE – Time Division Multiple Access TDMA

# TDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Deux formes de TDMA

### TDMA forme 1

- ▶ Toutes les stations ont droit au même nombre de slots
- ▶ Inefficace en présence de trafics diversifiés

### TDMA forme 2

- ▶ Chaque station a droit a un nombre de slots qui répond à ses besoins
- ▶ Plus équitable
- ▶ Plus difficile à mettre en œuvre

# TDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Avantages

- ▶ Pas de fréquences de garde perdues
- ▶ Filtre de fréquence simple (pas besoin de s'adapter à différentes bandes de fréquences)

## Inconvénients

- ▶ Nécessité d'horloges synchronisées tout le temps
- ▶ non adaptée aux réseaux de grande taille à cause des problèmes de synchronisation d'horloges

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Principes de bases

- ▶ Méthode développée à l'origine par les militaires
- ▶ Résiste aux brouillage et interférences
- ▶ Plusieurs stations utilisent une même bande de fréquence et peuvent transmettre en même temps
- ▶ Chaque station utilise son code propre pour transmettre
- ▶ La quasi-totalité des réseaux 3G ont adopté CDMA

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

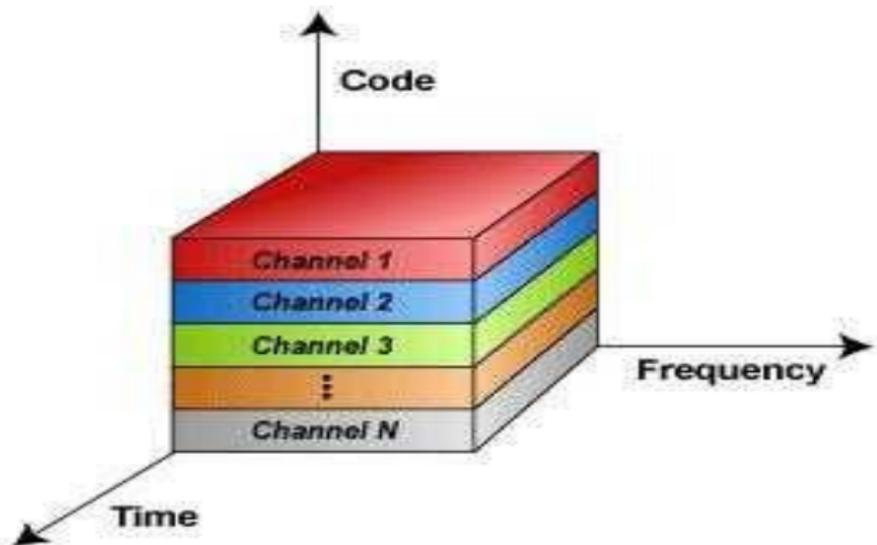
Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils



CDMA in which each channel is assigned a unique code which is orthogonal to codes used by other users.

FIGURE – Code Division Multiple Access TDMA

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Code : une suite de  $n$  bits connue de l'émetteur et du récepteur
- ▶ Chaque bit (1 ou 0) à transmettre est multiplié par le code et on transmet  $n$  bits.
- ▶ Réception : on multiplie le signal reçu par le code

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Les codes utilisés par  $m$  stations partageant la même bande de fréquences doivent être orthogonaux deux à deux
- ▶ Deux codes  $C_A$  et  $C_B$  sont orthogonaux ssi leur produit scalaire est nul
- ▶  $C_A = \langle 1, -1, -1, 1, -1, 1 \rangle$  et  $C_B = \langle 1, 1, -1, -1, 1, 1 \rangle$  sont orthogonaux

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Transmissions simultanées

- ▶ Les signaux s'additionnent sur le canal
- ▶ Le récepteur cible (qui connaît le code d'émission) retrouve les bits émis (sauf en cas d'erreur de transmission) en faisant la corrélation entre le code et le signal reçu sur le canal

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Exemple

- ▶ Source A
- ▶ Data transmise =  $D_A = 100$  représentée par  $\langle 1 - 1 - 1 \rangle$
- ▶ Code de A =  $C_A = \langle 1 - 1 - 11 \rangle$
- ▶ Source B
- ▶ Data transmise =  $D_B = 001$  représentée par  $\langle -1 - 11 \rangle$
- ▶ Code de B =  $C_B = \langle 1 - 11 - 1 \rangle$
- ▶  $D_A \times C_A = \langle 1 - 1 - 1 \rangle \times \langle 1 - 1 - 11 \rangle = \langle 1 - 1 - 11 \rangle, \langle -111 - 1 \rangle, \langle -111 - 1 \rangle$
- ▶  $D_B \times C_B = \langle -1 - 11 \rangle \times \langle 1 - 11 - 1 \rangle = \langle -11 - 11 \rangle, \langle -11 - 11 \rangle, \langle 1 - 11 - 1 \rangle$

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

# CDMA

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

## Exemple

- ▶  $D_A \times C_A$  et  $D_B \times C_B$  sont transmis simultanément
- ▶ Les récepteurs reçoivent :  
 $D_A \times C_A + D_B \times C_B = \langle 00 - 22 \rangle, \langle -2200 \rangle, \langle 002 - 2 \rangle$
- ▶ Récepteur du message A
- ▶  $C_A \times (D_A \times C_A + D_B \times C_B) =$   
 $\langle 0022 \rangle, \langle -2 - 200 \rangle, \langle 00 - 2 - 2 \rangle$
- ▶ il retient la moyenne des signaux reçus
- ▶  $(0 + 0 + 2 + 2)/4 = 1, (-2 - 2 + 0 + 0)/4 = -1, (0 + 0 - 2 - 2)/4 = -1$
- ▶ retrouver la séquence  $\langle 1 - 1 - 1 \rangle$  et ensuite la chaîne initiale 100

# Réseau GSM

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

# Introduction GSM

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ La définition de la norme GSM remonte au début des années 80
- ▶ En 1982, le CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) décide alors de constituer le Groupe Spécial Mobile (dont est issu le nom GSM)
- ▶ Sa mission était de développer un standard paneuropéen pour les communications mobiles.
- ▶ L'acronyme GSM correspond à Global System for Mobile Communications.

# Introduction GSM

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ le réseau GSM représente le premier système standardisé qui utilise une technique de transmission numérique pour le canal radio
- ▶ Ce point représente une caractéristique particulière du réseau, parce que tous les systèmes radio cellulaires précédents utilisaient des techniques de transmission analogiques
- ▶ Une autre caractéristique essentielle du système est le roaming (itinérance)

# Architecture du réseau GSM

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Pour connaître l'architecture du réseau GSM, il faut connaître au préalable les entités constituant ce réseau

# Station Mobile (MS, Mobile Station)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ une station mobile (MS, Mobile Station) est constituée de deux éléments séparables
  1. Un équipement mobile qui fournit les capacités radio et logicielles nécessaires au dialogue avec le réseau et demeure indépendant de l'abonné utilisateur.
  2. Une carte SIM (Subscriber Identification Module) qui contient les caractéristiques de l'abonné et de ses droits.
  3. Lorsque la carte n'est pas présente dans le terminal, le seul service que peut accepter le réseau est le service d'urgence.

# Sous-système Radio (BSS, Base Station Subsystem)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

il assure la couverture de zones géographiques appelées cellules et qui contiennent les matériels et logiciels nécessaires pour communiquer avec les stations mobiles. Le BSS contient :

- ▶ Les BTS (Base Transceiver Station), émetteurs-récepteurs ayant un minimum "d'intelligence"
- ▶ le BSC (Base Station Controller) qui contrôle un ensemble de BTS,

# Base Transceiver Station (BTS)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

Elle assure :

- ▶ La gestion du multiplexage temporel
- ▶ Des opérations de chiffrement
- ▶ Des mesures radio permettant de vérifier la qualité de service ; ces mesures sont transmises directement au BSC.
- ▶ La gestion de la liaison de données entre les mobiles et la BTS.
- ▶ La gestion de la liaison de trafic et de signalisation avec le BSC

# Base Station Controller (BTS)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Un BSC (Base Station Controller) gère au moins une BTS et n'est relié qu'à un seul commutateur.
- ▶ Pour le trafic abonné venant des BTS, le BSC joue le rôle de concentrateur
- ▶ Pour le trafic venant du commutateur, il joue le rôle d'aiguilleur vers la BTS dont dépend le destinataire.
- ▶ Un BSC utilise les mesures radio des BTS pour gérer la signalisation des "Handover" entre les cellules dont il a la responsabilité.

# Définition Handover et de l'itinérance

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Le handover est l'ensemble des opérations mises en oeuvre permettant qu'une station mobile puisse changer de cellule sans interruption de service.
- ▶ L'itinérance ou roaming (anglicisme) est la faculté pour un abonné d'un réseau de téléphonie mobile de pouvoir appeler ou être appelé et de pouvoir échanger des données via le réseau radio d'un opérateur mobile autre que le sien.

# Sous-système réseau (NSS, Network Subsystem)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

Il est constitué des entités suivantes :

1. Mobile Switching Center (MSC)
2. Gateway MSC (GMSC)
3. Home Location Register (HLR)
4. Visitor Location Register (VLR)
5. Authentication Center (AUC)
6. Equipment Identity Register (EIR)

# Mobile Switching Center (MSC)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Un MSC (Mobile Switching Center) est un commutateur qui réalise les fonctions de connexion et de signalisation pour les mobiles
- ▶ les mobiles gérés par un MSC sont localisés dans une zone géographique appelée zone de localisation du MSC.
- ▶ La différence principale entre un MSC et un commutateur d'un réseau fixe est qu'un MSC doit prendre en compte l'impact de l'allocation des ressources radio aux mobiles et la mobilité des mobiles

# Mobile Switching Center (MSC)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Un MSC constitue l'interface entre le système radio et les réseaux fixes
- ▶ Il réalise toutes les fonctions nécessaires à la mise en œuvre des appels de et vers les mobiles.
- ▶ un MSC doit posséder des ressources suffisantes pour réaliser au moins les procédures suivantes :
  1. Procédures pour l'enregistrement des localisations.
  2. Procédures requises pour les handovers.

# Gateway MSC (GMSC)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Un Gateway MSC est un MSC qui reçoit un appel d'un autre réseau et qui assure le routage de cet appel vers la position de localisation d'un mobile.

# Home Location Register (HLR)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Le HLR contient les informations relatives aux abonnés du réseau.
- ▶ Dans un HLR, chaque abonné est décrit par un enregistrement contenant le détail des options d'abonnement et des services complémentaires accessibles à l'abonné.
- ▶ A ces informations statiques se rajoutent des informations dynamiques telles que la dernière localisation connue du mobile.

# Home Location Register (HLR)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ La dernière localisation permet la taxation et le routage des appels vers le MSC sous lequel le mobile est localisé
- ▶ Le HLR contient par ailleurs la clé secrète de l'abonné qui permet au service d'authentifier l'abonné
- ▶ Cette clé est inscrite sous un format codé que seul l'AUC (Authentication Center) peut décrypter.

# Visitor Location Register (VLR)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Le VLR (Visitor Location Register) est une base de données généralement associée à un commutateur MSC
- ▶ Sa mission est d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés actuellement connectés
- ▶ Dans le VLR, chaque abonné est décrit en particulier par un identifiant et une localisation.
- ▶ Grâce à ces informations, le réseau est apte à acheminer un appel vers un abonné mobile

# Visitor Location Register (VLR)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ A chaque changement de zone de localisation d'un abonné, le VLR du MSC auquel est rattaché le mobile doit être mis à jour ainsi que l'enregistrement de cet abonné dans le HLR
- ▶ Lorsqu'un appel doit être délivré, c'est le HLR qui est le premier interrogé afin de connaître la dernière localisation connue de l'abonné.

# Authentication Center (AUC)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

L'AUC (Authentication Center) est associé à un HLR et sauvegarde une clé d'identification pour chaque abonné mobile enregistré dans ce HLR. Cette clé est utilisée pour fabriquer :

- ▶ Les données nécessaires pour authentifier l'abonné dans le réseau GSM
- ▶ Une clé de chiffrement de la parole ( $K_c$ ) sur le canal radio entre le mobile et la partie fixe du réseau GSM.
- ▶ L'AuC est une fonctionnalité généralement intégrée dans le HLR.

# Equipment Identity Register (EIR)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Un EIR sauvegarde toutes les identités des équipements mobiles utilisés dans un réseau GSM
- ▶ Cette fonctionnalité peut être intégrée dans le HLR
- ▶ Chaque poste mobile est enregistré dans l'EIR dans une liste :
  1. Liste "blanche" : poste utilisable sans restriction.
  2. Liste "grise" : poste sous surveillance (traçage d'appels).
  3. Liste "noire" : poste volé ou dont les caractéristiques techniques sont incompatibles, avec la qualité requise dans un réseau GSM (localisation non autorisée)

# Le réseau d'exploitation et maintenance OMC

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

entités fonctionnelles permettant à l'opérateur du réseau de contrôler son système

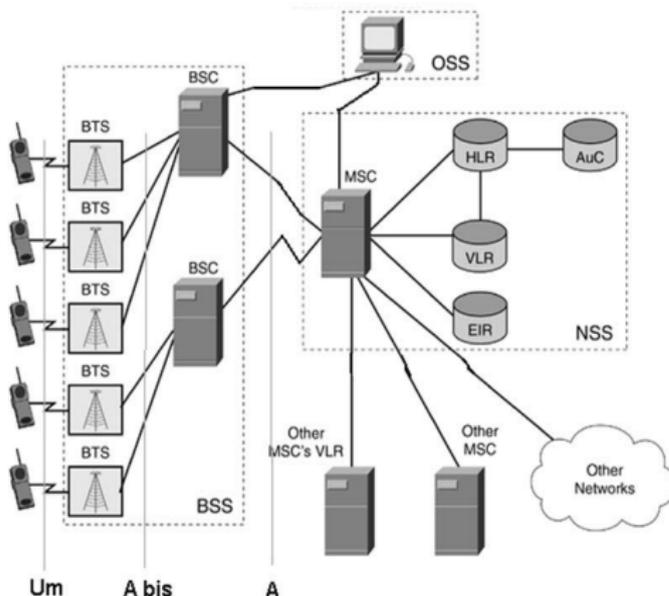
- ▶ Operations and Maintenance Center Radio(OMC-R) :prend en charge la supervision et le contrôle d'un ensemble de BSC et BTS
- ▶ Operations and Maintenance Center Switching(OMC-S) :permet de superviser et contrôler un ensemble de MSC et VLR
- ▶ Au-delà des OMC-R et OMC-S, on peut trouver un NMC (Network Management Centre) qui assure l'administration générale centralisée du réseau.

# Résumé architecture du réseau GSM

Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## GSM SYSTEM ARCHITECTURE



- **Mobile Station (MS)**
  - Mobile Equipment (ME)
  - Subscriber Identity Module (SIM)
- **Base Station Subsystem (BSS)**
  - Base Transceiver Station (BTS)
  - Base Station Controller (BSC)
- **Network Switching Subsystem (NSS)**
  - Mobile Switching Center (MSC)
  - Home Location Register (HLR)
  - Visitor Location Register (VLR)
  - Authentication Center (AUC)
  - Equipment Identity Register (EIR)

FIGURE – Résumé Architecture du Réseau GSM

# Les identités du réseau GSM

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

# IMSI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ un identifiant unique appelé IMSI (International Mobile Subscriber Identity) est affecté à chaque abonné.
- ▶ Ce numéro IMSI est préalablement stocké sur la carte SIM (Subscriber Identity Module)
- ▶ Le numéro IMSI n'est pas connu de l'abonné mobile et n'est utilisé que par le réseau GSM.

# IMSI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

L'IMSI est constitué de trois sous-champs

- ▶ MCC (Mobile Country Code) : Il s'agit du code du pays du réseau GSM. Le 1er Chiffre du champ MCC identifie le continent.
- ▶ MNC (Mobile Network Code) : Il s'agit du code du réseau mobile. Il est codé sur 2 chiffres et identifie de manière unique le réseau GSM à l'intérieur d'un pays.
- ▶ MSIN (Mobile Subscriber Identification Number) : Il identifie l'abonné mobile à l'intérieur du réseau mobile.
- ▶ Les deux champs MCC et MNC permettent de déterminer de façon unique dans le monde le réseau mobile de l'abonné.

# MSISDN : Mobile Station ISDN

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Le MSISDN (Mobile Station ISDN Number) est le numéro de téléphone associé à la station mobile. Le MSISDN consiste en trois sous-champs

1. CC (Country Code) : Il s'agit du code du pays dans lequel l'abonné mobile a souscrit un abonnement
2. NDC (National Destination Code) : Il s'agit du numéro national du réseau GSM dans lequel un client a souscrit un abonnement
3. SN (Subscriber Number)

# IMEI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ L'IMEI (International Mobile Equipment Identity) identifie de façon unique un terminal mobile au niveau international
- ▶ C'est un numéro alloué par le constructeur du terminal mobile
- ▶ L'IMEI est utilisé de manière optionnelle par les opérateurs GSM pour lutter contre les vols de terminaux ou pour interdire l'accès au réseau à des terminaux qui auraient un comportement perturbant ou non conforme aux spécifications
- ▶ A cet effet, l'opérateur dispose de la base de données EIR (Equipment Identity Register).

# TMSI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Afin de conserver la confidentialité de l'identité de l'IMSI, le VLR alloue un numéro temporaire unique à chaque mobile se localisant dans sa zone de couverture
- ▶ Le VLR est capable de corréler l'IMSI d'un mobile et son identité temporaire courante (TMSI).
- ▶ Le TMSI est utilisé pour identifier le mobile lors des interactions station mobile réseau
- ▶ Le HLR n'en n'a jamais connaissance
- ▶ A chaque changement de VLR, un nouveau TMSI est attribué
- ▶ Lorsqu'un mobile reçoit une identité temporaire (TMSI) d'un VLR, il stocke cette identité sur sa carte SIM.

# MSRN

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Le MSRN (numéro de réacheminement) est un numéro attribué temporairement à la MS pour permettre l'acheminement d'appel vers le MSC de rattachement.
- ▶ Tout se passe comme si la MS était un abonné du MSC
- ▶ A la demande d'un GMSC au HLR concerné, un MSRN est alloué temporairement par le VLR qui possède les dernières informations de localisation de ce mobile.

# LAI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Un réseau GSM est divisé en aires de service
- ▶ Chaque MSC/VLR dans un réseau GSM contrôle une aire de service, composée d'un ensemble de zones de localisation (LAs, Location Areas)
- ▶ Chaque LA représentant un ensemble de cellules
- ▶ Une zone de localisation est identifiée par l'adresse LAI composée des champs suivants
  1. MCC : Il s'agit du code du pays du réseau GSM.
  2. MNC : Il s'agit du code du réseau mobile
  3. LAC (Location Area Code) : il s'agit du code de la zone de localisation librement affecté par l'opérateur

# CGI

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ La cellule au sein d'une zone de localisation est identifiée en rajoutant un numéro de cellule (CI, Cell Identity) à l'identification de la zone de localisation
- ▶ L'identification globale de la cellule (CGI, Cell Global Identification) qui est unique, est donc la concaténation LAI+CI.

# Protocole MM Mobility Management

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes

Request to Send/  
Clear to Send  
RTS/CTS

Extended Inter  
Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

- ▶ Le protocole MM (Mobility Management) assure la localisation continue de la station mobile
- ▶ La procédure d'attachement appelée "IMSI attach" est initiée par la station mobile afin d'indiquer qu'elle est mise sous tension et qu'elle est retournée dans un état actif.
- ▶ La procédure de détachement appelée "IMSI detach" est initiée par la station mobile afin d'indiquer au réseau qu'elle va être mise hors tension et qu'elle entre dans un état inactif
- ▶ La station mobile initie une mise à jour de localisation lorsqu'elle détecte qu'elle est entrée dans une nouvelle aire de localisation
- ▶ Le dernier numéro de LAI est stocké sur la carte SIM afin qu'il ne soit pas effacé lorsque la station mobile est mise hors tension.

# Procédure de rattachement

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

1. La MS initie la procédure par l'envoi d'un message **ATTACH REQUEST** au MSC/VLR de rattachement.
2. Un message **ATTACH ACCEPT** est retourné à la MS si la requête est acceptée.
3. Si le message **ATTACH ACCEPT** contient un nouveau TMSI alloué par le VLR, la MS doit utiliser ce TMSI comme nouvelle identité temporaire et le stocker sur sa carte SIM en remplacement de l'ancien.
4. la MS émet un message **TMSI REALLOCATION COMPLETE** au MSC/VLR.
5. Si aucun TMSI est présent dans le message **ATTACH ACCEPT**, la MS continue à utiliser son ancien TMSI sans retourner de message **TMSI REALLOCATION COMPLETE**.
6. Un message **ATTACH REJECT** est retourné à la station mobile si la requête **ATTACH REQUEST** est refusée.

# Procédure de détachement

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

1. La procédure de détachement du réseau GSM est initiée par la station mobile à travers un message **IMSI DETACH INDICATION**
2. Lorsque le MSC/VLR de rattachement reçoit ce message, il ne retourne par de réponse car la station mobile est déjà hors tension.
3. Lors d'un problème réseau, le MSC/VLR de rattachement initie une procédure de détachement en envoyant un message **ABORT** à la station mobile.

# La procédure de mise à jour de la localisation

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

1. Lorsque la SM détecte un changement d'aire de localisation, elle émet un message **LOCATION UPDATING REQUEST** au MSC/VLR de rattachement.
2. L'identification LAI (Location Area Identification) est diffusée sur le canal (broadcast channel) par la BTS.
3. Si la demande **LOCATION UPDATING REQUEST** est acceptée par le réseau, un acquittement **LOCATION UPDATING ACCEPT** est retourné à MS.
4. Le MSC/VLR peut affecter un nouveau TMSI à la MS en l'intégrant dans l'acquittement. Si tel est le cas la MS doit confirmer sa prise en compte par un message **TMSI REALLOCATION COMPLETE**
5. Si la demande **LOCATION UPDATING REQUEST** n'est pas acceptée par le réseau, un acquittement négatif **LOCATION UPDATING REJECT** est retourné à MS.

# Transfert intercellulaire (Handover)

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

## Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

## Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanismes Request to Send/Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

## Autres normes de réseaux sans fils

Il existe quatre types de transfert intercellulaire (handover) en GSM

1. **Handover Intra-Cellulaire** : Dans une même cellule, une interférence peut rendre impossible la transmission à une certaine fréquence. Le BSC peut alors décider de libérer le canal radio courant et en établir un nouveau.
2. **Handover Intra-BSC** : le nouveau canal est attribué à la MS dans une autre cellule gérée par le même BSC.
3. **Handover Intra-MS** : le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre BSC, lui-même étant géré par le même MSC.
4. **Handover Inter-MS** : le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre MSC.

## Les réseaux mobiles

k. mehaoued

### Introduction aux réseaux mobiles

Les réseaux avec infrastructures vs les réseaux sans infrastructures

Problèmes spécifiques des réseaux radio

Problèmes spécifiques des réseaux radio sans infrastructures

### Le standard IEEE 802.11

Introduction

Couche MAC

Les mécanisme Request to Send/ Clear to Send RTS/CTS

Extended Inter Frame Space EIFS

### Autres normes de réseaux sans fils

# FIN