

FONDEMENTS DES RADIOCOMMUNICATIONS MOBILES

Techniques d'accès multiples

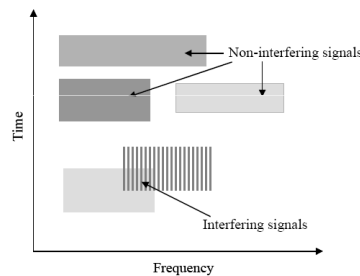
Introduction

2

- L'un des aspects de la gestion des ressources d'un réseau est la définition de la façon (ou la technique) avec laquelle les utilisateurs y accèdent.
- On peut distinguer deux types d'accès,
 - ▣ le premier est statique, appliqué pour les réseaux orientés voix. (FDMA, TDMA, CDMA, SDMA)
 - ▣ Le deuxième est dynamique, appliqué pour des réseaux orientés données. (Aloha, CSMA)

Introduction

3



- Deux signaux se trouvant sur la même bande de fréquence en même temps **interfèrent**.
- Le but est de créer une séparation entre les signaux.

Notion de Duplexage

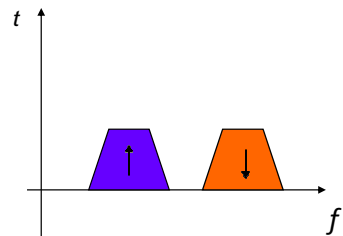
4

- La plupart des systèmes de radiocommunications mobiles permettent d'établir deux sens de communications:
 - ▣ **Sens montant (Uplink ou Forward link)**: du terminal vers le réseau.
 - ▣ **Sens descendant (Downlink ou Reverse link)**: du réseau vers le terminal.
- Une séparation entre ces deux liens s'impose. On distingue alors deux types de Duplexage:
 - ▣ **FDD: Frequency Division Duplexing**: séparation fréquentielle.
 - ▣ **TDD: Time Division Duplexing**: séparation temporelle.

Notion de Duplexage

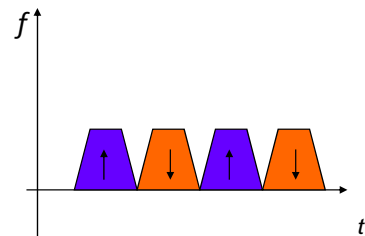
5

□ FDD



les voies montante et descendante sont sur des fréquences bien distinctes.

□ TDD



les voies montante et descendante sont sur la même fréquence, mais utilisent le canal alternativement.

Avantages du TDD

6

- Les deux avantages principaux du TDD sont :
 - Une plus grande simplicité de la partie RF, puisqu'on ne travaille que sur une fréquence à la fois (contre deux pour le FDD, une sur la voie montante, une sur la voie descendante).
 - Le canal est réciproque (c'est à dire que la station de base voit le même canal de transmission que le terminal). De ce fait, l'adaptation de puissance est simple.

Techniques d'accès multiple orientés voix

7

- L'accès multiple par répartition de fréquence (FDMA: Frequency Division Multiple Access).
- Accès multiple par répartition temporelle (TDMA : Time Division Multiple Access).
- Accès multiple par répartition de code (CDMA : Code-Division Multiple Access).
- Accès multiple par répartition d'espace (SDMA: Space Division Multiple Access)

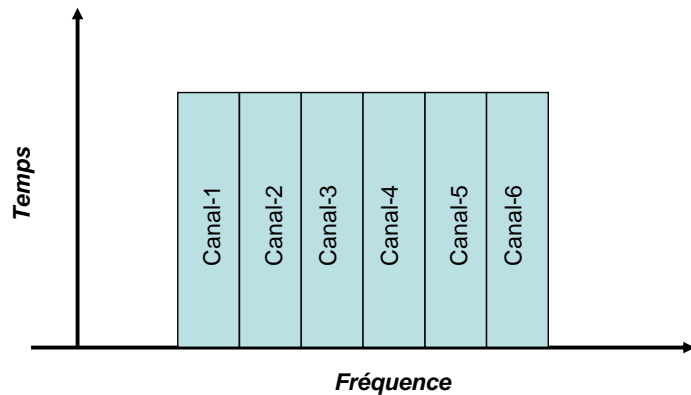
FDMA

8

- Tous les utilisateurs peuvent transmettre leur signaux simultanément, et sont distingués par leur fréquence d'émission.
- Le FDMA est basé sur la plus ancienne technique de multiplexage connue : le multiplexage en fréquence, utilisé pour transmettre les signaux TV sur le câble, ou sur les canaux Hertzien classiques et satellite.

FDMA

9



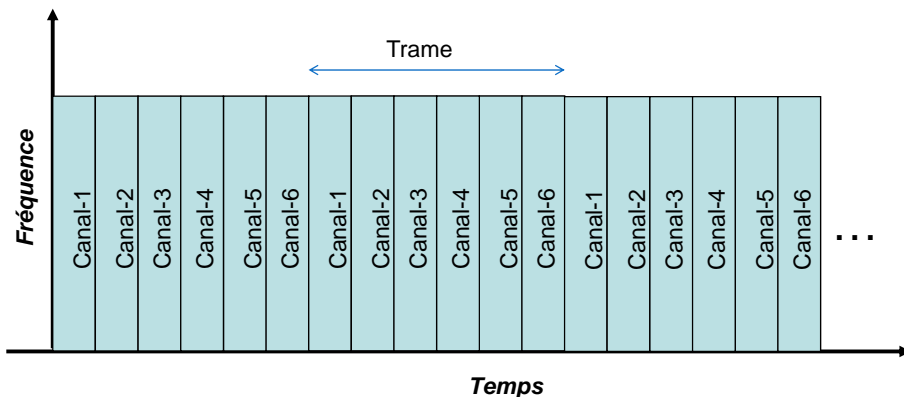
TDMA

10

- les utilisateurs utilisent la même fréquence et prennent possession du canal chacun à leur tour).
- Le TDMA est basé sur le multiplexage temporel utilisé par exemple en téléphonie, pour la concentration (numérique) des connexions entre centraux téléphoniques.

TDMA

11



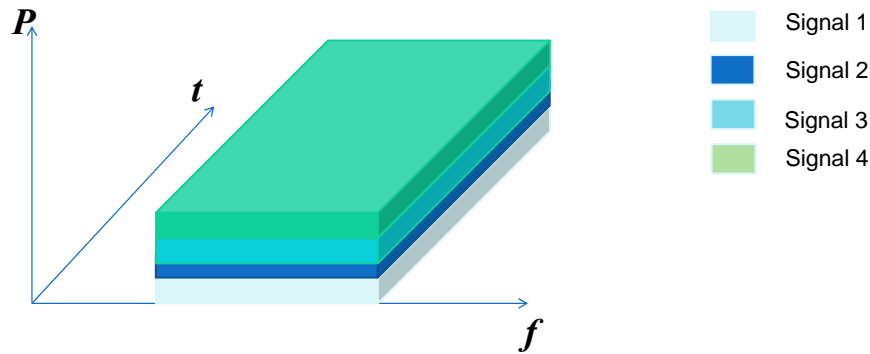
CDMA

12

- Le CDMA est basé sur la technique du spectre étalé (Spread Spectrum), où chaque utilisateur se voit allouer un code (signature) différent, et est identifié par ce code.
- Tous les signaux vont se retrouver sur la même bande de fréquence et en même temps.
- C'est ces signatures qui permettent de retrouver les signaux originaux au niveau du récepteur.

CDMA

13



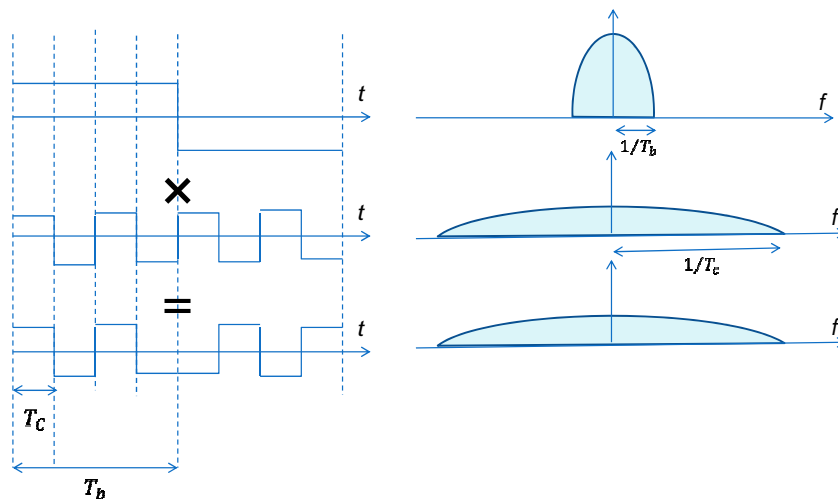
Variantes de base du CDMA

14

- DS-CDMA: Direct Sequence-CDMA
- FH-CDMA: Frequency Hopping CDMA
- TH-CDMA: Time Hopping CDMA

DS-CDMA (1)

15



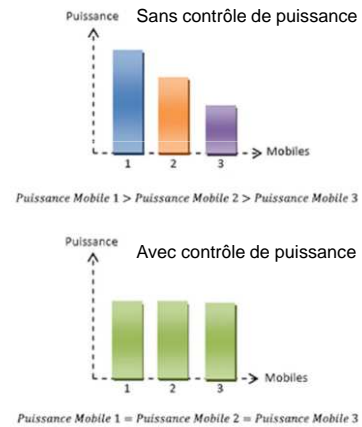
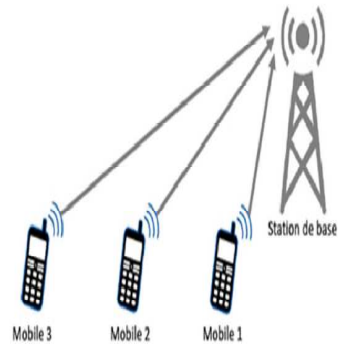
DS-CDMA (2)

16

- Si on suppose qu'on a deux émetteurs voulant transmettre D_1 et D_2 en utilisant les codes c_1 et c_2 respectivement.
- Au niveau du récepteur (sans considérer l'effet de la distance) on aura: $R = D_1 \cdot c_1 + D_2 \cdot c_2$
- $R \cdot c_1 = D_1 \cdot c_1 \cdot c_1 + D_2 \cdot c_2 \cdot c_1 = D_1 + D_2 \cdot c_2 \cdot c_1$
- $R \cdot c_2 = D_1 \cdot c_1 \cdot c_2 + D_2 \cdot c_2 \cdot c_2 = D_1 \cdot c_1 \cdot c_2 + D_2$
- Si les puissances de $(D_2 \cdot c_2 \cdot c_1)$ et $(D_1 \cdot c_1 \cdot c_2)$ sont respectivement faibles par rapport aux puissances de D_1 et D_2 : On peut dire qu'on peut détecter D_1 et D_2 .
- **Le choix des codes: corrélation faible ou nulle entre deux codes différents.**

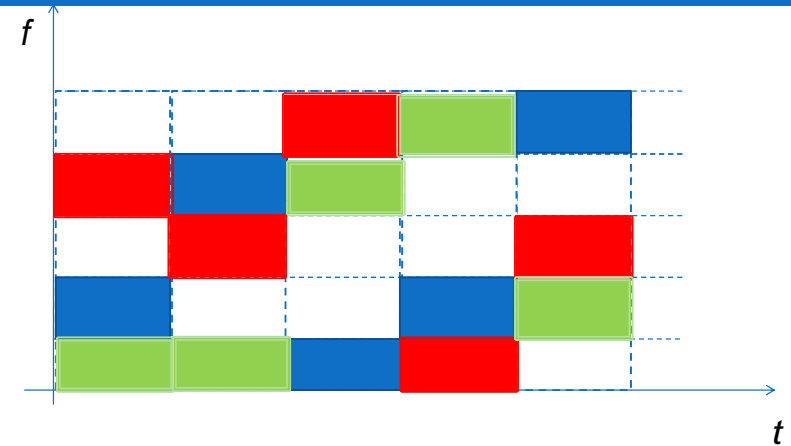
Problème majeur du DS-CDMA: le contrôle de puissance (uplink)

17



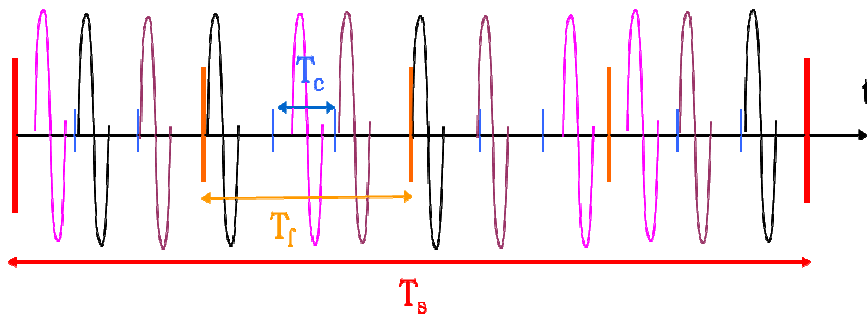
FH-CDMA

18



TH-CDMA

19



Méthodes d'accès aléatoire pour les réseaux orientés données

20

- ALOHA (et ses variations)
- CSMA (et ses variations)

ALOHA pur

21

- Le protocole ALOHA pur (original), est dénommé d'après le système ALOHA développé par N. Abramson et ses collègues de l'université d'Hawaï en 1971.
- Quand un terminal mobile veut envoyer un paquet, il est transmis immédiatement.
- Quand la station de base reçoit un paquet, elle vérifie le code et, s'il est correct, envoie un accusé de réception au mobile.
- Si plusieurs paquets se recouvrent dans le temps, il y a collision, et le mobile renvoie le paquet après un temps aléatoire, pour éviter les collisions répétées.

Slotted ALOHA

22

- Une amélioration de l'ALOHA protocole original a été "Slotted ALOHA", qui a introduit intervalles de temps discrets.
- Une station peut envoyer seulement au début d'un intervalle de temps, et donc les collisions sont réduits.

CSMA

23

- Une méthode simple pour éviter les collisions consiste simplement à écouter le canal avant de transmettre un paquet.
- Si le canal est utilisé, le terminal attendra avant d'émettre. Les protocoles qui utilisent ce principe sont appelés CSMA (Carrier Sense Multiple Access) ou LBT (Listen Before Talk).
- Le protocole CSMA réduit la probabilité de collision de façon significative par rapport au protocole ALOHA, Cependant, ces collisions peuvent se présenter.

Variantes du CSMA

24

- On distingue principalement trois types de CSMA :
 - 1-persistent CSMA : consiste à continuer à écouter le canal et émet immédiatement son paquet quand le canal se libère.
 - p-persistent CSMA : consiste à continuer à écouter le canal et émet son paquet immédiatement son paquet avec une probabilité p .
 - non-persistent CSMA : consiste à attendre un temps aléatoire avant de réécouter le canal.