

Le réseau radio GSM

Matière : Radiocommunications
Niveau : 2ème année ING GTR
Année : 2009-2010

Hend Koubaa

Plan

- Introduction
- Architecture
- Interface radio
 - Partage des ressources radio en temps et en fréquences
 - Saut de fréquence
 - Compensation du temps de propagation aller retour
 - Différents sens du mot canal
 - Entrelacement
- Interface radio : canaux logiques
- Procédures de gestion de la ressource radio
- Ingénierie cellulaire : Planification et dimensionnement

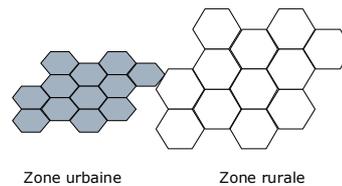
2

Concept cellulaire

- Premiers services de radiotéléphonie
 - Traitent un nombre très limité d'abonnés
- Concept de partage des ressources
- Allocation des fréquences basée sur une découpe géographique
 - Paradigme hexagonal permettant de réutiliser les fréquences sur des cellules éloignées
- Solution évolutive
 - Réduction de taille des cellules en cas de saturation de réseau
 - Augmentation des tailles des cellules dans les zones rurales

3

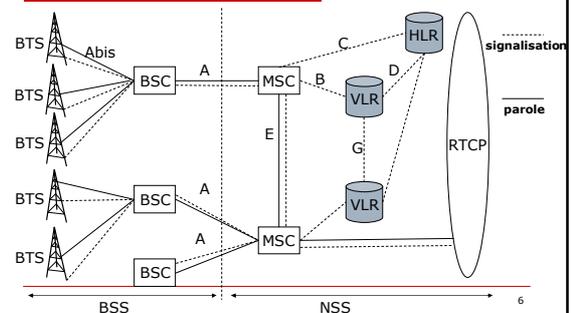
Concept cellulaire



4

Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM : architecture



6

Le réseau GSM : architecture

- MS : Mobile station
- BTS : Base Transceiver Station
- BSC : Base Station Controller
- BSS : Base Station Sub-system
- MSC : Mobile-services Switching Center
- HLR : Home Location Register
- VLR : Visitor Location Register
- NSS : Network Sub-system

7

Le BSC

- Contrôle un ensemble de BTS et permet une première concentration de circuits
 - Gestion des ressources radio : allocation
 - Contrôle de puissance des MS et BTS
 - Décision et exécution des mécanismes de handover
 - Concentration du trafic vers le MSC

8

Le NSS

- Bases de données et des commutateurs

9

La MS (Mobile Station)

- Embarqué : classe 1 (20 w)
- Portable : classe 2 (8 w)
- Portatif :
 - Classe 3 (5 w)
 - Classe 4 (2 w)
 - Classe 5 (0.8 w)
- Les mobiles portatifs 2W sont actuellement les plus répandus dans les réseaux GSM

10

La MS : caractéristiques

- Carte SIM (Subscriber Identity Module)
- Antenne : intégrée ou non
- Data : pc card, fax-modem intégré
- Poids
- Dimensions
- Durée de veille
- Durée de communication
- Options : annuaire, agenda, etc

11

La BTS

- Émetteur/récepteur (ou TRX pour Trans-Receiver) avec un minimum d'intelligence
- Un site radio
 - Les antennes d'une BTS sont fixées sur un pylône ou un mât
 - Les équipements radio sont abrités au pied du pylône
 - La liaison entre les antennes et les équipements radio est assurée par des câbles coaxiaux appelés feeder
- La capacité d'une BTS est fonction du nombre d'émetteurs/récepteurs dont elle dispose
- Typiquement, la capacité maximale d'une BTS est de 16 porteuses
- Zone rurale
 - 1 seule porteuse pour 7 communications simultanées
- Zone urbaine
 - 2 à 4 TRX pour 14 à 28 communications simultanées
- La zone couverte par une BTS est appelée cellule

12

Pylône



13

La BTS : antennes

- Deux types d'antennes
 - Antennes omnidirectionnelles : elles rayonnent de la même façon dans toutes les directions
 - Antennes sectorielles ou angulaires : elles rayonnent dans une direction précise
- Avantages des antennes sectorielles
 - Améliorer la portée radio sans augmenter la puissance d'émission
 - Augmenter la réutilisation des fréquences
- Antennes sectorielles utilisées dans les zones urbaines et les sites autoroutes

14

La BTS : fonctionnalités

- Transmission radio avec le mobile
 - Gestion de la couche physique : modulation/démodulation, égalisation, codage
 - Mesures radio transmises au BSC
 - Gestion de la couche de liaison
 - LAPDm (LAPD adapté à la spécificité de la couche physique) pour le dialogue avec la MS
 - LAPD pour le dialogue avec le BSC

15

Le MSC

- Rôle
 - Gérer les appels
 - Interconnecter avec le réseau RTCP via une passerelle appelée MSC Gateway
 - Gérer les mobiles visiteurs à travers le VLR

16

HLR/VLR

- Le HLR est une base de données de localisation (adresse du VLR où le mobile est localisé) et de caractérisation des abonnés
- Le VLR est une base de données des visiteurs où se trouvent les mobiles relevant de sa zone d'action

17

Accès au réseau GSM

- Carte SIM
- Code PIN (Personal Identity Number): code secret défini par l'utilisateur et stocké dans la carte SIM pour accéder aux services
 - Protection contre le vol : après 3 tentatives fausses, la carte SIM est bloquée
- Inscription aux services demandés

18

Services offerts par un réseau GSM

- Services de base
 - Téléphonie
 - Appel d'urgence
 - Messages courts
 - Messages vocaux
- Autres services
 - Transfert d'appel
 - Appel en attente
 - Identification du numéro de l'appelant

19

Interface radio de la norme GSM

- Partage des ressources radio en fréquences
- Partage des ressources radio en temps
- Saut de fréquence
- Compensation du temps de propagation aller retour
- Différents sens du mot canal
- Entrelacement

20

Partage des ressources radio en fréquence

- La bande de fréquences radio est allouée au niveau de l'UIT
- Duplexage FDD
 - 890-915 MHz pour le lien montant
 - 935-960 MHz pour le lien descendant
 - Écart duplex = 45 MHz
- La bande dédiée au système GSM est divisée en canaux fréquentiels de largeur 200 KHz : 124 porteuses pour chaque sous bande
- Les fréquences sont allouées d'une manière fixe aux différentes BTS et sont désignées souvent par le terme porteuses
- Il faut veiller à ce que deux BTS voisines n'utilisent pas des porteuses identiques ou proches

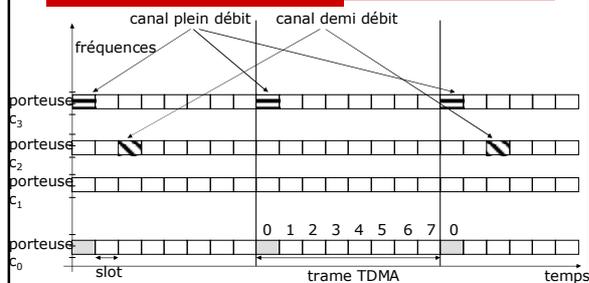
21

Partage des ressources radio en temps

- Chaque porteuse est divisée en intervalles de temps (IT) appelés slots
- Un slot a été fixé à 0,5769 ms
- Un slot accueille un signal radioélectrique appelé burst
- TDMA
- Les slots sont regroupés par paquets de 8 slots appelés trames TDMA
- Durée d'une trame TDMA = 4,6152 ms
- Chaque utilisateur utilise un slot par trame TDMA
 - Canal physique à plein débit
- Chaque utilisateur utilise un slot par deux trames TDMA
 - Canal physique à demi débit : utilisé avec des codeurs de paroles performant à débit réduit

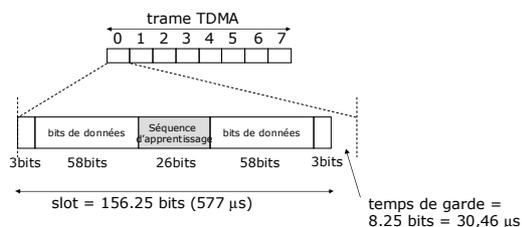
22

Partage des ressources radio en temps



23

Format d'un burst normal



24

Partage des ressources radio en temps

- Les slots sont numérotés par un indice **TN** qui varie de 0 à 7
- Un **canal physique** est constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière
- Chaque trame TDMA est repérée par un compteur **FN** (Frame Number)

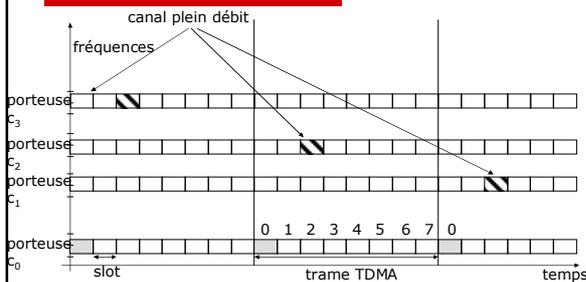
25

Saut de fréquence

- Lutter contre les évanouissements sélectifs : diversité en fréquence
- Gestion différente des interférences : diversité des brouilleurs
- Cas moyen plutôt que le pire cas
- FH/TDMA
- Le saut de fréquence est déployé à charge importante
- Saut de fréquences
 - Le canal physique ne siège pas sur une seule fréquence mais utilise un ensemble de porteuses qui sont parcourues suivant un ordre défini par une séquence de saut

26

Saut de fréquence



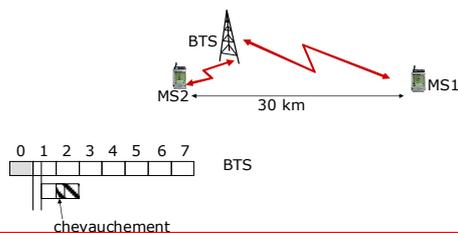
27

Compensation du temps de propagation aller retour

- La MS et la BTS doivent être synchronisées puisqu'elles se basent sur TDMA
- Les MS sont à des distances variables
- Il faut veiller à ce que deux MS utilisant deux slots consécutifs n'envoient pas des bursts qui chevauchent au niveau du récepteur de la BTS
- Le temps de propagation est faible mais ne peut pas être négligeable dans GSM

28

Compensation du temps de propagation aller retour



29

Compensation du temps de propagation aller retour

- Deux solutions
 - Augmenter le temps de garde : temps de silence entre la fin d'un burst synchronisé et la fin d'un slot
 - Compenser en gérant un paramètre (**Time Advance**) correspondant au temps aller-retour t_p . Le mobile doit avancer l'émission de chacun de ses slots d'une durée t_p par rapport à l'instant nominal de début de slot, c'est à dire $2 t_p$ par rapport à l'horloge slot telle qu'il la perçoit
- Temps de propagation
 - ? μ s pour 30 km
- Si première solution adoptée il faut que l'intervalle de garde soit d'environ de ? sachant que GSM admet des cellules de 35 km
- Quand on prévoit le ramping (temps de montée des signaux) le temps de garde a été réduit à **30 μ s**

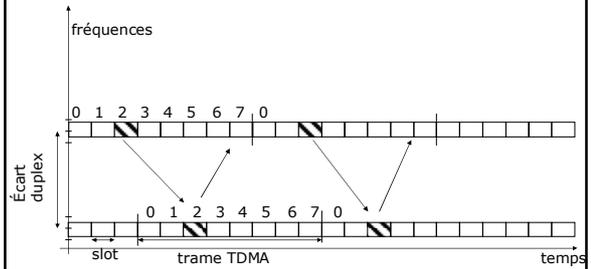
30

Différents sens du mot canal

- ❑ Canal fréquentiel : la porteuse qui occupe 200 KHz
- ❑ Canal physique simplex : un slot par trame TDMA (en l'absence de saut de fréquence)
- ❑ Canal physique duplex : deux canaux physiques simplex, un pour le lien montant sur f_u et un pour le lien descendant sur f_d
- ❑ $f_d - f_u = \text{Écart duplex} = 45 \text{ Mhz}$
- ❑ Un mobile émet et reçoit à des instants différents
- ❑ Trois slots séparent l'émission et la réception au niveau mobile
- ❑ Pour conserver la même numérotation TN de 0 à 7, la synchronisation de la trame TDMA montante est décalée de 3 slots

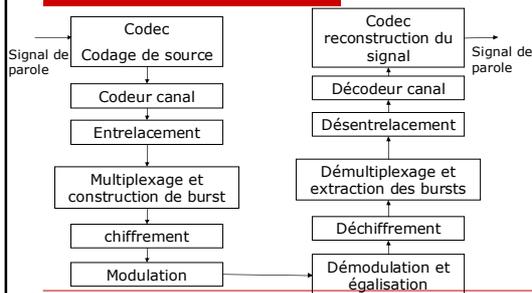
31

Canal physique duplex sans saut de fréquence



32

Chaîne de transmission



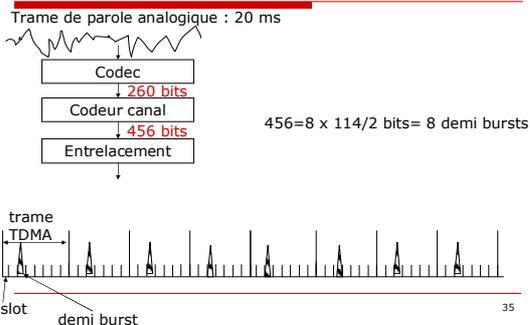
33

Entrelacement

- ❑ Il est utilisé pour rendre plus aléatoire les positions des erreurs qui arrivent
- ❑ Inconvénient
 - Délai supplémentaire

34

Entrelacement



35