



## Interface radio GSM

Cours RE56 Printemps 2006  
Alexandre CAMINADA  
UTBM - Département Informatique

### Qu'est-ce que l'interface radio ?

- ✓ Principe : un opérateur utilise une bande de fréquence fournie par l'instance officielle (ART, ETSI, ITU...)
- ✓ L'interface radio (*Air Interface*) assure une fonction de modem en adaptant les signaux de données au canal de transmission
- ✓ Il gère tous les accès au réseau par la voie radio
  - Canaux physiques : ressources physiques associées aux communications
  - Canaux logiques : les canaux physiques remplissent plusieurs fonctions et acheminent plusieurs catégories d'informations (données, paramètres, messages...)
- ✓ Pour un système donné le principe est gelé dans le silicium : modification coûteuse et difficile après le début de la fabrication

## Plan

# 1. Méthodes d'accès au réseau

2. La transmission
3. Les canaux logiques
4. Connexion au réseau

## Accès avec multiplexage d'informations

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ L'accès au réseau nécessite de gérer des informations indépendantes sur le canal de transmission
  - Accès simultané de plusieurs terminaux : méthodes d'*accès multiple*
  - Séparer les voies DL et UL pour un terminal : méthodes de *duplexage*
- ➡ Utilisation de technique de multiplexage
- ✓ Principe du multiplexage
  - Accès = mode d'entrée ou de connexion à un réseau
  - Multiplexage = transmission simultanée d'informations indépendantes
  - Multiplexeur = permet de réaliser plusieurs *circuits* sur une même liaison
  - Circuit = association de 2 voies de transmission de sens opposé

## Méthodes d'accès

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ La diffusion : exploiter les caractéristiques du médium
- ✓ Voie balise (*BCCH BroadCast CHannel*)
  - Détection d'une porteuse (la BTS est en émission permanente sur ce canal)
  - Identification des cellules ; sert de repérage pour les mobiles
  - Synchronisation (tops de synchronisation ou diffusion de compteur)
- ✓ Localisation (*PAGCH PAGing CHannel*)
  - Procédure de recherche des mobiles
  - Lancé sur un appel entrant
- ✓ Diffusion d'information générale, de services
  - Information pour tous les mobiles
- ✓ Voie d'appel (*TCH Traffic CHannel*)
  - Appel personnalisé, appel bilatéral



Alexandre CAMINADA, UTBM  
5 - 2006

## Modes de multiplexage

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ Multiplexage fréquentiel (*Frequency Division Multiplexing*)
  - Une fréquence porteuse sert à moduler une information ; les porteuses sont superposées sur le support physique ; pas de synchronisation entre les signaux
  - Transmission analogique : 30 canaux TV entre 40-300MHz ; 10 000 voies téléphoniques sur un câble coaxial entre 4-60MHz
  - Transmission digitale : multiplexage en longueur d'onde (*WDM Wave Division Multiplexing*) dans les réseaux optiques ; porteuses de fréquences optiques distinctes
- ✓ Multiplexage temporel (*Time Division Multiplexing*)
  - Sur une fréquence porteuse, création d'intervalles de temps par information ; chaque info utilise toujours la même place ; les signaux sont échantillonnés et synchronisés
  - Transmission analogique : TV avec transmission successive de signal vidéo et de synchronisation
  - Transmission digitale : téléphonie numérique MIC 30 voies ; le débit par voie est constant



Alexandre CAMINADA, UTBM  
6 - 2006

## Méthodes d'accès multiple

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ La technique d'accès multiple partage la liaison entre plusieurs sources ou terminaux indépendants
  - Station de base : ensemble d'émetteurs/récepteurs
  - Terminal ou station mobile : 1 émetteur/récepteur
- ✓ 3 techniques de découpage du canal radio
  - Partage en fréquences
    - 1ère génération de réseaux mobiles
    - FDMA *Frequency Division Multiple Access*
  - Partage en temps
    - 2ème et 3ème génération de réseaux mobiles
    - TDMA *Time Division Multiple Access*
  - Partage par les codes
    - 2ème et 3ème génération de réseaux mobiles
    - CDMA *Code Division Multiple Access*

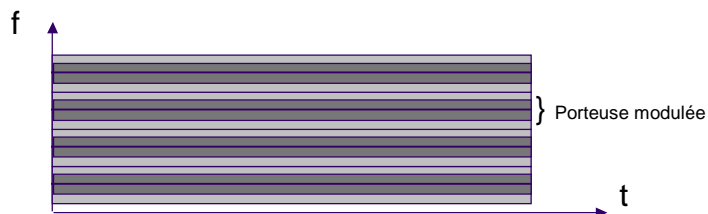


Alexandre CAMINADA, UTBM  
7 - 2006

## Méthode d'accès multiple FDMA (analogique)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ FDMA : partage en fréquences
  - La bande est découpée en plusieurs porteuses
  - Une communication utilise une fréquence en permanence
  - Nécessite autant de fréquences que de communications à établir
- ✓ Canal = 1 fréquence pour UL/DL ou 2 fréquences séparées
- ✓ Utilisation : réseaux mobiles analogiques 1ère génération (RADIOCOM2000)

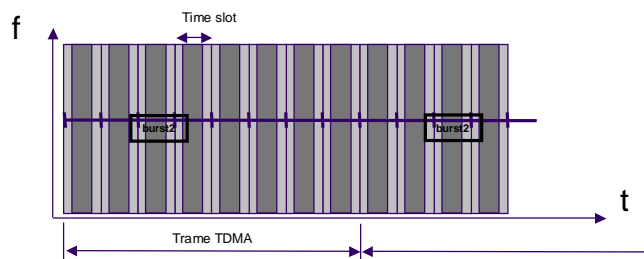


Alexandre CAMINADA, UTBM  
8 - 2006

## Méthode d'accès multiple TDMA (numérique)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **TDMA : partage en temps d'une fréquence**
  - Une communication utilise une fréquence sur un intervalle de temps (*Time Slot*)
  - Une trame TDMA est une période correspondant à un ensemble de slots
  - Synchronisation des paquets d'information
  - Nécessite autant de fréquences\*intervalles que de communications à établir
  - Demi-débit = occupation d'un slot toutes les 2 trames (codeur de parole plus performant)
- ✓ **Canal = 2 slots sur 1 fréquence pour UL/DL ou 2 fréquences séparées**
- ✓ **Utilisation : réseaux mobiles numériques 2ème génération (GSM, PDC, D-AMPS)**



## Multiplexage temporel du GSM

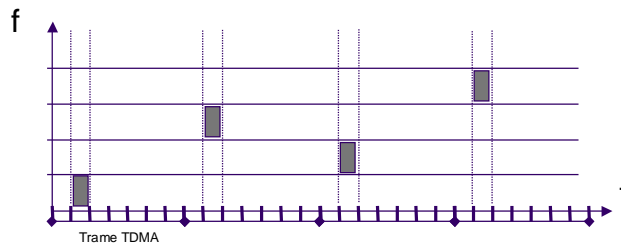
1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Découpage fréquentiel**
  - GSM 900MHz (124 paires) ; GSM étendu (174 paires) ; DCS 1800MHz (374 paires)
- ✓ **Découpage temporel**
  - 8 intervalles de temps (*Time Slot*) par trame TDMA
  - 0,577 ms par TS => 4,615 ms par TDMA
  - Chaque trame est numérotée : FN (*Frame Number*)
- ✓ **Utilisation**
  - Canal = 1 intervalle dans 1 trame sur 1 fréquence pour 1 sens (DL ou UL)
  - Chaque communication prend 1 intervalle par trame (mode plein débit *Full Rate*) ou toutes les 2 trames (mode demi-débit *Half Rate*)
- ✓ **Débit**
  - Portion de signal émis dans un TS (*burst*) = 148 bits
  - Une trame = 1184 bits
  - Temps de garde (équivalent à quelques bits) à la fin de chaque *burst* pour éviter les recouvrements entre paquets au récepteur

## Méthode d'accès multiple TDMA du GSM

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ FH-TDMA : changement de fréquences à chaque découpage temporel
  - Saut de fréquences lent (*Slow Frequency Hopping*) : 1 fréquence différente par *burst*
  - Une communication utilise aléatoirement l'ensemble des fréquences disponibles (900MHz ou-exclusif 1800MHz) sur les intervalles de temps => séquence de saut
  - Séquence de saut : cyclique (les  $N$  fréquences sont utilisées en ordre régulier) ou pseudo-aléatoire (période de la séquence  $\geq N$ )
- ✓ Canal = 1 intervalle sur 1 ensemble de fréquences pour 1 sens (DL ou UL)



## Méthode d'accès multiple CDMA (numérique)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ CDMA : partage par les codes
  - Chaque signal est multiplié par une séquence binaire pseudo-aléatoire
  - Les séquences sont non-corrélées
  - Chaque communication utilise toute la bande
  - Le décodage du mélange des signaux fait ressortir un signal différent par code
- ✓ Canal = 1 séquence PN (pseudo-noise) sur 1 fréquence pour 1 sens (DL ou UL)
- ✓ Émergence
  - 1950 : CDMA utilisé pour les besoins militaires
  - 1956 : un récepteur Rake est proposé
  - 1961 : le problème Near/Far pour l'étalement de spectre est mentionné
  - 1978 : proposition d'application de l'étalement de spectre au cellulaire
  - 1993 : standard américain CDMA IS95 bande étroite (2ème génération réseau mobile)
  - 1999 : standard mondial UMTS bande large (3ème génération réseau mobile)



## Comparaison des modes d'accès multiple

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ En TDMA et CDMA, la gestion des ressources est plus complexe mais offre plus de capacité
- ✓ En CDMA, le contrôle de la capacité est dynamique

Multiplexage	Avantages	Inconvénients	Systèmes
FDMA (bande étroite)	Simple	Sensible à l'évanouissement (fading)	Analogique (1G)
TDMA (bande moyenne)	Capacité Souple	Synchronisation Gestion des fréquences	GSM moyen DECT large IS-54 étroite Satellites
CDMA (large bande)	Capacité théorique importante Pas de gestion des fréquences Pas d'évanouissement	Traitement du signal complexe Contrôle de puissance temps réel	IS-95 étroit IMT2000 large Satellites (Global Star)

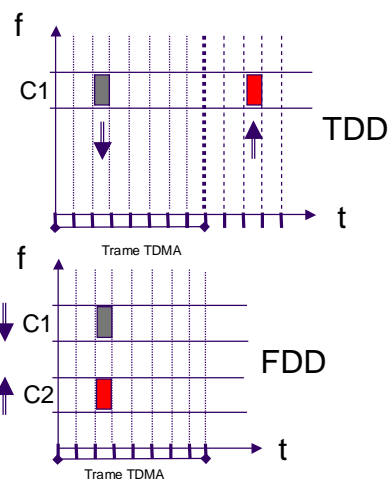


Alexandre CAMINADA, UTBM  
13 - 2006

## Modes de transmission bidirectionnelle

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **TDD Time Division Duplex (mode duplex alterné ou Half duplex)**
  - 1 sous-bande unique ; utilisation des fréquences à des instants distincts
  - Les 2 slots de voies DL et UL sont sur la même porteuse mais à des instants différents
- ✓ **FDD Frequency Division Duplex (mode duplex intégral ou Full duplex)**
  - 2 sous-bandes égales et séparées pour DL et UL ; facilite la séparation des voies
  - Les 2 slots de voies DL et UL sont sur des porteuses différentes
  - L'écart entre la fréquence DL et UL est constant (écart Duplex)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
14 - 2006

## Transmission bidirectionnelle du GSM

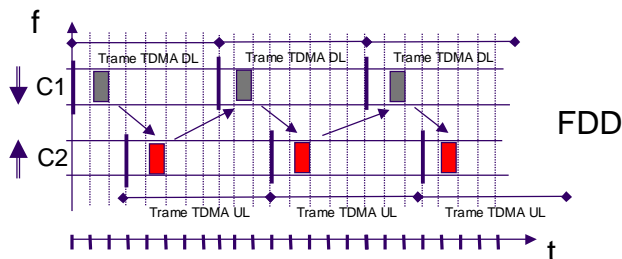
1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ Mode FDD

- Écart duplex de 45MHz entre bandes UL et DL :  $f_u(i) = f_d(i) - \Delta_{duplex}$

### ✓ Le mobile émet et reçoit à des instants distincts

- Décalage de 3 slots entre DL et UL
- Pour conserver la même numérotation des slots en trame DL et UL, la synchronisation de la trame montante est aussi décalée de 3 slots

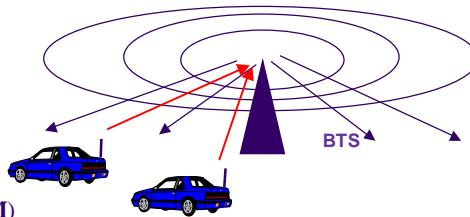


## Transmission bidirectionnelle du GSM

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ Asymétrie : les deux sens de la liaison ne jouent pas le même rôle

- DL (*forward*): diffusion (ou *broadcasting*) et accès multiple
- UL (*reverse*): accès multiple



### ✓ Multiplexage synchrone

- Débit constant sur chaque voie (GSM)
- Mais pas forcément identique (RTC numérique)

### ✓ Multiplexage asynchrone ou statistique

- Chaque voie à son débit propre en fonction de la demande (nul pendant les silences)
- Transmission de données avec trafic variable (GPRS/EDGE) : plusieurs slots

## Plan

1. Méthodes d'accès au réseau

## 2. La transmission

3. Les canaux logiques

4. Connexion au réseau

## Un canal physique porte le signal

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ Canal fréquentiel

- Correspond à une porteuse modulée qui occupe le centre d'une bande de largeur fixée
  - 12,5KHz en RADIOM2000 (1G)
  - 200KHz en GSM (2G)
  - 5MHz en UMTS (3G)

### ✓ Canal duplex

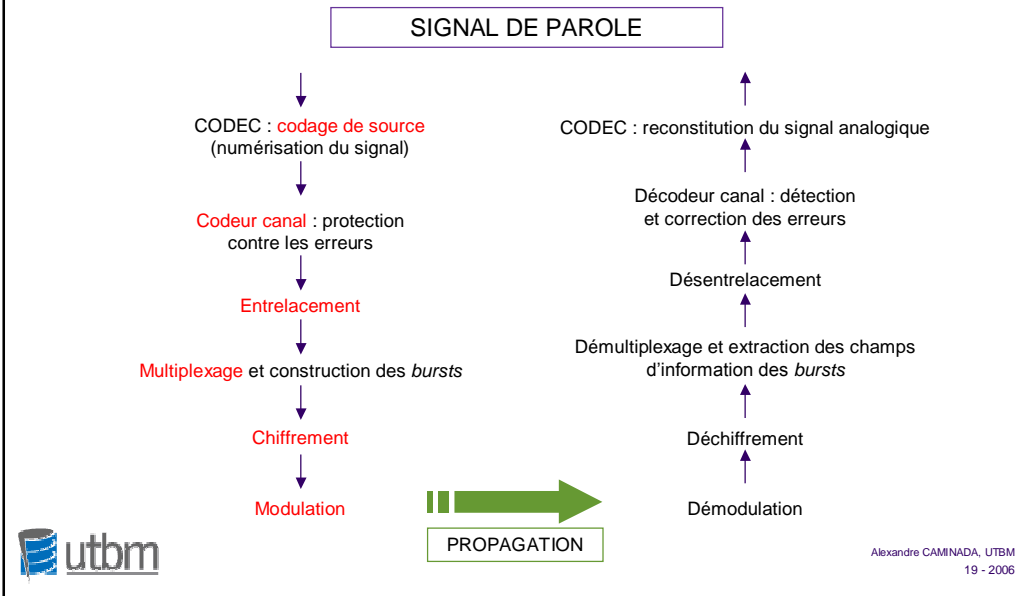
- Comprend 2 parties (pas recevoir et émettre simultanément sur la même fréquence)
- Voie descendante ou *DownLink* ou *DL* : transmission de BS vers MS
- Voie montante ou *UpLink* ou *UL* : transmission de MS vers BS

### ✓ Canal (physique)

- 1 canal = ressource (fréquences, temps, codes) utilisée pour porter une communication duplex (bilatérale) entre la station de base et le mobile (norme CCITT)
- Supporte la signalisation : communications effectuées par le système
- Supporte le trafic : communications effectuées par l'utilisateur

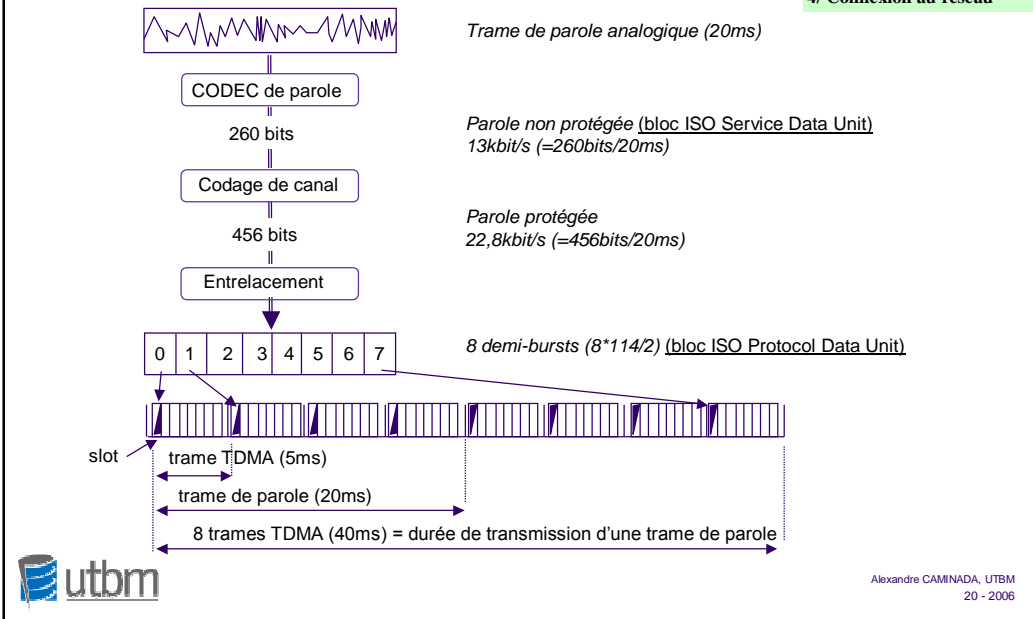
## La chaîne de transmission

- 1/ Méthodes d'accès
- 2/ La transmission
- 3/ Les canaux logiques
- 4/ Connexion au réseau



## Constitution des trames à transmettre

- 1/ Méthodes d'accès
- 2/ La transmission
- 3/ Les canaux logiques
- 4/ Connexion au réseau



## Constitution des trames à transmettre

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Signal analogique de parole**
  - $f(t)$  dans un spectre [300-3400Hz] découpé en 20ms (en IS-95 et D-AMPS aussi)
  - Chaque 20ms est codé en bloc de 260 bits (13kbps)
- ✓ **Traitement du bloc numérisé**
  - Étalement de la transmission du signal de parole sur 8 *bursts*
  - Chaque bloc  $i$  est combiné avec ses 2 voisins ( $i-1$ ) et ( $i+1$ ) par  $\frac{1}{2}$  *burst*
  - Le signal de 20ms doit être reçu complètement pour être traité
- ✓ **Même principe pour la transmission de données et de signalisation**
  - Service de données à 9,6kbps : bloc de 240 bits (12kbps)
  - Trame de signalisation : bloc de 184 bits composé de 8 parties égales
- ✓ **Structure englobant les trames**
  - Multitrame : 26 trames TDMA dont 24 utiles et 2 contrôles (n°13 et 26)
  - Hypertrame : 2 715 648 TDMA soit 3h28mn
  - *Frame Number* : compteur de trame TDMA dans l'hyper ; repère pour le mobile, chiffrement, séquence de saut de fréquences...



Alexandre CAMINADA, UTBM  
21 - 2006

## Codage de la parole

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **A partir du signal analogique initial**
  - Échantillonnage : 8000Hz, soit 160 échantillons/20ms
  - Quantification : 13 bits par échantillon
  - Codage : 188 bits de signal d'excitation + 72 bits qui caractérisent la voix du locuteur
- ✓ **Le service téléphonique est le 1er utilisé => codage efficace en volume et qualité**
  - Le canal de parole RNIS est à un débit de 64kbps (MIC)
  - En radio, la ressource est très limitée => débit le plus faible possible pour coder la voix (CT2, DECT, PHS : MIC adaptatif à 32kbit/s)
- ✓ **Plusieurs CODEC en GSM**
  - *Full Rate* : 13kbps non protégé ; 22,8kbps protégé
  - *Half Rate* : 6,5kbps non protégé ; 11,4kbps protégé (moins de redondance => C/I plus fort)
  - *Enhanced Full Rate (GSM2)* : 12,2kbps (inspiré du GSM américain PCS 1900)
  - *Adaptive MultiRate* : calcule dynamiquement le débit en fonction du C/I
    - FR de [4,75kbps à 12,2kbps]
    - HR de [4,75kbps à 7,95kbps]



Alexandre CAMINADA, UTBM  
22 - 2006

## Protection et contrôle des erreurs

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Traitement d'une trame erronée**
  - Écartée et redemandée : *Automatic Repeat Request*
  - Corrigée en utilisant les redondances ajoutées : *Forward Error Correction*
- ✓ **Détection d'erreurs**
  - *Cyclic Redundant Check* : codes cycliques utilisés pour indiquer au récepteur la présence d'erreurs
  - Utilisation d'un polynôme générateur de longueur fixe (4 polynômes en GSM)
  - Le CRC est le reste de la division du signal par le générateur de codes
- ✓ **Fonctions mathématiques de protection du canal (FEC)**
  - Entrées : importance des données, longueur des *bursts*, niveau de redondance...
  - Codes en blocs : opère sur 100 à 200 bytes du signal à la fois
  - Codes convolutionnels : quelques (un) bits à la fois ; chaque bit codé est une combinaison linéaire de bits du signal
- ✓ **En GSM et CDMA, algorithmes de A. J. Viterbi (Qualcomm Corp., 1967)**
  - Codage de taux 1/2, 1/3 et 1/6 (ajout de bits non protégés pour obtenir 456 bits)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
23 - 2006

## Entrelacement

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Brasser les symboles codés pour rendre plus aléatoires les positions des erreurs**
  - En radio les erreurs sont souvent groupées
  - Perte des bits utiles et des bits de code
  - Reconstitution difficile (limite autour de 11 bits en GSM)
- ✓ **Répartition d'un canal codé sur plusieurs *bursts* pour avoir une meilleure performance des codes correcteurs d'erreurs en réception**
- ✓ **Entrelacement des blocs (TCH)**
  - 456 bits répartis en 8 colonnes sur 57 lignes, puis lus colonne par colonne, chaque colonne est stockée dans 1/2 burst
  - 1/2 burst A0-A3 de  $i$  associés à A4/A7 de  $(i-1)$
  - Principe pour la parole protégée et les blocs de signalisation
- ✓ **Entrelacement des bits 2 à 2 sur le couple de trames  $(i-1, i)$** 
  - Bits pair pour la trame  $i-1$  et bits impairs pour la trame  $i$
- ✓ **Introduit un délai de traitement : environ 90ms de retard introduit par l'interface radio du GSM**



Alexandre CAMINADA, UTBM  
24 - 2006

## Construction des bursts

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ *Burst*

- Paquet de données envoyé durant un intervalle de temps
- 148 bits dont 114 bits utiles, soit une durée de 546,5µs
- Ajout d'une période de garde (30,5µs = 8,25 bits) pour remplir le slot (577µs)
- Format de *burst* dépendant des canaux logiques (FCH, SCH, RACH)

3bits	57 bits de données	1	26 bits d'apprentissage	1	57 bits de données	3bits	8,25bits
-------	--------------------	---	-------------------------	---	--------------------	-------	----------

### ✓ Séquence de synchronisation (ou d'apprentissage) de chaque *burst*

- Séquence binaire auto-corrélé de 16 bits : permet de synchroniser finement chaque burst (8 séquences en GSM)

### ✓ *Base Station Identity Controller*

- Code distinguant 2 BTS utilisant la même fréquence en voie balise
- BSIC utilisé pour déterminer la séquence d'apprentissage (coloriage des *bursts*)
- 8 BSIC en GSM codé sur 3 bits



Alexandre CAMINADA, UTBM  
25 - 2006

## Chiffrement et modulation du signal

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ Chiffrement

- Ou-exclusif bit à bit avec une séquence pseudo-aléatoire : A5(Frame Number, clef)

### ✓ Modulation : adapter le signal numérique au milieu de transmission

- Transmission continue avec variation de l'onde radio (amplitude, fréquence, phase)
- Respect de l'occupation spectrale : signal modulé autour d'une porteuse  $f_0$
- La bande occupée par le signal doit être faible (interférences sur canaux adjacents)

### ✓ Modulation en phase (amplitude ou fréquences en radiodiffusion)

- BPSK *Binary Phase Shift Keying* : phase à 2 états
- *Quaternary PSK* : phase à 4 états
- Sauts brusques de phase créent des **lobes secondaires**

### ✓ Adoucir les transitions pour compacter le spectre à la réception

- *Minimum Shift Keying* : minimiser les changements de phase en passant d'un état de phase à un état voisin avec une modulation à 4 états
- *Gaussian-filtered MSK* en GSM
  - Filtre supplémentaire qui adoucit encore les transitions de phase (1 bit par symbole)
  - Décalage en fréquence de 1 canal : la puissance relative est atténuée de 18 dB



Alexandre CAMINADA, UTBM  
26 - 2006

## Plan

1. Méthodes d'accès au réseau
2. La transmission

### 3. Les canaux logiques

4. Connexion au réseau

## L'architecture de l'interface radio

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
**3/ Les canaux logiques**  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Éléments à gérer dans l'interface radio**
  - Le médium : le canal radio
  - L'itinérance (ou *roaming*)
  - La mobilité en cours d'appel : le transfert intercellulaire (ou *handover*)
- ✓ **L'interface air concerne les 3 couches les plus basses de l'OSI (*Open System Interconnexion*)**
  - **Couche physique (1) : *Medium Access Control***
    - Construction et transmission des *bursts*
    - Protection et détection des erreurs
  - **Couche liaison (2) : *Logical Link Control***
    - **Fonctions de contrôle via des canaux logiques**
  - **Couche réseau (3) : *Management***
    - Les appels : call control, SMS...
    - Les mobiles : authentification, localisation...
    - Les ressources radio : allocation des fréquences, gestion du HO, rapport de mesures...

## Le médium : qualité dépend des perturbations

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Évanouissements dus aux trajets multiples**
  - Réception simultanée de signaux d'amplitudes et de phases aléatoires (loi de Rayleigh – fading de R.)
  - Créés des évanouissements profonds du signal
  - Conduisent à des variations de plusieurs dizaines de dB
- ✓ **Effet Doppler : décalage en fréquence**
  - Effet dû aux déplacement des émetteurs/récepteurs et aux effets des diffractions/réflexions aléatoires
  - L'onde reçue est la superposition de  $N$  ondes incidentes
  - Une raie spectrale est transformée en répartition d'énergie sur un intervalle de fréquences (plusieurs centaines de Hz)
- ✓ **Effet de masque (LOS ou obstacle)**
  - Contrôle de puissance
- ✓ **Canal variable => taux d'erreurs variable**



Alexandre CAMINADA, UTBM  
29 - 2006

## L'itinérance

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ **Pour se connecter, le mobile**
  - Teste si le service est disponible (présence d'une BS)
  - Choisit la BS la plus favorable
  - Se synchronise avec le système
  - Nécessite une voie balise dans le système (repère)
    - BCCH *Broadcast Channel* en GSM
    - FCC *Forward Control Channel* en AMPS
    - Q en DECT
    - PILOT dans CDMA
- ✓ **Pour appeler le mobile sur appel entrant**
  - Le système alerte les mobiles en veille
  - Canaux de messages d'appel en diffusion (PCH *Paging Channel* en GSM)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
30 - 2006

## La mobilité

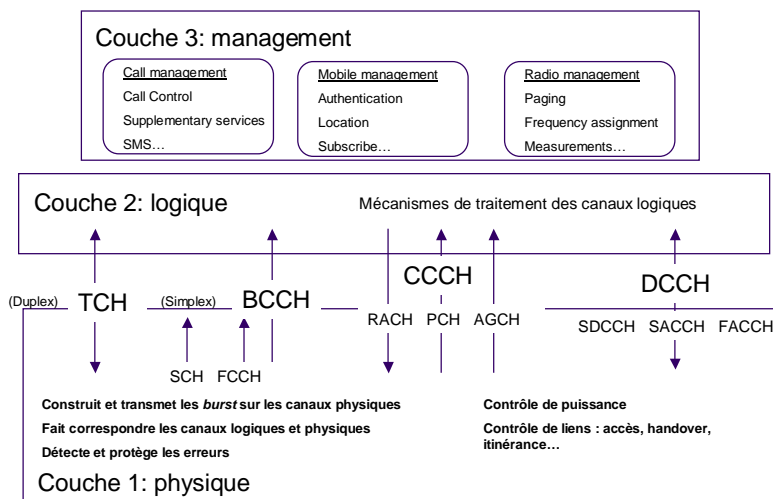
1/ Méthodes d'accès  
 2/ La transmission  
 3/ Les canaux logiques  
 4/ Connexion au réseau

- ✓ Le Transfert Cellulaire Automatisé (ou *Handover*) permet le changement de cellules sans perdre la communication
  - Transfert sur niveau de champ : mesure du RXLEV (*Received Signal Level*)
  - Transfert sur qualité : mesure du RXQUAL (*Received Signal Quality*)
- ✓ Les tâches suivantes sont traitées
  - Évaluer la qualité des canaux de trafic (TCH *Traffic Channel*)
  - Scruter les voies balises des cellules avoisinantes (BCCH)
  - Transmettre les mesures (*Mobile Assisted HandOver*) : UL
  - Transmettre la signalisation ou les commandes correspondantes au handover (BTS initiale, BTS cible...) : DL
- ✓ Nécessite des canaux de contrôle spécifiques
  - SACCH, FACCH (*Slow & Fast Associated Control Channel*) pour les mesures normales et rapides (pour HO)
  - Canaux associés à un TCH ou à un SDCCH (*Stand Alone Dedicated Control Channel*)



## Les canaux logiques

1/ Méthodes d'accès  
 2/ La transmission  
 3/ Les canaux logiques  
 4/ Connexion au réseau



## Les canaux logiques du GSM et DCS1800

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

Classe	Sous-classe	Voie	Fonction
Trafic	TCH Traffic (pour voix codée et pour données) Débit utilisateur 13kbit/s	DL/U L	FR: 22,8kbit/s HR: 11,4kbit/s
Diffusion	BCCH Broadcast Control FCCH Frequency Correction SCH Synchronisation	DL	Information sur la cellule Corrige la fréquence porteuse Donne l'identité de la BTS (BSIC) et synchronise la TDMA
Commun	PCH Paging AGCH Access Grant CBCH Cell Broadcast RACH Random Access	DL UL	Alerte le mobile Allocation de ressource SMS Permet l'accès au réseau
Dédié	SDCCH Stand Alone Dedicated SACCH Slow (associé à TCH ou SDCCH) FACCH Fast (associé à TCH ou SDCCH)	DL/U L	Signalisation (1/8 TCH) Contrôle la qualité reçue et la puissance Exécution du HO



Alexandre CAMINADA, UTBM  
33 - 2006

## Les canaux logiques

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

- ✓ Les canaux logiques sont définis suivant le type d'informations qu'ils transportent:
  - Canaux de trafic : informations voix ou data envoyées par l'utilisateur
  - Canaux de signalisation
  - Canaux de contrôle
- ✓ Canal de diffusion BCCH (Broadcast Channel)
  - Voie balise = 1 fréquence descendante en émission permanente
  - Diffusion des caractéristiques de la cellule
  - Accès au réseau
  - Suivi du déplacement
  - Gestion du transfert intercellulaire
  - Émis en permanence
  - Scruté en permanence : examen de la puissance des BBCH de cellules voisines durant la phase « monitor » (fréquences différentes des siennes)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
34 - 2006

## Les canaux logiques de contrôle

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### ✓ Fonctions

- Assurer un contrôle de lien au niveau physique
- Assurer les fonctions d'itinérance et HO

### ✓ Types

- Contrôle en diffusion (*Broadcast CCH*) : toujours présent
- Contrôle commun (*Common CCH*) : accès et paging (messages d'alerte pour tous)
- Canaux dédiés (*Dedicated to a call*) : spécifiques à un appel ou un abonné

### ✓ Support

- Burst : SACCH en IS54, champ A en DECT
- Toutes les N trames
  - GSM : SACCH avec TCH (26 TDMA), CBCH et SDCCH (51 TDMA)
  - DECT : 16 TDMA
- Vols de burst à la place d'une transmission normale : FACCH en GSM et IS54



Alexandre CAMINADA, UTBM  
35 - 2006

## D'autres canaux logiques en 2G

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

Canaux	Fonctions	GSM	IS54	DECT	IS95
Diffusion	Voie balise	BCCH SCH FCCH	FCC	Q	Pilot tone+ SCH
Commun	Accès	RACH AGCH			RACH
	Paging	PCH		PCH	
Dédié	Trafic	TCH		B-Field	FTC RTC
	Signalisation	SDCCH			
Associé	Lent	SACCH	SACCH		
	Rapide HO	FACCH	FACCH		



Alexandre CAMINADA, UTBM  
36 - 2006

## Plan

1. Méthodes d'accès au réseau
2. La transmission
3. Les canaux logiques

## 4. Connexion au réseau

## Connexion au réseau (1/4)

- 1/ Méthodes d'accès
- 2/ La transmission
- 3/ Les canaux logiques
- 4/ Connexion au réseau

La connexion suit des étapes chronologiques

1. Sélection d'une BS
2. Synchronisation
3. Acquisition des informations « système »
4. Accès
5. Échange de signalisation sur canal dédié (SDCCH)
6. Communication sur un TCH

### 1. Sélection d'une BS

- Le mobile est allumé
- Écoute des 124 fréquences descendantes (ou fréquences opérateur)
- Sélection de la fréquence la mieux reçue en BCCH (en principe)

## Connexion au réseau (2/4)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### 2. Synchronisation

- ✓ Détection d'un FCCH descendant (sur le slot BCCH sélectionné)
- ✓ Calage en fin de trame sur le SCH
  - 3 canaux sur le slot BCCH : BCCH + FCCH + SCH
  - Synchronisation grossière en temps (quelques 10  $\mu$ s) : début et fin de slot
- ✓ Recherche et décodage d'un SCH descendant (sur le BCCH sélectionné)
- ✓ Synchronisation fine en temps (quelques  $\mu$ s) (en GSM remise à 0 de l'horloge de synchronisation toutes les 3h)
  - Décodage des informations transportées sur le SCH
  - N° de séquence d'apprentissage utilisée dans les *bursts*
  - N° de trame (FN)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
39 - 2006

## Connexion au réseau (3/4)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### 3. Acquisition d'information locale du système

- ✓ BS choisie et BS voisines
- ✓ Recherche et décodage d'information sur le BCCH descendant
  - Autorisation ou non d'accès (interdiction en cas de saturation)
  - Liste des fréquences BCCH des voisines
  - Paramètres de puissance de la liaison (min, max)
  - Structure du canal logique CCCH (en particulier emplacement des RACH montant)

### 4. Accès : tentative d'accès sur un RACH montant

- a. Le mobile émet un *burst* court contenant un nombre aléatoire sur un canal RACH montant
- b. Si le *burst* est mal reçu, alors la BS ne répond pas, et une nouvelle tentative est effectuée après un délai aléatoire (retour en a)



Alexandre CAMINADA, UTBM  
40 - 2006

## Connexion au réseau (4/4)

1/ Méthodes d'accès  
2/ La transmission  
3/ Les canaux logiques  
4/ Connexion au réseau

### 4. Accès (suite)

- c. Si la BS reçoit correctement (pas de collision, puissance suffisante), alors:
- d. La BS répond sur un AGCH descendant un message contenant
  - Le n° de TS du MS
  - La valeur du TA pour l'alignement des slots
  - La loi de saut de fréquences
  - Le n° de SDCCH montant/descendant alloué

### 5. Échange de signalisation sur le canal dédié SDCCH

- ✓ Recherche Identité, échanges cryptographiques
- ✓ (ré-) Inscription (*location updating*)
- ✓ Si appel entrant ou sortant, attribution d'un TCH

### 6. Communication montante/descendante sur le TCH