

Le réseau radio GSM : chapitre 2

L'interface radio : canaux logiques

1

Plan

- Interface orientée circuit
- Canaux logiques
- Notion de multiframe
- Notion de voie balise
- Classification des canaux logiques
- Multiplexage des canaux logiques
- Scrutation

2

Interface orientée circuit

- Des « tuyaux » synchrones sont réservés pendant la durée d'un appel téléphonique
- Ces tuyaux sont les canaux TCH (Traffic Channel)
- Chaque TCH occupe un canal physique et correspond à un débit de **13 kb/s** avant codage canal (**22,8 kb/s** après codage canal)
- Le TCH doit être accompagné d'un certain nombre de canaux de contrôle **logiques** pour
 - Diffuser des informations système
 - Prévenir les mobiles des appels entrants et faciliter leur accès au réseau
 - Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission
 - Transmettre la signalisation téléphonique

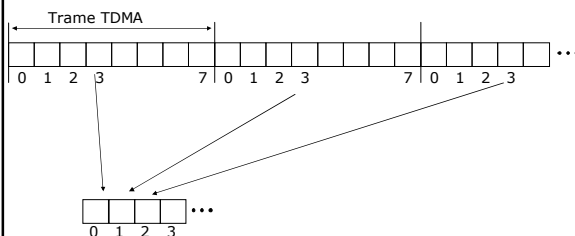
3

Canaux logiques

- On peut utiliser un canal physique plein pour chaque tâche de contrôle mais ce serait gâcher de la ressource radio
 - Le débit nécessité par le contrôle est beaucoup plus petit que celui de la voix
- On définit donc les **multitrames** pour allouer moins d'un slot par trame
- Un canal logique est une spécification du contenu de l'information véhiculée
- Un canal physique est le conteneur de l'information véhiculée

4

Structure de multiframe



5

Multitrames

- Deux types
 - Multiframe à **26** trames
 - Multiframe à **51** trames
- Supertrame
 - 26 Multitrames à 51 ou 51 Multitrames à 26
- Hypertrame
 - 2048 de supertrames
- Chaque trame TDMA est repérée par un **FN (Frame Number)** dans l'hypertrame
 - 7 Bits pour déterminer FN
- La station de base envoie régulièrement au mobile le compteur FN lui permettant de se repérer dans l'hypertrame
- Le compteur FN est en quelque sorte la base de temps propre de la BTS

6

Voie balise (beacon channel) d'une BTS

- C'est une fréquence particulière de l'ensemble des fréquences allouées à cette station
- Un mobile mesure périodiquement le niveau de signal qu'il reçoit sur cette voie
- À la mise sous tension un mobile cherche à se caler sur la voie balise de la BTS la plus favorable

7

Classification des canaux

- Canaux **dédiés aux données utilisateur**
 - TCH ▲▼ : voix et données
- Canaux **de contrôle dédiés**
 - SDCCH (Stand-Alone Dedicated Control Channel) ▲▼ : signalisation
 - SACCH (Slow Associated Control Channel) ▲▼ : supervision de la liaison
 - FACCH (Fast Associated Control Channel) ▲▼ : exécution du handover
- Les canaux dédiés sont **duplex**

8

Classification des canaux

- Canaux de **contrôle non dédiés**
 - BCH (Broadcast Channel) ▼ : **voie balise**; unidirectionnel en diffusion
 - FCCH (Frequency Correction Channel) ▼ : calage sur fréquence porteuse
 - SCH (Synchronisation Channel) ▼ : Synchronisation et identification
 - BCCH (Broadcast Control Channel) ▼ : information système
 - CCH (Common Control Channel) : accès partagé
 - PCH (Paging Channel) ▼ : appel du mobile
 - RACH (Random Access Channel) ▲ : accès aléatoire du mobile
 - AGCH (Access Grant Channel) ▼ : allocation de ressource
 - CBCH (Cell Broadcast Channel) ▼ : messages courts diffusés
- Les canaux non dédiés sont **simplex**

9

Classification des canaux

- Classification raisonnable mais n'a rien de canonique ni de hiérarchique !

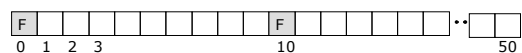
10

Le FCCH (Frequency Correction Channel)

- Les messages émis sur ce canal ne portent pas d'information utile. Tous les bits sont à 0
- Ils servent à corriger la fréquence des oscillateurs internes des terminaux
- Émis environ **toutes les 50 ms (20 fois par seconde)**
- Émis dans **le slot 0** des trames 0, 10, 20, 30 et 40 d'une multitrame à 51

11

Le FCCH



Situation du canal FCCH dans la multitrame à 51 du slot 0 de la voie balise

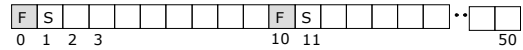
12

Le SCH (Synchronisation CHannel)

- Après avoir corrigé sa fréquence, le mobile doit se synchroniser avec la station de base
- Deux types de synchronisation
 - Synchronisation fine : aide à la détermination du TA
 - Synchronisation logique : détermination du FN pour se mettre en phase avec la BTS
- Émis dans le **slot 0** de la voie balise
- Situé une trame après le burst FCCH
- Émis environ **toutes les 50 ms**
- Le burst est le signal émis dans un slot TDMA
- Le TA est estimé après l'échange de RACH et AGCH

13

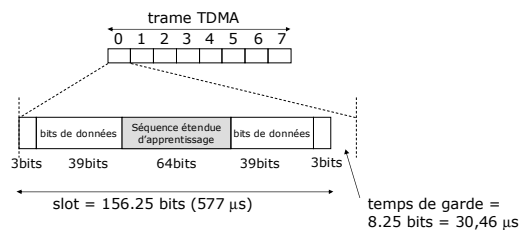
Le SCH



Situation des canaux FCCH et SCH dans la multitrame à 51 du slot 0 de la voie balise

14

Structure du burst SCH



15

Données transportées dans le SCH

- Deux paramètres sur 25 bits
 - Un numéro de trame réduit, RFN (19 bits) déterminant le FN
 - 11 bits pour le numéro de la super-trame
 - 5 bits pour le numéro de la multitrame à 51 par rapport à la super-trame
 - 3 bits pour le numéro de la trame courante (?,?, ...)
 - Un code couleur **BSIC (6 bits)** discriminant plusieurs stations de base peu éloignées ayant la même fréquence balise
- Au mot de 25 bits sont ajoutés
 - 10 bits de CRC
 - 4 bits de trainée pour former un mot de 39 bits
- Un code convolutionnel est appliqué au mot de 39 bits pour former 2x39 bits, soit 78 bits

16

Le BCCH

- Contient des informations sur les règles d'accès à la cellule
- Diffusion **deux fois par seconde**
 - des paramètres de sélection de la cellule : niveau minimal de signal exigé, niveau maximal de puissance autorisé, hystérésis nécessaire pour re-sélectionner une cellule
 - du numéro de zone de localisation
- Diffusion **une fois par seconde**
 - de la description de l'organisation des canaux de contrôle communs pour détecter les appels et recevoir les messages
 - de la description de l'organisation du canal CBCH
 - de la description des voies balises des cellules voisines
 - de la liste des fréquences d'une station de base
 - Etc
- Il se trouve sur le slot 0 de la fréquence BCCH. Pour certaines configurations il peut se trouver sur le slot 2, 4 et 6 de la fréquence BCCH (fréquence balise)

17

Zone de localisation

- Dans les systèmes radiomobiles de première génération, aucune gestion de la localisation n'est assurée. Quand le mobile est appelé, le système lance des avis de recherche sur toute la couverture radio
 - Inconvénient : beaucoup de ressources radio et ça ne marche que si le taux d'appel est fort
- Dans GSM, on a défini des zones de localisation regroupant un certain nombre de cellules (de quelques cellules à quelques dizaines de cellules)
- Le système gère la zone de localisation précise de chaque abonné

18

Le RACH (Random Access Channel)

- Pour appeler ou envoyer un message ou pour se localiser, un mobile doit signaler sa demande au réseau
- Il utilise le RACH. L'accès à ce canal est partagé avec tous les autres mobiles. C'est un accès aléatoire de type **ALOHA discrétisé**
- Le burst RACH est plus court que le burst normal car le mobile ne connaît pas le délai de propagation entre l'endroit où il est et la station de base
- On envisage donc un délai de garde pour une distance maximale de 37.8 km

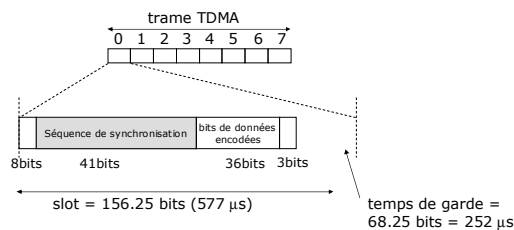
19

Le RACH

- Une séquence de synchronisation plus longue que dans le burst normal car le mobile n'est pas totalement synchronisé
- Données utiles
 - Le code couleur BSIC de la station de base
 - La catégorie du service demandé
 - Un nombre aléatoire codé sur au plus 5 bits

20

Le RACH



21

Le AGCH (Access Grant CHannel)

- La station de base utilise ce canal pour allouer un canal de signalisation dédié pour identifier le mobile, l'authentifier et déterminer précisément sa demande
- Contient le numéro de la porteuse et le numéro du slot, et le TA
- Un message d'allocation est inclus dans un mot de 23 octets, codé en 8 blocs de 57 bits. Ces blocs sont entrelacés sur 4 bursts normaux

22

Le PCH (Paging CHannel)

- Pour un appel, un message court ou une authentification, la BTS diffuse l'identité du mobile sur un ensemble de cellules
- Cette diffusion utilise le PCH
- Le mobile répond en utilisant le RACH
- Un ou plusieurs messages d'appel peuvent être inclus dans un mot de 23 octets codé en 8 blocs de 57 bits. Ces blocs sont entrelacés sur 4 bursts normaux
- Il est possible d'appeler jusqu'à 4 mobiles en utilisant le même message
 - On utilise le TMSI qui est plus court que IMSI

23

IMSI et TMSI

- **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)** : c'est l'identité d'un abonné. C'est différent du numéro d'abonné
- Avantage : gestion plus souple des abonnements
 - Préparer des cartes SIM standards avec les paramètres d'abonnements les plus classiques
 - Le client peut choisir son numéro. Aucune opération à effectuer sur la carte elle-même
 - En cas de perte ou vol, tout appel comportant l'IMSI est interdit
 - On peut avoir plusieurs numéros pour la même identité : différencier une télécopie d'un appel normal
- **TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity)** est une identité attribuée au mobile localement, c'est-à-dire dans la zone gérée par le VLR courant du mobile
 - Avantage : transporter aussi rarement que possible l'IMSI sur l'interface radio pour des questions de **sécurité** (un intrus peut intercepter l'IMSI) et de **confidentialité** (on peut identifier l'abonné en communication)

24

Le CBCH (Cell Broadcast Channel)

- Diffusion de la BTS d'informations spécifiques
 - Informations routières
 - Météo
- Il utilise certains slots de la multiframe à 51

25

Multiplexage des CCCH

- Le PCH et le AGCH peuvent avoir des configurations variables selon la capacité de la station de base
- Multiplexés sur une multiframe à 51 avec le BCCH
 - Occuper une partie du slot 0 si la station de base a une petite capacité
 - Occuper l'ensemble du slot 0 hormis les slots occupés par le FCCH et le SCH si la station de base a une capacité moyenne
 - Occuper les slots 0, 2, 4 et 6 si la station écoule beaucoup de trafic

26

Multiplexage des CCCH

- A chaque slot utilisé par un canal logique descendant correspond un slot montant (son miroir dans le canal physique duplex concerné)
- L'ensemble des slots montants, miroirs des slots descendants utilisés par les canaux FCCH, SCH, BCCH, PCH et AGCH sont disponibles pour l'accès : utilisés comme RACH

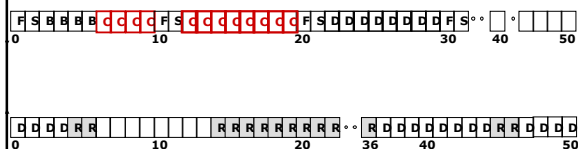
27

Multiplexage des CCCH

- Première configuration
 - Slot 0
 - 12 slots par multiframe pour le PCH et AGCH
- Deuxième configuration
 - Slot 0, 2, 4 ou 6
 - 36 slots par multiframe pour le PCH et AGCH pour chaque slot utilisé
- Les configurations possibles pour RACH ?

28

Multiplexage des CCCH : première configuration ou configuration minimale



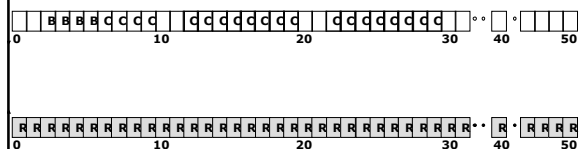
B : BCCH, R : RACH, D : SDCCH

C : PCH + AGCH

Cette structure n'est possible que sur le slot 0

29

Multiplexage des CCCH : deuxième configuration ou configuration maximale



B : BCCH, R : RACH

C : PCH + AGCH

Les bursts non marqués correspondent à des FCCH et SCH si la multiframe concerne le slot 0 ou bien à des bursts de bourrage si la multiframe concerne les slots 2, 4 ou 6

30

Le SDCCH (Stand-alone Dedicated Channel)

- Négocier l'allocation d'un TCH
- La mise à jour de la localisation
- L'authentification
- La commande de chiffrement

31

Le TCH (Traffic CHannel)

- Données utilisateur : voix ou données

32

Le SACCH (Slow Associated Control Channel)

- Il faut contrôler en permanence les canaux dédiés à savoir le SDCCH et le TCH
- C'est le rôle du SACCH
 - Information sur le TA
 - Contrôle de la puissance du terminal
 - Contrôle de la qualité du lien radio
 - Rapatriement des mesures effectuées sur les stations voisines
- Le TCH et son SACCH sont multiplexés sur une multitrame à 26, le SACCH est envoyé dans la 12^{ème} trame
- Le SDCCH et son SACCH sont multiplexés sur une multitrame à 51

33

Multiplexage du SDCCH et SACCH

- Un SDCCH et son SACCH sont multiplexés sur le même canal physique duplex avec d'autres couples SDCCH-SACCH
- Le multiplexage repose sur une multitrame à 51 trames pour les SDCCH et sur une suite de deux multitrames à 51 pour les SACCH
- Un time slot configuré comme canal SDCCH -> 8 liens SDCCH (un lien SDCCH nécessite un time slot/8)
- Voir document joint

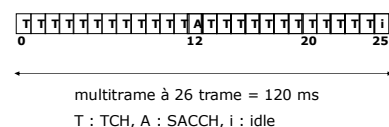
34

Multiplexage du TCH et SACCH

- Le codec parole délivre 260 bits toutes les 20ms codés sur 8 demi bursts (456=8 x 114/2 bits) ou 4 bursts
- Il faut transmettre un burst toutes les 5 ms
- Mais la trame TDMA est plus courte : 4.615 ms
- Pendant 120 ms, on engendre 24 bursts et le mobile dispose de 26 slots : 2 slots sont libres
 - Un slot (12) est utilisé pour le SACCH
 - L'autre (25) est idle (au repos)
 - Utilisé pour scruter les voies balises des cellules voisines

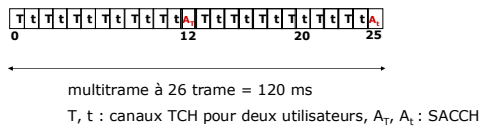
35

Multiplexage du TCH à plein débit



36

Multiplexage du TCH à demi débit



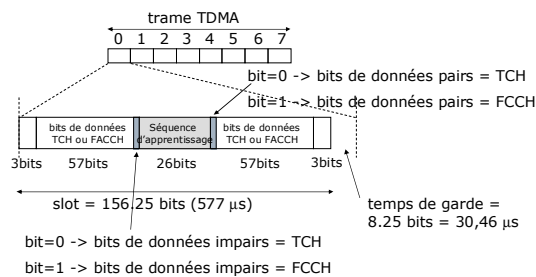
37

Le FACCH (Fast Associated Control Channel)

- ☐ Signalisation urgente comme le handover
- ☐ Vol de la capacité destinée aux informations utilisateurs
- ☐ Multiplexage?

38

Structure du burst TCH ou FACCH



39

Scrutation

- ☐ Le mobile ne se contente pas de recevoir et d'émettre : il scrute les fréquences balises des cellules voisines
- ☐ Il peut lire le slot 0 d'une BTS quelconque toutes les 26 trames TDMA
- ☐ Il peut donc lire le FCCH et le SCH

40