

# **Télécommunications et Applications**

Par: MEBTOUCHE Hanane

# **Sommaire :**

**Chapitre 1.** Introduction aux Applications des Télécommunications

**Chapitre 2.** Introduction à la téléphonie

**Chapitre 3.** Introduction à la radiodiffusion et la télévision

**Chapitre 4.** Autres applications des télécommunications

# **Chapitre 2:**

## **Introduction à la téléphonie**

# **Sommaire :**

**1. Principe de base de la téléphonie**

**2. Introduction au réseau de téléphonie  
commuté (RTC)**

**3. Introduction au réseau de téléphonie Mobile  
(cellulaire)**

# 3. Introduction au réseau de téléphonie Mobile (cellulaire)

*Qu'est-ce qu'un réseau mobile ?*

*Un réseau avec des liaisons sans fil*

*Pourquoi faut-il un réseau ?*

*La structure du réseau téléphonique*

*La structure du réseau fixe*

*La signalisation du réseau fixe :le système sémaphore*

**Réseaux fixes vs. Mobiles:**

*Comment émettre ?*

*Comment recevoir ?*

*La structure du réseau mobile:*

**Les 4 générations de mobiles:**

*Schéma général du réseau mobile*

*Une communication dans le réseau*

*Les débits nécessaires aux applications  
des télécommunications mobiles:*

# 3. Introduction au réseau de téléphonie Mobile (cellulaire)

## *Qu'est-ce qu'un réseau mobile ?*

- *Un réseau téléphonique*

- *Un réseau destiné à transmettre essentiellement de la voix*

*On limite la bande de fréquence transmise*

*entre 0 à 4000 Hz Ce n'est pas de la HiFi, mais c'est suffisant pour être compris dans toutes les langues*

- *Un réseau de structure similaire à celle du téléphone fixe*

*Mêmes services Méthode similaire pour appeler ou trouver le correspondant*

- *Un réseau qui se connecte à tous les réseaux disponibles*

# ***• Un réseau avec des liaisons sans fil***

***-Entre le mobile et une entrée dans le réseau, il faut deux liaisons radio utilisant chacune une porteuse (comme si en FM on parlait sur France Info 105.5 MHz et comme si on écoutait Rires et Chansons sur 97.4 MHz)***

***-Il faut demander et obtenir une bande de fréquences spécifique au réseau pour éviter des brouillages***

***C'est un problème compliqué car la ressource est RARE et donc CHERE***

***-Le signal reçu sur le mobile est TRES fluctuant***

***Il faut concevoir le système pour que les conversations soient compréhensibles malgré tout***

***-Le réseau doit avoir beaucoup d'utilisateurs pour être rentable et les technologies doivent donc être éprouvées***

- *Un réseau permettant de se déplacer*

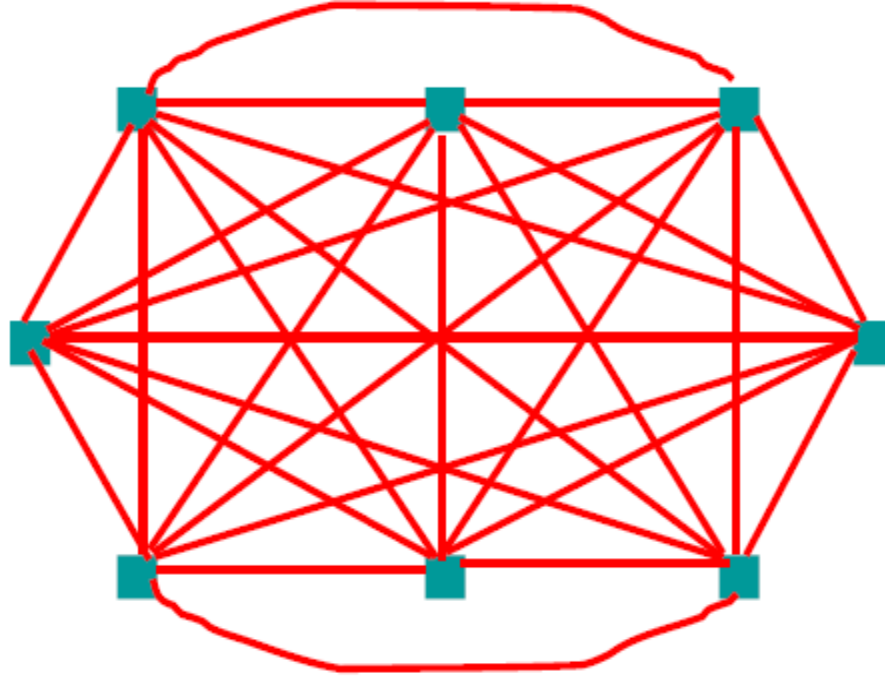
- Une couverture (inter)nationale avec de nombreuses antennes fixes*

- La possibilité de passer de l'une a l'autre lorsque la réception devient mauvaise (itinérance)*



# ***Pourquoi faut-il un réseau ?***

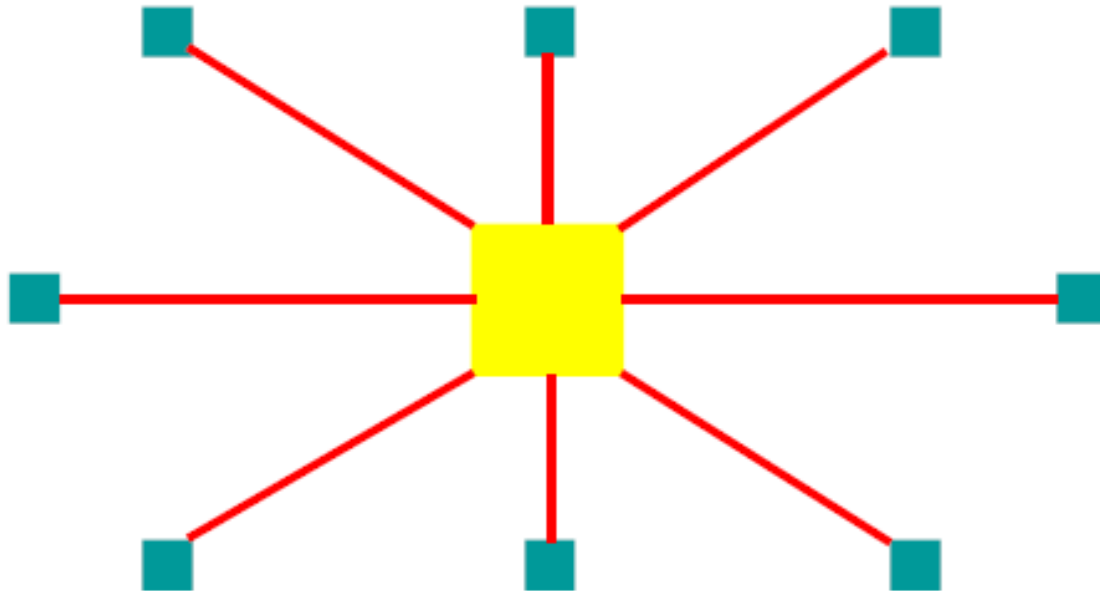
***La meilleure méthode serait de relier les correspondants 2 à 2***



***S'il y a  $n$  correspondants, il faut  $n(n - 1)/2$  lignes  
et le poste de chacun comporte  $(n - 1)$  lignes***

***Même avec 1000 abonnés, c'est IMPOSSIBLE***

***La solution pratique:  
Un réseau en étoile***

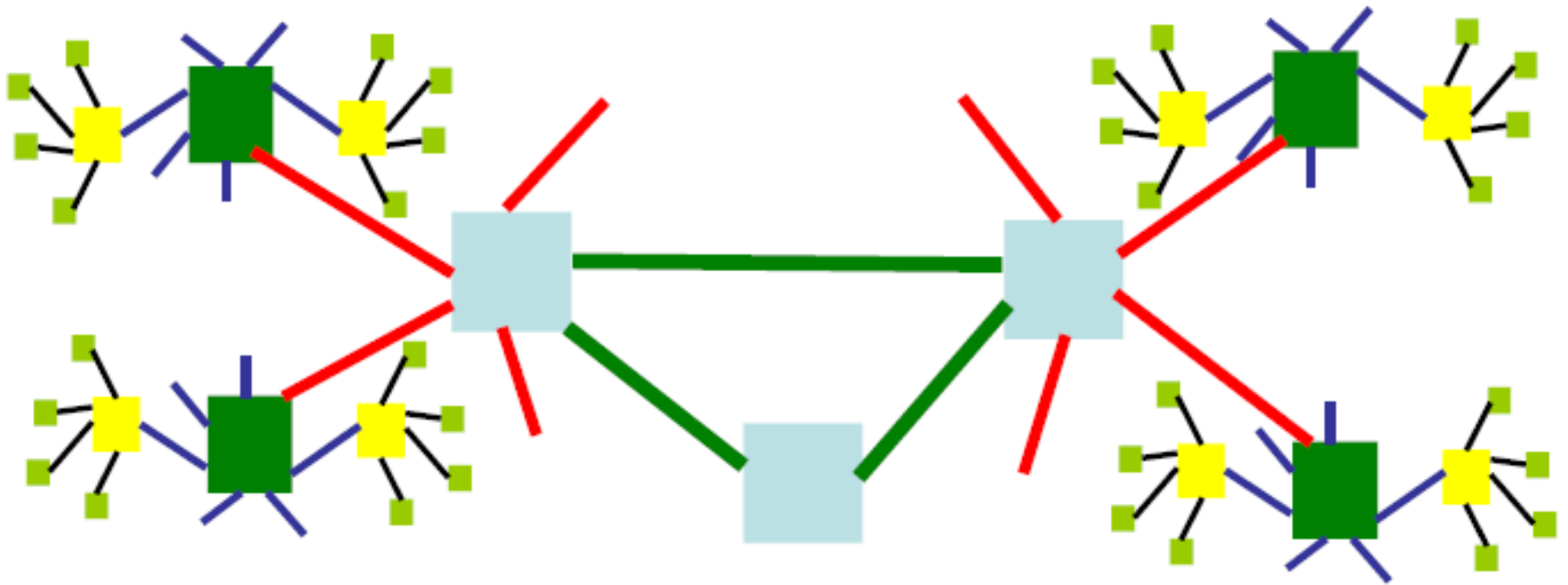


***Chaque abonné n'est relié que par UNE ligne  
Mais il faut un COMMUTATEUR pour créer une liaison  
entre abonnés***

# ***La structure du réseau téléphonique:***

***Il n'est pas possible d'avoir un seul commutateur***

***Les commutateurs sont reliés entre eux par des Centres de transit  
(commutateurs de commutateurs) qui peuvent être reliés entre eux  
par des centres de transit principaux***



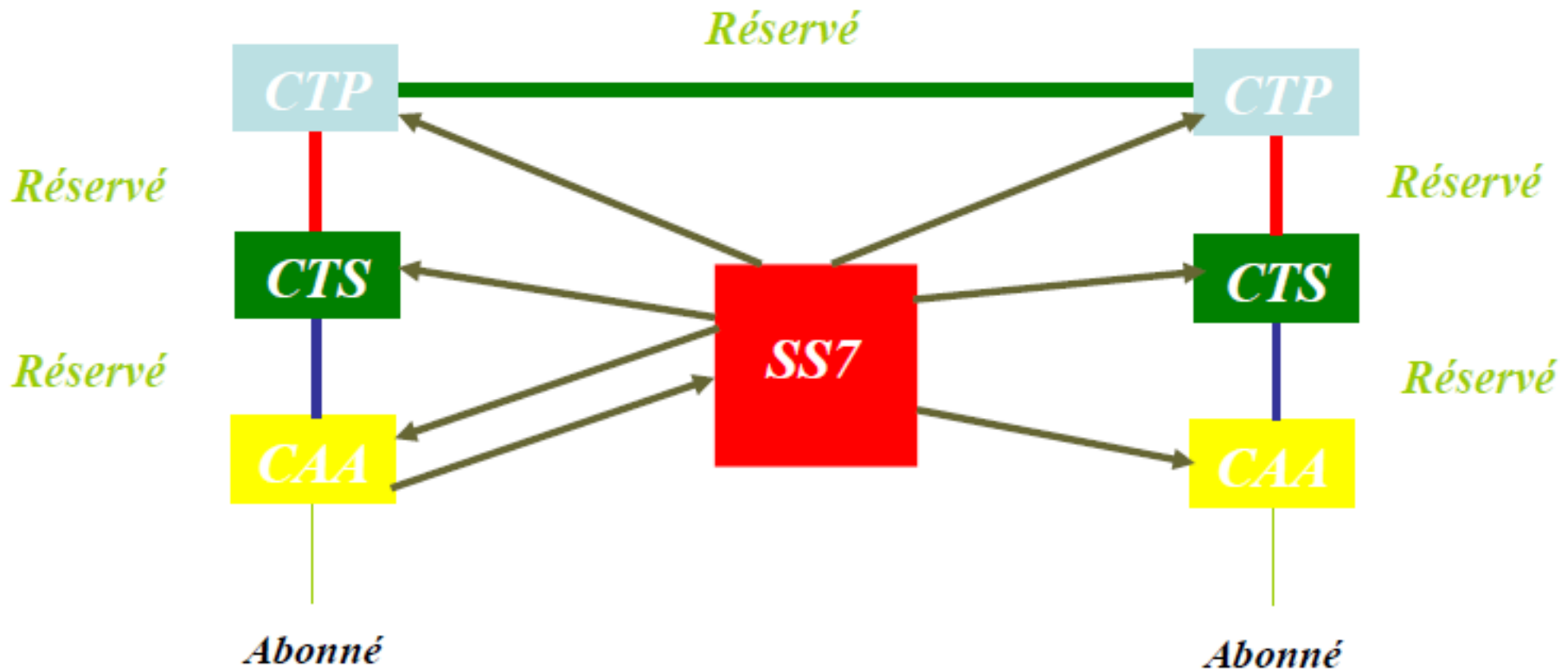
## ***La structure du réseau fixe:***

- Il faut trouver un chemin entre l'appelant et l'appelé C'est le système de signalisation qui fait le travail***
- Pour le réseau fixe, c'est facile à faire, car le numéro de téléphone donne la localisation du correspondant***

**04 91 82 60 22**

**Sud-Est PACA Marseille Luminy 6022 eme**

# *La signalisation du réseau fixe : le système sémaphore*



# Réseaux fixes vs. Mobiles:

## Réseaux fixes

- Système filaire,
- Usagers disposent d'un poste fixe (point d'accès réseau fixe),
- Point d'accès à une adresse physique.

## Réseaux mobiles

- Système sans fil,
- Usagers itinérants,
- Adressage logique,
- Spectre radio (plages de fréquences).

# Réseaux fixes vs. Mobiles:

- **Limitation du spectre:**

- **radio : la capacité du spectre ne peut pas être étendue**  
avec les mêmes possibilités que pour le fixe

- **fixe : dans les systèmes filaires, on peut ajouter des câbles**  
supplémentaires pour accroître les capacités.

- **Variation de la qualité:**

- **radio : la qualité des liens de transmissions (liens radio) est**  
variable a cause de :

- La mobilité des usagers,
- Changement de l'environnement.

- **fixe : la qualité des liens de transmission est élevée et**  
constante.

# Réseaux fixes vs. Mobiles:

- **Variabilité des points d'accès:**
  - fixe : les usagers communiquent via un point d'accès fixe
  - radio : les usagers communiquent via un point d'accès variable
- **L'utilisateur peut changer de point d'accès réseau entre 2 connexions et au cours de la même connexion (handover):**

gestion de la mobilité (2 niveaux) :

  - du point de vue réseau : permettre au système de retrouver un abonné (localisation)
  - du point de vue utilisateur : éviter l'interruption d'une communication lors du déplacement, et du changement de point d'accès



# Réseaux fixes vs. Mobiles:

- **Sécurité du support de transmission:**

- radio : Nécessite d'intégrer une notion de sécurité supplémentaire

car les communications peuvent être écoutées, par n'importe qui sur le canal radio qui est communément utilisé.

- **Gestion des spectres:**

- Les ondes radio : spectre radio + espace environnant ces ondes.

Les ondes radio sont des ressources mondialement partagées (télévision, radio diffusion, télécommunication, etc.)

- partage du spectre, réglementé au niveau national et international.
- établissement de règles et procédures pour la planification et l'utilisation de bande de fréquences.

# Organismes de gestion des mobiles:

## **UIT(Union Internationale de Télécommunications)**

- région 1 : Europe, Afrique et Moyen orient,
  - région 2 : Amérique et Groenland,
  - région 3 : Asie, Océanie
  - **Pour chaque région: plans de fréquences correspondants aux besoins locaux.**
  - **Niveau Europe**
    - CEPT (Conférence Européenne d'Administration des Postes et Télécommunications)
- ETSI (European Technical Standard Institute)
- Établit les spécifications techniques pour les systèmes radio qui sont exploites en Europe (GSM, Hyperlan, etc)

## ***Comment émettre ?***

- ***On ne peut pas émettre directement une information***

***(parole, musique, données binaires, etc.) car tout serait mélange et indiscernable***

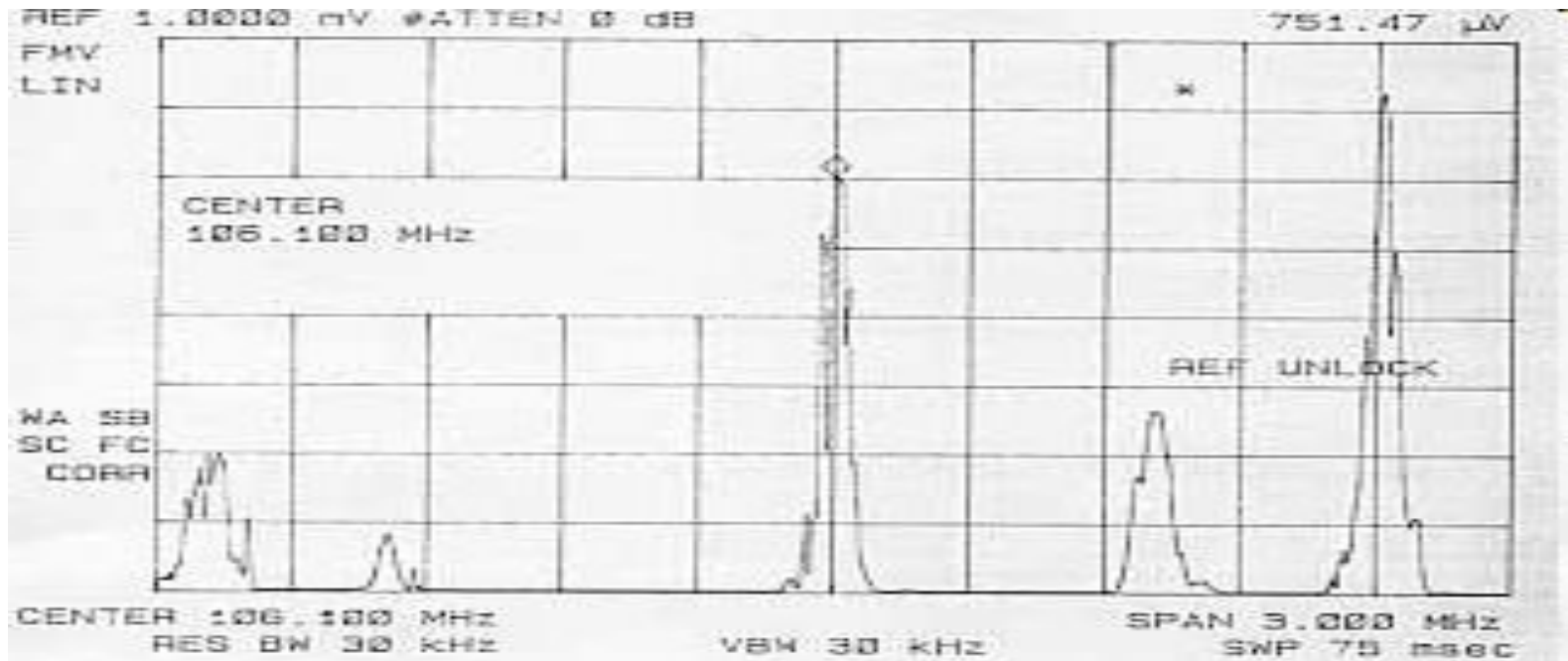
- ***Pour pouvoir séparer les émissions, on choisit pour chacune une fréquence centrale, appelée porteuse :***  $U = a \sin(\omega t + \varphi)$

***et on fait varier  $a$ ,  $\omega$  ou  $\varphi$  en fonction de l'information par exemple  $a = 1 + A \sin \Omega t$  avec  $A < 1$  ou  $A \sin \Omega t$  est le signal à transmettre***

- ***Suivant les cas, on a une émission en AM, FM ou PM***

## ***Comment émettre ?***

- ***Ces modifications entraînent l'apparition de nouvelles fréquences autour de la porteuse***
- ***On obtient un spectre de fréquence d'autant plus large qu'on a beaucoup d'informations à transmettre***



***Spectre de la bande radio FM autour de 106,1 MHz***

# Comment recevoir ?

- ***Pour recevoir, il faut se centrer sur la fréquence porteuse et utiliser un dispositif complexe qui recherche les informations autour de la porteuse***
- ***Par commodité, on ne cite que la fréquence de la porteuse***
- ***Dans la bande FM, les stations de radio sont émises sur des porteuses proches de 100 MHz et distantes de 400 kHz***

|        |    |   |
|--------|----|---|
| 101.1* | D  | <b>RADIO CLASSIQUE</b><br>(SAS Radio Classique)     |
| 101.5  | D  | <b>RADIO NOVA</b><br>(SARL Radio Nova)              |
| 101.9* | D  | <b>FUN RADIO</b><br>(SA Serc)                       |
| 102.3  | B  | <b>OUI FM</b><br>(SAS Oui FM)                       |
| 102.7  | D  | <b>MFM</b><br>(SARL Cirtes)                         |
| 103.1  | E  | <b>RMC</b><br>(SAM Radio Monte-Carlo)               |
| 103.5* | C  | <b>EUROPE 2 PARIS</b><br>(SA Europe 2 Paris)        |
| 103.9* | D  | <b>RFM</b><br>(SNC Performances)                    |
| 104.3* | E  | <b>RTL</b><br>(SA CLT- UFA)                         |
| 104.7* | E  | <b>EUROPE 1</b><br>(SAM Lagardère Active Broadcast) |
| 105.1* | SP | <b>FIP</b>  |
| 105.5* | SP | <b>FRANCE INFO</b>                                  |
| 105.9* | D  | <b>RTL 2</b><br>(SA Soderia)                        |

***Frequences centrales de radios FM à Paris***

## ***La structure du réseau mobile:***

- ***Le réseau mobile est la suite du téléphone fixe***
- ***Il en possède tous les services***
- ***Il a une structure très similaire***
- ***Aux USA, il a d'abord été analogique***

***Ce fut le réseau 1G***

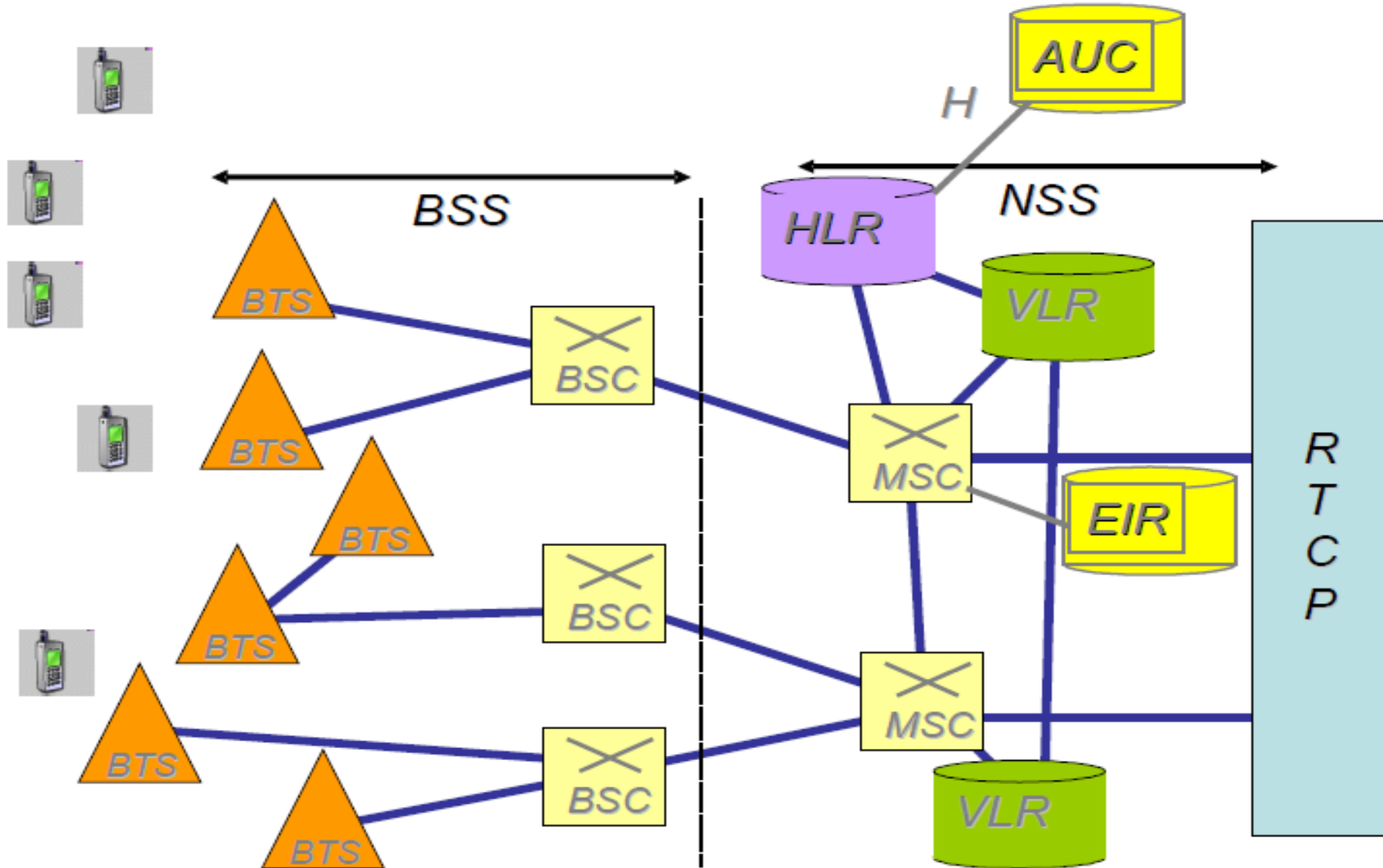
- ***En Europe, on est passé directement en numérique :***

***C'est le GSM ou réseau 2G***

# **Les 4 générations de mobiles:**

- **G1 : téléphones mobiles analogiques**
- **G2 : réseaux GSM (Global System for Mobile Comm.)**
- **G3 : réseaux UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)**
- **G4 : réseau LTE (Long Term Evolution)**
- **G5 : en cours de développement ...**

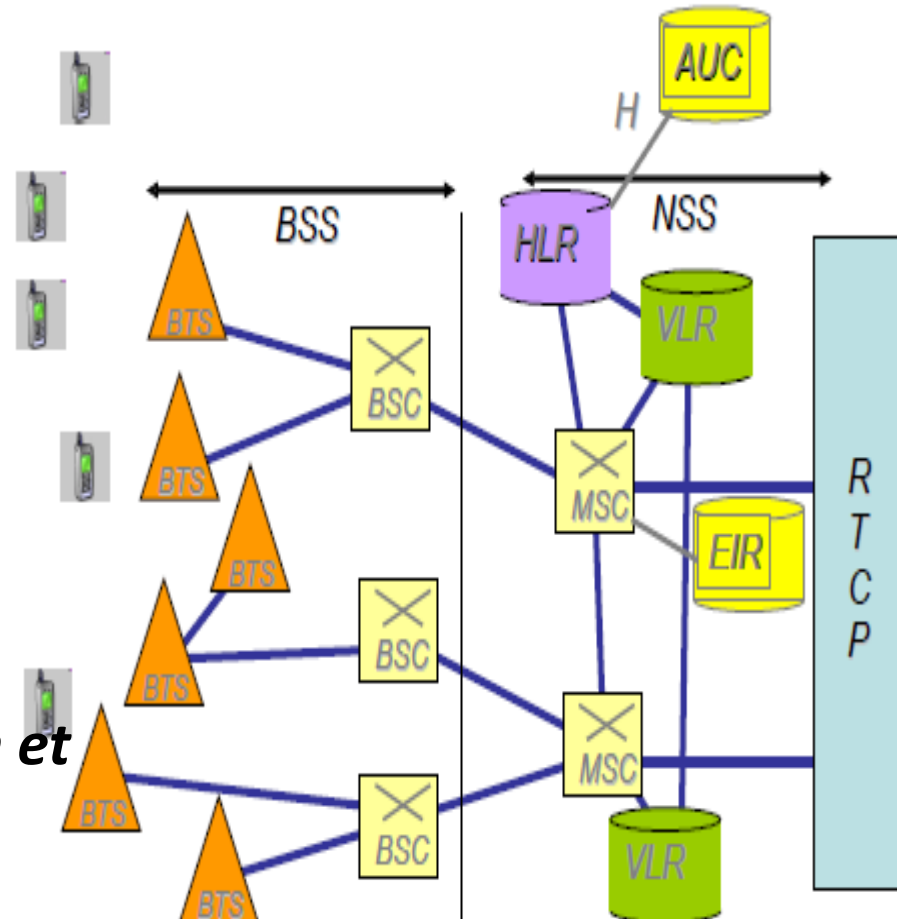
# Schéma général du réseau mobile:



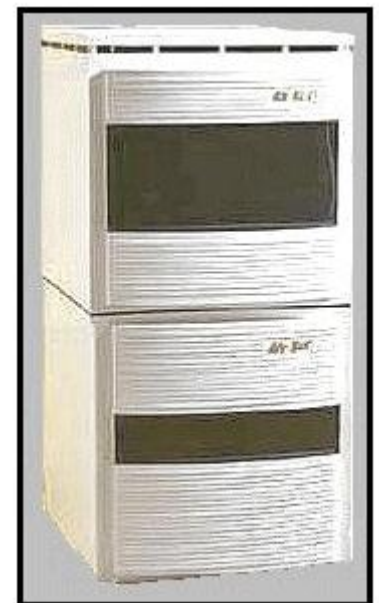


# Les composants du réseau

- **BSS**
  - **BTS** ou **Base Transceiver Station**
    - émetteurs récepteurs + une certaine intelligence
  - **BSC** (**Base Station Controller**)
    - contrôle un ensemble de BTS
- **NSS**
  - **MSC** ou **Mobile services Switching Center**
    - Commutateurs mobiles
    - Visitor Location Register
  - **HLR** ou **Home Location Register**
    - base de données de localisation et de caractérisation des abonnés

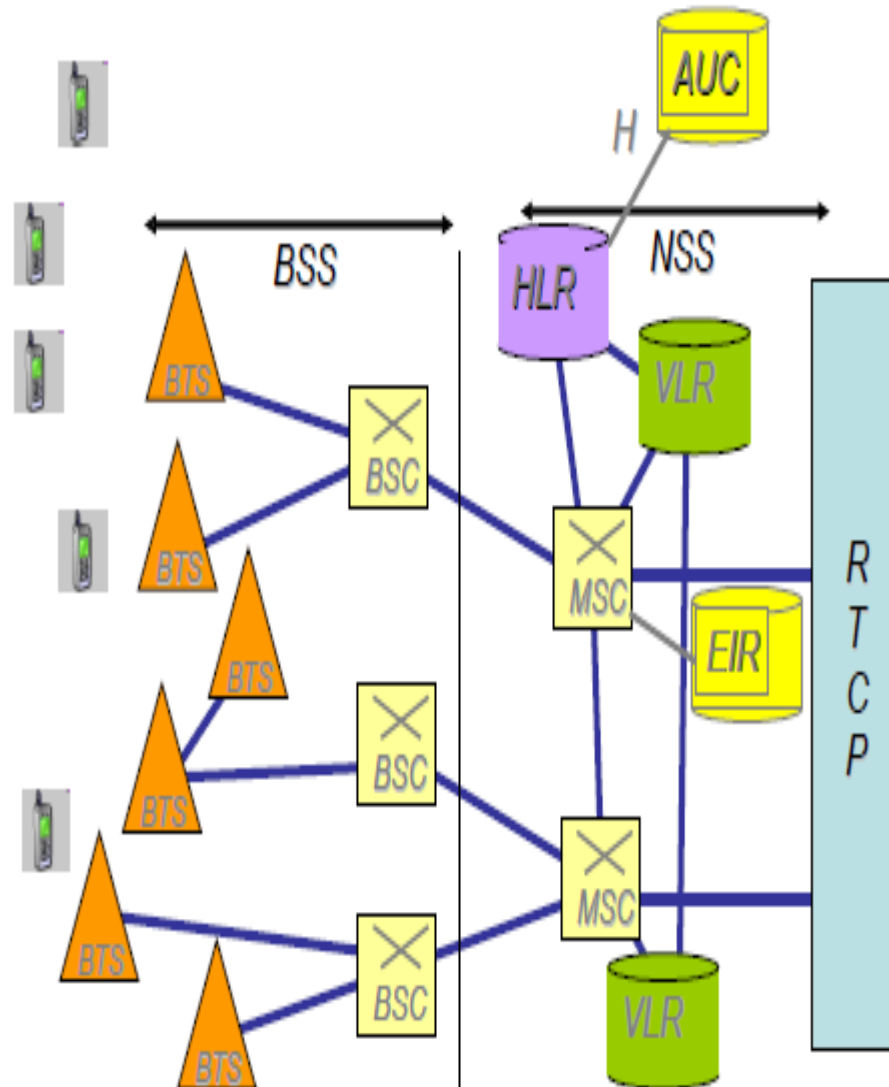


# *Exemples de BTS*



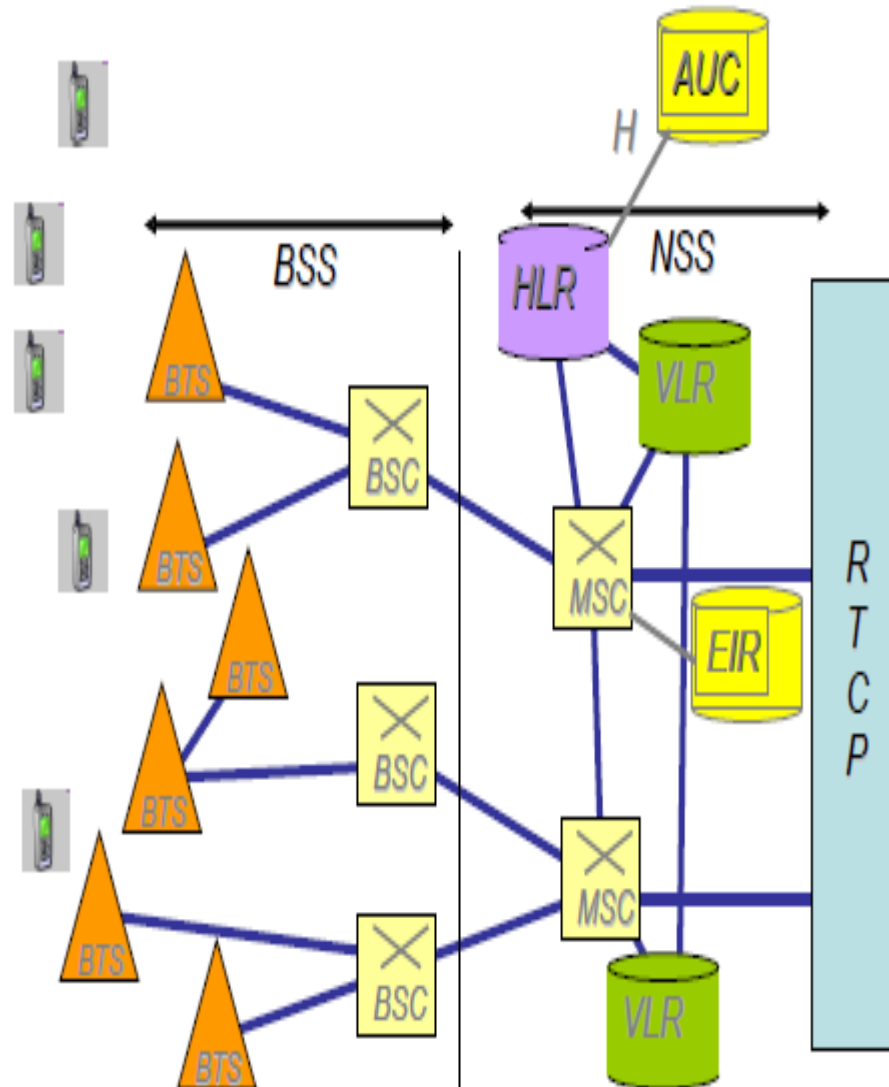
# Fonctions du HLR

- *Mémore les caractéristiques d'un abonne*
  - *Identification internationale*
  - *Numéro d'annuaire d'abonne*
  - *Profil d'abonnement*
- *Mémore le VLR ou l'abonne est connecte (même a l'etranger)*
- *Centralise ou non*



# Fonctions du MSC et du VLR

- **Commutateur du service mobile**
- **Communication mobile <> autre MSC**
- **Handover si hors BSC**
- **Gere le VLR pour la mobilité des usagers (détermination de la cellule ou se trouve le mobile)**
- **Fonction de passerelle avec RTC**



## ***Deux points spécifiques:***

- ***Itinérance***

- ***Elle nécessite la connaissance de la localisation de chaque mobile***
- ***Le mobile doit rester actif >> même en état de veille***

- ***Canal radio***

- ***Il nécessite une authentification de l'abonné***
- ***Pour des raisons de sûreté, l'identité de l'utilisateur doit pas être connue (identité temporaire)***
- ***Pour des raisons de sûreté, le contenu de la conversation peut être caché (chiffrement)***

# ***Vers une utilisation rationnelle des fréquences:***

- ***Le téléphone mobile dispose de 2 groupes de 2 fréquences (bibande)***

|  |   |
|--|---|
| <b><i>890-915 MHz<br/>Liaison montante</i></b>   | <b><i>935-960 MHz<br/>Liaison descendante</i></b>   |
| <b><i>1710-1785 MHz<br/>Liaison montante</i></b> | <b><i>1805-1880 MHz<br/>Liaison descendante</i></b> |

- ***On ne sait pas découper ces groupes en canaux de moins de 200kHz***
- ***Cela n'autorise que 500 correspondants simultanés en France***
- ***Ce n'est pas raisonnable ni rentable***
- ***Il faut rationaliser l'utilisation des canaux***

# ***Une première solution : le multiplexage numérique***

- On transforme la parole en signal numérique, c'est-à-dire en une série de bits***
- On découpe le signal en segments égaux***
- On compresse chaque segment***
- Cela laisse de la place pour une autre conversation compressée de la même façon***



# ***Une première solution : le multiplexage numérique***

- On transmet ainsi plusieurs conversations, mais avec un débit binaire plus grand***
- En téléphone fixe, on transmet 30 conversation simultanées***
- En téléphone mobile, on transmet 8 conversations simultanées***
- On gagne un facteur 8 sur le nombre total de correspondants***
- A la réception, on suit le schéma inverse en donnant le numéro de la tranche de temps à récupérer***



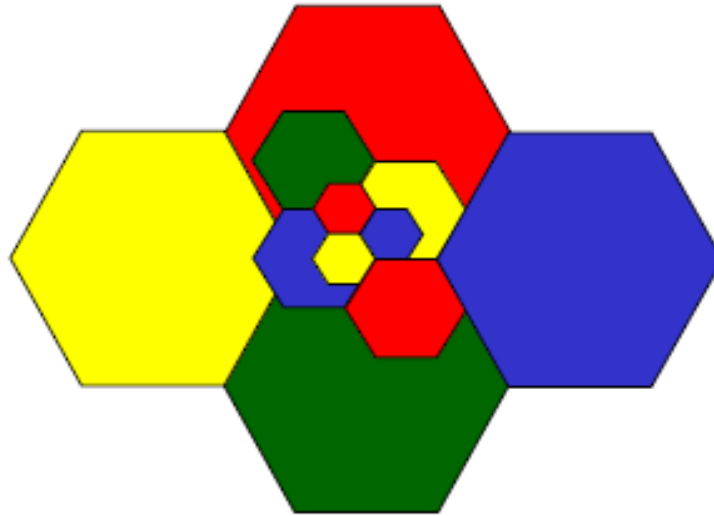
## ***Une deuxième solution : la création de cellules***

- Les BTS émettent des ondes qui se propagent en ligne droite et sur une zone qui dépend de la hauteur de l'antenne et de la puissance émise***
- Pour avoir une continuité de fonctionnement, ces zones doivent se recouper Les fréquences de zones contigües doivent être différentes***
- Entre deux zones éloignées, on peut **réutiliser les fréquences*****

# ***Un réseau cellulaire:***

***L'espace à couvrir est divisé en cellules dans lesquelles les fréquences utilisables sont différentes***

***Les fréquences sont réutilisables entre cellules éloignées***



***On essaie de faire en sorte que le nombre de correspondants potentiels dans chaque cellule soit du même ordre (~100)***

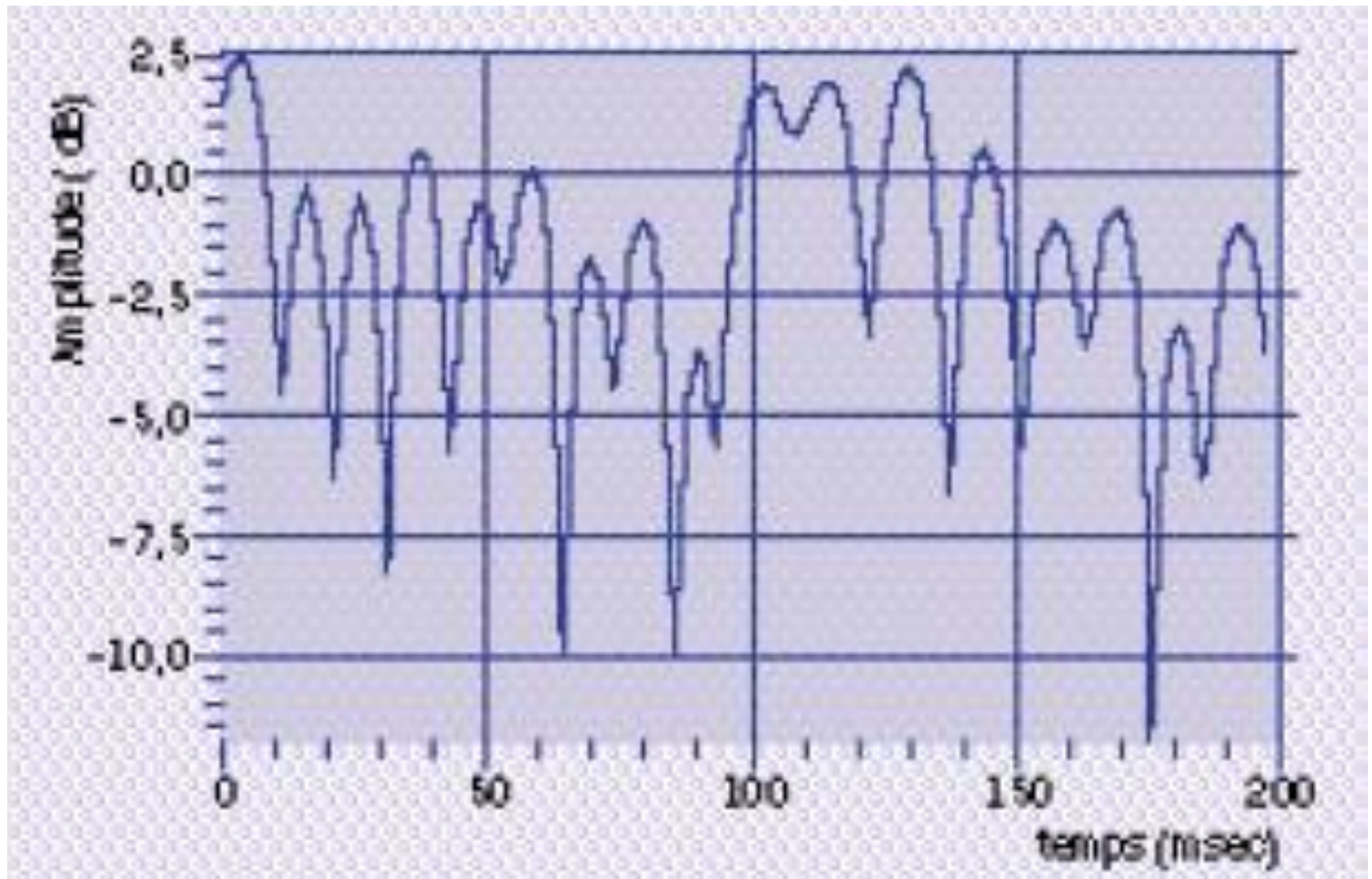
***Dans les zones urbanisées les cellules sont plus petites (~100m) qu'à la campagne (~30km) ou en banlieue (~qq km)***

# ***Un réseau (inter)national:***

***Chaque BTS a a sa disposition un nombre restreint de fréquences (au plus 8) pour un nombre restreint de conversations (au plus 64)***

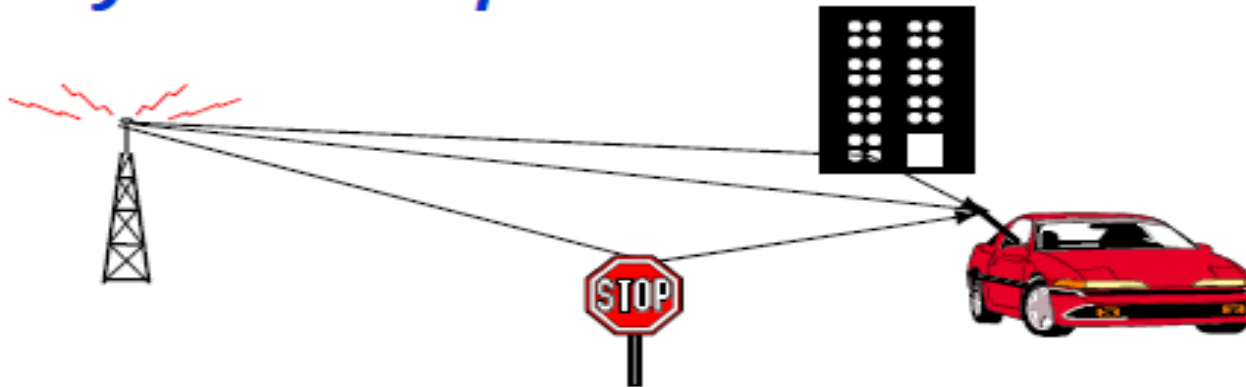
- La taille de la cellule dépend d'études de la fréquentation de la zone considérée ; en cas de sur-occupation, certaines conversations sont coupées***
- Les fréquences changent entre BTS contigües et le mobile doit s'adapter ; il y a une nécessité permanente de dialogue entre le mobile et les BTS***
- Il y a des cellules dormantes qui sont activées lorsque c'est nécessaire (Stade de France p.ex.)***

***Mais il y a un problème :  
le signal radio est très fluctuant***



# ***L'origine de la fluctuation : les chemins multiples***

- ***Le signal reçu, surtout en ville, est la somme de signaux ayant suivi plusieurs chemins***



- ***Il peut en résulter des interférences destructives imprévisibles et inopinées, par exemple quand :***

$$u = a \sin(\omega t - 2\pi l_1 / \lambda) + a \sin(\omega t - 2\pi l_2 / \lambda)$$

***Si  $l_1 - l_2 = (2n+1)\lambda/2$ , on a :***

$$u = 0 !!$$

# ***Comment le corriger:***

***La fluctuation est trop rapide pour être corrigée en temps réel***

- ***On envoie régulièrement une séquence connue, on constate sa dégradation et on recherche un moyen algorithmique de la corriger***
- ***Cet algorithme est appliqué aux données émises juste avant et juste après l'émission de la séquence connue, appelée **Séquence d'apprentissage*****

## ***Une autre cause de fluctuation : la distance***

***Plus on s'éloigne d'une BTS, plus le signal est faible (il varie en  $1/r^2$ )***

- ***Sauf en cas d'excès de vitesse, cette variation est lente et peut être corrigée en augmentant le gain***

- ***Si le signal reçu par la BTS est faible, le signal reçu par le mobile est faible***

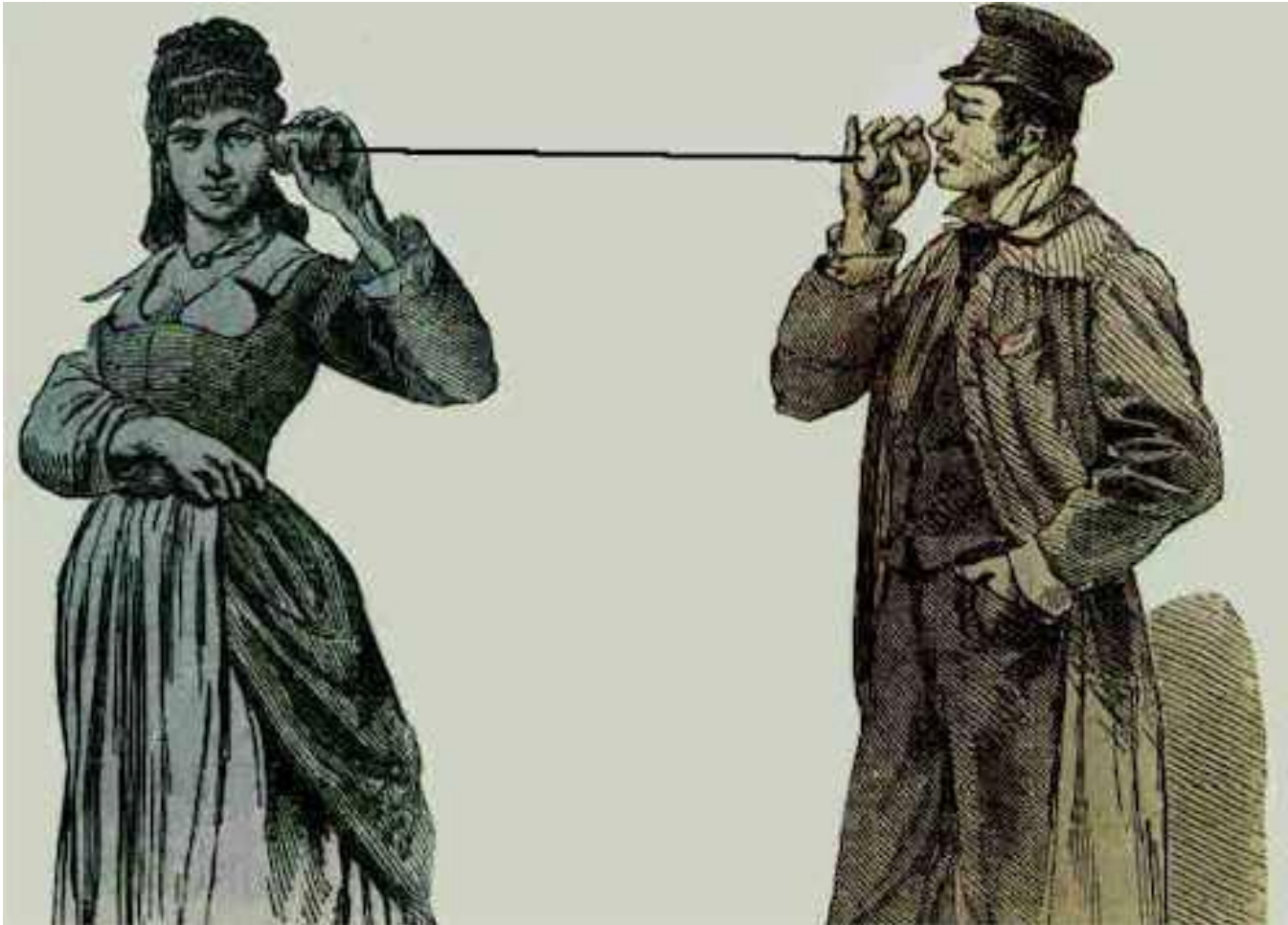
- ***L'indicateur de niveau de réception sur le mobile permet de modifier la puissance reçue :***

***Moins il y a de barres, plus la puissance émise est grande***



# ***Une communication dans le réseau:***

***La communication entre deux interlocuteurs :  
l'appel a partir d'un mobile***





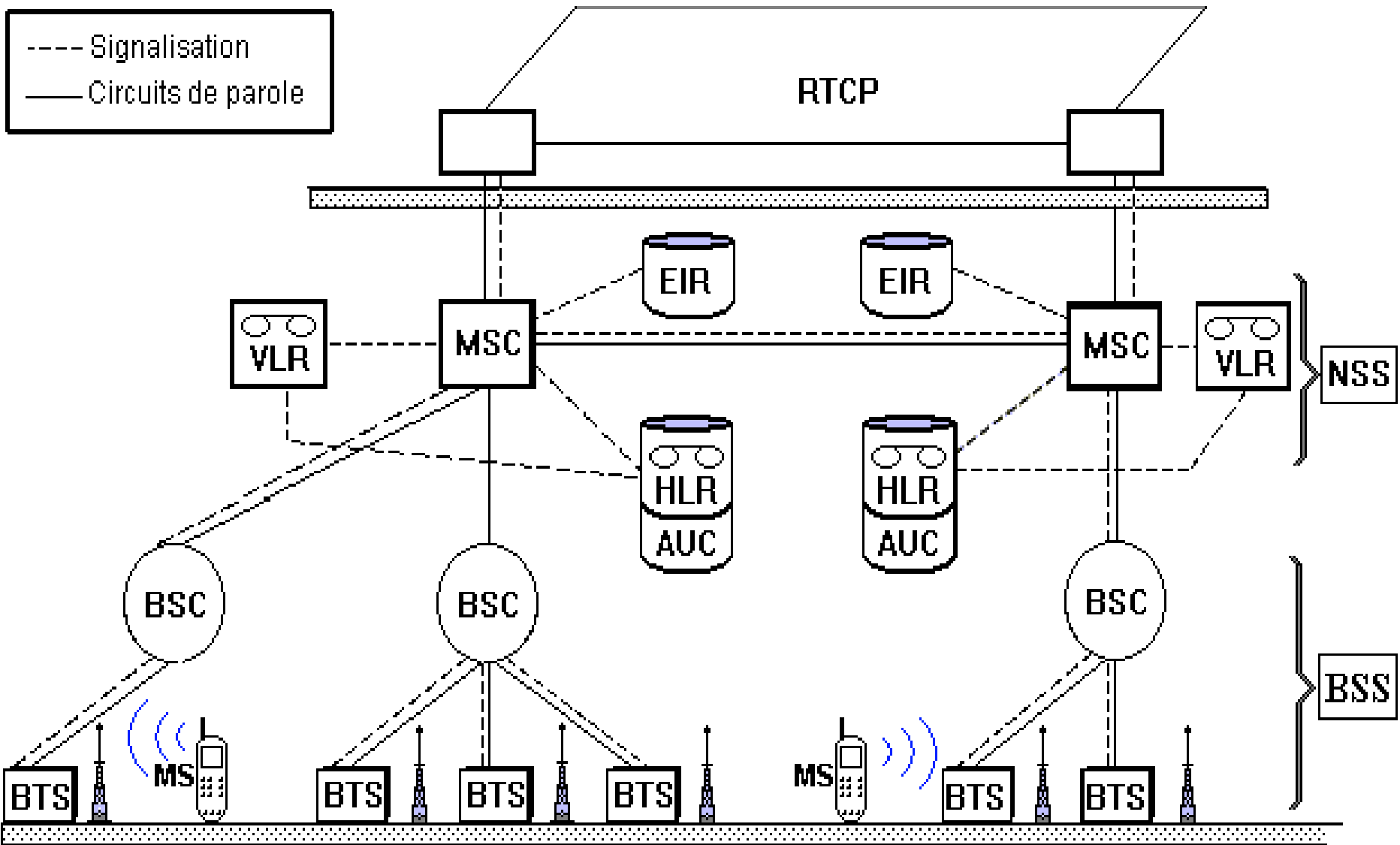
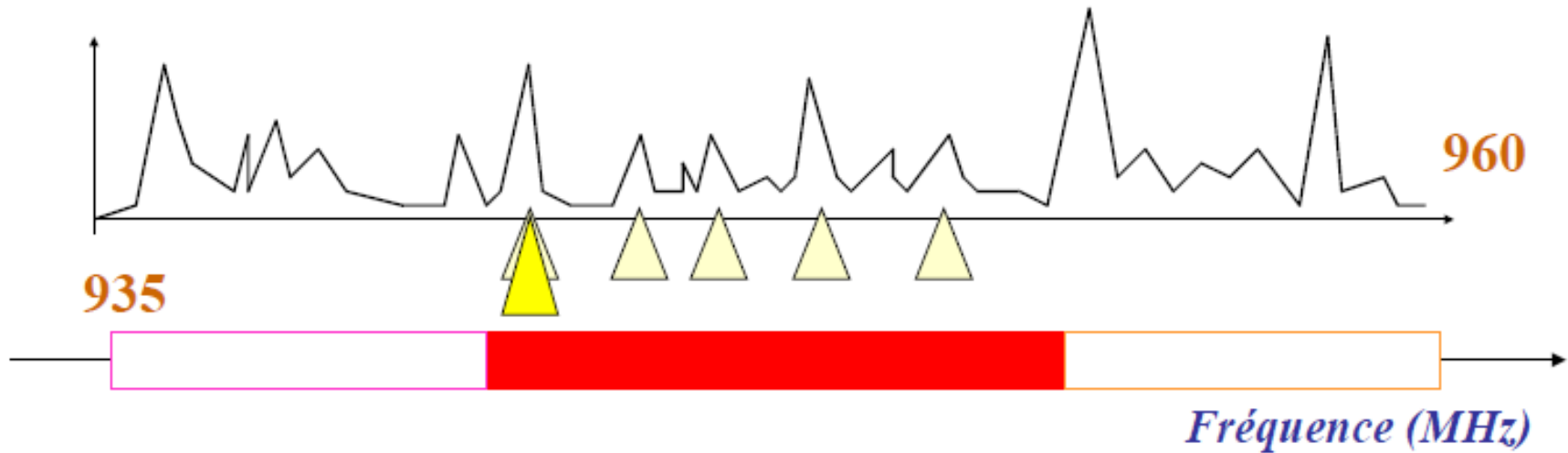


Figure 1.1

# ***Que se passe-t-il au départ ?***

***Le mobile n'a pas d'information pour se connecter au réseau***



- ***Il cherche les pics d'énergie dans la bande dont dispose l'opérateur***
- ***Il mémorise les 5 pics les plus significatifs***
- ***Il cherche à s'inscrire sur la BTS qui envoie le signal le plus important***

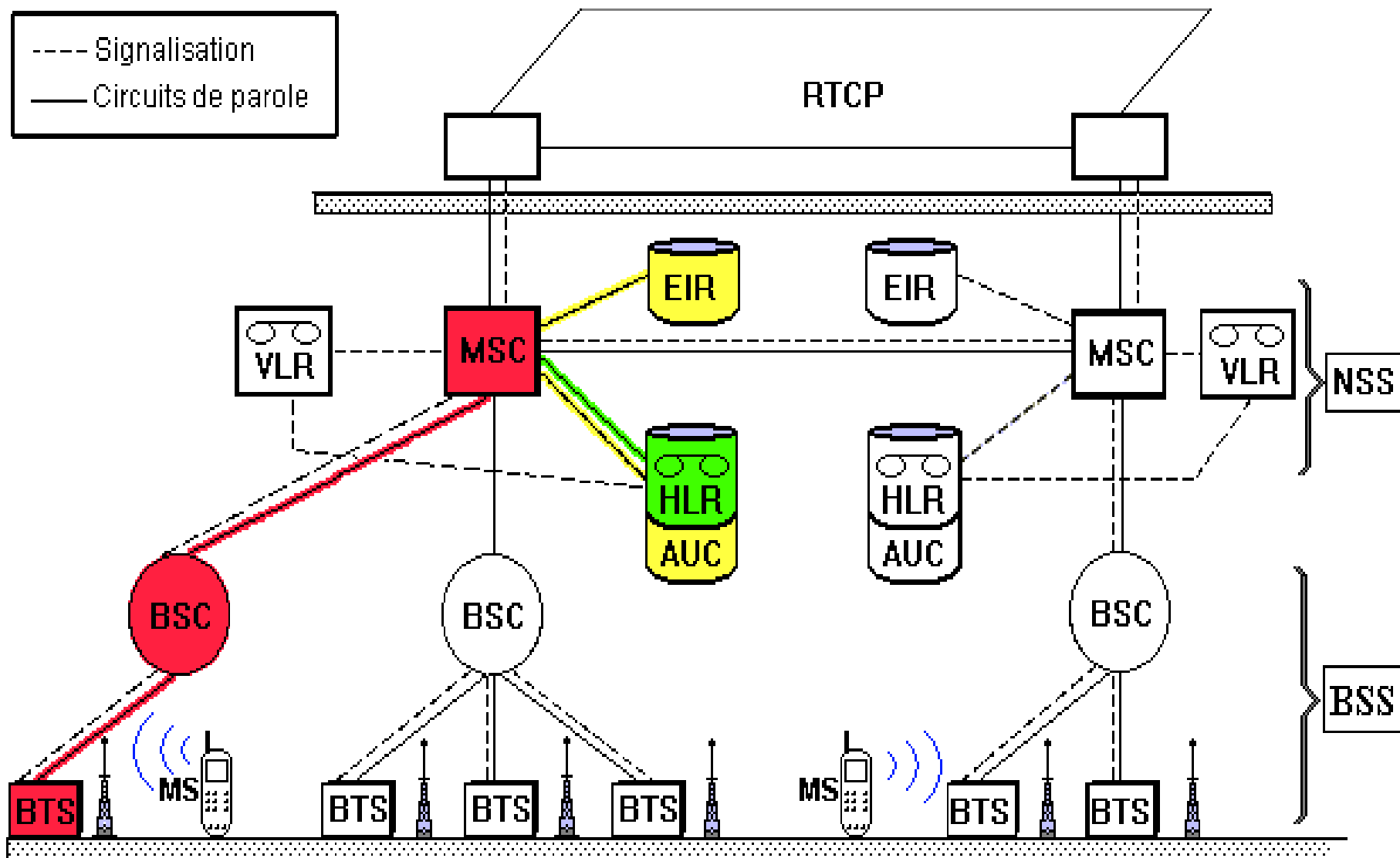


Figure 1.1

## ***Que se passe-t-il ?***

***Le MSC retire les informations voulues***

- ***3 bases de données : HLR***
  - ***Contient les informations sur l'utilisateur***
    - ***AuC***
      - ***clef d 'authentification***
    - ***EIR***
      - ***N° de série du mobile***
  - ***Si tout est bon, le processus peut se poursuivre***

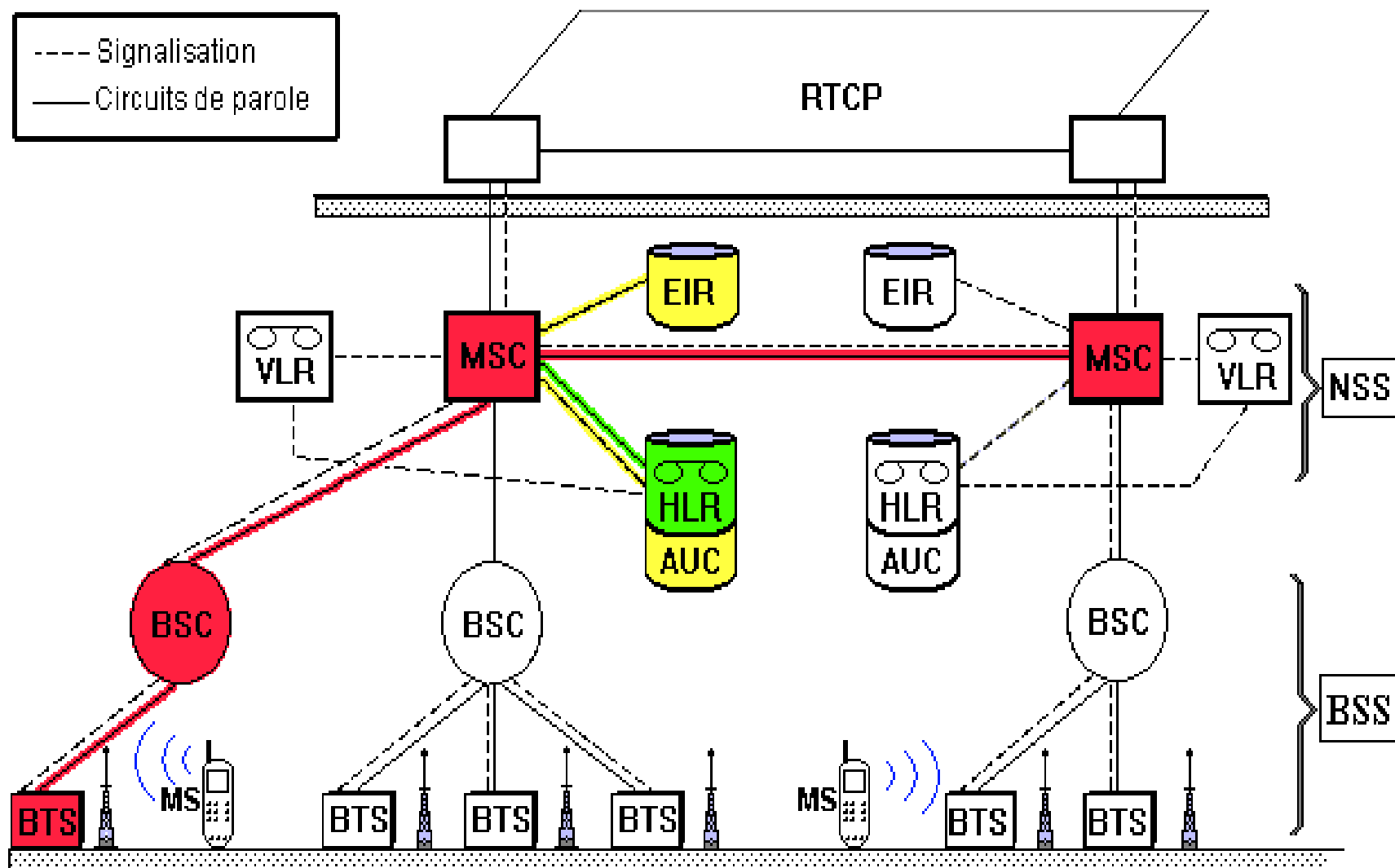


Figure 1.1

# ***Comment joindre le correspondant ?***

***S'il est fixe, le numéro du correspondant permet de savoir où il est***

- ***S'il est mobile, le MSC cible va chercher les informations du destinataire dans le VLR***

- ***Le VLR***

- ***reçoit des HLR les informations concernant tous les abonnés mobiles qui pénètrent dans son secteur***

- ***fournit aux MSC les données nécessaires au traitement de l'appel***

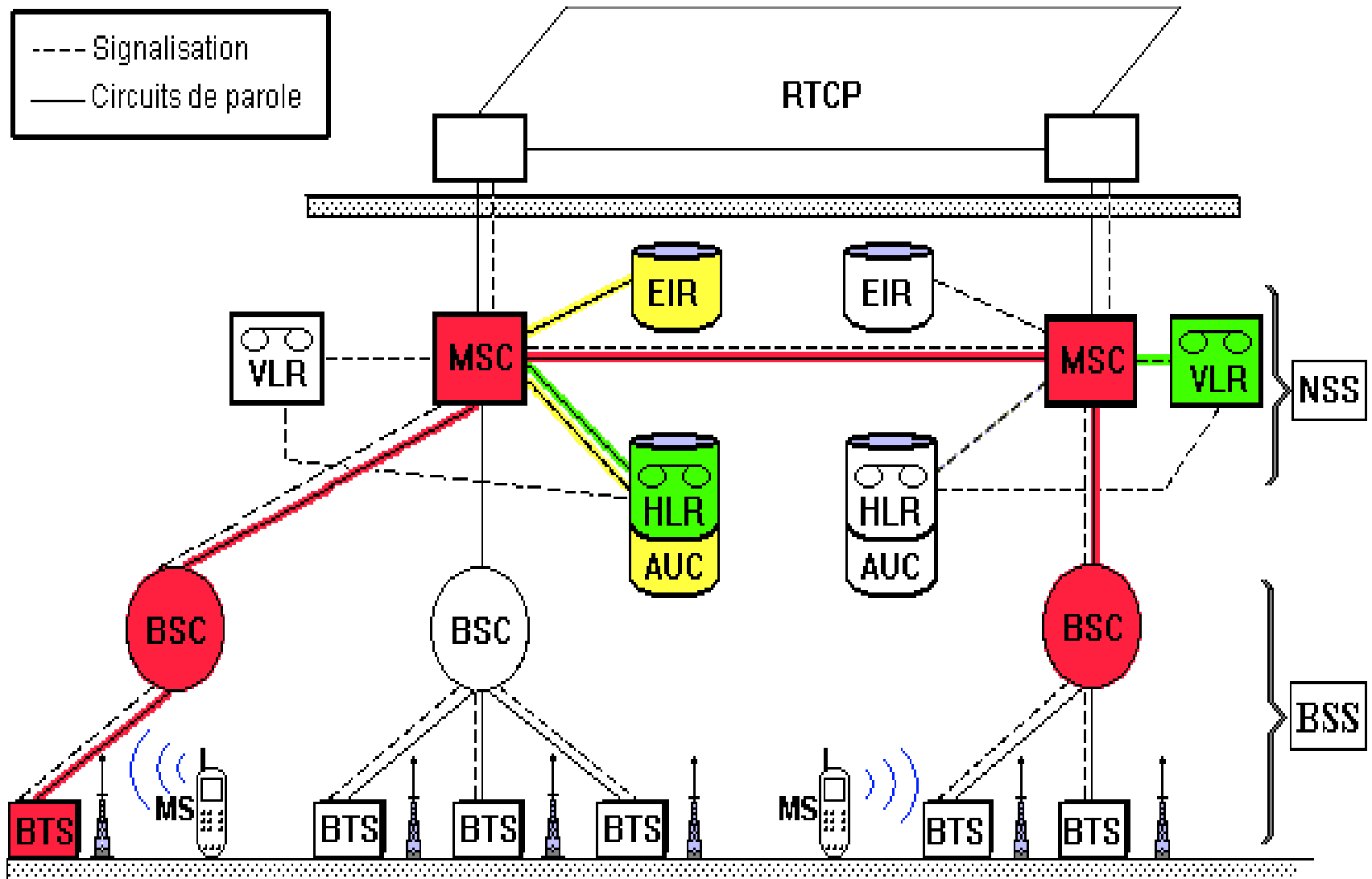


Figure 1.1

# ***Une autre utilisation du GSM : les SMS***

***Les circuits de signalisation ne sont pas constamment utilisés***

- On peut les rentabiliser en les utilisant pour transmettre de petits messages non prioritaires : les SMS (Short Message Service)***
- Ces messages de longueur inférieure à 160 octets sont transmis sans limitation de délai en mode personnel ou en mode diffusion***
- A quel prix ? Les réseaux de signalisation sont nécessaires et on pourrait dire que les SMS doivent être gratuits et l'abonnement plus cher, MAIS il y a un service supplémentaire ...***



# ***Les évolutions vers l'Internet mobile:***

## ***Les différences entre le téléphone et Internet:***

***Par téléphone, on échange une conversation : la « ligne » entre les correspondants doit être constamment réservée pour eux***

- ***Par Internet, on échange des bouffées d'information (messages ou paquets) : la liaison peut être partagée***

- ***Pour être convivial, Internet doit être beaucoup plus rapide que le téléphone***

# Les débits nécessaires aux applications des télécommunications mobiles:

