

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Téléphonie

Dr Mahmoud Hadeif

Contenu de la Matière

Partie 3 : La téléphonie numérique cellulaire GSM

- Réseaux et Protocoles
- Architecture et équipements
- Schémas de principe et Mesures

GSM

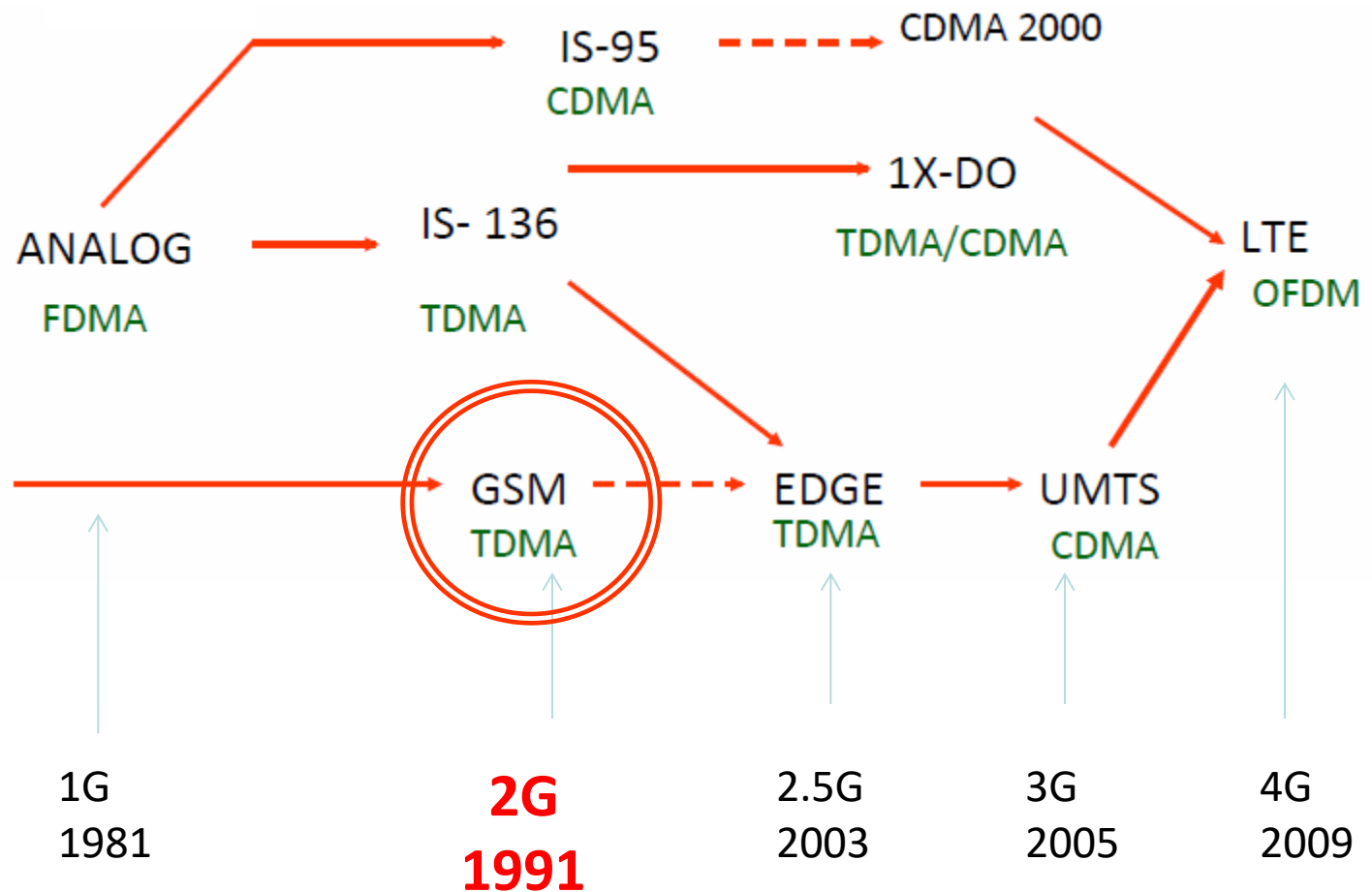
- En 1982, la Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications (CEPT) a créé le **G**roupe **S**écial **M**obile
- Objectif → Elaborer les normes de communications mobiles pour l'Europe dans la bande de fréquences de **890 à 915** [MHz] pour DL et **935 à 960** [MHz] pour UL
- GSM change et devient **G**lobal **S**ystem for **M**obile communications
- Spécifiée et mise au point par l'**ETSI** (European Telecommunications Standard Institut

GSM



- En 2006 GSM été le 1ère norme de téléphonie cellulaire au monde → Plus de **2 milliards d'abonnés** sur plus de 200 pays
- **+80% des communications** mobiles au monde
- Hormis en Europe, en concurrence (pour la 2G) avec :
 - IS-95 (US)
 - PDC (Personal Digital Cellular, Japon)

Evolution de La téléphonie Cellulaire



1ère Génération (1G)

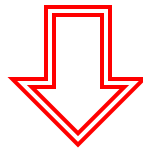
- **NMT-450** (Nordic Mobile Telephone) Sweden 1981
- **AMPS** (Advanced Mobile Phone Service) US standard
- **TACS** (Total Access Communication Systems), UK 1985
- **C-Netz**(seulement en Germany)
- **Radiocom 2000** (seulement en France)

1ère Génération (1G)

- Transmission **analogique** (Modulation FM + FDMA)
- Puissance importante des portables → Volumineux
- Pas de **mobilité** entre zones de couverture
- Fortes interférences → **Occupation spectrale** importante
- Aucune **confidentialité** (Pas de cryptage)

1ère Génération (1G)

- **Couverture nationale** (Incompatibilité des réseaux)
- **capacité** limitée → Nombre d'utilisateurs limités
- **Qualité de services** médiocre et peu de services



Nécessité d'une nouvelle norme

Les Objectifs GSM

Nécessité d'une nouvelle norme avec les objectifs:

- **Compatibilité** européenne
- Utilisation efficace de la ressource radio
- **Confidentialité** des communications et protection du réseau
- Grande **capacité** en abonnés
- **Qualité du Services** supérieure a 1G
- Supporte **mobilité** entre zones de couverture

GSM évolution

GSM Phase 1 (1979/1990)

→ **1979** : Attribution d'une gamme de fréquences pour l'Europe : la gamme des 900 MHz (UHF).

→ **1982** : Allocation de bandes de fréquences précises

→ **1982** : Création du groupe franco-allemand GSM (Groupe Spécial Mobile).

GSM évolution

GSM Phase 1 (1979/1990)

- **1984/1986** : Recommandations techniques retenues
- **1987** : Protocole d'accords entre 13 pays européens.
- **1989** : Création de l'ETSI
- **1991** : 1ère communication par GSM → Le sigle GSM devient Global System for Mobile communications

GSM évolution

GSM Phase 2 (1990/1995)

→ **1991**: Adaptation des spécifications GSM (~900 Mhz) pour développer le système DCS 1800 (Digital Cellular System) dans la gamme des 1800 MHz

→ **1995**: Unification GSM 900 - DCS 1800

→ **1995**: Ajout de nombreux services non vocaux : fax, messages courts (SMS), facturation, etc.

GSM évolution

GSM Phase 2+ (depuis 1995)

→ Spécification des terminaux bi-modes permettant une compatibilité totale GSM 900 - DCS 1800

→ Améliorations diverses (techniques et services) : HSCSD, GPRS, EDGE...(voir la partie « Evolutions »).

Introduction

→ vers 3G

GSM Fréquences

- A premier bande de fréquence → 900MHz
- Les Uplink et Downlink fréquences sont séparées

Voie montante : 890-915 MHz



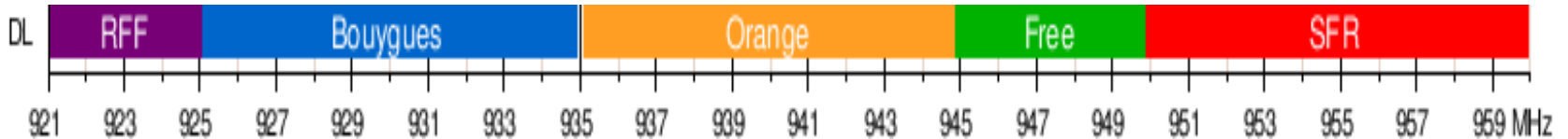
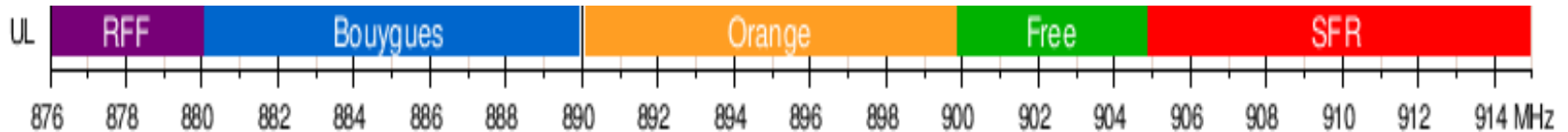
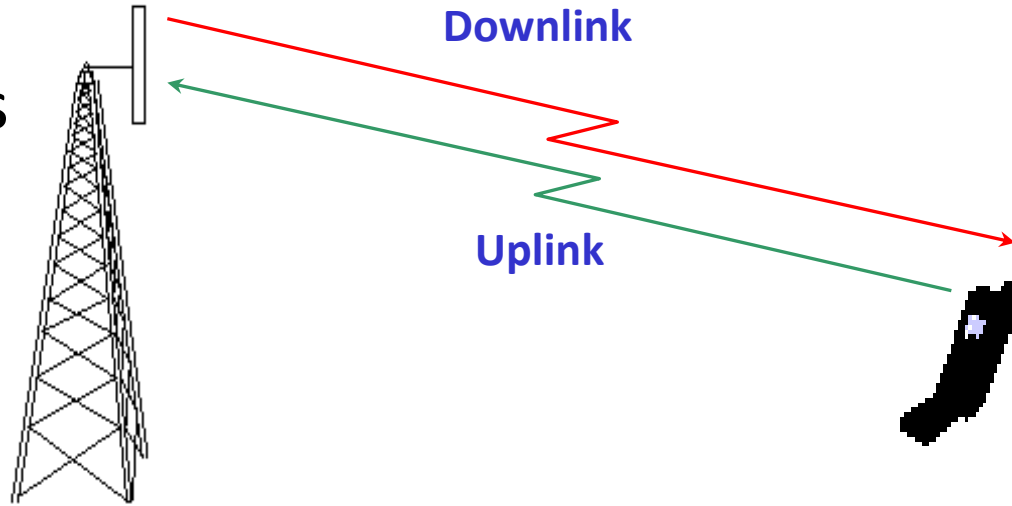
Voie descendante : 935-960 MHz



- Maintenant il y a trois d'autres bande de fréquences utilisées 850MHz, 1800MHz et 1900 MHz

GSM Fréquences

Channels



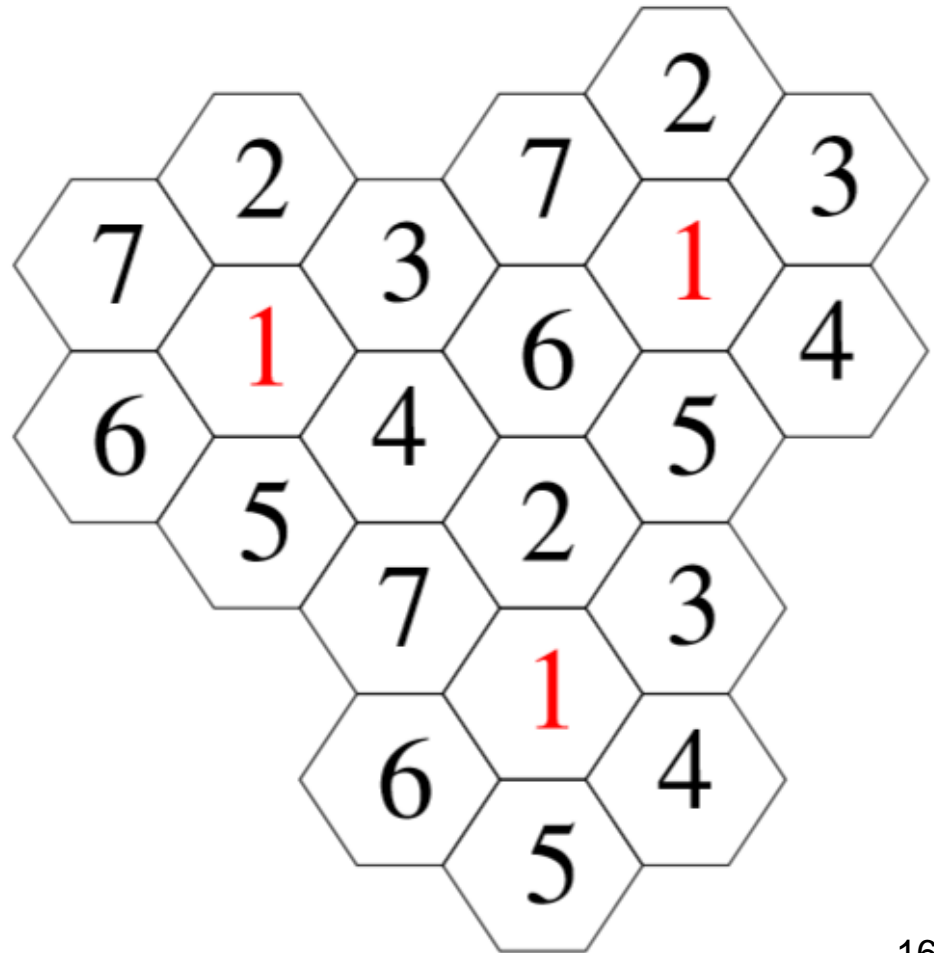
Le concept cellulaire

Diviser le territoire en de petites zones, appelées **cellules**

Puissance d'émission plus faible

interférences entre cellules voisines?

Découpage de la bande de fréquences

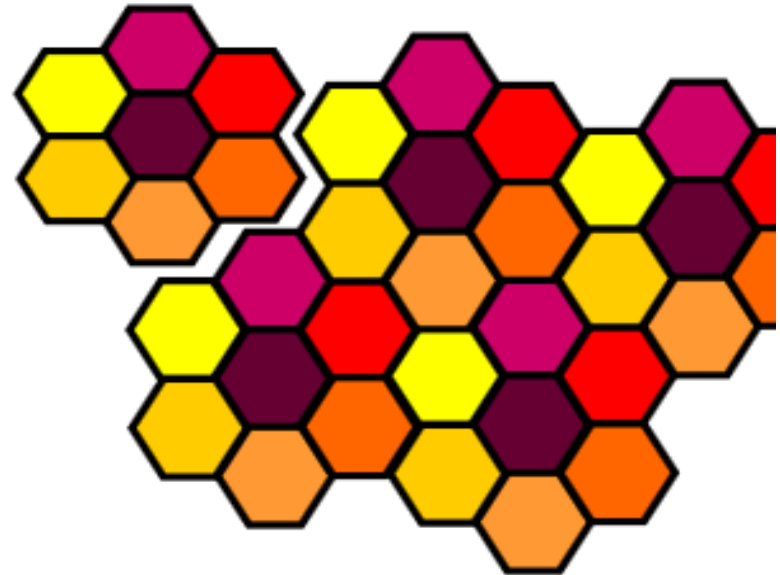


Le concept cellulaire

Réutilisation des ressources

Mais le spectre étant limité

Réutiliser les mêmes
fréquences sur des cellules
suffisamment éloignées

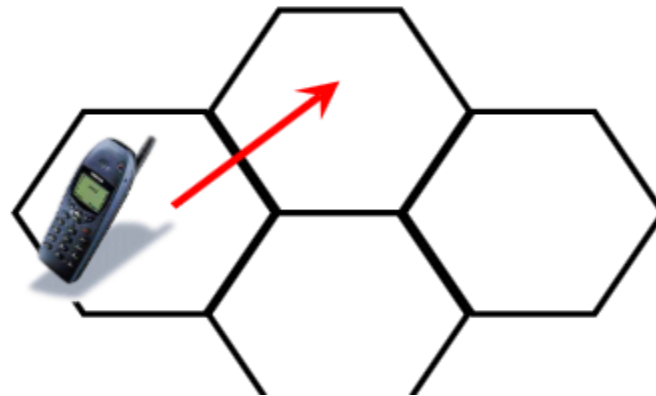


Notion de **motifs** → Ensemble de cellules contenant tous les fréquences une fois seulement

Le concept cellulaire

Notion **d'itinérance** (roaming)

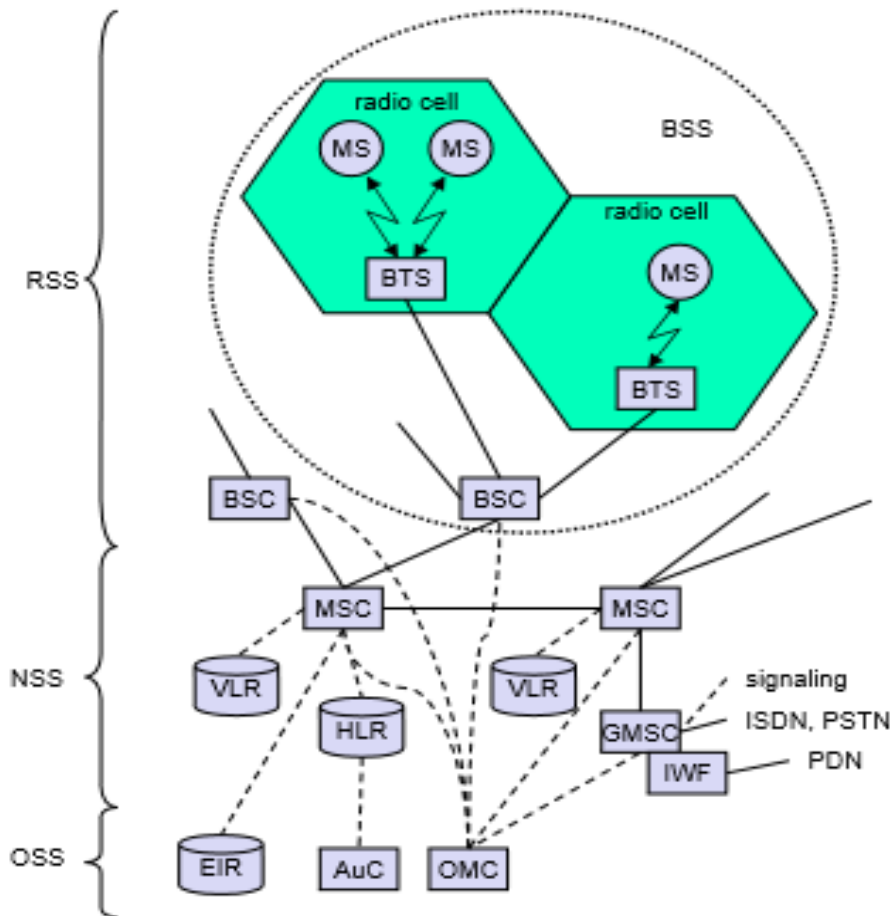
L'abonné doit pouvoir appeler et être appelé de n'importe quel endroit du territoire couvert par le réseau.



Notion de **transfert intercellulaire** (handover)

Le système doit assurer le maintien d'une communication lorsque l'abonné passe d'une cellule à l'autre

GSM Architecture



RSS - Radio Subsystem

MS Mobile Station

BSC Base Station Controller

BTS Base Transceiver Station

NSS - Network Subsystem

MSC Mobile Switching Centre

HLR Home Location Register

VLR Visitor Location Register

GMSC Gateway MSC

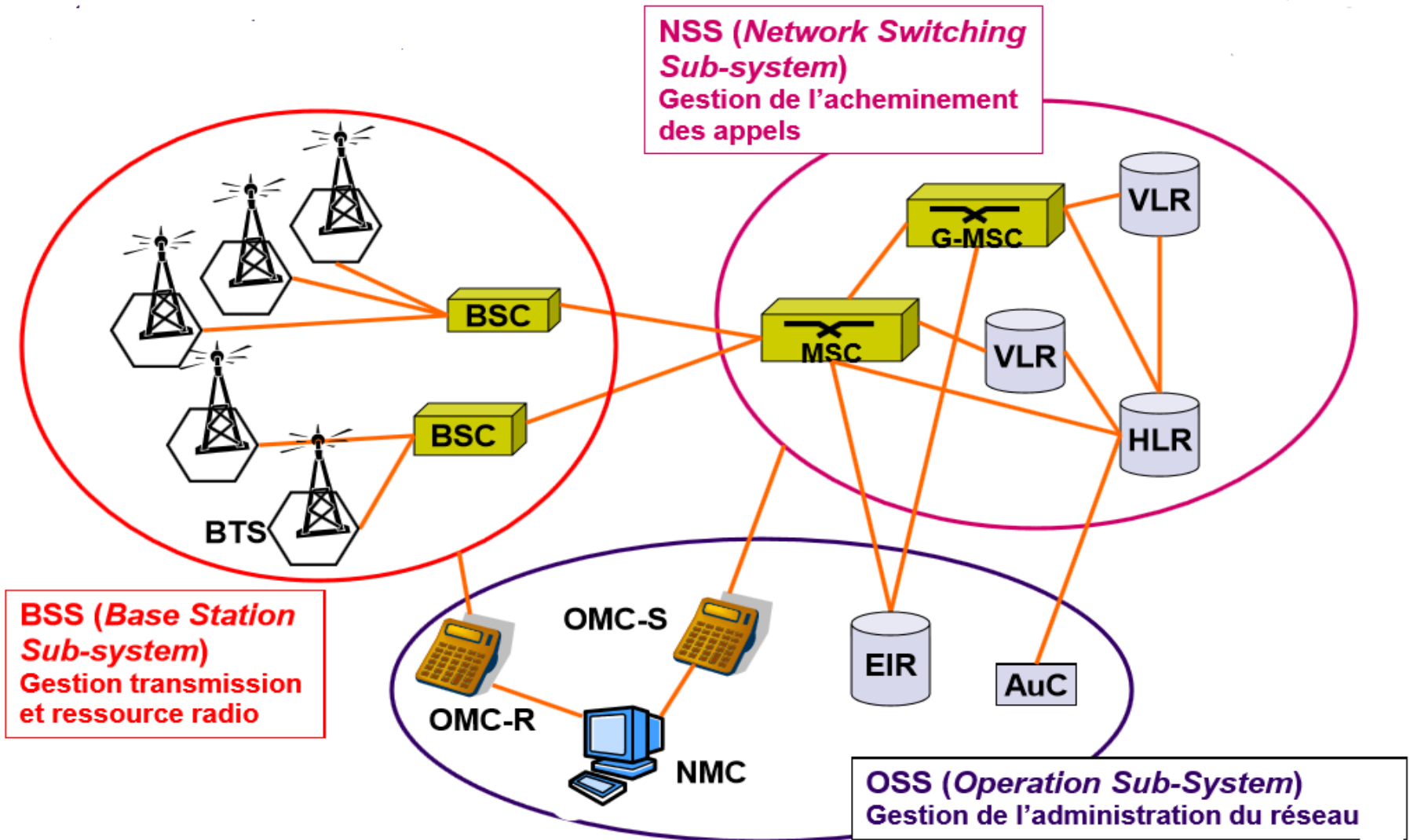
OSS - Operation Subsystem

OMC Operation and Management Control

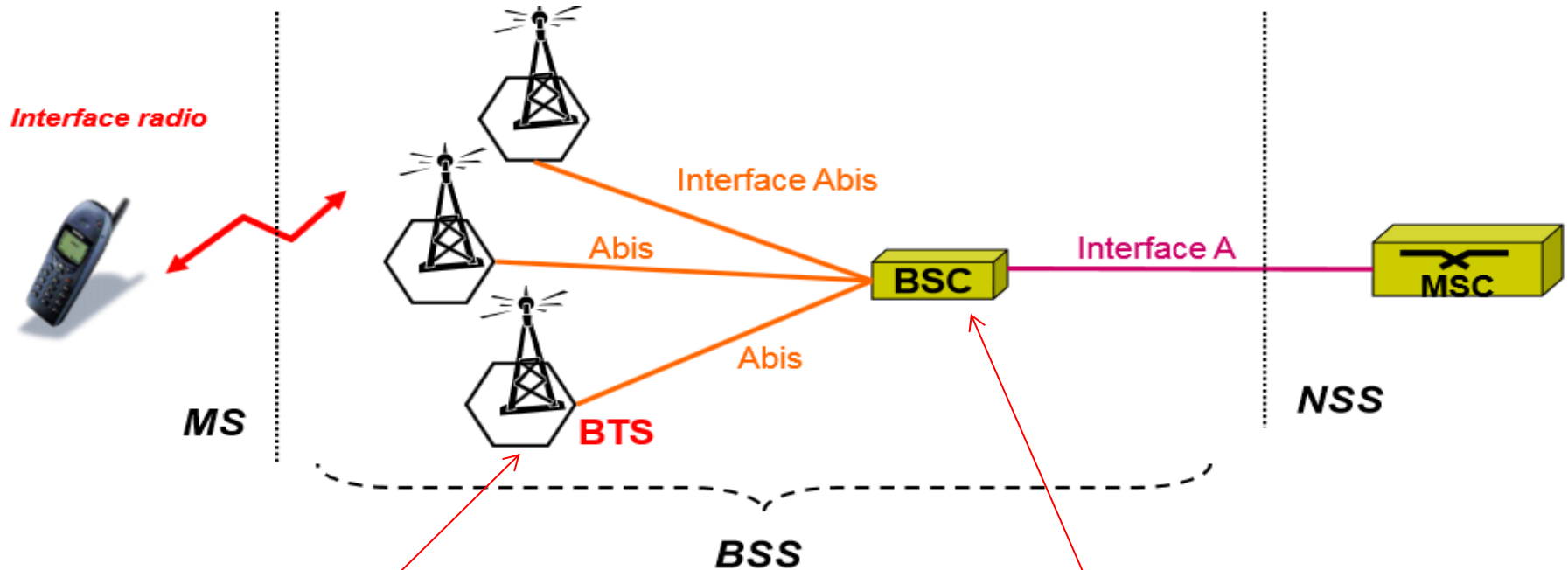
AuC Authentication Centre

EIR Equipment Identity Register

GSM Architecture



GSM Architecture



BTS (Base Transceiver Station)

Emetteurs/récepteurs (TRX)

BSC (Base Station Controller)

Gère les ressources radio d'un ensemble de BTS

GSM Architecture

Fonctions de BTS

Emission/réception

- allocation des canaux
- modulation/démodulation
- codage, ...



Contrôle et évaluation

- Evaluation la qualité de la liaison radio
- Mesurer la puissance et la qualité des signaux
- Transmettre les mesures au BSC.

GSM Architecture

Capacité de BTS

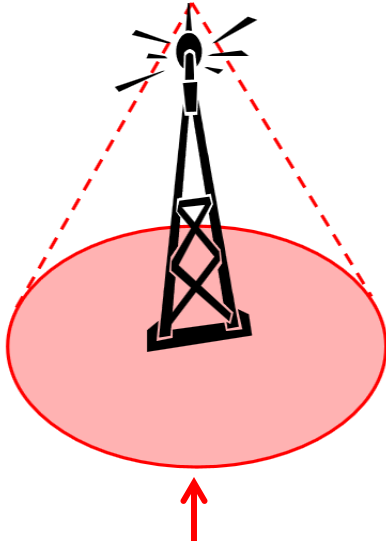
Capacité

- Theorie:
 - 16 TRXs maximum + chaque TRX peut supporter 8 TDMA communications → plus de 100 communications simultanées
- Pratique : 2 TRXs en zone rurale et jusqu'à 6 TRX en zone urbaine
- Variable selon les zones



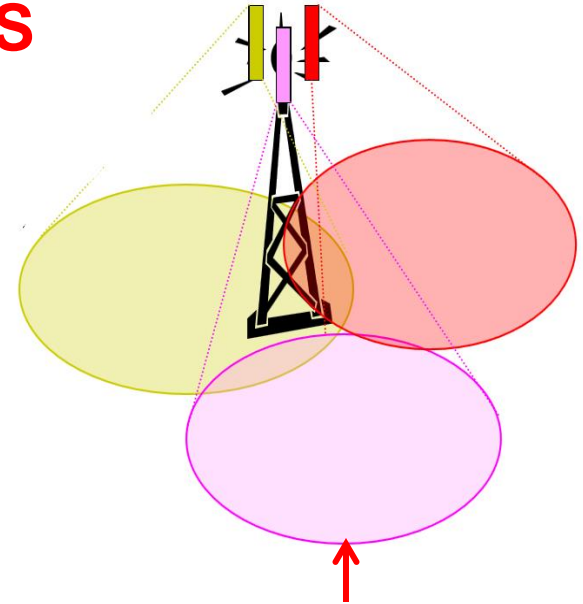
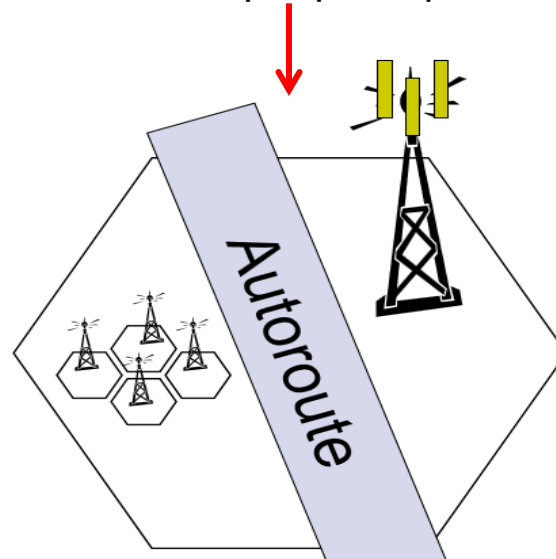
GSM Architecture

Configurations de BTS



Configuration standard
une antenne omnidirectionnelle
par cellule (et donc par site)
→ Zones peu denses

Configuration « parapluie »
Micro-BSTs couvrant les zones
urbaines + une Macro-BST
couvre le reste
→ Zones périphériques

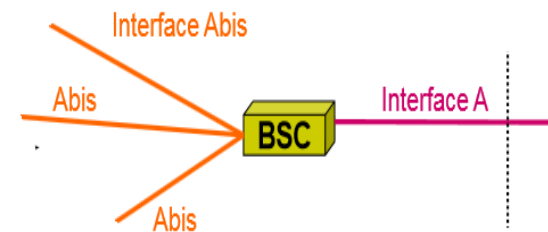


Configuration Sectorisée
2 ou 3 BTS donc 2 ou 3 cellules
pour couvrir un site
→ Zones très denses

GSM Architecture

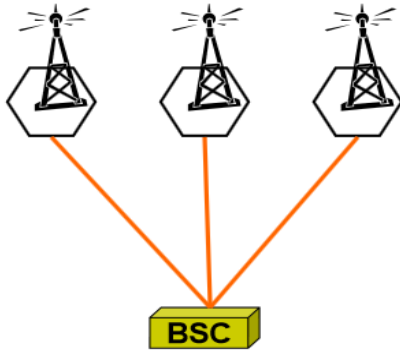
Fonctions de Contrôleur de station de base (BSC)

- Gestion de la Commutation entre MSC et BTS
- Gestion des ressources radio des BTS associées.
 - Etablissement des appels
 - Libération des ressources à la fin des appels
- Gestion du contrôle de puissance
- Gestion de certains handovers.



GSM Architecture

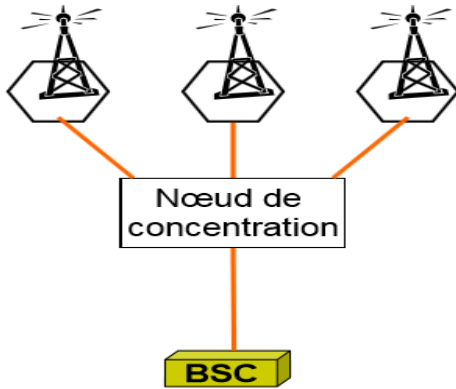
Configurations de BSC



En étoile

(+) connexions indépendantes

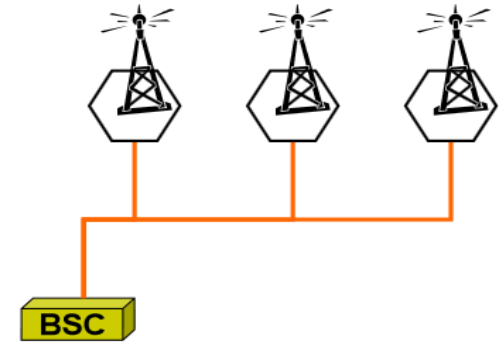
(-) coûts élevés, capacité des liens est sous-exploitée



Hybride

(+) réduction des coûts

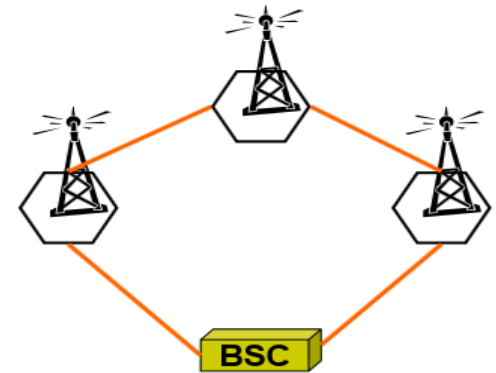
(-) nécessite un nœud de concentration



Chaînée

(+) réduction des coûts, optimisation de la capacité des liens

(-) en cas de problèmes → perte de connexion totale

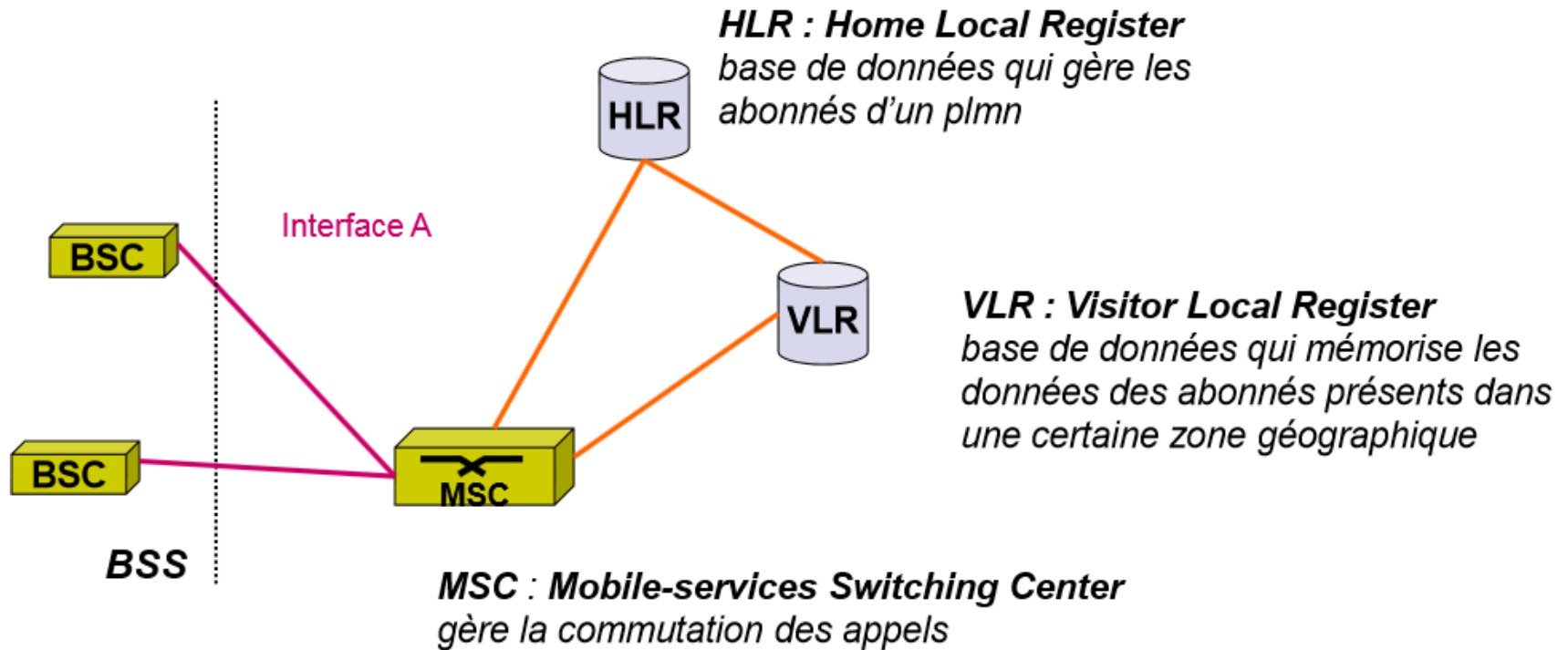


En boucle

meilleure sécurisation possibilité de re-routage en cas de problèmes

GSM Architecture

Network Switching Sub-system



GSM Architecture

Centre de commutation des mobiles (MSC)

- Le MSC est un commutateur qui gère l'ensemble des communications dans le réseau GSM :
 - Entre mobiles
 - De/vers le réseau téléphonique
 - De/vers d'autres réseaux GSM
 - De/vers des réseaux de transmission de données.
- Certains MSC sont spécialisés : G-MSC des réseaux de transmission de données.

GSM Architecture

Fonctions de MSC

Gestion des communications

- Réserveation de canal radio
- Identification et authentification de l'utilisateur (appel sortant),
- Localisation de l'utilisateur (appel entrant)
- Acheminement vers le demandé
- Allocation des ressources filaires
- Taxation des appels et des services de données

GSM Architecture

Fonctions de MSC

Gestion de la mobilité

- gestion des inscriptions
- gestion du handover,
- gestion de la localisation

Chaque MSC communique avec les deux bases de données HLR et VLR.

GSM Architecture

Registre de localisation nominale (HLR)

Base de données qui mémorise les caractéristiques des abonnés :

- **IMSI** (identité internationale)
- **MSISDN** (numéro de téléphone)
- Profil de l'abonnement (services souscrits, ...)
- Mémorise la localisation de chaque abonné.
- Le numéro de VLR de la zone géographique où est situé l'abonné

GSM Architecture

VLR

Chaque VLR peut communiquer avec le HLR des autres MSC.

Il contient les mêmes types d'informations que le HLR, mais cette fois relatives aux mobiles physiquement présents dans la zone géographique contrôlée par le MSC.

Il contient pour chaque mobile :

- Le TMSI valable dans la zone couverte par le VLR
- Sa localisation complète (zone de localisation)

References

1. Frédéric. Payan; Téléphonie Mobile
<http://www.i3s.unice.fr/~fpayan/data/enseignements/Tmob/LP-1-Telephonie-Mobile-GSM.pdf>
2. Michèle Germain; Les Réseaux de Téléphonie Mobile: Le GSM
<http://www.forumaterna.org/files/livresblancs/Les%20r%C3%A9seaux%20mobiles%20-%20GSM.pdf>
3. Mário Jorge Leitão; Mobile Communication Systems: GSM Global System for Mobile Communication
https://web.fe.up.pt/~mleitao/CMOV/Teoricas/CMOV_GSM.pdf