

1. Architecture (semaine 1)

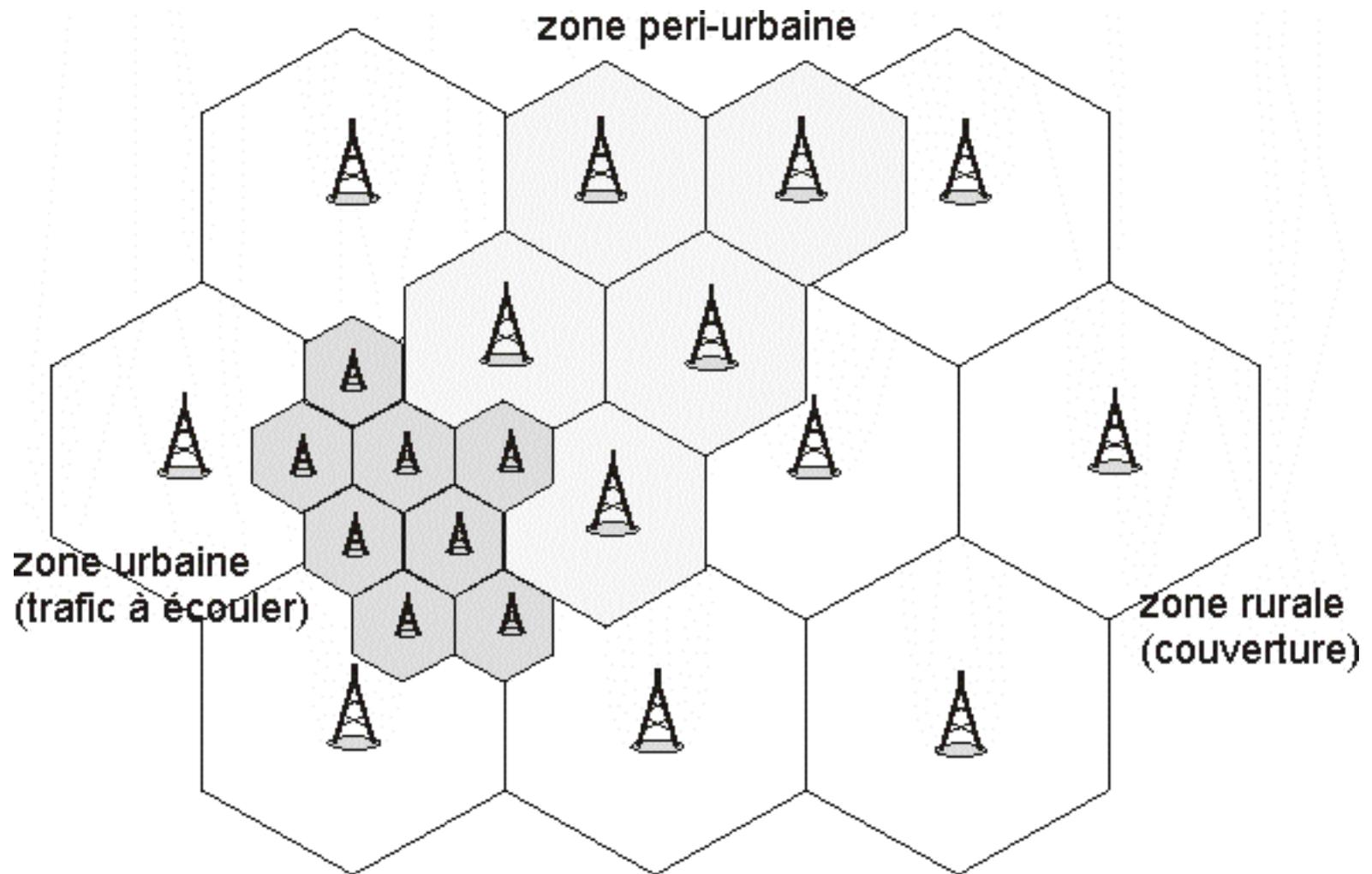
1.1. Station de base et antennes

- On voit les antennes des stations de base mais l'antenne n'est pas tout !



1.2. Notion de cellule

- Le territoire est divisé en "cellules", desservies chacune par une station de base, l'ensemble de ces cellules formant un seul réseau (sans que cette division soit perceptible ni à un usager du réseau fixe, ni à un usager mobile)
- Les mêmes canaux de fréquence sont réutilisés dans plusieurs cellules selon la capacité du système à résister aux interférences (voir cours 2)
- En zone rurale (faible densité d'utilisateurs), les stations de base sont déployées pour assurer une couverture : si possible, en tout point du territoire, un terminal est sous la portée d'une station de base et peut l'atteindre
- En zone urbaine (forte densité d'utilisateurs), les stations de base sont déployées pour écouler le trafic : la densité des stations de base est imposée par la charge à écouler

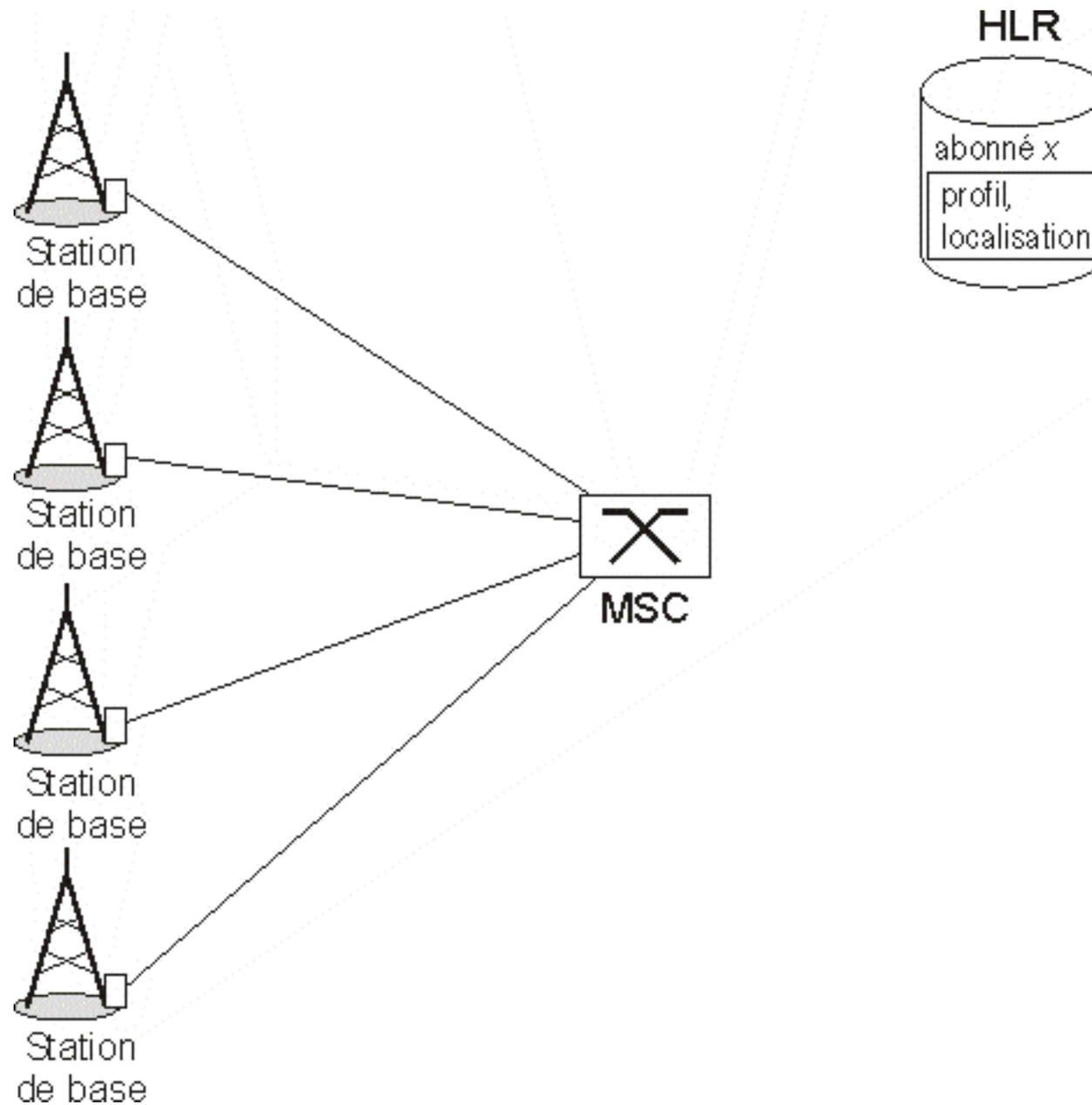


1.3. Voie balise ou beacon channel

- Couverture n'est pas parfaite (zones non couvertes)
- Comment indiquer à l'utilisateur que le service est disponible ?
- Réponse : en imposant à chaque station de base de transmettre régulièrement un signal de référence et des informations systèmes comme l'identité de l'opérateur, une référence de la cellule, les règles d'accès à la cellule (elle peut être en maintenance et seulement accessible à des fins de test).
- Un terminal lit les informations systèmes et peut déterminer s'il est bien à l'écoute du bon réseau. Il mesure la puissance reçue et peut déterminer si la liaison avec le réseau est correcte.
- Notion de **Voie Balise** ou **Beacon Channel**

1.4. Commutateur MSC et base de données de localisation HLR

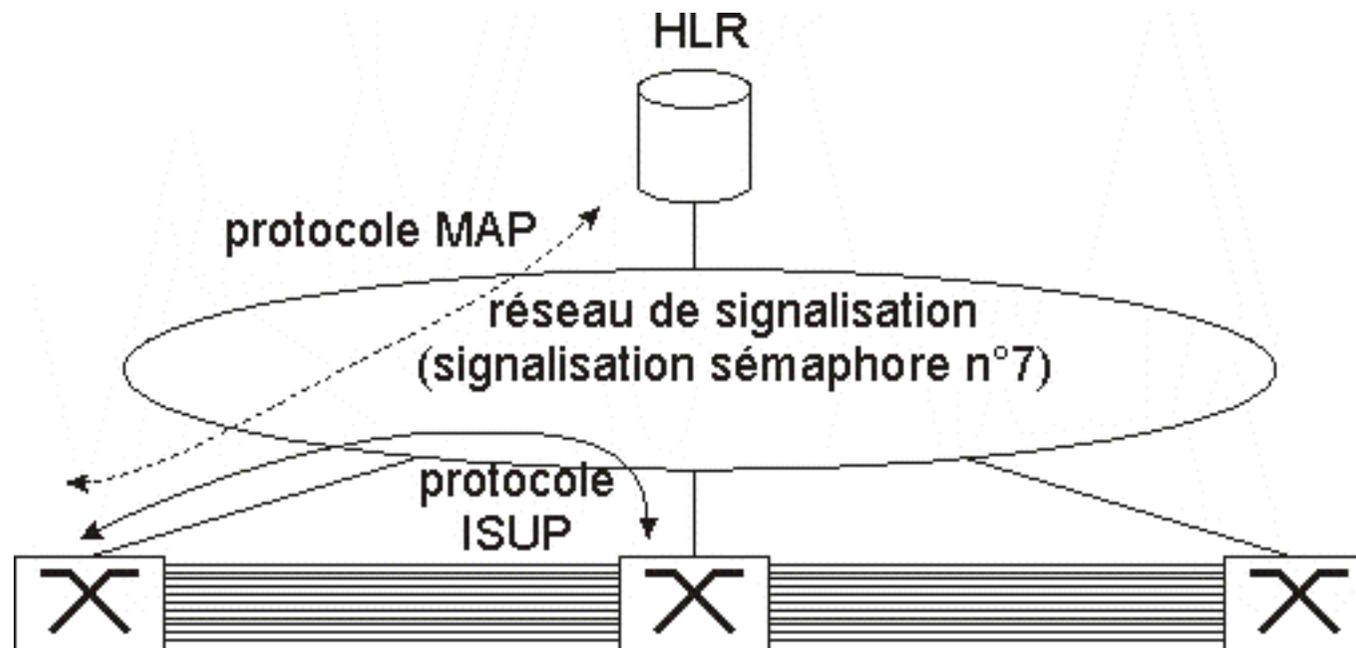
- Plusieurs stations de base sont reliés à un commutateur appelé **MSC**, *Mobile-services Switching Center*
- Un MSC permet l'établissement, le maintien et la fin des communications des terminaux dans une zone géographique donnée
 - A l'origine, c'est un commutateur téléphonique enrichi de fonctions de gestion de la mobilité
- Le réseau comporte une base de données appelé **HLR**, *Home Location Register*, qui contient pour chaque abonné
 - son profil (identité, services souscrits, restrictions,...)
 - sa localisation (très imprécise)



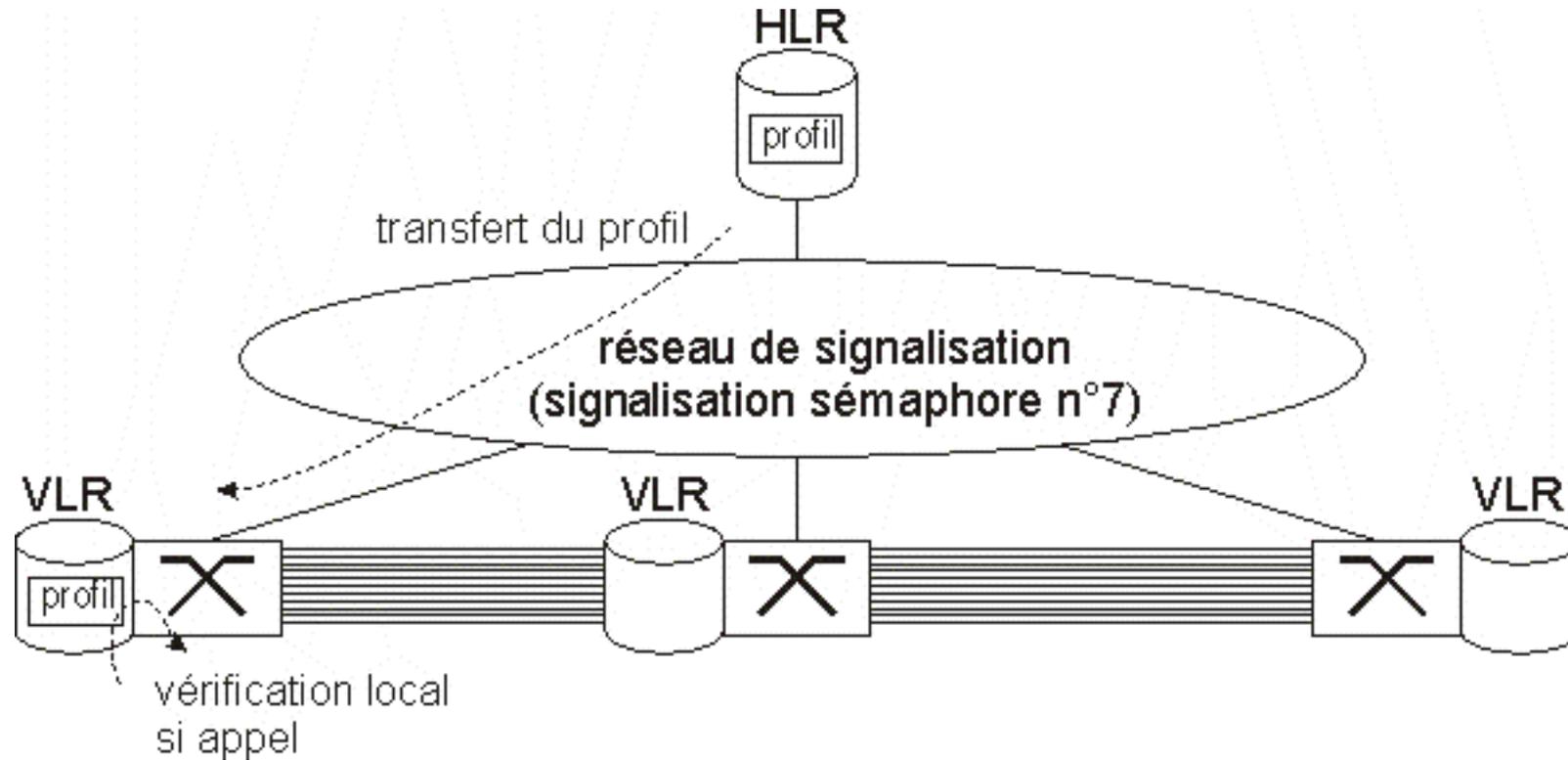
1.5. Principe du VLR

Gestion de la mobilité, une évolution de la téléphonie traditionnelle

- Conservation (au départ) de l'architecture et des protocoles de la téléphonie traditionnelle
- Développement d'un nouveau protocole pour gérer la mobilité
 - MAP, Mobile Application Part



Gestion de la mobilité, une évolution de la téléphonie traditionnel



- le VLR (Visitor Location Register) contient
 - la liste des abonnés gérés par le VLR
 - le profil de chaque abonné géré par le VLR (identité, services souscrits, restrictions,...)
 - une information de localisation en générale plus précise de l'abonné que le HLR
- VLR = image d'une partie du HLR (principe de la mémoire cache)

1.6. BTS et BSC

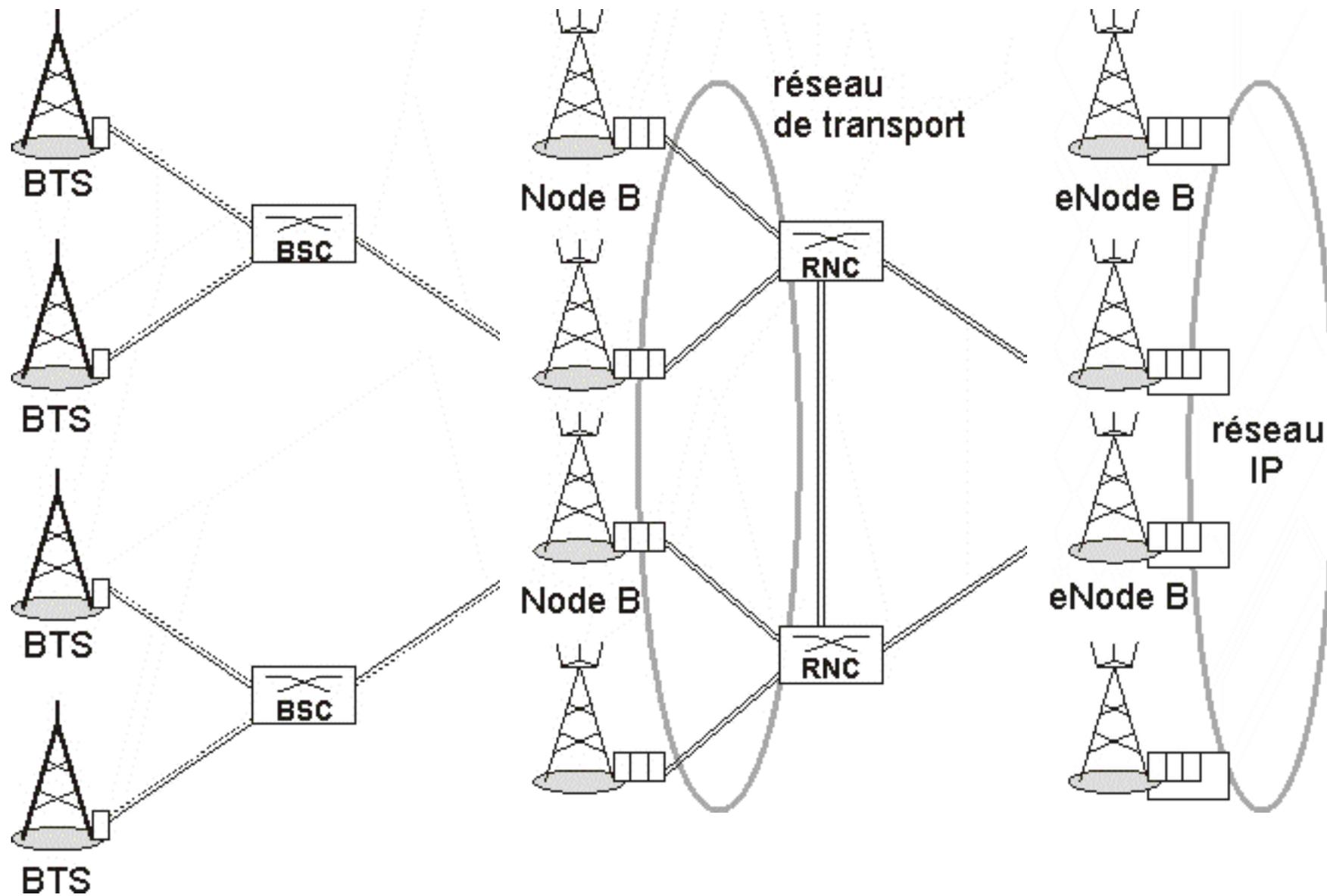
- Initialement, des liaisons points-à-points entre les stations de base et les MSC/VLR
- Coût d'une liaison = proportionnelle à la distance mais faiblement dépendante du débit (coût d'infrastructure)
- Intégration d'un équipement intermédiaire dans GSM : BSC, Base Station Controller
- Double rôle du BSC
 - concentration du trafic
 - contrôle de la station de base
- BTS, Base Transceiver Station
 - couvre un territoire restreint (i.e. une cellule), de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres (à l'avenir, quelques dizaines de mètres)
 - gère la transmission et la réception du signal avec les terminaux
- BSC, Base Station Controller
 - contient les algorithmes d'allocation de la ressource radio et gère les messages associés (exemple, allocation d'une fréquence et d'un intervalle de temps)

Station de base

- 1) couvre un territoire restreint (i.e. une cellule), de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres (à l'avenir, quelques dizaines de mètres)
- 2) gère la transmission et la réception du signal suivant des formats et un protocole spécifique à chaque génération (2G, 3G, 4G)
- 3) contient les algorithmes d'allocation de la ressource radio et gère les messages associés (exemple, allocation d'une fréquence et d'un intervalle de temps)

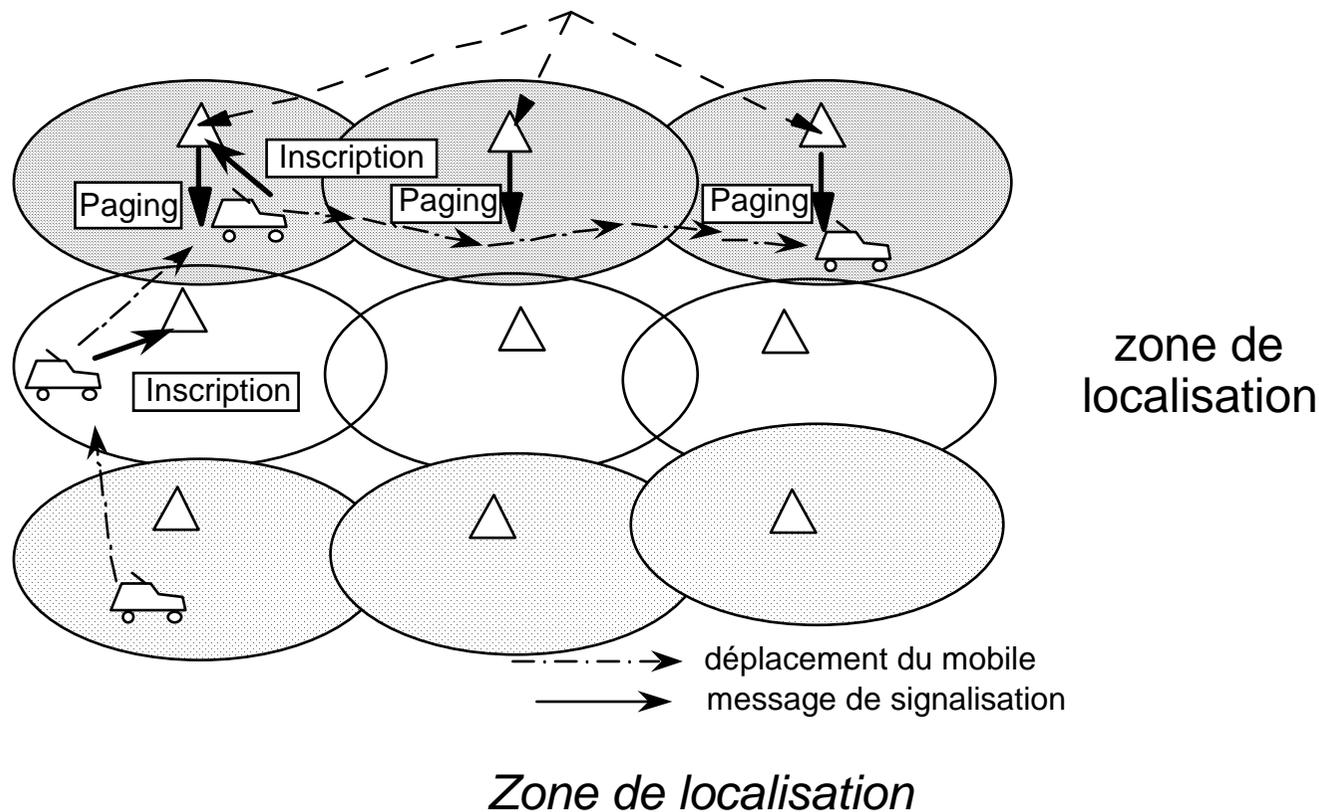
En 4G(LTE), fonctions 1, 2 et 3 sont dans le même équipement appelé eNodeB

En 2G et 3G, la fonction 3 est prise en charge par un équipement spécifique



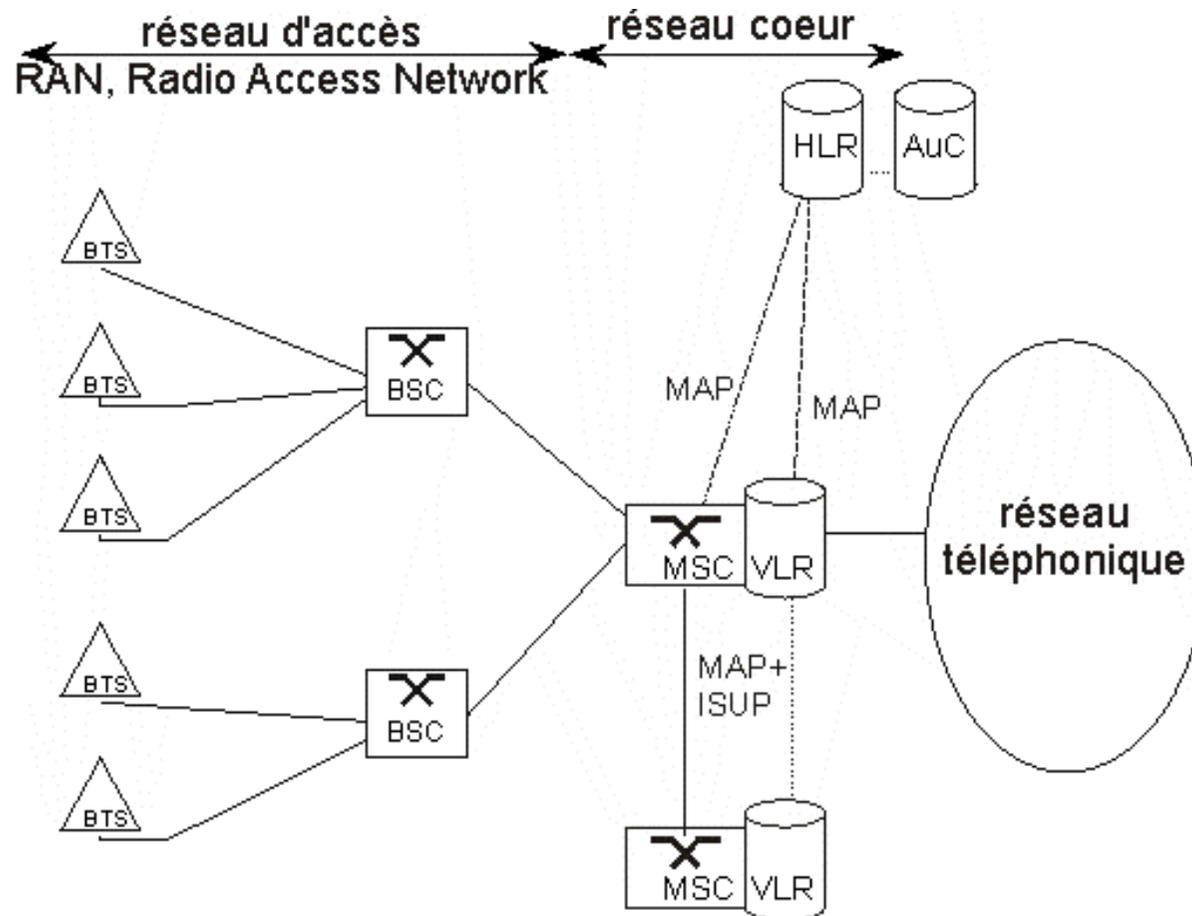
1.7. Notion de zone de localisation

- Un abonné peut se trouver dans n'importe quel cellule du réseau et il faut pouvoir l'appeler.
- Deux principes de bases élémentaires et opposés pour appeler un abonné mobile
 - émettre les appels sur toutes les cellules du système = *paging*
 - connaître à tout moment la localisation du mobile grâce à une procédure de mise à jour de localisation (*location updating procedure*)
=> possible grâce à la voie balise



Une **Zone de localisation** (location area) est un ensemble de cellules à l'intérieur duquel un mobile peut se déplacer sans se signaler au réseau. Lorsque le mobile entre dans une nouvelle zone de localisation, il le signale au réseau.

1.8. Architecture traditionnelle de GSM



BTS : Base Transceiver Station

BSC : Base Station Controller

MSC : Mobile-services Switching Centre

VLR : Visitor Location Register

HLR : Home Location Register

AuC : Authentication Center

2. Historique et régulation

2.1. Services et différentes générations

Génération	Services principaux	Nom de la technologie en Europe	Type d'accès sur la voie radio	Période de vie
1	Téléphonie	R2000, NMT,..	Analogique FDMA	1980-1995
2	Téléphonie, SMS	GSM	TDMA	1995-
2.5	Téléphonie, SMS Accès IP à 100 kbit/s	extension GPRS-EDGE	+ accès paquet et nouvelle modulation	2000-
3	Téléphonie, SMS Accès IP 1 Mbit/s	UMTS	CDMA	2002-
3.9	Téléphonie, SMS Accès IP à 10 Mbit/s	extension HSDPA	CDMA + accès paquet et nouvelle modulation	2008-
4	Accès IP à 100 Mbit/s avec faible latence	LTE, LTE- advanced	OFDMA	2010-

2.2. Services et bande de fréquences

- Sur un plan théorique, quasi-indépendance entre la technologie et la gamme de fréquence utilisée
- En deçà de 3 GHz,
 - peu d'influence de l'eau et de l'oxygène
 - si on multiplie la fréquence par 2, on divise la puissance reçue par 4 (toutes choses égales par ailleurs)
- Fréquences en deçà de 800 MHz utilisées par les services professionnels (pompiers, police,...), la radio, la télévision
- Bandes affectées en France pour les réseaux radiomobiles
 - 790-862 MHz 790-820 MHz et 832-862 (2*30 MHz)
 - 880-915 MHz 925-960 MHz (2*35 MHz)
 - 1710-1785 MHz et 1805-1880 MHz (2*85 MHz)
 - 1900-1905 MHz et 1910-1920 MHz (15 MHz)
 - 1920-1980 MHz et 2110 à 2170 MHz (2* 60 MHz)
 - 2500-2570 MHz et 2620-2690 MHz (2*70 MHz)

Voir <http://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/mobile/attributions-frequences-operateurs-metropole-260410.pdf>