

Introduction aux Télécommunications
“Aspects physiques et architecturaux des réseaux de télécommunication, notamment de téléphonie”
Pierre Parrend, 2005

Les Débuts de la Téléphonie mobile

1 La 0G : téléphone radio-mobile

Il s'agit des premiers téléphones, notamment ceux qui existaient dans les voitures avant l'avènement du téléphone cellulaire. L'exemple principale est le système ARP, lancé en Finlande en 1971.

1.1 ARP : Autoradiopuhelin

Aussi appelé Car Radio Phone. Il s'agit déjà d'un réseau de téléphonie cellulaire. Par contre, la mobilité entre cellule, qui fait d'un système cellulaire un réseau qui supporte réellement la mobilité, et pas seulement un réseau sans fil.

Schéma : les cellules

Mobilité et sans fil Attention à la différence entre réseau sans fil et réseau mobile. Le principe du téléphone sans fil est de permettre la liberté de l'utilisateur autour d'une borne (ex. : DECT). Le réseau mobile permet à l'utilisateur de se déplacer, et donc de communiquer tout en changeant de point d'accès au réseau (ex. : GSM).

Schéma : Mobilité vs. Sans fil

Le réseau ARP a été construit à partir de 1968, et lancé en 1971. En 1978, 100 % du territoire finois était couvert, grâce à la présence de 140 stations de base. Il a été fermé en 2000, en même temps que NMT900.

ARP a eut jusqu'à 35000 utilisateurs, ce qui posa des problèmes de congestion. Il fut donc remplacé par NMT900, mais resta le seul réseau avec couverture nationale.

Caractéristiques techniques Les principales caractéristiques de ARP sont :

- Bande de fréquence autour de 150 MHz (147.9 - 154.875 MHz),
- Puissance de 1 à 5 Watts,
- Transmission semi-duplex (comme les talkies-walkies),
- Transmission analogique : pas de cryptage, écoute par scanner possible,
- Taille des cellules : 30 km,
- Pas de handover (communication coupée si sortie de la cellule),
- Système main libre pour la voiture,
- coûteux.

Handover Passage d'une cellule à une autre dans un réseau mobile. Le support du handover permet la réalisation d'un réseau téléphonique avec support réel de la mobilité.

Schémas : Les bandes de fréquences utilisées ARP : 150 Mhz ; NMT : 450/900 ; GSM : 900/1800 ; IS95 : 1800 ; WiFi : 2,5 GHz.

Différence entre les bandes de fréquence Si la fréquence augmente, le nombre de canaux disponibles augmentent aussi ; par contre, l'affaiblissement du signal augmente proportionnellement. La portée d'un système à haute fréquence est donc bien plus faible qu'un système à basse fréquence.

Autres systèmes Dans les années 1970, l'Europe et les Etats-Unis s'équipent de réseaux similaires, respectivement CT1 et CT0. Les performances médiocres n'empêchent pas un certain succès populaire, suffisant en tout cas pour initier le mouvement vers l'adoption des téléphones mobiles.

2 La première génération

C'est la 'technologie téléphonique sans fil', ou 'téléphone cellulaire'. Il s'agit de téléphones analogiques. Ils datent du début des années 1980. Les principales implémentations sont NMT (Nordic Mobile Telephone), en Scandinavie, et AMPS (American Mobile Phone System) en Amérique du nord.

2.1 NMT - Nordic Mobile Telephone

NMT a été lancé en 1981 pour faire face aux limitations de ARP. Deux variantes existent, dans les bandes de fréquence 450 MHz, et 900 MHz.

Couverture NMT couvre la Scandinavie, la Russie, le proche Orient. Il offre l'avantage d'une couverture bien plus grande que le GSM pour une seule station de base, en particulier dans les zones montagneuses et maritimes.

Les spécifications Les spécifications de NMT contiennent le roaming, et la facturation. De plus, elles sont ouvertes et gratuites, ce qui a permis à un grand nombre d'opérateurs de lancer le service à des prix concurrentiel. Cette ouverture a donc été un facteur de succès. Les fabricants de matériel, notamment Ericsson et Nokia en ont également profité.

Roaming Possibilité d'utiliser le réseau d'un opérateur auquel on n'est pas abonné. La facturation a alors lieu directement entre l'opérateur hôte et l'opérateur qui vend le service à l'utilisateur.

Taille des cellules Une cellule grande permet à une antenne de couvrir une vaste zone géographique. Cependant, elle est limitée quant au nombre d'utilisateurs. Pour transmettre plus d'appels en même temps, il faut réduire la taille des cellules : on a alors plus d'antennes pour la même zone géographique, et donc plus de capacité.

Caractéristiques techniques Les caractéristiques techniques de NMT sont :

- Encryption des communications possibles (avec terminal spécial),
- Taille des cellules : de 2 à 30 km,
- Communication en full-duplex,
- Puissance : terminaux mobiles, 1 Watt ; téléphones de voiture, 6 Watts,
- Transfert de données : jusqu'à 1200 bits/seconde (par le canal de contrôle).

Certains opérateurs commencent à suspendre leur réseau NMT, par exemple Sonera, en Finlande, le 31.12.2002.

2.2 AMPS - American Mobile Phone System

C'est, tout comme le NMT, un standard de téléphonie analogique. Il est basé sur une technologie de commutation des communications entre cellules.

Multiplexage Le multiplexage de la première version de AMPS a été réalisée par FDMA (Frequency Division Multiple Access - Accès Multiple par Division en Fréquence). C'est à dire qu'à chaque appel est alloué une bande de fréquence particulière. Ceci permet la proximité de plusieurs cellules. Par contre, ce mécanisme limite grandement le nombre de communication supportées par une station de base.

Interférences C'est l'influence de la présence d'un signal sur un autre signal.

Typiquement, on distingue les interférences intra-cellulaire, entre les communications passées via une station de base donnée, et les interférences extra-cellulaires, entre cellules différentes.

Pour remédier aux inconvénients du FDMA, le TDMA (Time-Division Multiple access) fut introduit. Il a permis l'augmentation de la capacité du système, ainsi que la mise en place d'une meilleure capacité. Les implémentations de TDMA furent IS-54, puis IS-136.

Schémas : FDMA, TDMA

L'allocation de fréquence La bande de fréquence de AMPS se situe aux alentours de 800 MHz. Plus précisément, sont disponibles :

- la bande de fréquence 824 849 MHz pour les canaux ascendants (du terminal vers la station de base),
- la bande de fréquence 869 894 MHz pour les canaux descendants (de la station de base vers les terminaux)

Chaque canal full-duplex, qui supporte une communication, est donc composé d'un canal simplex ascendant, et d'un autre canal simplex descendant. En tout, 832 canaux sont disponibles, répartis entre deux opérateurs. Ce qui fait donc 416 canaux par opérateurs.

Chaque canal AMPS a une largeur de 30 KHz.

Nous avons vu que des interférences peuvent se produire entre les signaux.

Schéma : canaux ascendants et descendants

Autres systèmes En Europe, TACS (Total Access Communication System - Royaume Uni) était l'équivalent de AMPS. Radiocom 2000 était la version française. Progressivement, les systèmes numériques remplacent les systèmes analogiques, tout en conservant la compatibilité (surtout dans AMPS).