

# Le téléphone mobile



- 
- 
- Emmanuel LARCHER
- Patrick LE QUÉRÉ
- Julien SIVAGNANAM
- 
- **Classe : 1B**
- **Année scolaire : 1997/1998**
-



- 
- 
- 
- 
- 
- 

# Sommaire

<b>Sommaire</b> .....	<b>1</b>
<b>Bibliographie &amp; Documentation</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
<b>Le phénomène de la téléphonie mobile</b> .....	<b>3</b>
Des origines au succès : une lente évolution .....	3
Le marché du téléphone mobile.....	4
Panorama des utilisateurs.....	5
<b>Technique de la téléphonie mobile</b> .....	<b>6</b>
Principe de l'acheminement de l'information .....	6
L'architecture du réseau.....	7
L'architecture du sous-système radio (BSS).....	7
L'architecture du sous-système réseau (NSS) .....	8
Le sous système d'exploitation et de maintenance .....	8
L'itinérance .....	8
Le « handover ».....	9
Structure d'un téléphone mobile.....	9
La carte SIM .....	12
<b>Le futur de la téléphonie mobile</b> .....	<b>13</b>
Vers l'ordinateur de poche communicant .....	13
Le successeur du GSM et du DCS.....	14
Les technologies dérivées.....	15
<b>Conclusion</b> .....	<b>16</b>

# Bibliographie & Documentation

- ✓ *Réseaux GSM/DCS*, Xavier LAGRANGE, Philippe GODLEWSKI, Sami TABBANE, Éditions Hermes
- ✓ Documentations FNAC, France Telecom Mobiles (Itineris), Cegetel (SFR), Bouygues Telecom
- ✓ Documentation GEMPLUS
- ✓ Sciences & avenir, 01 Informatique, 01 Réseaux, Électronique International, Mobiles Magazine Hors-Série, le Figaro Multimédia



# Introduction

**R**éservé il y a encore quelques années à un usage professionnel, le téléphone mobile s'est récemment démocratisé et les opérateurs visent désormais toutes les tranches de la population. En France, Cegetel (SFR) et France Telecom (Itineris) ont entamé une véritable guerre des prix, récemment renforcée par Bouygues Telecom qui a allié la création d'un nouveau réseau à la multiplication des services.

**N**ous nous proposons de dresser un panorama de la téléphonie mobile au travers de trois de ses aspects :

- ◆ *Le phénomène* : nous résumerons le développement de la téléphonie mobile et envisagerons ses enjeux économiques et technologiques, et la concurrence entre les différents opérateurs.
- ◆ *La technique* : nous indiquerons les principes de base des deux normes de communication mobile utilisées en France : GSM (*Global System for Mobile Communications*) et DCS 1800 (*Digital Cellular System*), sans rentrer dans les détails des techniques de transmission hertziennes ou des systèmes informatiques mis en œuvre. Nous décrirons également la structure d'un terminal mobile.
- ◆ *Le futur* : nous évoquerons les futures évolutions et applications du téléphone mobile, et donnerons des exemples de technologies développées pour la télécommunication mobile, appliquées à d'autres systèmes.

- 
- 
- 
- 
- 

# Le phénomène de la téléphonie mobile

*Nous sommes aujourd'hui plus de quatre millions de Français à utiliser le téléphone mobile, ce nouveau bijou de la vie quotidienne. Le marché explose au rythme de 300 000 nouveaux équipements par mois. La demande est réelle, le téléphone mobile constitue le véritable produit technologique de l'an 2000.*

## Des origines au succès : une lente évolution

L'arrivée massive des téléphones mobiles laisse croire que leur invention est toute récente. En fait il n'en n'est rien : dans les années 20, les systèmes de radiocommunications étaient utilisés par l'armée au Japon et aux États-Unis pour communiquer en temps réel. Cependant la lourdeur des matériels de ces années rendait difficile l'utilisation des télécommunications mobiles. De nombreuses recherches furent alors menées pour permettre aux utilisateurs de la radiocommunication d'intégrer le matériel dans des véhicules. Mais la tâche était ardue !

A la fin de la seconde guerre mondiale apparut pour la première fois un véritable plan de répartition des fréquences permettant une utilisation non archaïque des fréquences disponibles. Le nombre des canaux fut augmenté grâce à la réduction de la largeur des bandes de fréquences. Cette opération permit rapidement à un plus grand nombre d'utilisateurs, dont les entreprises, de profiter de la radiocommunication. Juste après la guerre, le nombre de « radiocommunicants » était déjà de 70 000 aux États-Unis.

De même les systèmes de téléphone de voiture firent leur apparition sur le marché ainsi que les premiers spécimens de récepteurs de radiomessagerie. On ne parlait pas encore de Tadoo, de Tam Tam ou de Kobby, mais l'idée y était déjà. La technologie utilisée à l'époque pour assurer la transmission des communication était la modulation de fréquence. Mais le succès entraîna rapidement une saturation des réseaux. Il fallut alors commencer à réfléchir à une solution permettant d'augmenter encore le nombre des utilisateurs. Ainsi, dans les années 60 se développèrent des techniques permettant une utilisation multiple des fréquences. Les communications en direction de particuliers ont alors pu débiter, mais il fallut attendre les années 70 pour voir apparaître le même phénomène en Europe.

Au même moment, dans les laboratoires américains, de nouveaux systèmes de transmission étaient en expérimentation. Ces systèmes fonctionnaient par zones, dites *cellules*, et étaient donc appelés réseaux cellulaires, ce qui deviendra le terme générique donné aux réseaux de communication mobile. Très rapidement, la technologie nécessaire fut approuvée, mais les fréquences indispensables à la mise en place d'un tel système faisaient défaut. Ce n'est qu'en 1980 que la limitation des fréquences allouées à la radiocommunication a été levée, permettant ainsi le libre développement des réseaux cellulaires. Les grands réseaux de téléphones mobiles purent enfin voir le jour. Ce sont ceux que nous utilisons aujourd'hui.

---

**La notion de cellule est à la base de tous les systèmes modernes de communication mobile.** L'espace est morcelé en hexagones appelés cellules, contenant chacune un émetteur récepteur. Ainsi un terminal mobile se trouve toujours à moins de quelques kilomètres d'un émetteur récepteur.

Les années 80 marquent donc le véritable début de ce que nous connaissons maintenant comme la fantastique avancée des mobiles. Pour surmonter les difficultés de saturation toujours présentes, il est possible de jouer avec la taille des cellules. Car chaque cellule comporte un relais qui a une capacité maximale de transmissions simultanées. Ainsi, dans les zones à faible densité de population, chaque cellule peut couvrir une très vaste surface, alors que pour couvrir des zones urbaines à forte densité de population, la multiplication de cellules de plus petites tailles permet d'échapper aux problèmes d'encombrement.

Petit à petit, en réglant les problèmes techniques les uns après les autres, les systèmes cellulaires s'internationalisent et s'imposent comme la technologie mondiale du téléphone mobile. En France, après l'épisode du téléphone mobile analogique qui ne connut pas un grand succès – contrairement à bon nombre de pays européens – la norme du téléphone mobile numérique GSM, qui offre une bonne qualité d'écoute et une confidentialité totale des communications, s'imposa très vite comme le système de référence. Il fut exploité dès 1992 par France Telecom Mobiles avec Itineris et par son concurrent SFR avec « Ligne SFR Numérique ».

---

#### Les prix du téléphone mobile baissent.

Pourtant, la somme mensuelle généralement dépensée pour le téléphone portable est aujourd'hui de plus de 400 FTTC par mois !

Ce qui explique peut-être que les Français ne soient pas particulièrement bavards sur leur portable : la durée moyenne d'un appel émis excède très peu une minute 30 secondes.

Le téléphone portable va progressivement prendre son envol sous les efforts des opérateurs pour rendre les prix de plus en plus accessibles. En 1996, un troisième opérateur est autorisé à exploiter un réseau de téléphones mobiles. Il s'agit de Bouygues Telecom, qui utilise une norme dérivée du GSM, le DCS 1800. Conçu une nouvelle fois dans le souci de soulager le trafic de communications très important dans les grands centres urbains, notamment Paris, le DCS 1800 permet d'absorber plus de communications simultanées au km<sup>2</sup>. Bouygues Telecom en a profité pour dynamiser le marché en baissant les prix et en proposant de nouvelles formes de commercialisation, les forfaits et les packs, aujourd'hui généralisés chez les trois opérateurs.

L'année 1997 constitue sur le plan du marché des mobiles une année exceptionnelle. Actuellement, nous sommes déjà plus de 4 millions de Français à utiliser tous les jours un téléphone mobile. En l'an 2000, nous serons vraisemblablement 10 millions. L'ère du téléphone mobile pour tous n'est plus très loin.

## Le marché du téléphone mobile

Itineris, SFR, et Bouygues Telecom sont des noms que nous entendons très souvent en ce moment tant les campagnes de communication des trois opérateurs sont nombreuses. Ces trois marques, opérateurs du téléphone mobile, possèdent les infrastructures supportant les transmissions de tous les appels vers leurs destinataires. Itineris est le nom commercial du réseau exploité par France Telecom Mobiles. Le réseau de cet opérateur couvre la quasi totalité de la population française, de même que celui de SFR. Appartenant au groupe de la Compagnie Générale des Eaux, ce deuxième opérateur s'est lancé sur le marché du téléphone mobile au même moment que France Telecom. Ils sont donc rivaux depuis les débuts du portable en France. Le troisième opérateur, Bouygues Telecom, n'est arrivé sur le marché que l'année dernière. Sa couverture évolue et devrait permettre dès la fin de cette année à 50 % de la population française de profiter du choix entre trois sociétés différentes.

Ces trois opérateurs proposent tous un service de communications mobiles qui prend la forme, dans la plupart des cas, d'un abonnement mensuel donnant accès aux réseaux. Comme cela se pratique pour un téléphone à domicile, on paie pour le téléphone portable une somme mensuelle. Mais dans le cas du portable, les communications peuvent être incluses dans le tarif de l'abonnement. Cela présente l'avantage d'éviter les mauvaises surprises à la réception de la facture et de bénéficier d'un coût à la minute plus intéressant.

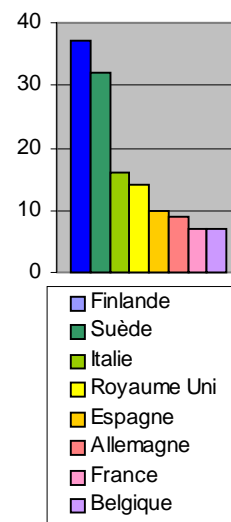
Les opérateurs fixent donc eux-mêmes le prix d'accès à leur réseau, le prix des communications sur celui-ci, ainsi que les heures de début et de fin de périodes présentant des variations tarifaires (heures pleines et heures creuses). Mais pour commercialiser leurs différents abonnements, ils ne comptent pas que sur eux-mêmes. Le fruit des abonnements leur revient en grande partie, mais la diffusion de ceux-ci repose sur un vaste réseau de distributeurs. Parmi ceux-ci, les SCS (Société de Commercialisation et de Services) ont été créées pour favoriser le développement rapide du nombre d'abonnés. Ces sociétés pratiquent des prix un peu différents en fonction des services supplémentaires qu'elles peuvent mettre en place pour leur clientèle. Chez un revendeur de téléphones, on trouve, selon les cas, des abonnements gérés directement par les opérateurs ou bien par l'une de ces SCS. Autrement dit, pour un abonnement à Itineris ou SFR, nous pourrions recevoir une facture directement de l'un de ces deux opérateurs, ou bien de l'une des SCS gérant ces abonnements. Seul Bouygues Telecom gère lui-même l'intégralité de ses clients.

Enfin, la distribution est un élément incontournable de ce marché. Les mobiles sont aujourd'hui en vente dans les grands magasins, les supermarchés, comme chez le détaillant du coin. Certains magasins spécialisés sont plus ou moins liés avec un fabricant ou un opérateur (Mobistore avec Itineris, Espaces SFR, etc.), mais l'ensemble du choix est généralement disponible.

Mis à part Bouygues Telecom qui fait appel à un nombre pour l'instant limité de fabricants pour produire des téléphones mobiles fonctionnant sur son réseau, les opérateurs laissent à leurs clients l'entière liberté de choisir le modèle de portable qui leur plaît le plus, à la seule condition qu'il fonctionne bien sur la norme GSM. Les fabricants de ce type d'appareils ont donc tout intérêt à concevoir des mobiles suffisamment attractifs et des gammes renouvelées assez souvent pour séduire les nouveaux utilisateurs.

Un Américain, un Finlandais et un Suédois, Motorola, Nokia et Ericsson, forment le trio de tête des producteurs de portables au monde, ce qui n'est pas surprenant car les États-Unis et la Scandinavie sont les plus gros utilisateurs de téléphones mobiles avec les Japonais. Ces derniers ne sont d'ailleurs pas absents de la lutte mondiale. Sony, Mitsubishi et Panasonic comptent ainsi parmi les grands du secteur. En France, Sagem, Alcatel et Matra se livrent une bataille effrénée pour la place de leader tricolore. Enfin, d'autres grandes maisons comme Philips, Nec ou Siemens sont également de grands producteurs de téléphones mobiles.

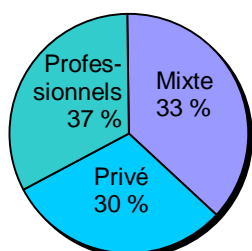
Un Finlandais et un Suédois font partie du trio de tête des constructeurs de téléphones mobiles. Comparaison des taux d'équipement en Europe.



## Panorama des utilisateurs

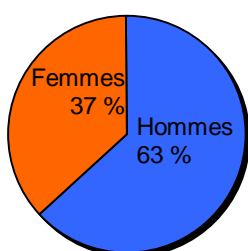
### Plutôt des professionnels

C'est en effet la catégorie des utilisations professionnelles qui est encore prépondérante, mais son pourcentage dans la masse totale des consommations est en baisse. Il y a bien sûr de plus en plus d'usage privé et d'utilisations mixtes.



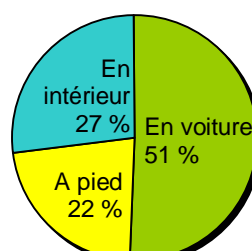
### De plus en plus de femmes

Comme dans de nombreux domaines, la part des femmes est de plus en plus importante parmi les utilisateurs de mobiles.



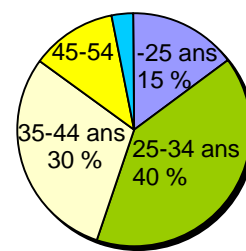
### Toujours la voiture

Le véhicule reste toujours le principal lieu d'utilisation du téléphone mobile, même si un petit rééquilibrage est en train de se produire au profit des appels passés de l'intérieur des bâtiments.



### De plus en plus de jeunes

Cette année 1997 marque le passage assez net vers une classe d'âge un peu plus jeune des utilisateurs de téléphones portables. Alors qu'auparavant l'âge moyen se situait entre 40 et 45 ans, sur les six derniers mois on constate que les nouveaux abonnés ont en moyenne moins de 35 ans.



# Technique de la téléphonie mobile

*La conception d'un réseau de téléphonie mobile pose des problèmes inconnus avec la téléphonie classique. Actuellement, deux normes sont exploitées en France : GSM et DCS 1800. Leurs principes de base sont identiques.*

## Principe de l'acheminement de l'information

Un système de radiotéléphonie a pour premier objectif de permettre l'accès au réseau téléphonique à partir d'un terminal portatif sur un territoire étendu, en utilisant une liaison radioélectrique entre le terminal et le réseau. Selon les systèmes, plusieurs bandes de fréquences sont utilisées : parmi les principales, on compte les bandes 450 MHz, 900 MHz, 1800 MHz.

**Un réseau cellulaire**  
Le nom « téléphone cellulaire » provient de la structure du réseau : l'espace est divisé en cellules, c'est-à-dire en zones couvertes par une station de base ou relais.



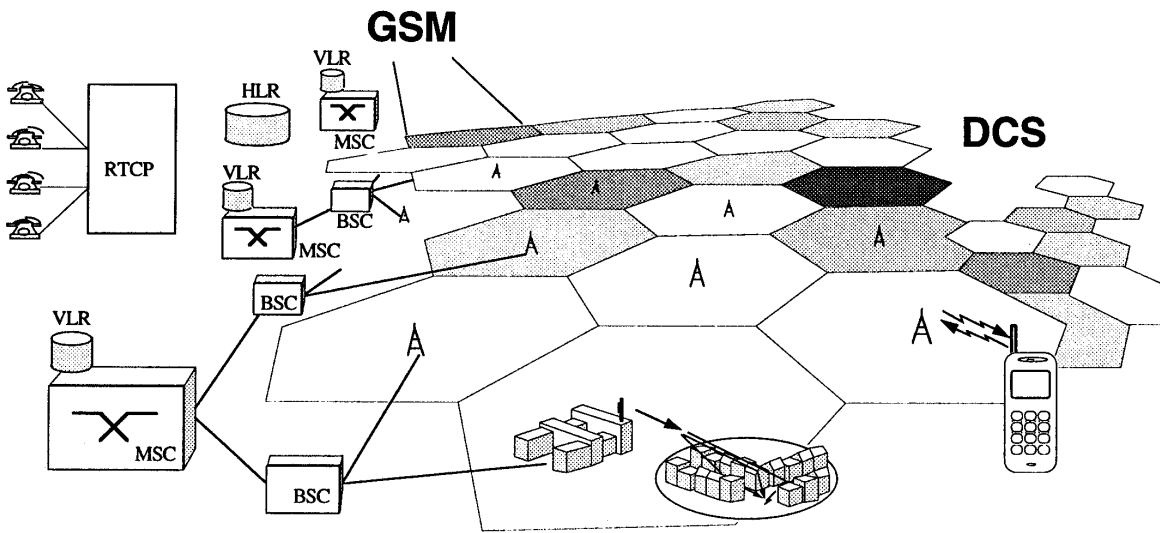
Pour que le service soit disponible, il faut que la liaison radio entre le terminal et le réseau soit de qualité suffisante, ce qui peut nécessiter une puissance importante des émetteurs. Afin de limiter cette puissance, l'opérateur place un ensemble de stations de base (BTS ou *Base Station*) sur le territoire à couvrir pour que le terminal soit toujours à moins de quelques kilomètres de l'une d'entre elles. La surface sur laquelle un terminal peut établir une liaison avec une station de base déterminée s'appelle une *cellule*. Le territoire est donc couvert par un ensemble de cellules, qui ne peuvent accueillir qu'un nombre limité d'utilisateurs. C'est pourquoi les cellules sont toutes petites en ville, et beaucoup plus vastes en pleine campagne. Pour économiser le spectre hertzien, l'opérateur réutilise les mêmes fréquences sur des cellules suffisamment éloignées pour que deux communications utilisant les mêmes fréquences ne se brouillent pas.

On appelle station mobile ou mobile tout équipement capable de communiquer sur le réseau. Un mobile est grossièrement composé d'un émetteur récepteur et d'une logique de commande. La téléphonie mobile fait intervenir deux notions fondamentales : l'itinérance et le *handover*.

- L'utilisateur d'un réseau de radiotéléphonie, qui se déplace en différents points, y compris en dehors du territoire national, doit pouvoir appeler et être appelé : c'est la notion d'itinérance, ou *roaming*.
- Pendant une communication, le terminal est en liaison radio avec une station de base déterminée. Si l'utilisateur se déplace, il est nécessaire d'assurer la continuation du service, c'est-à-dire de changer de station de base tout en maintenant la communication : c'est la notion de transfert inter-cellulaire ou *handover*. Ce processus doit pouvoir être effectué avec des mobiles se déplaçant jusqu'à 300 km/h !

La gestion du *handover* et de l'itinérance nécessite des équipements particuliers qui ne sont pas présents dans les réseaux téléphoniques classiques. Ces équipements, ainsi que les stations de base, sont organisés en un réseau particulier appelé PLMN (*Public Land Mobile Network*).



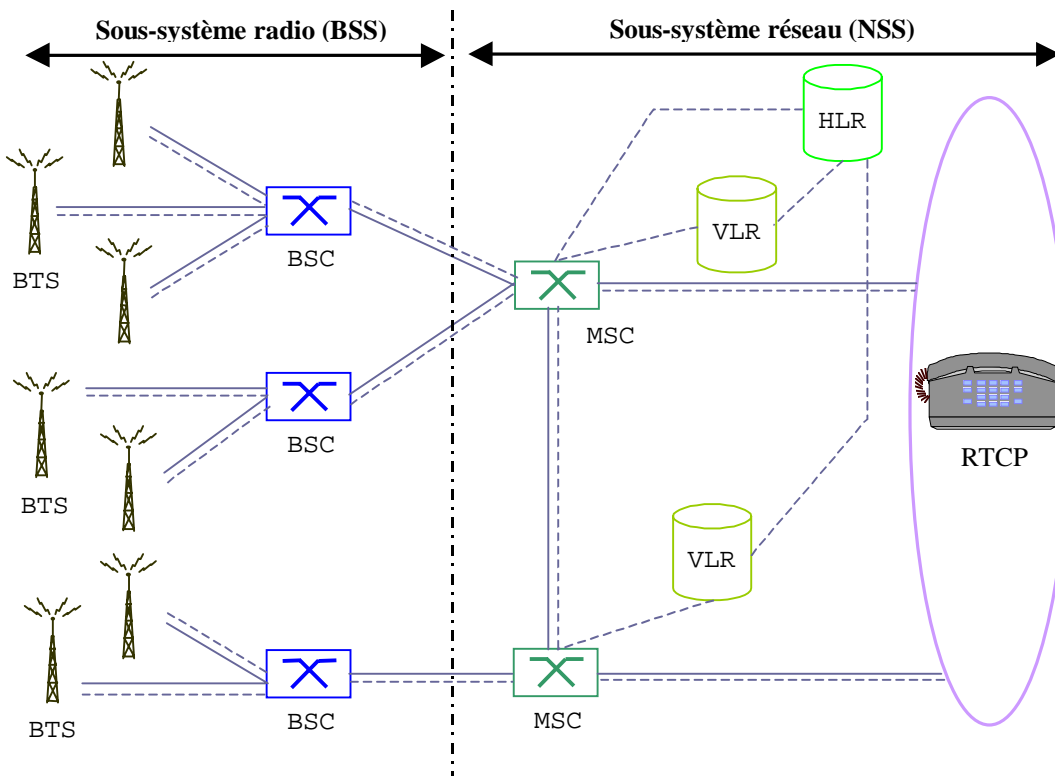


**Vue d'ensemble d'un système de télécommunications mobiles.** Les systèmes GSM et DCS sont fondés sur la notion de cellule. La norme DCS 1800 impose des cellules plus étroites que celles du GSM, ce qui nécessite la mise en place d'un très grand nombre d'émetteurs récepteurs (BTS) mais offre une meilleure qualité de réception à l'intérieur des bâtiments.

### L'architecture du réseau

Un PLMN (*Public Land Mobile Network*) peut être vu comme un système qui assure un accès radio au réseau téléphonique général, le RTCP (Réseau Téléphonique Commuté Public). Le PLMN est constitué de trois parties :

- le sous système radio (BSS, *Base Station Sub-system*) ;
- le sous système réseau (NSS, *Network Sub-System*) ;
- le sous système d'exploitation et de maintenance.



**Architecture GSM suivant la norme.** Cette figure présente les principaux éléments d'un réseau GSM hormis le sous-système d'exploitation et de maintenance.

— Circuits de parole  
 - - - Signalisation

### L'architecture du sous-système radio (BSS)

Les stations de base ou BTS sont des émetteurs récepteurs. Elles ont la charge de la transmission radio et réalisent l'ensemble des mesures radio nécessaires pour vérifier qu'une communication se déroule correctement. Ces mesures ne sont pas exploitées par les BTS, mais directement transmises au BSC.

### Un réseau complexe faisant appel à de puissantes ressources informatiques.

Les différents éléments du réseau (BTS, BSC, MSC, HLR,...) communiquent entre eux afin d'assurer la communication entre tous les types de terminaux, mobiles ou fixes. Ainsi une communication émise ou reçue par un terminal mobile emprunte les deux voies hertziennes et classique (lignes).



Le BSC, contrôleur de station de base (*Base Station Controller*) est l'organe « intelligent » du sous-système radio. Il a pour fonction de gérer la ressource radio. Il distribue les canaux, utilise les mesures effectuées par les BTS pour contrôler la puissance d'émission du mobile et/ou des BTS, prend la décision de l'exécution d'un *handover*. De plus, il réalise une concentration des circuits vers le MSC.

### L'architecture du sous-système réseau (NSS)

Le NSS comprend les bases de données et des commutateurs.

Le HLR (*Home Location Register*) est la base de données qui gère les abonnés d'un PLMN donné. Il mémorise d'une part les caractéristiques de chaque abonné (identité internationale de l'abonné utilisée sur le réseau, numéro d'annuaire de l'abonné, profil de l'abonnement (services supplémentaires...)). D'autre part, le HLR est une base de données de localisation. Il mémorise pour chaque abonné le numéro du VLR où il est enregistré. Cette localisation est effectuée à partir des informations émises par le mobile à travers le réseau.

Le MSC (*Mobile services Switching Center*) gère l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC et l'exécution du *handover* lorsqu'il y est impliqué. Il dialogue avec le VLR pour gérer la mobilité des usagers (transfert des informations de localisation...). Il sert aussi de passerelle entre le PLMN et le RTC.

Le VLR (*Visitor Location Register*) est une base de données qui mémorise les données d'abonnement des abonnés présents dans une zone géographique. En général, chaque MSC est relié à un seul VLR. Les informations mémorisées par le VLR sont similaires à celles du HLR, mais ne concernent que les abonnés mobiles présents dans une zone géographique.

### Le sous système d'exploitation et de maintenance

Il s'occupe de différentes fonctions administratives parmi lesquelles on peut citer : l'administration commerciale (déclaration des abonnés, des terminaux, facturations), la gestion de la sécurité (détection des intrusions), la maintenance, etc.

## L'itinérance

Un téléphone mobile est actif en permanence. Lorsqu'il est en veille, il émet régulièrement un signal pour indiquer sa position.



L'introduction de la mobilité dans les réseaux a nécessité la mise en place de nouvelles fonctions. En effet, contrairement à un réseau fixe où un numéro correspond à une adresse physique fixe, le numéro d'un terminal mobile est, du point de vue du réseau, une adresse logique fixe à laquelle il faut faire correspondre une adresse physique qui, elle, varie en fonction des déplacements du mobile. Pour que le PLMN offre des services équivalents à ceux du réseau fixe, il faut que le système *connaisse en permanence la position de chaque mobile*. De ce fait, le mobile doit rester actif afin de signaler ses mouvements au système. Dans la gestion de la localisation des mobiles, deux mécanismes interviennent :

- la localisation qui consiste à savoir à tout moment où se trouve un mobile ;
- la recherche d'abonnés qui consiste à émettre des messages d'avis de recherche dans les cellules où le système a précédemment localisé l'abonné.

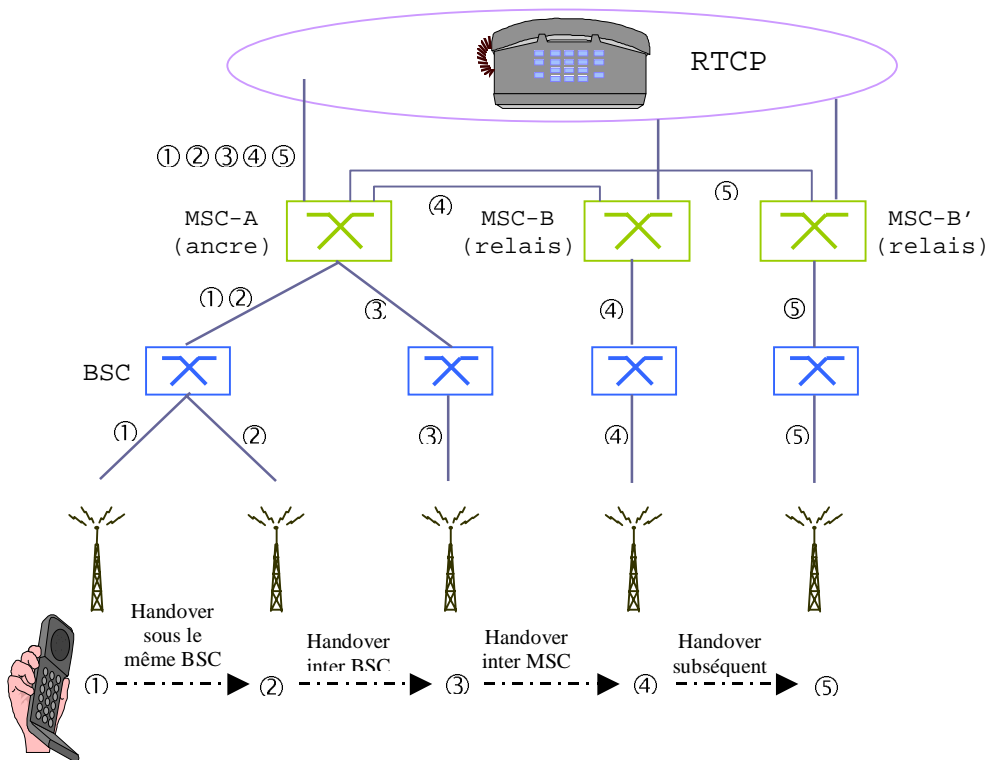
Ces deux notions s'opposent et il faut donc trouver un compromis. Pour le système GSM, on définit des *zones de localisation* qui regroupent un ensemble de cellules. Le système connaît la zone de localisation de l'abonné, c'est-à-dire la dernière dans laquelle le mobile a signalé sa présence, mais ignore la cellule précise où se trouve le mobile à l'intérieur de la zone de localisation. Ainsi, lorsque l'utilisateur reçoit un appel, le système va le chercher dans la zone de localisation courante en émettant un avis de recherche dans les cellules de cette zone. La consommation en ressources sera donc réduite à celle nécessaire à la recherche de l'abonné dans la zone de localisation.

## Le « handover »

En cours de communication, le mobile peut être amené à changer de cellule pour des raisons essentiellement radio, afin de maintenir une qualité de communication acceptable : cette procédure est appelée *handover*. Le *handover* intercellulaire a pour but de commuter un mobile d'une cellule à une autre.

Il existe différents types de *handover*, du point de vue de l'infrastructure :

- la nouvelle cellule et la cellule courante dépendent du même BSC ;
- la nouvelle cellule et la cellule courante dépendent du même MSC, mais de BSC différents ;
- la nouvelle cellule et la cellule courante dépendent de MSC différents.



### Différents cas de handover dans un réseau de téléphonie mobile.

Lorsque l'on passe d'une cellule à une autre, les informations de gestion d'un abonné sont transmises d'un BTS à l'autre, afin que la communication ne soit pas coupée.

Ce processus doit pouvoir être effectué avec des mobiles se déplaçant jusqu'à 300 km/h...



Il est difficile de donner des règles absolues caractérisant l'ensemble des cas de *handover*, néanmoins quelques principes peuvent être évoqués :

- le déclenchement du *handover* est décidé par le BSC ;
- plusieurs cellules cibles peuvent être déterminées par le BSC, le MSC en choisissant une sur des critères de trafic ;
- le MSC n'intervient pas dans le cas de handover intra-BSC ;
- les messages pour l'exécution du handover sont échangés le plus souvent entre les BSC, le MSC servant de relais pour retransmettre les messages.

## Structure d'un téléphone mobile

La structure d'un téléphone mobile répond à des exigences de taille, de poids, de convivialité et d'autonomie.

### Écran LCD (Liquid Cristal Display)

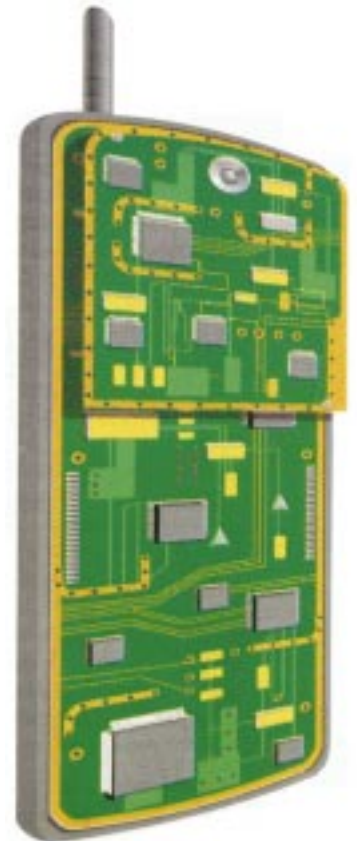
L'écran affiche le numéro de téléphone à composer, les messages alphanumériques reçus, les menus de configuration... Les écrans utilisent tous la technologie LCD translectif (fonctionnement avec et sans rétroéclairage). Ils comportent couramment deux ou trois lignes de caractères. Actuellement, les écrans à matrices de points se développent. SIEMENS en propose un modèle en couleur.

### Clavier

Le clavier permet de composer les numéros de téléphone, mais également de taper des messages à envoyer, de configurer l'appareil,... La tendance est à la simplification de l'interface. NOKIA propose par exemple une « touche à tout faire » baptisée NAVI ; d'autres marques ont mis au point un système de commandes vocales avec lequel l'utilisateur n'a qu'à prononcer le numéro de téléphone à appeler ou le nom d'une personne répertoriée. Certains claviers sont rétroéclairés, ce qui pose des problèmes de consommation d'énergie, de répartition égale de la lumière entre les touches, et de choix d'une matière translucide.

### Antenne

L'antenne, particulièrement utile en limite de couverture, favorise l'émission et la réception (sur deux fréquences différentes). Il en existe plusieurs modèles : antennes fixes, antennes à déployer, antennes internes... Des experts étudient les effets à long terme de la présence d'un rayonnement magnétique important près de la tête. Les effets semblent limités, mais il est toujours possible d'utiliser un kit piéton (oreillette et micro) pour éloigner le combiné.



### Micro et haut-parleur

Le microphone est généralement de type électret. Les volets pliables permettent d'améliorer le rapport signal/bruit en réduisant le bruit ambiant.

Le haut-parleur fait parfois office de *buzzer* (sonnerie). Les modèles proposant un son « hi-fi » utilisent un haut-parleur à noyau magnétique indépendant du *buzzer*.

La sonnerie avise l'utilisateur de l'arrivée d'une communication. Elle peut être remplacée par un vibreur, plus discret mais plus gourmand en énergie.

### La carte logique ou carte radio

C'est le cœur et l'intelligence du terminal. La carte radio comporte un modem de numérisation, codage et multiplexage, une mémoire flash, et éventuellement une carte PCMCIA permettant de communiquer fax et données.

Les circuits intégrés permettent de réduire la taille et le poids du combiné tout en augmentant son autonomie et ses fonctionnalités. La plupart des téléphones mobiles font appel à quatre circuits intégrés pour la partie traitement en bande de base, un microcontrôleur et un circuit de gestion de la consommation.

Les composants passifs posent des problèmes d'encombrement qui poussent les fabricants à minimiser leur taille, voire à s'en passer. On cherche également à intégrer les composants passifs, pour créer par exemple des boîtiers contenant une fonction complète de filtrage.

Les composants sont choisis selon des critères de consommation. La tension d'alimentation des circuits est passée de 6 à 4,8 V et arrive désormais à 3,6 V, voire 2,4 V.



### Boîtier

Il est nécessaire que le boîtier constitue un blindage performant contre les émissions extérieures. Les boîtiers sont moulés et blindés par métallisation.

Afin de réduire leur poids, on utilise des matières plastiques rendant possible la réalisation de cloisons d'environ 1mm d'épaisseur, ce qui nécessite l'utilisation de produits présentant une très bonne aptitude au moulage.



### La carte SIM (Subscriber Identification Module)

C'est une carte à puce qui mémorise toutes les informations sur l'utilisateur, le réseau auquel il est abonné, le répertoire et les messages courts. Il en existe deux formats : ISO (taille d'une carte de crédit) et micro (pour les téléphones les plus petits).

### GSM ou DCS ?

*La différence entre les deux normes se situe surtout dans les fréquences et les puissances utilisées par les deux réseaux. Un terminal GSM, étant adapté à la fréquence du GSM, n'est pas compatible avec le DCS. Actuellement les constructeurs commercialisent souvent deux versions de leurs combinés, dont l'une, nommée Bxxx, est destinée au réseau de Bouygues Telecom.*

### Batterie

Le Nickel-Cadmium, dont les effets mémoire pénalisaient une capacité de charge déjà faible, a été abandonné au profit du Nickel Métal Hybride (peu cher mais lourd) et du Lithium Ion (plus coûteux). L'objectif pour les batteries est de maximiser l'énergie disponible dans un minimum de volume et de poids pour obtenir l'autonomie la plus longue. Les batteries comportent également un système de contrôle de surcharge, une sonde de température, un fusible réarmable,...



## La carte SIM

Un téléphone mobile seul ne permet ni d'effectuer ni de recevoir des appels. En effet, c'est un concentré d'électronique compatible avec une norme de réseau donnée, GSM ou DCS par exemple, mais qui ignore tout de l'utilisateur et de son abonnement. Pour être en mesure d'utiliser un terminal mobile, on doit y insérer une carte SIM (*Subscriber Identification Module*) fournie par l'opérateur. C'est une carte à puce qui mémorise :

- le numéro de téléphone de l'utilisateur ;
- les caractéristiques de son abonnement : réseau, services payants optionnels, temps de communication disponible pour les cartes rechargeables, etc. ;
- le répertoire téléphonique de l'utilisateur, et éventuellement ses rendez-vous ou d'autres informations pour les téléphones offrant une fonction d'agenda ;
- les messages courts reçus ;
- le code secret d'accès au téléphone (PIN : *Personal Identification Number*), destiné à empêcher quiconque d'utiliser un appareil ne lui appartenant pas.

En outre, une carte SIM est *programmable à distance*, ce qui signifie qu'un opérateur peut aisément ajouter ou supprimer des fonctions à un appareil, ou des options à un utilisateur. Ainsi, l'achat d'un abonnement est indépendant de celui d'un combiné. Une personne qui insère sa carte SIM dans un téléphone mobile s'approprie aussitôt ce téléphone. Elle peut appeler, être appelée, et elle bénéficie automatiquement des services auxquels elle est abonnée. De plus un abonné peut aisément changer de téléphone sans changer de prestataire.

A l'origine conçue dans le seul but de mémoriser le nom du réseau auquel est abonné un utilisateur, la carte SIM est rapidement devenue un outil très puissant, dont les opérateurs peuvent tirer parti pour proposer une large gamme de services à leurs clients : achats et paiements à distance (« porte-monnaie électronique »), accumulation de points fidélité,... Les cartes SIM les plus récentes comportent même un système d'exploitation capable d'exécuter des applications dans la mémoire du téléphone. Les opérateurs peuvent alors ajouter à distance de nouvelles fonctions aux terminaux de leurs clients.

La carte SIM est devenue un facteur clé de la souplesse et de la modularité du téléphone portable.

---

**De nouvelles applications de la carte SIM :** SIMple, une solution proposée par le fabricant de cartes à puces GEMPLUS. Un lecteur PC Card PCMCIA permet de lire aisément les cartes SIM dans les ordinateurs portables. Ainsi les capacités mémoire encore restreintes des cartes à puce sont compensées par la puissance des ordinateurs, qui permettent de gérer et d'archiver aisément entrées du répertoire, contacts, rendez-vous,...



- 
- 
- 
- 
- 

# Le futur de la téléphonie mobile

*La téléphonie mobile est un marché en plein essor. Les combinés s'enrichissent sans cesse de nouvelles fonctions, et les technologies mises en œuvre permettent de concevoir de nouvelles applications.*

## Vers l'ordinateur de poche communicant

La concurrence entre les constructeurs et la demande des utilisateurs accélèrent l'évolution des terminaux téléphoniques :

- Leur poids et leur encombrement se réduisent.
- Leur autonomie s'améliore. Les appareils modernes ont abandonné les batteries en Nickel Cadmium, dont les effets mémoire pénalisaient une capacité de charge déjà faible. Deux technologies sont désormais utilisées : le Nickel Métal Hybride qui ne présente pas d'effet de mémoire de charge, dont le volume et le poids sont importants, et le Lithium Ion, plus léger mais plus coûteux.
- L'interface des appareils se simplifie et devient plus ergonomique : les écrans de taille importante permettent l'affichage de menus, parfois en couleur ; les claviers se simplifient. Certains modèles comportent des fonctions de reconnaissance vocale permettant de dicter le numéro de téléphone à composer, ou encore de prononcer le nom d'un contact enregistré dans le répertoire.
- La qualité du son s'améliore, d'une part grâce à l'amélioration de la technologie des portables, d'autre part grâce à la densification des réseaux. En outre, la technologie DCS 1800 exploitée par Bouygues Telecom permet d'offrir facilement un son de qualité équivalente à celui du téléphone filaire.
- Les cartes modem PCMIA permettent d'échanger facilement fax et données entre des téléphones mobiles et des ordinateurs. Ainsi un abonné à l'option Data Fax peut relier son téléphone à son ordinateur portable afin d'émettre ou de recevoir des fax, de télécharger des données ou de transmettre des fichiers, voire de naviguer sur Internet. Bouygues Telecom exploite le protocole SMS (*Short Message Service*, permettant de recevoir des messages écrits sur l'écran d'un téléphone) pour permettre à ses clients de recevoir les 160 premiers caractères de leur *emails* sur leur terminal.
- La souplesse de la carte SIM permet comme nous l'avons vu de créer de nouvelles applications et de multiplier les services.

Ainsi les technologies mises en œuvre dans la conception des téléphones mobiles permettent d'envisager d'inclure des systèmes de communication mobile dans des systèmes plus complets que des téléphones. Le futur du combiné et de l'agenda électronique semble être l'ordinateur de poche communicant, capable d'envoyer et de recevoir fax, données, et email, de naviguer sur Internet, ... NOKIA propose un terminal très évolué à la frontière entre le téléphone et l'ordinateur. Mais son prix reste prohibitif (près de 7500 F TTC). D'ici quelques mois, Alcatel commercialisera un véritable ordinateur de poche mobile destiné aux professionnels. Doté d'une mémoire de 350 Ko, il donne accès à toutes les fonctions de communication évoluées, est compatible avec le logiciel d'organisation Microsoft® Outlook, permet d'écrire sur l'écran au moyen d'un stylet, et communique avec les ordinateurs par infrarouge... Son prix serait de 4000 F HT.

### Échange de données

Les combinés compatibles Data Fax permettent d'échanger des données avec des ordinateurs portables et de consulter Internet, mais à faible vitesse.



### Plus de fonctions

NOKIA 9000: agenda, répertoire, envoi de messages, email... le tout en un.



### Un véritable ordinateur de poche, la mobilité en plus.

Le One Touch Com d'Alcatel sera disponible début 1998.



## Le successeur du GSM et du DCS

Malgré les améliorations de la téléphonie mobile apportées par le DCS et la phase 2.5 du GSM, il reste de nombreux défis à relever :

- amélioration de la vitesse de transmission des données ;
- conception d'un système qui abolirait la différence entre le téléphone sans fil utilisé à l'intérieur mais qui ne possède aucune portée à l'extérieur, et le téléphone portable qui fonctionne souvent mal à l'intérieur, malgré les améliorations promises par la norme DCS 1800 ;
- sélection automatique de la bande de fréquences à utiliser selon les pays et les réseaux ;
- désengorgement du réseau GSM, qui atteindra ses limites vers l'an 2000 : la croissance des mobiles est telle que le nombre des téléphones portables devrait dépasser celui des appareils fixes vers 2006 !

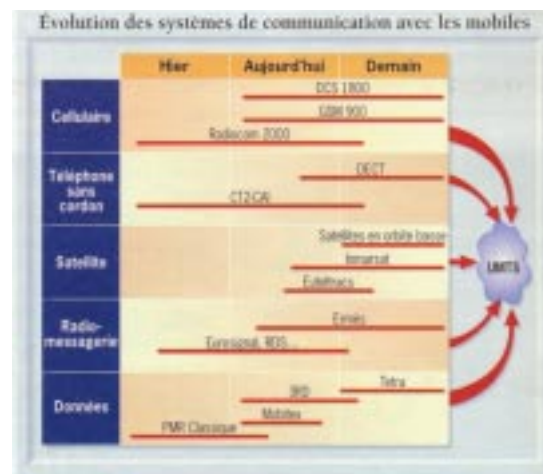
Il apparaît donc nécessaire de concevoir une nouvelle norme qui succédera au GSM et au DCS. Cette nouvelle norme, baptisée UMTS, est en déjà gestation. L'UMTS, dont la bande passante s'étendra entre une centaine de Kbit/s et 2 Mbit/s, permettra de véhiculer des données à grande vitesse, afin de transmettre simultanément la voix, des données multimédia (vidéo interactive, Internet,...), afin de réaliser aisément des visioconférences ou de développer le commerce électronique. En outre l'UMTS s'interconnectera avec les réseaux et services actuels.

Les premières spécifications de cette nouvelle norme devraient être décidées fin décembre 1997. Cette phase préalable suscite une certaine agitation, tant du côté des constructeurs d'équipements que du côté des opérateurs, qui se sont regroupés en deux équipes afin de défendre deux projets légèrement différents.

Les premiers services commerciaux UMTS devraient normalement être lancés en 2002 dans la bande des 2 GHz.

**L'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), une norme ouverte et universelle.**

L'UMTS constitue une importante évolution du système GSM. Cette nouvelle norme, compatible avec les normes précédentes et les réseaux actuels, permettra de transmettre aisément des données multimédia. Elle s'applique à tous les systèmes de communication mobile, et utilisera en outre le satellite comme moyen de transmission des informations.





## Les technologies dérivées

Les technologies mises au point pour la téléphonie mobile trouvent de nouvelles applications dans des domaines différents.

En Janvier 1998, le monopole de France Telecom prendra fin. Divers opérateurs, dont Cegetel et Bouygues, s'apprêtent à proposer aux clients de France Telecom des solutions de communications concurrentes. Il leur est cependant impossible de dédoubler les lignes de France Telecom, cette opération étant extrêmement lente et coûteuse. Ces sociétés ont donc cherché des accords avec diverses entreprises possédant déjà un réseau de téléphonie. Ainsi Cegetel utilisera-t-elle les lignes de la SNCF, et les fibres optiques placées par les autoroutes sous les bandes d'arrêt d'urgence. Un problème se pose néanmoins : la distance entre le domicile d'un abonné et la fin des lignes peut être importante. Les opérateurs cherchent donc à appliquer la technologie du téléphone mobile à celle du téléphone fixe. Plusieurs systèmes sont en phase de test dans différentes villes. L'un d'eux consiste à placer à la fin des lignes des bornes émettrices similaires aux BTS (stations de base) du GSM ou du DCS. L'abonné dispose alors d'un combiné sans fil permettant de recevoir les communications. Ce combiné n'est cependant pas cellulaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas utilisable en déplacement : il n'existe pas de notion de cellule.

Un tel système pourrait être une première étape dans une fusion entre le téléphone fixe et le téléphone mobile.

D'autre part les constructeurs de téléphone ont récemment mis au point un système de reconnaissance vocale permettant de dicter à un appareil le numéro de téléphone à composer, ou encore de prononcer le nom d'une personne mémorisée dans le répertoire. Ce système pourrait trouver de nombreuses applications. La SNCF envisage par exemple de l'inclure dans la prochaine version de ses billetteries automatiques, des études indiquant qu'il est bien plus simple et plus intuitif d'acheter un billet de train en s'adressant à un appareil qu'en utilisant un écran tactile. Dès 1998, un prototype de distributeur sera placé dans une gare française. Aujourd'hui il semble que l'obstacle à la réalisation de tels systèmes ne soit plus la technologie, mais plutôt la difficulté que manifestent les utilisateurs à s'adresser à une machine. D'après les experts, le téléphone mobile résoudrait une nouvelle fois les problèmes en nous habituant à parler à un appareil dans des lieux publics...

---

**Les combinés sans fil mais non cellulaires répondent à la norme DECT** (*Digital European Cordless Telephone*).

Cette norme fut utilisée par France Telecom pour son défunt Bi-Bop. Elle offre une meilleure qualité de son que le DCS ou le GSM, mais la zone d'utilisation des combinés est très restreinte (moins d'un kilomètre en ville).

- 
- 
- 
- 
- 

## Conclusion

Sans cesse plus petit, plus convivial, plus léger, le téléphone mobile ne finit pas de nous surprendre.

Les trois opérateurs français, Bouygues Telecom, Cegetel et France Telecom, mènent une rude guerre des prix et des services pour séduire une clientèle de plus en plus diversifiée.

Nous ne connaissons pourtant que le début de l'ère de la communication mobile. Derrière les technologies actuelles se profilent le transfert de données multimédia, le passage du combiné à l'ordinateur de poche, la fusion entre le téléphone fixe et le téléphone mobile...

Bientôt dans toutes les poches, le téléphone mobile semble avoir de beaux jours devant lui.