

consommateurs feront leurs achats sur leurs terminaux portables. Des entreprises se chargeront alors de les aider à bien utiliser le temps ainsi sauvé...

Les bases de la prochaine révolution de la téléphonie sont en construction. L'Europe est plus avancée que les États-Unis et l'Asie. En Finlande, par exemple, les abonnés utilisent déjà leur téléphone pour envoyer des messages à leurs amis, pour payer des factures, pour connaître l'état de la circulation routière et pour payer leurs consommations dans un café d'Helsinki : ils composent seulement les numéros appropriés. L'avance européenne résulte d'une meilleure harmonisation des techniques. Le GSM est adopté dans tous les pays d'Europe. Au Japon, tous les adolescents sont fous de l'option *iMode*, qui assure la connexion au réseau Internet. Plus de 12 millions de Japonais l'utilisent. Les sociétés américaines ont été plus lentes à offrir ce genre de services parce qu'aucune norme ne s'est répandue aux États-Unis. Pourtant, les opérateurs américains n'ont pas hésité à lancer des campagnes publicitaires agressives afin de convaincre leurs clients d'acheter des téléphones cellulaires reliés au réseau Internet. Parallèlement, des fabricants de matériels informatiques, notamment les constructeurs d'ordinateurs de poche, exploitent le nouveau marché.

Le *Palm VII*, par exemple, accède au réseau Internet par les airs, grâce à une mini-antenne. Le *Jornada* intègre un modem, lequel peut être branché sur un portable, etc.

Aujourd'hui, les communications effectuées par ces appareils sont terriblement lentes : le débit est inférieur à seulement dix kilobits par seconde en moyenne, soit une transmission cinq fois plus lente qu'avec un micro-ordinateur connecté par un fil. Avec ces débits, on peut effectuer des tâches simples, tel l'acheminement d'un message, mais la navigation sur Internet est pénible. Le téléchargement de films vidéo ou de musique est impossible ! À cette faiblesse technique s'ajoute celle de l'infrastructure. Aujourd'hui, les réseaux ne transmettent des données par les airs que dans les grandes agglomérations.

Les progrès techniques et les investissements considérables devraient pallier ces défauts. Les premiers téléphones cellulaires étaient des appareils analogiques : ils transmettaient un signal électrique proportionnel à l'intensité sonore de la voix. Les téléphones de deuxième génération – ou « téléphones 2G » – sont tous numériques. Les séquences de 0 et de 1 qu'ils envoient ou reçoivent codent la voix, et ils peuvent en principe coder n'importe quel type d'informations. Les sociétés de télé-

communications mettent aujourd'hui au point des réseaux sans fil de troisième génération (3G), qui transmettent rapidement les données. Les opérateurs annoncent des débits de deux mégabits par seconde : on pourra télécharger des morceaux de musique et des films vidéo.

Le gouvernement britannique a déjà réservé certaines bandes du spectre électromagnétique à la téléphonie mobile de troisième génération : la mise aux enchères des licences correspondantes lui a rapporté presque 250 milliards de francs. En Allemagne, où les mêmes fréquences viennent d'être mise aux enchères, les montants atteints devraient être comparables. En France, le gouvernement a décidé de vendre les licences à un prix fixe aux sociétés qu'il choisira. Le gouvernement américain a des projets similaires. En Europe, le Royaume Uni devrait être le premier pays équipé de réseaux 3G. De grands opérateurs, tels *British Telecommunications*, *Vodafone* et *France Telecom*, promettent que leurs réseaux 3G seront opérationnels dès 2002. Les services de données à haut débit ne seront peut-être pas actifs aussitôt, et les populations rurales seront équipées bien après les citadins : en 2010, semble-t-il.

Impatients de capter le marché, plusieurs opérateurs s'approprient à proposer des solutions intermédiaires : les



«réseaux 2,5G». Aux États-Unis, par exemple, la Société *Sprint PCS* projette de pousser la vitesse de pointe de ses applications Internet à 144 kilobits par seconde grâce à la «commutation de paquets». Jusqu'à présent, presque tous les réseaux de téléphonie mobile utilisaient la commutation de circuits : un canal de communication, c'est-à-dire une bande spécifique de fréquence, est réservé à chaque utilisateur qui téléphone ; quand tous les canaux sont occupés, téléphoner devient impossible. La commutation par paquets évite cette saturation : le signal est découpé en paquets de données qui sont étiquetés avec l'adresse de destination. Puis tous ces paquets sont envoyés sur les réseaux, qui les acheminent par tous les canaux disponibles. À la réception, un ordonnateur les met dans le bon ordre, puis les livre au circuit d'écoute ou à l'écran. Les

débits maximaux de la commutation par paquets sont bien supérieurs à ceux de la commutation de circuits. La commutation par paquets est comparable à la gestion ordinaire du trafic routier : tous les véhicules sont libres d'emprunter n'importe quelle chaussée, n'importe quand. En revanche, la commutation de circuits se compare à la gestion extraordinaire du trafic mise en place par la gendarmerie lors de la visite d'un président étranger ; le véhicule de ce dernier emprunte une partie du réseau libérée pour lui. Pendant ce temps, le reste des véhicules n'a pas le droit de rouler sur l'itinéraire du président. Si nous étions tous des présidents obligés de s'annoncer avant de passer, le trafic sur les routes de France serait bien moins intense !

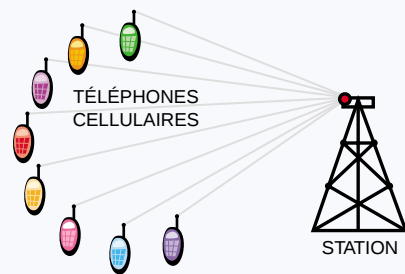
La commutation par paquets a cependant un inconvénient majeur : la

transmission est moins fiable, la collecte et le réassemblage des paquets de données prend du temps. Dans la rue Sleidan, à Strasbourg, quand il pleut, ou devant le supermarché de Suippes, en Champagne, quand le réseau est encombré, le paquet n° 735 n'atteint parfois pas le récepteur ou arrive trop tard. Les systèmes de transmission de données attendent jusqu'à l'arrivée du paquet qui manque et demande une retransmission s'il tarde. Les systèmes spécialisés sur la voix, en revanche, n'attendent pas longtemps ; à la fin d'un court délai de latence, ils réassemblent le signal avec des vides. Les mots sont alors hachés, ce qui rend la conversation plutôt fatigante. Les opérateurs ont mis au point plusieurs méthodes pour minimiser le problème. La suppression des «paquets de silence» en est une : environ 30 pour

La télécommunication sans fil

De nombreux acronymes sont utilisés par l'industrie des télécommunications sans fil. Ils forment trois catégories qui cor-

respondent à trois stades successifs du développement des réseaux aériens.

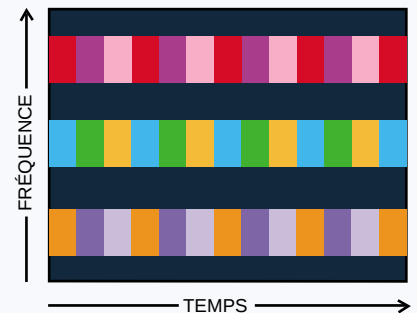


avec une forêt d'antennes qui émettent vers tous les «téléphones cellulaires» présents dans la cellule.

Réseau cellulaire : pour assurer une bonne couverture d'un grand territoire, les opérateurs de réseaux téléphoniques le divisent en un grand nombre de zones plus petites nommées cellules. Chacune est équipée d'une station de base,

AMPS : cet acronyme d'*Advanced Mobile Phone System*, soit «système perfectionné de téléphone portable», désigne un type fréquent de réseau cellulaire analogique. Ce réseau utilise la bande voisine de 800 mégahertz. Il sera bientôt remplacé par les réseaux FDMA.

FDMA : cet acronyme de *Frequency Division Multiple Access*, soit «accès multiples par partage de fréquence», désigne une façon d'allouer automatiquement des fréquences aux utilisateurs, de sorte qu'un grand nombre de personnes puissent téléphoner par l'intermédiaire d'une même station. Un réseau local AMPS utilise, par exemple, 832 canaux différents, placés à 30 kilohertz les uns des autres sur l'échelle des fréquences. Le système FDMA peut être employé en même temps que les systèmes CDMA ou TDMA.



GRÂCE AU SYSTÈME FDMA, un grand nombre de téléphones cellulaires peuvent envoyer simultanément leurs signaux à une même station (à gauche). Comme le montre la figure ci-dessus, chacun des utilisateurs se voit assigner une fréquence différente. Dans la figure, chacune de ces fréquences est symbolisée par une bande de couleur différentes. Les interruptions dans ces bandes signifient que ces canaux ne sont pas utilisés en permanence.

Bande passante : dans les télécommunications, c'est la fréquence utilisée pour la transmission d'un signal modulé en fréquence (l'antenne émet une onde de fréquence déterminée, et le signal est codé par des variations de la fréquence autour de l'onde «porteuse»). En physique, c'est aussi la gamme de fréquences qu'un système électronique transmet (un filtre, un amplificateur, un réseau, etc.). La bande passante se mesure en nombre de cycles par seconde, c'est-à-dire en hertz.

Débit de transmission : c'est le nombre de bits transmis par un système électronique par seconde.

Première génération : les systèmes analogiques (début des années 1980 jusqu'à aujourd'hui)

Encore largement utilisés, les téléphones cellulaires apparus au début des années 1980 captent et émettent des signaux analogiques. Ils transforment les sons en variations électriques dont la fréquence dépend de l'intensité sonore, puis ils émettent ce signal électrique par un canal réservé à la conversation. À l'autre bout de cette ligne, le signal est transformé en signal sonore par le petit haut-parleur de l'appareil.

Deuxième génération : les premiers systèmes numériques (début des années 1980 jusqu'à aujourd'hui)

CDMA : cet acronyme de *Code Division Multiple Access*, soit «accès multiples par partage de code», désigne une technique de partage d'une même fréquence par les utilisateurs. Avec ce système, le signal