

«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 ordinateur 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 !

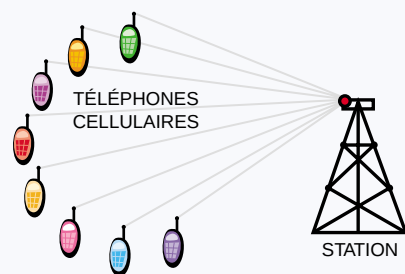
La commutation par paquets a cependant un inconvénient majeur : la

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.

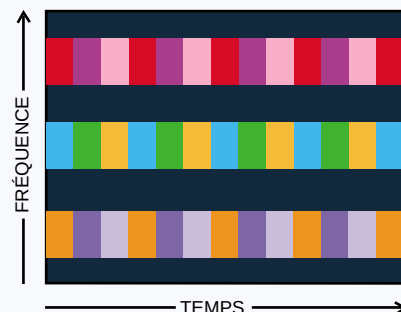


avec une forêt d'antennes qui émettent vers tous les «téléphones cellulaires» présents dans la cellule.

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

cent d'une conversation téléphonique est formée de silences ; pourquoi les transmettre ?

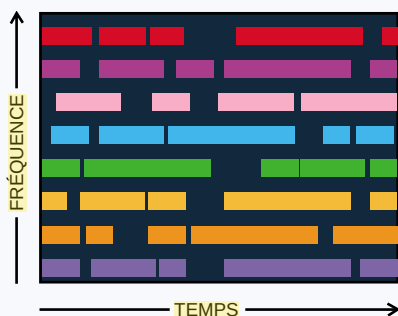
Les supertéléphones arrivent

Si un téléphone reçoit des données, de la musique, des images, pourquoi ressemblerait-il aux téléphones actuels, et si l'on veut perfectionner l'ergonomie des «compagnons numériques», quelle apparence doit-on donner à ces appareils ? Pour les opérateurs, la question est essentielle. Quand les réseaux de troisième génération seront construits, les clients ne les emploieront que si les terminaux sont bien pensés. Doit-on conserver la forme du mini-ordinateur ? Ou celle du téléphone ? De l'agenda électronique ? Apparemment, chaque public préfère un appareil spécifique : l'ado-

lescente japonaise devra avoir son terminal en forme de cœur fluorescent, l'ingénieur allemand son solide appareil de ceinture, l'universitaire français son bureau de poche, le boursier sa minisalle des marchés, etc. Ces machines devront être polyvalentes, adaptables, éventuellement modifiables en fonction de la mode. Aussi les fabricants explorent-ils des modèles et des formes variés. Les principales sociétés, telles *Nokia*, *Ericsson* et *Motorola*, créent des «supertéléphones 3G» qui ne ressembleront à aucun des téléphones cellulaires actuels. Ils auront des écrans couleur de haute résolution, de plusieurs dizaines de centimètres carrés, pour la présentation de graphiques et de vidéos. Certains seront équipés d'un clavier et d'une souris miniature, mais la plupart s'utiliseront à l'aide d'écrans sensitifs et de stylets, à la façon des machines *Palm*

ou d'autres ordinateurs de poche actuels.

Proches des baladeurs par le format, ces terminaux du futur devraient en assurer la fonction. Le téléchargement de musique est une application étudiée par plusieurs sociétés. Elle se fera sans doute sous le format déjà bien connu MP3, ou sous le format qui le remplacera. Robert Madge, fondateur de la Société *Madge Networks*, pense que ces applications seront les premières utilisées. Aujourd'hui, ceux qui ont déjà téléchargé de la musique sur Internet savent que de la mise au point reste à faire avant d'arriver aux visions de R. Madge. Cependant, plusieurs solutions sont envisagées : par exemple, l'utilisateur pourrait télécharger les morceaux musicaux commandés pendant la nuit. Comprimés, ces fichiers seraient conservés sur des cartes mémoires, telle la *Memory Stick* de la Société *Sony*.



LE SYSTÈME CDMA divise le signal en «jetons de communication» (petits paquets en couleurs dans la figure), qui sont ensuite transmis par les nombreux canaux d'une certaine bande de fréquence, puis réassemblés.

temps», désigne une technique de partage du temps de communication par les utilisateurs. Les téléphones de ces derniers disposent de façon périodique d'une certaine durée de communication dans le canal (fréquence) qui leur a été attribué. Les appareils reçoivent tous les signaux, mais ils peuvent ne conserver que ceux qui leur sont destinés, parce qu'ils «savent quand écouter».

GSM : cet acronyme de *Global System for Mobile Communication*, soit «système global de téléphones mobiles», désigne le système de télécommunication sans fil utilisé en Europe et au Japon. Il garantit la compatibilité des réseaux ; ainsi, un «téléphone GSM» français peut être employé en Allemagne, et réciproquement. La norme GSM est fondée sur le système de division du temps de communication TDMA. Les systèmes GSM utilisent la bande de fréquence des 900 mégahertz.

PCS : cet acronyme de *Personal Communication Service*, soit «service de communication personnelle», désigne un type de réseau sans fil nord-américain, qui utilise la bande de fréquence de 1 900 mégahertz. La variante *Sprint PCS*, par exemple, utilise le système CDMA d'étiquetage par code de morceaux de signal (jetons).

téléphonique est divisé en un grand nombre de «jetons», tous étiquetés avec le code de l'appareil portable dont ils proviennent. Le système CDMA peut être employé en même temps que les systèmes FDMA ou TDMA.

TDMA : cet acronyme de *Time Division Multiple Access*, soit «accès multiples par partage du

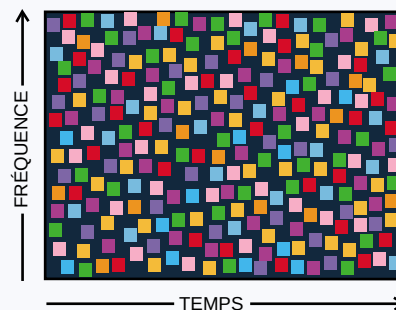
Troisième génération : les systèmes numériques à large bande (devaient apparaître au début des années 2000)

Les entreprises de télécommunications veulent modifier bientôt leurs réseaux, afin d'atteindre des débits de dix kilobits par seconde.

EDGE : cet acronyme de *Enhanced Data Rates for Global Evolution*, soit «taux de données améliorées pour l'évolution globale», a été composé parce qu'il suggère l'idée d'être «en pointe». Il désigne une forme rendue plus rapide de système TDMA, c'est-à-dire de partage des temps de communication. Le taux de transmission du système EDGE devrait dépasser 384 kilobits par seconde. Le système EDGE va être employé pour reconditionner les systèmes GSM en Europe et AT&T en Amérique du Nord.

GPRS : cet acronyme de *General Packet Radio Service*, soit «service général de paquets radio», désigne l'une des améliorations prévues du système GSM. Elle consiste à introduire la commutation par paquets. Au lieu d'envoyer des données à l'aide de circuits dédiés, un système par commutation de paquets divise l'information en paquets susceptibles d'être transmis par n'importe lequel des canaux disponibles.

W-CDMA : cet acronyme de *Wideband Code Division Multiple Access*, soit «accès multiple à large bande par partage de code», désigne une forme améliorée de système CDMA. Le taux de transmission peut y culminer à deux mégabits par seconde. W-CDMA répartit les paquets d'informations qu'il prépare (jetons de communication) sur une bande de fréquence beaucoup plus large que ne le fait CDMA.



GRÂCE AU SYSTÈME TDMA, un grand nombre de téléphones cellulaires peuvent se partager de façon efficace le temps de communication sur un même canal (fréquence). Chaque canal est mis à disposition d'un utilisateur pendant une durée fixe, à intervalles réguliers (bandes de couleurs dans la figure ci-dessus).