

d'une station serait beaucoup mieux utilisée si les antennes émettaient selon la position des destinataires de leurs signaux. Le système de la Société *ArrayComm* utilise un circuit de traitement du signal qui a été créé pour l'armée américaine à des fins d'espionnage des communications radio. Une fois qu'il a traité le signal émis par l'appareil portable d'un utilisateur, ce circuit intégré calcule sa position avec précision, puis en déduit des instructions adéquates pour les antennes. Ces dernières émettent alors dans la bonne direction. L'opération se répète à intervalles réguliers pour tous les utilisateurs présents dans la cellule. Utiliser une même radiofréquence pour écouter ou émettre vers plusieurs utilisateurs est possible. Comme les émissions dépendent de la position des téléphones, les interférences entre les différents signaux sont réduites. Cet emploi multiple des mêmes fréquences permet d'offrir des haut débits à chacun des utilisateurs. Au final, le spectre de l'opérateur est utilisé de façon très efficace.

Pour M. Cooper, le système est facile à installer. Les antennes sont déjà en place, et nombre de stations de base disposent de la puissance de calcul nécessaire pour remplacer les microcontrôleurs cités précédemment. Le système a toutefois un défaut : le débit de transmission dépend de la vitesse de l'utilisateur ; plus un utilisateur se déplace vite, plus le débit des informations qu'il reçoit est limité. Aujourd'hui, le système d'*ArrayComm* suit efficacement les piétons, mais pas les voitures. La Société *ArrayComm* veut lancer bientôt les premiers essais à grande échelle. L'entreprise s'est associée à Sony pour transmettre avec cette méthode des vidéos, de la

musique et des jeux à l'intérieur de San Diego.

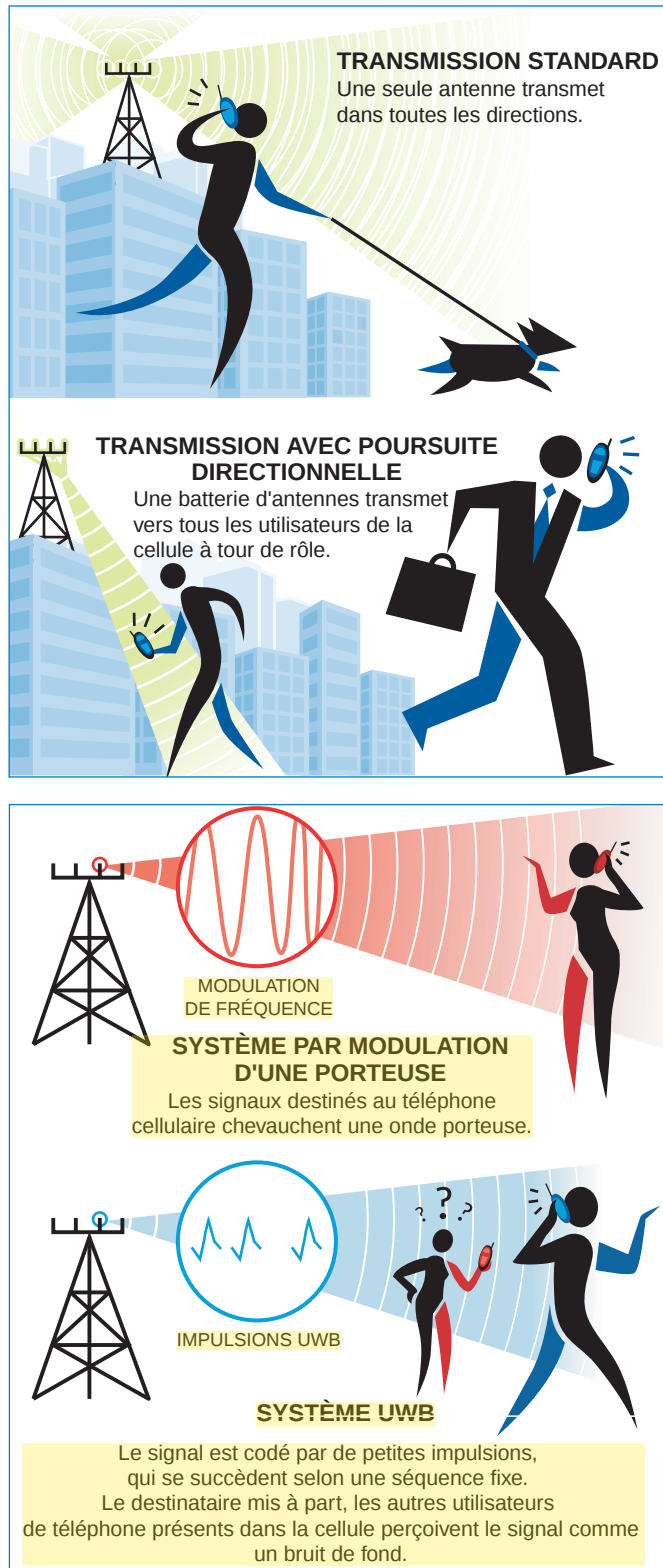
De son côté, l'inventeur Larry Fullerton prépare un autre système, également concurrent de W-CDMA et de EDGE. Depuis deux décennies, il perfectionne une technique d'émission radio inventée dans les années 1960 : une sorte de morse ultrarapide pour

stations d'émission. Un commutateur commande l'envoi d'impulsions électromagnétiques ultrabrèves dans l'antenne. Ces dernières durent moins d'un milliardième de seconde et peuvent être produites jusqu'à 40 millions de fois par seconde. Elles sont espacées dans le temps de façon à former un «motif temporel», lequel code l'information. Seuls les récepteurs qui connaissent les motifs décodent les signaux.

Ce système UWB (pour *Ultra Wide Band*, soit «bande ultralarge») utilise pleinement la quasi-totalité du spectre : les impulsions transportent en effet de l'énergie entre un et trois gigahertz. Comme différents transmetteurs UWB utilisent différents motifs, la transmission simultanée d'un grand nombre de signaux est possible sans interférence. Pour un transmetteur, le signal d'un autre appareil passe en effet pour du bruit de fond. Pour les émetteurs radio classiques, le signal UWB ressemble à des parasites aléatoires qui peuvent être filtrés tant que leur puissance reste faible.

L. Fullerton est aujourd'hui le directeur technique de la Société *Time Domain*, qui commercialisera UWB, avec l'intention d'en pousser très haut les performances : un gigabit par seconde ? Quelques autres entreprises, telle que *Multispectral Solutions*, comptent employer l'UWB. Jusqu'au printemps 2000, l'Autorité américaine de régulation des télécommunications n'avait accordé que des permissions limitées pour expérimenter le système UWB. En mai, elle a toutefois autorisé les essais à grande échelle.

Le système UWB a un grand éventail d'applications potentielles : systèmes radar personnels anticollisions, systèmes imageurs capables de voir à travers les murs... S'imposera-t-il



pour les communications sans fil à large bande? Seulement si une difficulté majeure est réglée : afin d'éviter les interférences avec les signaux des autres émetteurs radio, la puissance des systèmes UWB est limitée à moins de 50 millièmes de watt ; sa portée est donc réduite à quelques mètres. C'est pourquoi la Société *Time Domain* prévoit que les systèmes UWB seront d'abord limités aux réseaux locaux, à l'intérieur des bâtiments. Ils y joueraient le rôle d'une sorte de réseau *Bluetooth* élargi (voir l'encadré de la page 32), et c'est seulement plus tard qu'ils seront employés sur des territoires plus vastes.

Multiplexage radio

Une troisième approche, le multiplexage, pourrait bouleverser l'organisation des réseaux «3G». Le multiplexage est employé dans les télécommunications par fil depuis les années 1950 pour transmettre plusieurs signaux par le même canal. Il est aujourd'hui utilisé couramment dans la transmission par fibres optiques. En envoyant plusieurs lon-

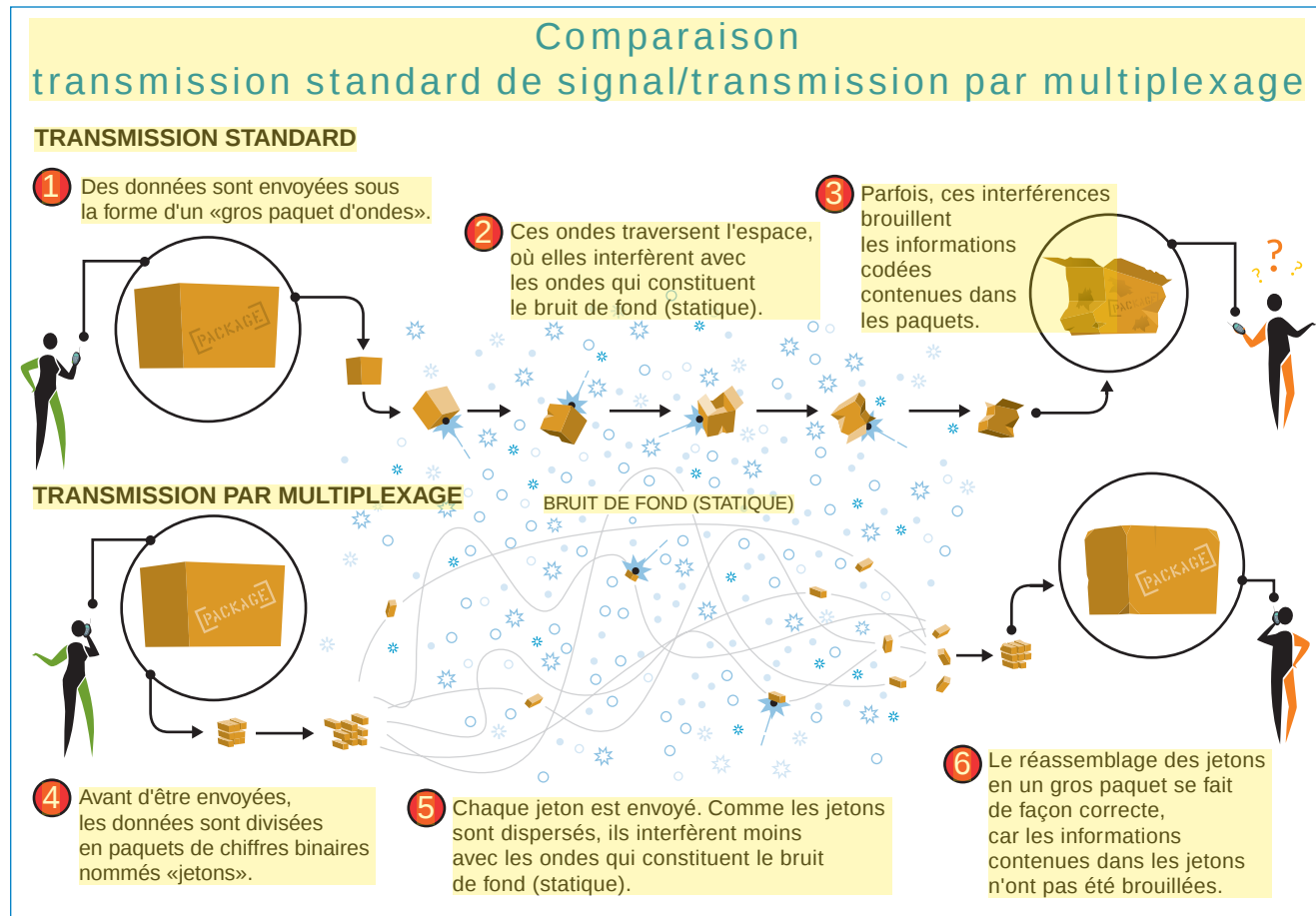
gueurs d'onde toutes comprises dans la bande passante, on envoie jusqu'à plus de 100 signaux sur une même fibre sans provoquer d'interférences. Si ce principe n'a pas encore été appliqué aux communications radio, c'est parce que des circuits de traitement du signal nécessaires étaient insuffisants. Le tri et la recombinaison rapide de signaux entremêlés impose des circuits intégrés qui traitent les signaux très vite.

De tels circuits apparaissent. La Société canadienne *Wi-LAN* a breveté une méthode de multiplexage nommée W-OFDM, acronyme anglais d'une expression qui signifie «multiplexage orthogonal à large bande par répartition en fréquences».

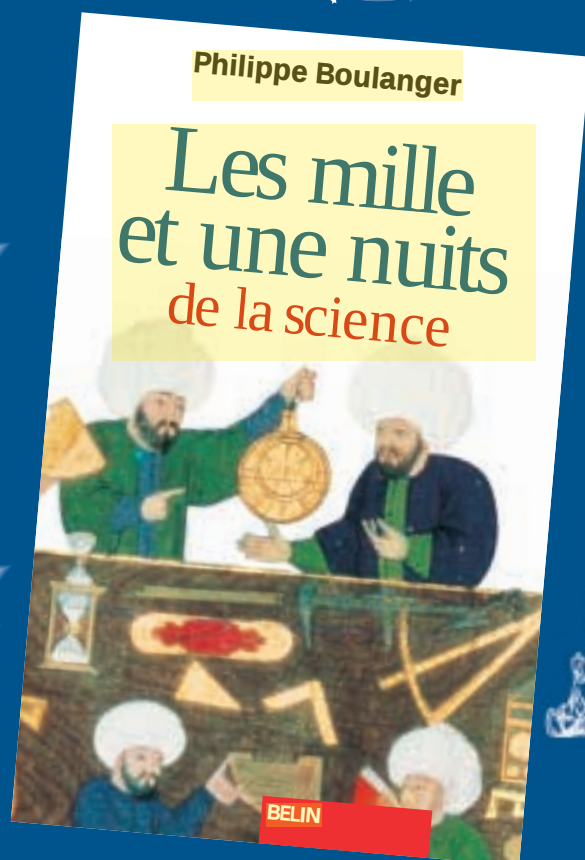
Selon Hatim Zaghoul, directeur général de la Société *Wi-LAN*, la méthode W-OFDM permet des débits de transmission élevés sur une partie limitée du spectre des fréquences radio. Il n'utilise qu'environ dix mégahertz de la bande «ISM», réservée aux applications industrielles, scientifiques et médicales, laquelle peut être utilisée sans autorisation préalable. Ces fréquences sont divisées en dix sous-

canaux régulièrement espacés, qui transmettent chacun un mégabit par seconde. L'émetteur utilise en parallèle chacun des canaux, où il transmet à une vitesse plus réduite que s'il n'utilisait qu'un seul canal. Cette lenteur se révèle être un avantage, car la transmission est alors moins sensible au bruit de fond et aux réflexions parasites. En le subdivisant, les systèmes qui multiplexent utilisent le spectre plus efficacement.

Avec un de ces systèmes, la Société *Wi-LAN* a atteint un débit de 32 mégabits par seconde. Lors d'essais menés au début de l'année 2000, un système W-OFDM a transmis un film vidéo vers une voiture qui roulait à la vitesse de 110 kilomètres par heure. Les nouvelles versions de W-OFDM, en préparation, devraient atteindre un débit de 155 mégabits par seconde avant la fin de l'année 2001. La Société *Wi-LAN* étudie notamment des processeurs de signaux assez puissants pour transmettre simultanément selon plus de canaux. La méthode de multiplexage W-OFDM devrait être déployée dans des systèmes sans fil, mais fixes, dès le début de l'année 2001 et dans



Entrez dans l'ambiance orientale
des mille et une nuits et laissez-vous
charmer par l'imagination
de Shéhérazade contant la science
et les tribulations des savants



«Dans ce livre, Philippe Boulanger,
Directeur de la revue Pour la Science,
réussit le tour de force de vulgariser des
concepts difficiles en charmant son lecteur
par une subtile danse... des neurones».

Hervé Ponchelet
Le Point

Code 2445 • 240 pages • Prix 100 F
Voir bon de commande p. 98

BELIN • POUR LA SCIENCE

les systèmes mobiles en 2003. En revanche, cette méthode imposerait une restructuration profonde des réseaux cellulaires actuels. Sera-t-elle une solution pour la quatrième génération de téléphones mobiles ?

Là est l'essentiel du problème posé par l'adoption d'une solution technique «3G» : chaque choix détermine les suivants, parce qu'il implique d'importants investissements dans les infrastructures. Vu le grand nombre de solutions techniques à l'étude, l'avènement d'une forme de télécommunication sans fil à haut débit dépendra surtout des ressources que les opérateurs ont ou sauront trouver (dans le porte-monnaie des utilisateurs). Quel que soit le choix technique qu'ils devront faire des compromis entre la largeur de bande disponible et le nombre d'utilisateurs qui la partageront : «L'essentiel du problème est dans le plan d'exploitation, pas dans la technique, estime Craig Mathias, de la Société d'études de marchés *MobileInsights*.

L'arrivée des systèmes 3G et leurs performances ne dépendent que des opérateurs. S'ils veulent fournir des réseaux à hauts débits de transmission de données, ils y arriveront. Toutefois, seules les communications vocales leur permettent aujourd'hui de gagner de l'argent.» D'où les nombreuses possibilités, qui nous vantent les performances d'infrastructures qui n'existent pas, et n'existeront peut-être que si leur démarrage se révèle assez rentable...

Selon M. Cooper, l'industrie des télécommunication est dominée par de grandes entreprises, trop souvent en situation de monopoles. Ces grands opérateurs pensent naturellement adopter un système unique pour tous les réseaux qu'ils exploitent, mais des réseaux plus variés et mieux adaptés aux divers usages seraient préférables. Les réseaux nationaux de communications vocales coexisteront sans doute avec des réseaux locaux de transmission de données. Certains seront chers et à haut débit, d'autres bon marché et à débit modeste. Enfin, les performances des réseaux sans fil devraient égaler un jour celles des réseaux câblés.

Leander KAHNEY est rédacteur au journal californien *Wired News*.