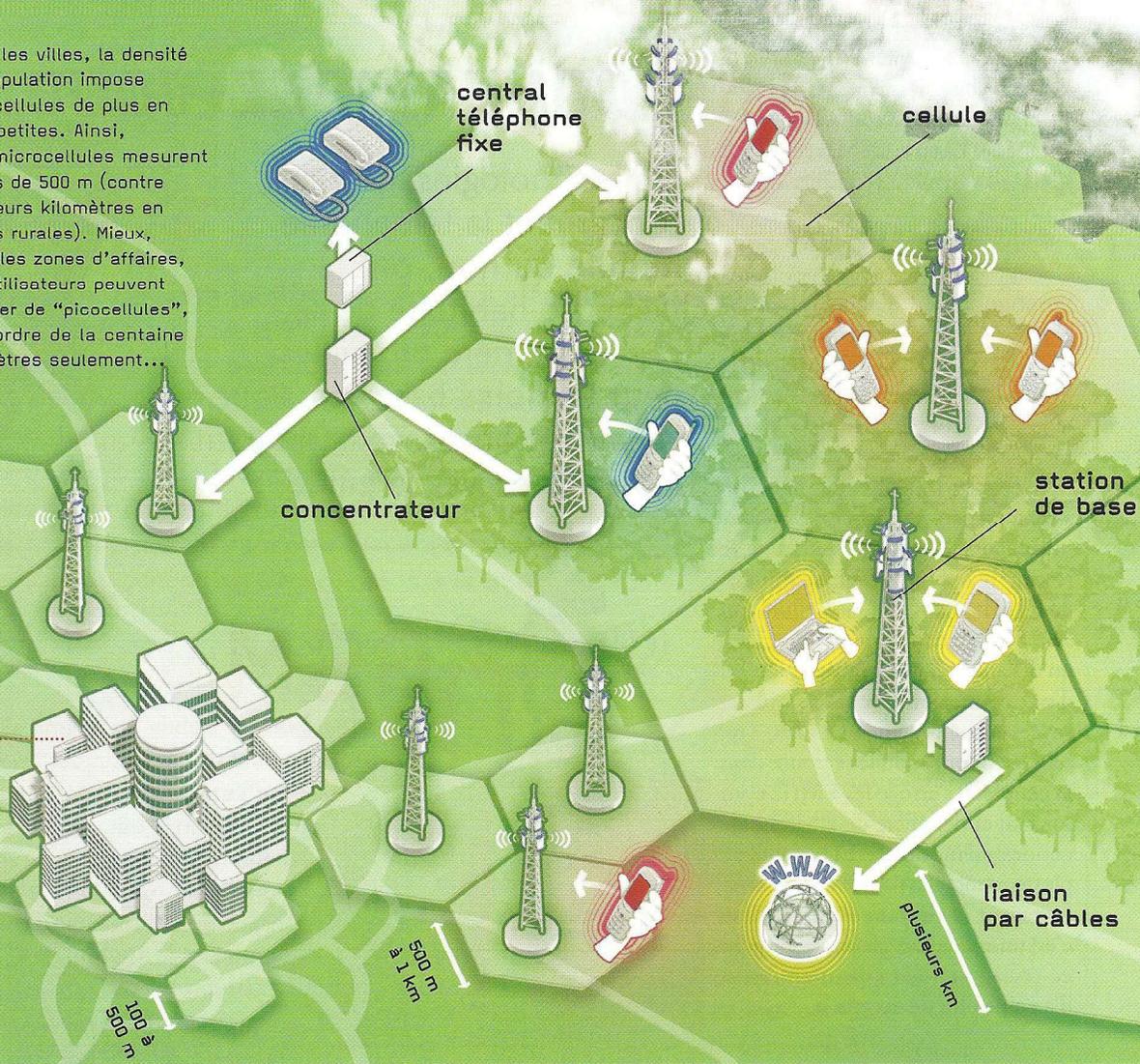
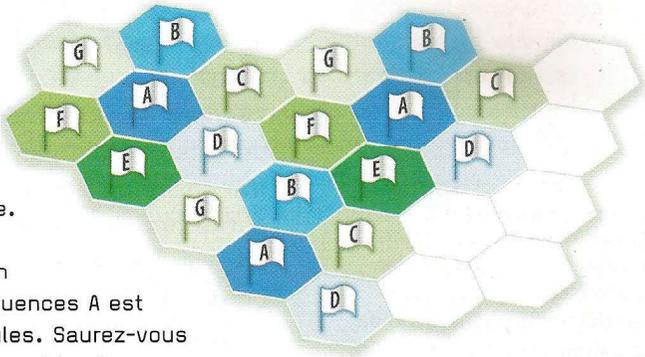


Dans les villes, la densité de population impose des cellules de plus en plus petites. Ainsi, des microcellules mesurent moins de 500 m (contre plusieurs kilomètres en zones rurales). Mieux, dans les zones d'affaires, les utilisateurs peuvent profiter de "picocellules", de l'ordre de la centaine de mètres seulement...



## UN SUBTIL MÉLANGE DE FRÉQUENCES

Pour éviter les interférences, deux cellules contiguës n'utilisent jamais le même sous-ensemble des fréquences disponibles. C'est ce qui permet à Martine de téléphoner à Paris et David à Marseille, en utilisant pourtant la même fréquence. Ce dessin montre une possible répartition des fréquences sur un territoire. Ainsi, la bande de fréquences A est réutilisée en "sautant" des cellules. Saurez-vous définir les fréquences des cellules vides ?



ILLUSTRATIONS ANTOINE DAGAN



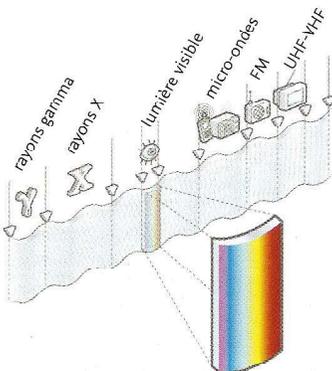
## > COMMENT ÇA MARCHE

→ (visiophonie, Internet sans fil...), le réseau 3G offre des débits pas moins de 40 fois supérieurs en connexion "data" (données)! Là où le GSM piétine à 9,6 Kbits/s, il s'envole à 384 Kbits/s.

### LES FRÉQUENCES LIBÉRÉES

Comment? Grâce à deux types d'améliorations. Tout d'abord, d'autres bandes de fréquences ont été libérées : celles de 1885 à 2025 MHz et de 2110 à 2200 MHz. Un élargissement qui, à lui seul, suffirait déjà à augmenter les capacités de connexions. Mais en plus, la méthode de diffusion a été modifiée. Plutôt que des canaux indépendants de 200 KHz de large, le réseau 3G en utilise un seul, large de 5 MHz, dans chaque cellule. Au sein de ce canal, toutes les données, qu'il s'agisse d'une conversation ou d'une connexion à Internet, sont envoyées en même temps. Dès lors, si un seul téléphone mobile se trouve dans la cellule, il s'arrogue les 5 MHz pour lui seul et bénéficie de la vitesse de connexion maximale. Et lorsqu'il y a plusieurs mobiles dans la cellule, ils se partagent la ressource. Le résultat, c'est une vraie cure de jouvence pour ce réseau cellulaire pourtant vieux d'à peine plus de dix ans. ■

### Le saviez-vous ?



Isaac Newton fut le premier à utiliser le terme de spectre électromagnétique en 1666 pour décrire le phénomène de séparation des couleurs visibles par un prisme de verre.

# CONNAISSEZ-VOUS LES

Les technologies, qu'elles concernent la téléphonie mobile ou non, ont la fâcheuse habitude de se cacher derrière des sigles pour le moins barbares. Pour vous y retrouver, voici un petit glossaire. Suivez le guide.



## GSM

"Global System for Mobile communication", ou Système global de communication mobile : c'est le réseau "2G" que nous utilisons. Deux gammes de fréquences lui sont réservées, l'une dans les 900 MHz et l'autre dans les 1800 MHz. Ouvert en 1993 en France, il atteint aujourd'hui sa limite, malgré des améliorations successives (voir GPRS et Edge). Le GSM compte aujourd'hui 1,2 milliard d'abonnés dans le monde.

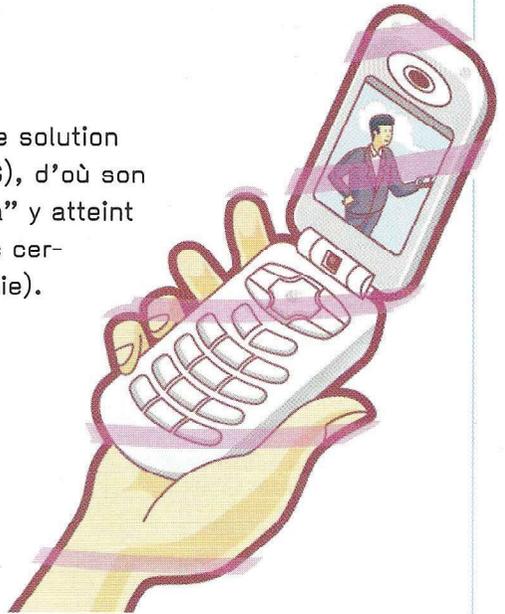
## GPRS

"General Packet Radio Service", ou Protocole général de liaison radio par paquet : cette technologie de transmission par paquets, proche de celle d'Internet, est le premier système mobile adapté aux connexions de type "données" ("data"). Elle permet d'atteindre un débit d'environ 40 Kbits/s dans des conditions optimales. On l'appelle réseau "2,5G", car il utilise la même gamme de fréquences que le GSM.

# MOTS DES RÉSEAUX MOBILES ?

## EDGE

“Enhanced Datarate for GSM Evolution” : il s’agit d’une solution intermédiaire entre le GPRS (réseau 2,5G) et l’UMTS (3G), d’où son nom de “2,75G”. Le débit de connexion en mode “data” y atteint la centaine de kbits/s, ce qui le rend compatible avec certains des nouveaux usages mobiles (sauf la visiophonie). Contrairement à la technologie 3G, Edge demande une mise à jour limitée du réseau pour fonctionner à peu près partout, notamment parce qu’il utilise les mêmes bandes de fréquences que le GSM.



## UMTS

“Universal Mobile Telecommunications Systems”, ou système de télécommunication mobile universel. C’est le réseau “3G”, en totale rupture technologique avec les réseaux précédents. Utilisant une gamme de fréquences différente (autour des 2000 MHz) et une technique de diffusion sur bande large, l’UMTS triple le nombre de conversations simultanées possible sur une même zone de couverture et offre aujourd’hui un débit théorique maximal de 384 Kbits/s en connexion “data”. Les évolutions déjà prévues permettront de dépasser 1 MBit/s.

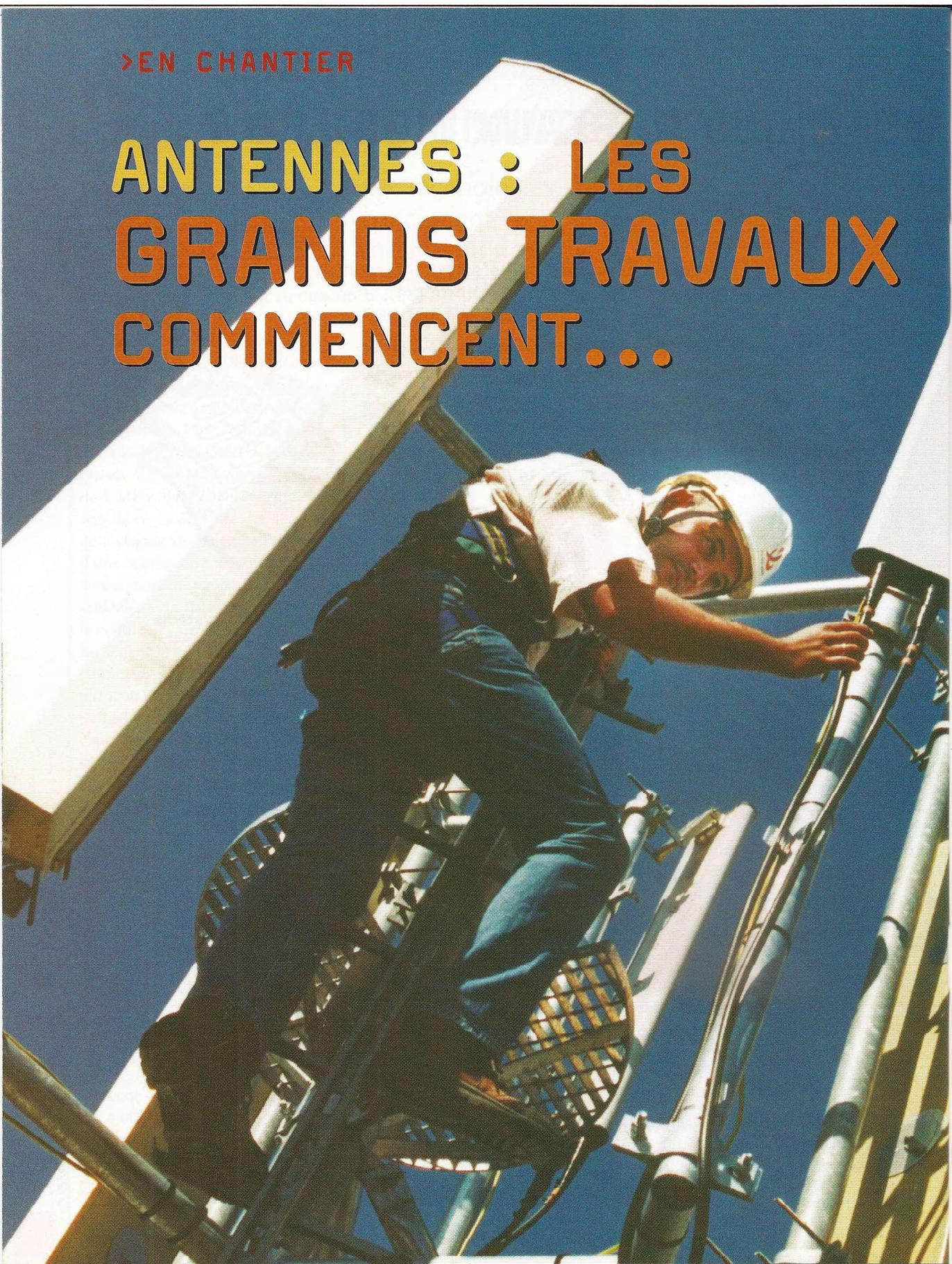
## WI-FI

“Wireless Fidelity” : il s’agit avant tout d’une technologie de réseau sans fil destinée aux réseaux locaux d’ordinateurs. On ne peut donc pas passer de coup de téléphone directement depuis son mobile via un réseau Wi-Fi. De plus, ce n’est pas un réseau cellulaire, c’est-à-dire que si l’on sort de la zone de couverture de la borne sans fil à laquelle on est raccordé, on est déconnecté du réseau, même si une autre borne est disponible à proximité... Cela étant, le Wi-Fi offre une vitesse de connexion qui peut monter jusqu’à un débit théorique de 54 Mbits/s, pour la dernière norme officiellement adoptée, appelée 802.11g. Et grâce à des “hotspots”, c’est-à-dire des bornes publiques d’accès à Internet compatibles Wi-Fi, les opérateurs mobiles peuvent proposer une extension de leur réseau mobile pour les adeptes de l’Internet rapide sans fil.



> EN CHANTIER

# ANTENNES : LES GRANDS TRAVAUX COMMENCENT...



Le passage de la téléphonie mobile classique à la 3G n'est pas une mince affaire.

Car tout le réseau est à revoir, et même à recréer en partie. Autant dire qu'il faudra des années aux opérateurs pour offrir une très bonne couverture de la population.

A première vue, le réseau 3G est assez similaire au réseau GSM actuellement en service. Tous les deux utilisent le découpage en cellules du territoire à couvrir et fonctionnent selon le principe de la communication radio entre le mobile et sa station de base. La ressemblance s'arrête pourtant là. D'abord, les plages de fréquences utilisées sont différentes, dans la bande des 900 et 1800 MHz pour le GSM, des 2000 MHz pour le 3G. Ensuite, la méthode de transport de la voix ou des données (on parle de protocole) est également différente. Voilà pourquoi le réseau mobile tel que nous le connaissons doit être entièrement rebâti.

#### DE MULTIPLES CONTRAINTES

Un véritable chantier ! Car selon les cas, il faut modifier les antennes existantes, les changer, mais encore en installer de nouvelles, pour assurer la qualité de connexion indispensable à la connexion haut débit. Le réseau mobile actuel en compte déjà plus de 40 000. C'est donc un travail de longue haleine auquel s'attaquent les ingénieurs, qui explique pourquoi le réseau 3G n'en est aujourd'hui qu'à ses prémices, assez proche de l'état dans lequel se trouvait le réseau GSM à son lancement en 1993. Pour l'heure, seules quelques grandes villes sont couvertes (Grenoble, Lille, Paris...), qui plus est pas forcément dans leur totalité, ainsi que quelques sites particuliers, choisis par exemple pour leur attrait touristique et pour leur nombre potentiel de clients.

Concrètement, il faudra plusieurs années pour que la couverture du réseau 3G rejoigne celle du GSM. Une des raisons expliquant la relative lenteur du déploiement, hormis

l'énorme investissement financier, réside dans la lenteur des démarches. De fait, installer une nouvelle antenne demande souvent plus de deux ans pour mettre tout le monde d'accord : opérateurs, mairies, particuliers... Une dernière contrainte s'est même récemment ajoutée : les antennes doivent s'intégrer au maximum dans le paysage (voir page suivante). En complément, les régions non couvertes par le réseau de troisième génération disposeront d'un réseau mobile intermédiaire, appelé Edge (voir page précédente).

Depuis plusieurs années, les 3 opérateurs (Orange, SFR et →

• Pour visiter les installations radio du réseau, les techniciens sont parfois obligés de réaliser de véritables prouesses...

FRANCE TÉLÉCOM - ACOQUES VALAT

→ Bouygues Télécom) font d'énormes efforts pour mieux intégrer les antennes au paysage. Ils les ont formalisé en signant mi-2003 un guide des bonnes pratiques en matière d'installation d'antennes pour leur réseau. Cosigné avec l'Association des maires de France (AMF, [www.amf.asso.fr](http://www.amf.asso.fr)), ce guide décrit très précisément les méthodes pour intégrer au mieux les antennes dans l'environnement.

#### L'ART DU CAMOUFLAGE

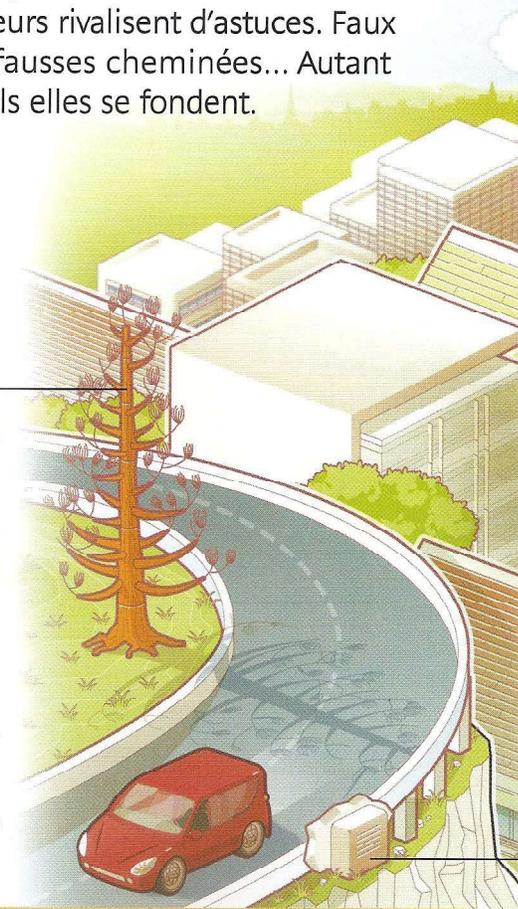
Ainsi, il est interdit, par exemple, d'incliner les antennes vers le sol pour améliorer le signal. Elles doivent être installées à la verticale, de façon à ne plus jurer avec l'architecture verticale des immeubles. Côté signal, pas de problème : un dispositif électronique se charge de le faire basculer de quelques degrés nécessaires pour assurer sa qualité. Confrontés à ces nouvelles conditions, les opérateurs doivent rivaliser d'ingéniosité pour camoufler leurs antennes et s'obligent à des études très précises d'intégration dans le paysage, parfois longues de plusieurs mois pour que tout le monde s'y retrouve, avant d'installer l'antenne. La preuve en cinq exemples à découvrir ci-contre. ■

## MAIS OÙ SONT-ELLES ?

Pour intégrer le mieux possible leurs antennes dans le paysage, les opérateurs rivalisent d'astuces. Faux arbres, faux rochers, fausses cheminées... Autant de décors dans lesquels elles se fondent. Démonstration.



- Dans la plupart des zones
- rurales, faute d'édifices en
- nombre suffisant, les antennes
- doivent être installées sur
- des pylônes de 15 m de haut
- environ. Désagréable ! D'où
- l'idée de maquiller ces pylô-
- nes en grands arbres pour les
- rendre invisibles... de loin !



### LA FACE CACHÉE D'UNE ANTENNE

Une antenne, ce n'est pas seulement ce que l'on voit accroché sur un immeuble ou posé au sommet d'un pylône. C'est aussi une armoire radio, remplie de composants électroniques qui contrôlent les signaux et

filtrent les interférences dues aux autres installations radio environnantes. Et ce n'est pas tout. Car c'est également cette armoire qui va transformer l'onde radio en signal électrique, lequel va trans-

mettre par câble jusqu'à la destination de l'appel : l'antenne la plus proche du mobile appelé, ou le central de téléphonie fixe auquel le correspondant est attaché, ou encore la passerelle vers Internet.

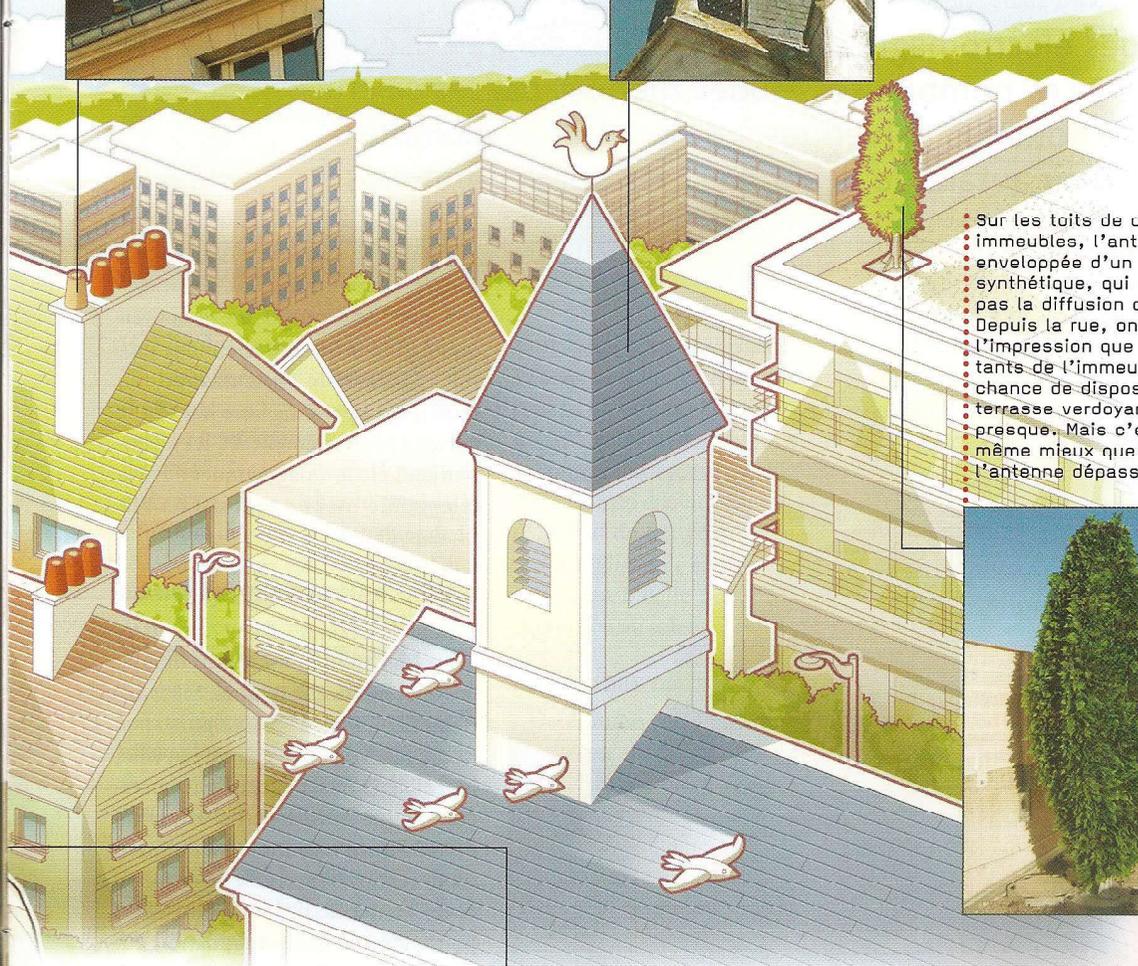




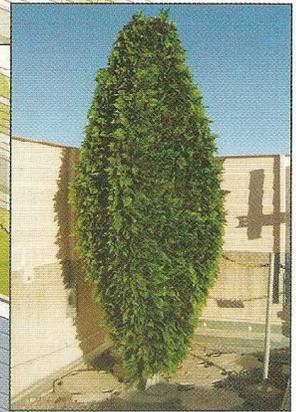
Une antenne se cache dans cette cheminée. L'auriez-vous remarquée? C'est l'une des intégrations d'antennes urbaines les plus réussies.



Si, si, il y a bien une antenne dans ce clocher ! Mais elle est dissimulée derrière un panneau d'ardoises synthétiques, lequel laisse bien sûr passer les ondes radio. Les clochers sont souvent utilisés par les opérateurs car leur hauteur est gage d'une bonne couverture.



- Sur les toits de certains immeubles, l'antenne est enveloppée d'un arbuste synthétique, qui ne perturbe pas la diffusion des ondes.
- Depuis la rue, on a alors l'impression que les habitants de l'immeuble ont la chance de disposer d'une terrasse verdoyante... enfin presque. Mais c'est tout de même mieux que de voir l'antenne dépasser !



Ici, c'est l'armoire radio qui a droit à son habillage en fausse pierre. C'est vrai, une armoire en plastique n'est pas du plus bel effet sur le bord d'une route de montagne. Voilà qui permet de se balader dans la nature tout en téléphonant, sans savoir d'où peut bien venir le signal radio...



**Le saviez-vous ?**

En 1870, James Maxwell démontre que les ondes électromagnétiques voyagent aussi bien dans le vide que dans la matière, et qu'elles sont capables de traverser des obstacles. En 1887, Heinrich Hertz montre comment fabriquer ces ondes, qui allaient rapidement porter son nom. Autant de découvertes qui ont permis au physicien Guglielmo Marconi de réaliser les toutes premières expériences de radiodiffusion sur plusieurs kilomètres en 1895.

# FAUT-IL AVOIR PEUR DE LA TÉLÉPHONIE MOBILE ?

Les ondes électromagnétiques sont-elles dangereuses pour la santé ? Les nombreuses études menées par les scientifiques ne sont pas parvenues à démontrer le moindre danger. Pour autant, le débat n'est pas totalement clos.



N'avez-vous jamais entendu, ou prononcé vous-même, des phrases comme : "Après une heure de conversation à l'aide de mon téléphone mobile, j'ai l'oreille toute chaude. Tu crois que ça peut me faire bouillir le cerveau ?". Autrement dit, les rayonnements électromagnétiques liés à la téléphonie mobile représentent-ils un danger ?

## **RIEN À CRAINDRE DES ANTENNES**

Avant de répondre, il faut d'abord séparer les antennes du réseau mobile des téléphones eux-mêmes. Si les antennes émettent avec une puissance de quelques dizaines de watts en ville, leur éloignement fait que l'on n'en reçoit qu'une infime partie. En effet, l'intensité du rayonnement diminue en fonction du carré de la distance entre l'antenne et l'individu. C'est pourquoi une recommandation européenne définit un périmètre de sécurité autour de chaque antenne, de quelques mètres au maximum, à l'intérieur duquel aucune personne ne doit se trouver lorsque l'antenne fonctionne. Au-delà de ce périmètre, l'intensité est largement plus faible que la limite fixée par les autorités réglementaires françaises et européennes (voir encadré "Des seuils à ne pas dépasser"). C'est ce qui a permis à l'Organisation Mondiale de la Santé

MARIE DOCHÈRE - SPL/CSN/OS



## DES SEUILS À NE PAS DÉPASSER

• Pour les antennes, des seuils européens ont été définis et transposés en droit français. À savoir : 41 Volts/mètre (V/m) pour le GSM 900 MHz, 58 V/m pour le GSM 1800 MHz et 61 V/m pour l'UMTS 2200 MHz.

• Pour les téléphones mobiles, le Débit d'Absorption Spécifique (DAS) mesure la puissance du rayonnement absorbé, exprimée en watt par Kg (W/Kg). Sa valeur li-

mite est fixée à 2 W/Kg. La grande majorité des mobiles aujourd'hui vendus ont un DAS maximal qui varie autour de 1 W/Kg.

Ce taux n'est atteint que lorsque le mobile émet à sa puissance maximale (2 W pour le GSM 900, 1 W pour le GSM 1800 et moins de 1 W pour l'UMTS), c'est-à-dire lorsqu'il est très éloigné de sa station de base, ce qui ne se produit pratiquement jamais.

(OMS) de déclarer en juin 2000 que "l'intensité des rayonnements de radiofréquence autour des stations de base ne représente pas un risque pour la santé". Notons qu'en termes de puissance, la téléphonie mobile se situe loin derrière les antennes de télévision : plus de 100 000 watts pour la Tour Eiffel par exemple...

### MOBILES TRÈS SURVEILLÉS

L'exposition au rayonnement émis par les téléphones est différente : elle est de plus courte durée, mais proche du corps et en particulier de la tête. Des intensités maximales ont été fixées au niveau international, exprimées par le Débit d'absorption spécifique (DAS, voir encadré), en deçà desquels on considère aujourd'hui qu'il n'y a pas d'effet nocif sur la santé.

Pour vérifier que les mobiles se situent en dessous de ces niveaux, les opérateurs et les industriels utilisent, en laboratoire, la tête d'un mannequin remplie d'un liquide ayant des propriétés proches de celles d'une tête humaine. Des instruments très précis permettent de mesurer l'intensité des champs émis par l'appareil et reçus par l'individu. Les DAS obtenus figurent dans les documenta-

tions concernant chaque mobile. D'autre part, et c'était une des constatations du rapport "Zmirou", publié en janvier 2001, des études ont montré un échauffement local des tissus, de l'ordre du dixième de degré. Cette élévation de température est totalement négligeable et, surtout, est bien inférieure à celle qui résulte d'une exposition au soleil.

### DES ÉTUDES TOUS AZIMUTS

Deux autres types d'études sont également réalisés. Les études biologiques, tout d'abord, observent les effets des rayonnements électromagnétiques sur les tissus vivants, des rats de laboratoire par exemple. Plusieurs projets de ce type ont été menés à bien, tel Comobio (Communications Mobiles et Biologie) entre 1998 et 2001 (voir encadré "En savoir plus"). Le second type d'études, dit épidémiologique, cherche à montrer un lien entre l'exposition aux rayonnements du téléphone et un ou plusieurs effets sur la santé humaine, comme l'augmentation du taux de tumeurs crâniennes ou des pertes de l'audition. Ces études sont extrêmement compliquées à réaliser car elles doivent scruter l'évolution d'un grand

nombre de personnes témoins, qui plus est pendant un temps significatif, un cancer pouvant prendre plusieurs années pour se déclarer. Pour l'instant, aucune étude n'a pu établir un lien entre une pathologie humaine et l'exposition aux ondes des téléphones mobiles. À l'inverse, aucune étude n'a été capable de conclure avec certitude à l'innocuité de ces champs électromagnétiques (mais il est vrai que, de manière générale, cela reste extrêmement difficile, voire impossible à démontrer). C'est pour cette raison que l'on attend avec impatience les résultats de la plus grande étude épidémiologique jamais entreprise à ce sujet. Baptisée Interphone, elle a recueilli pendant 4 ans des informations dans 13 pays et auprès d'environ 6000 personnes. La publication des résultats globaux est attendue pour le courant de l'année 2005. ■

## POUR EN SAVOIR PLUS

### • Etude Interphone

[www.iarc.fr/pageroot/UNITS/RCA4.html](http://www.iarc.fr/pageroot/UNITS/RCA4.html)  
Présentation, en anglais, de l'étude épidémiologique Interphone, dont les résultats sont attendus début 2005. Sur le site du Centre international de recherche sur le cancer.

### • Comobio

[www.tsi.enst.fr/comobio/resultats/resultats.html](http://www.tsi.enst.fr/comobio/resultats/resultats.html)  
Les résultats de l'étude COMMUNICATIONS MOBILES et BIOLOGIE, menée entre 1998 et 2001.

### • Adonis (Comobio+)

[www.tsi.enst.fr/adonis/](http://www.tsi.enst.fr/adonis/)  
Etude commencée en janvier 2003, d'une durée prévue de 30 mois, et faisant suite au projet Comobio. Adonis est l'acronyme de Analyse dosimétrique des systèmes de téléphonie mobile de troisième génération.

### • Projet CEM de l'OMS

[www.who.int/peh-emf/fr/](http://www.who.int/peh-emf/fr/)  
Présentation du projet international pour l'étude des champs électromagnétiques sur le site de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).



Pour mesurer avec précision les décibels de votre sonnerie, observez la tête que font vos voisins.

Faites un geste pour l'environnement sonore.

Pensez à baisser le volume de votre sonnerie ou à mettre votre mobile sur mode vibreur dans les lieux publics.



communiquons plus

