

Faits "Technique Téléphonie mobile"

1. Contenu

La présente fiche contient des informations techniques concernant la téléphonie mobile en général et les antennes en particulier. Elle explique les termes techniques de base ainsi que le mode de fonctionnement de la téléphonie mobile et des réseaux de téléphonie mobile.

2. Types de réseau

Au début des années 90, on commença à construire des réseaux destinés à la téléphonie mobile de la "seconde génération". La première génération utilisait encore une technique avec des appareils bien plus lourds et onéreux pour un nombre réduits d'utilisateurs, par ex. dans le réseau C. En Europe, on s'était accordé pour mettre un place un système de traitement numérique des signaux (codification), qui entre-temps s'est répandu loin au-delà des frontières européennes. On l'appelle GSM ou encore Global System for Mobile Communication. En Suisse, les réseaux GSM sont exploités dans deux bandes de fréquence: dans la plage des 900 MHz (d'où l'abréviation internationale GSM900) et celle des 1800 MHz (GSM18000).

Au cours de la seconde moitié des années 90 fut développée la téléphonie mobile de la "troisième génération, appelée UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). Ce système travaille à 2 GHz environ et utilise une autre forme beaucoup plus souple et efficace de la codification, ce qui permet de satisfaire les exigences en matière de transmission rapide de grandes quantités de données (jusqu'à 2 M-octets/s).

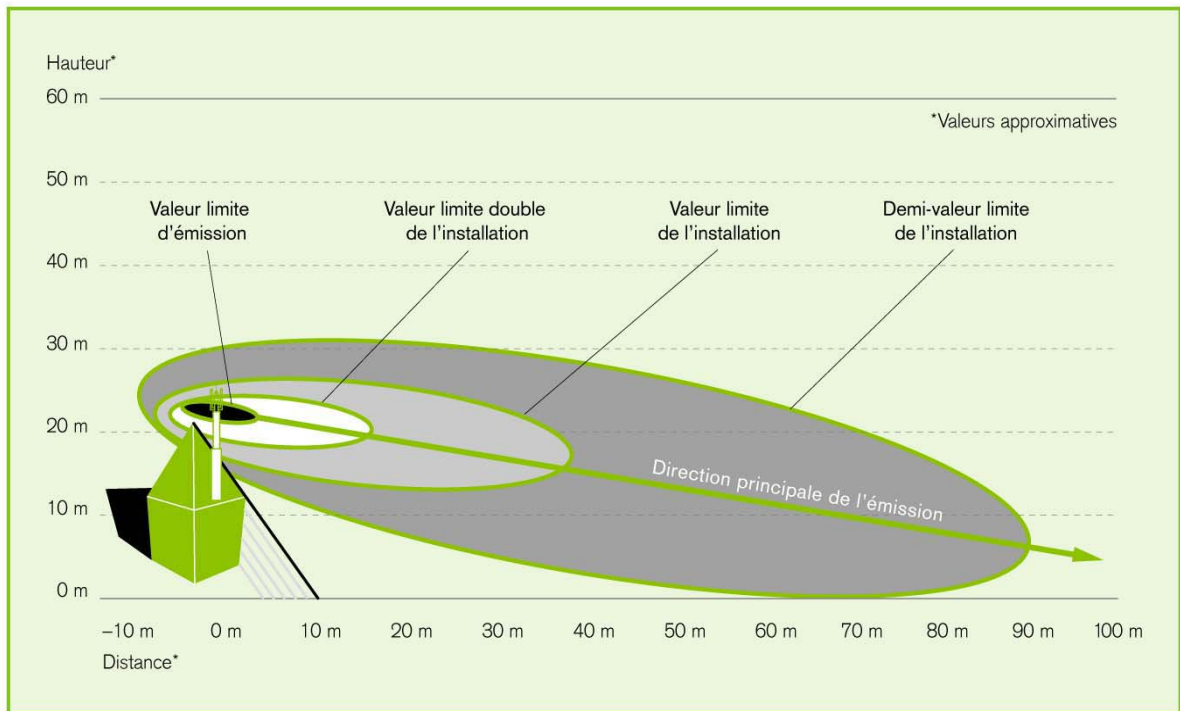
3. Fonctionnement

3.1. Comme les ondes lumière

Les ondes radio des fréquences situées entre 900 mégahertz et 2 gigahertz offrent dans l'air une longueur d'onde de 30 cm env. (pour 1 GHz), resp. 15 cm (pour 2 GHz). De telles ondes plutôt courtes ont plusieurs points communs avec les ondes lumière, qui elles aussi sont des ondes électromagnétiques, mais avec des longueurs d'onde beaucoup plus courtes (0,0005 mm env.). Les ondes radio commencent par s'étendre en ligne droite devant l'antenne émettrice et peuvent être plus ou moins reflétées par les surfaces, comme la lumière est reflétée par des surfaces brillantes. Contrairement à la lumière toutefois, les ondes radios peuvent traverser bien plus de matériaux – même si elles sont

atténuées. Cela permet par exemple de téléphoner au sein des bâtiments. Les ondes radio sont légèrement "déformées" par les bords et pénètrent ainsi dans les zones d'ombre produites par le bord. A cause de leur longueur d'onde plus courte, les signaux GSM1800 sont davantage atténués que ceux du réseau GSM900. Le GSM dispose donc d'une couverture d'antenne bien moins importante.

Rayonnement des ondes électromagnétiques



3.2. Puissance émettrice faible des portables

Les portables ne peuvent émettre qu'à faible puissance. Cela est dû d'une part à la capacité des accus disponibles, d'autre part au fait d'avoir voulu éviter que des ondes trop puissantes ne nuisent à la santé. La sécurité des téléphones portables et la prévention sont réglées dans le cadre d'un débit d'absorption spécifique limité, appelé DAS (RAS = Spezifische Absorptionsrate). Ce dernier définit la puissance d'émission, resp. l'unité de masse des ondes électromagnétiques que le corps absorbe lors d'une conversation avec un portable. Comme les antennes des portables ne sont pas liées dans une direction spécifique, contrairement à celles des stations de base, mais qu'elles émettent dans tout l'espace, la puissance est répartie sur des surfaces toujours plus grandes, plus on s'éloigne de l'antenne; l'intensité des ondes radios (= puissance par surface) baisse. A un moment donné ou à un autre, elle est si basse qu'un appareil récepteur, aussi sensible soit-il, ne peut plus la saisir.

3.3. Restriction de la portée

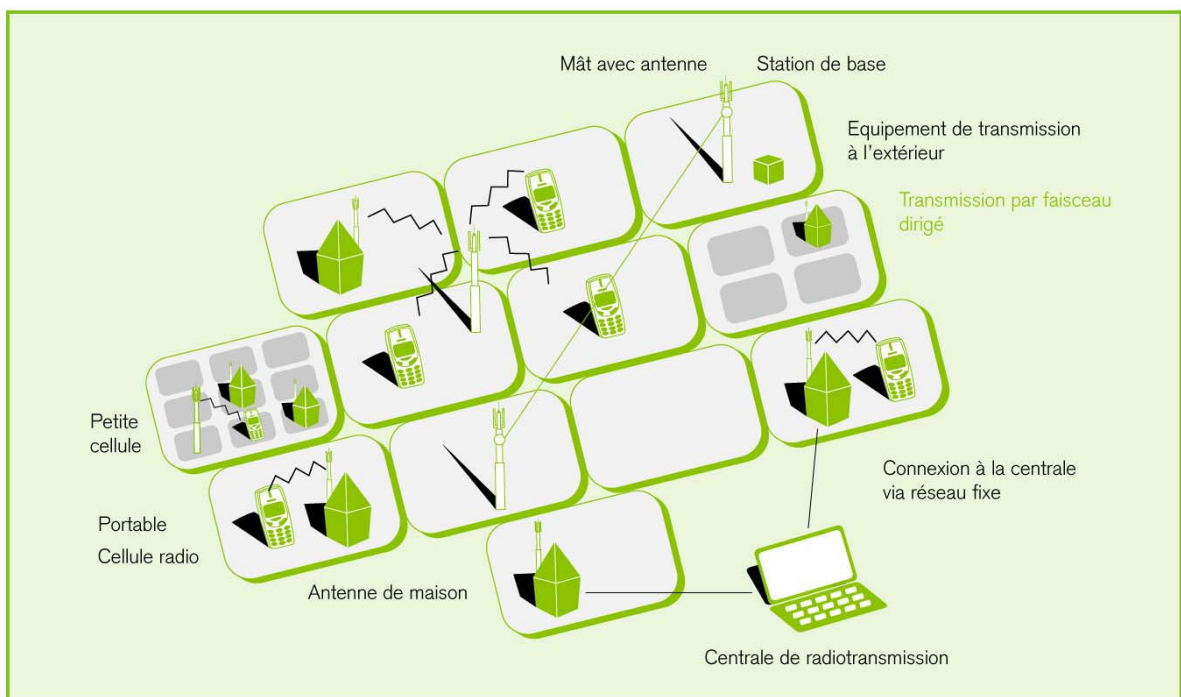
La limite de la portée (en plus d'autres raisons techniques importantes) force la téléphonie mobile à établir un réseau aussi complet que possible formé de plusieurs antennes réceptrices et émettrices

dans l'ensemble du pays. Les mailles du réseau s'appellent des cellules radio; c'est en leur centre ou également sur leur bord que se trouvent les antennes qui alimentent ces cellules.

3.4. Liaison Portable - Antennes

Pour commencer, il faut qu'un téléphone portable s'annonce auprès de la station de base la plus proche, ce qui se passe lorsqu'on active l'appareil et qu'il cherche le réseau. Un appel sortant part du portable pour aller à la station de base, puis de là via câble ou radiodiffusion par faisceaux dirigés vers un ordinateur central. Là, le système vérifie si l'interlocuteur s'est annoncé dans une cellule quelque part sur le réseau. Le cas échéant, l'appel part à nouveau – via câble ou faisceaux dirigés – vers la station de base correspondante qui établit alors le contact radio avec le portable de l'interlocuteur recherché, c'est-à-dire qu'elle le fait sonner. Si ce dernier répond, l'information de ses paroles prend le même chemin, mais dans l'autre sens. Des phrases prononcées entre deux maisons adjacentes ou des messages envoyés d'un banc d'école à l'autre peuvent ainsi parcourir des dizaines de kilomètres! Et ce, en une fraction de seconde.

Etablissement d'un réseau de téléphonie mobile



4. Planification du réseau

4.1. Taille de la cellule réseau

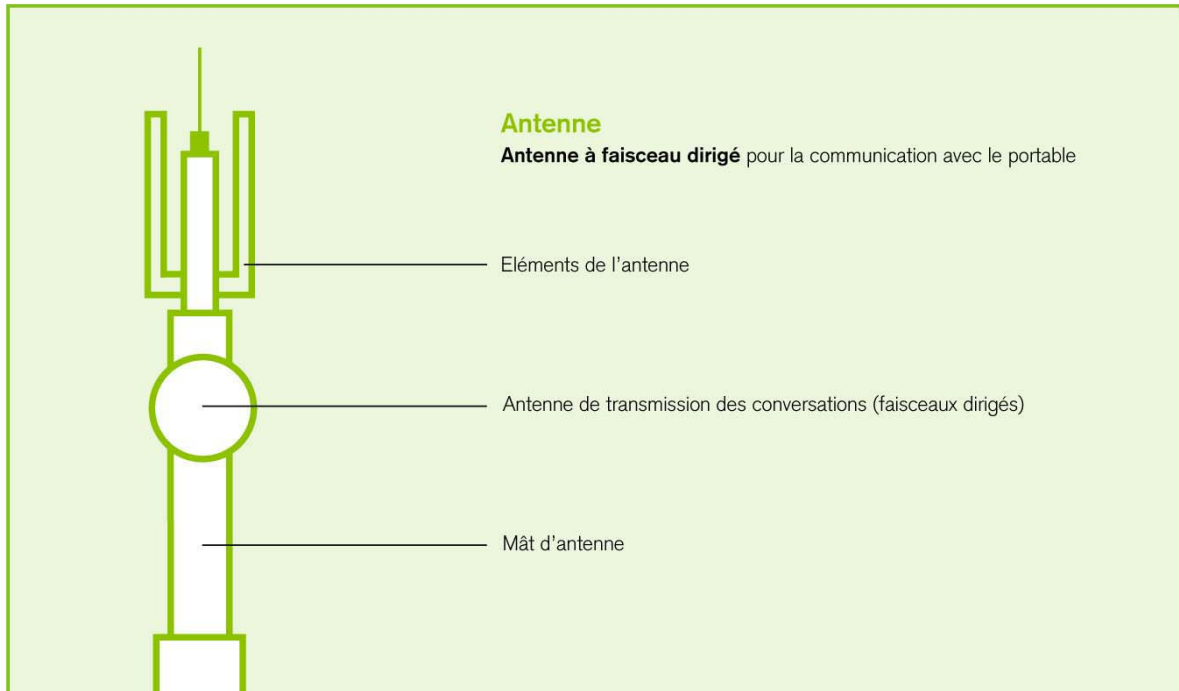
La planification de la taille d'une cellule radio tient en particulier compte de la région à couvrir, de la topographie (structure du terrain) et du nombre de participants, respectivement de la demande. En pays plat, la taille des cellules radio peut être plus grande pour un nombre de participants moins im-

portant (jusqu'à 20 kilomètres pour GSM900 et quelques kilomètres pour GSM1800) que dans les vallées étroites ou les routes étroites situées au milieu des gratte-ciels. Cet aspect ainsi que le fait qu'une antenne ne peut gérer qu'un nombre déterminé de connexions rendent impossible qu'un émetteur situé en hauteur puisse couvrir un vaste secteur important – par exemple tout le Mittelland.

4.2. Capacité limitée des antennes

L'antenne ne peut couvrir parallèlement qu'un nombre limité, pas très important, de portables – une antenne moyenne entre 40 et 60 appareils. La raison est que les autres portables ne doivent pas entendre les autres conversations, contrairement aux appareils émetteurs-récepteurs manuels simples, et que donc chaque portable utilise son propre canal de communication "privé" pendant toute la durée de la conversation. C'est ainsi qu'un réseau peut être surchargé lorsque trop de personnes veulent téléphoner en même temps. Dans les régions comptant beaucoup d'abonnés, il faut donc disposer de petites cellules afin que la capacité de ces cellules suffisent pour toutes les communications. Des zones spécialement définies ou à couvrir temporairement telles que les halles d'exposition, les centres commerciaux, les gares, les hôtels ou les manifestations de masse disposent souvent d'une antenne propre et peuvent être divisées en ce que l'on appelle des microcellules.

Principe de fonctionnement de l'infrastructure de téléphonie mobile



4.3. Puissance émettrice faible

La taille limitée des cellules radio a également son côté positif. Les puissances émettrices des antennes sont relativement faibles; 50 W ou 30 W par antenne (20 W pour le réseau GSM1800) ou même moins, selon le principe: plus la cellule est petite, plus la puissance est faible et plus la portée est limitée. Des microcellules à faible puissance conviennent uniquement à la desserte de zones non couvertes, respectivement à la couverture de goulets d'étranglement dans les régions à forte population.

4.4. Extension du réseau

Cela explique aussi pourquoi des petits émetteurs sont installés dans des régions déjà couvertes, surtout dans les grandes villes; il ne s'agit pas d'assurer la couverture, mais de garantir le nombre, en général très important, de connexions requises ou demandées.

De plus, le nombre d'antennes ne dépend pas directement du nombre de fournisseurs, mais de la demande en services pour la voix et les données. Dans la mesure du possible, les trois fournisseurs de téléphonie mobile en Suisse travaillent ensemble à l'établissement de sites d'antennes: un site sur trois est exploité en commun. Pour finir, les offices fédéraux OFCOM, OFEFP et ARE attribuent de bonnes notes aux exploitants de téléphonie mobile pour la planification des sites situés en dehors des zones constructibles – également en ce qui concerne les conséquences sur le paysage.

5. Avenir

5.1. Transmission des données

Les téléphones GSM servaient à l'origine à transmettre ce que signifie le mot "téléphone" en grec: tête = loin, phônê = voix, son. Il s'agissait d'un simple appareil de téléphonie destiné à transmettre la parole entre deux personnes. En principe, ce système aurait aussi pu servir à la transmission des données. A l'origine, cela n'était guère intéressant, mais au cours des années 90, on conçut également des ordinateurs mobiles performants, connus sous le nom de notebook, de laptop ou d'ordinateur portable et très répandus de nos jours. De plus en plus d'utilisateurs cherchaient une possibilité de relier leur ordinateur portable à l'ordinateur de l'entreprise lorsqu'ils étaient en déplacement. Avec Internet également, il faut pouvoir communiquer de manière mobile.

5.2. De plus en plus de données avec WAP

GSM posait des limites au début à la transmission rapide de grandes quantités de données. Le traitement des signaux GSM a donc été perfectionné au niveau du logiciel et du matériel afin d'offrir des capacités de connexion et des débits de données plus élevés. Le débit des données GSM était à l'origine de 9,6 kbits/s (Circuit Switched Data) et a passé à 40 kbits/s env. grâce à GPRS (General Packet Radio Service).

5.3. UMTS

La technologie GSM ne convient pas à satisfaire la demande croissante en transmissions de données rapides et performantes. C'est pourquoi, au cours de la seconde moitié des années 90, on développa la téléphonie mobile de la "troisième génération" appelée UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). Ce système exploite des fréquences plus élevées que la technologie GSM (dans les 2 GHz) et utilise une autre forme plus souple et plus efficace de la codification, ce qui permet de transmettre rapidement de gros volumes de données (jusqu'à 384 kbits/s avec FDD [Frequency Division Duplex] ou 2 Mbits/s avec TDD [Time Division Duplex]).

Alors les divers abonnés sont séparés par différentes fréquences (au sein de la bande des 900 ou des 1800 MHz) pour la technologie GSM, respectivement par des fenêtres de temps, avec UMTS tous les participants se retrouvent sur les mêmes fréquences. Dans ce processus, les différents canaux sont séparés à l'aide d'un code. Le signal des données de chaque abonné est identifié auprès de l'émetteur et du récepteur avec un code unique destiné à une connexion précise. Grâce à la technologie de transmission orientée par paquets, l'accès aux données est toujours ouvert aux portables UMTS, resp. ces derniers sont toujours reliés au réseau.

La planification du réseau ne s'effectue plus sur la base des fréquences, parce qu'avec UMTS toutes les antennes utilisent la même fréquence. Elle se fait dorénavant à l'aide de codes et de prestations.

6. Pour de plus amples informations

Vous trouverez de plus amples informations sur la technologie concernant la téléphonie mobile aux adresses suivantes:

Forum sur la communication mobile	http://www.forummobil.ch
Swiss Information and Technology Association	http://www.sicta.ch
Office fédéral de la communication	http://www.ofcom.ch
Mobile Manufacturers Forum	http://www.mmfai.org
Standard UMTS	http://www.3gpp.org