

plus fréquemment atteintes d'un gliome cérébral que les personnes peu exposées. Dans le cas des personnes atteintes, la tumeur était plus souvent localisée du côté où le téléphone mobile était utilisé. Mais l'étude de ces résultats et de la façon dont ils ont été obtenus semble indiquer que certains d'entre eux proviennent de biais d'interprétation.

Quant aux études de L. Hardell, plus alarmistes, elles ont d'ores et déjà fait l'objet de critiques, car elles présenteraient des erreurs méthodologiques. Le groupe de travail du CIRC a néanmoins conclu que les résultats ne sont probablement pas uniquement dus à des biais ou des erreurs. C'est la raison pour laquelle il a considéré qu'un effet causal ne peut être totalement exclu à ce jour, tout au moins en ce qui concerne les gliomes et les neurinomes acoustiques. Les données pour les autres types de cancer (lymphomes, méningiomes etc.) ont été jugées insuffisantes pour que le CIRC rende un avis.

Le CIRC a donc classé les radiofréquences dans la catégorie 2B, c'est-à-dire celle des agents « peut-être cancérogènes pour

l'homme », la même classification que celle des champs magnétiques de très basses fréquences. Rappelons que le café, la laine de verre ou le styrène sont d'autres exemples d'agents classés dans cette catégorie 2B. Cette classification est un signal important, mais il ne faut pas lui donner plus de signification qu'elle n'en mérite, puisqu'elle indique que ces ondes sont des agents cancérogènes possibles, mais non pas probables.

Quelles conclusions ?

Dans ce domaine où les résultats scientifiques – essentiellement négatifs, rappelons-le – s'accumulent au fil des années et où nous n'avons pas un recul suffisant pour avoir des études épidémiologiques tout à fait fiables, nous avons essayé de faire un état des lieux. Ainsi, les lignes à haute tension semblent indiquer une augmentation des leucémies infantiles de un cas pour une population de 35 millions de personnes, sans que la relation de cause à effet n'ait pu être démontrée. En ce qui concerne les radiofréquences, les intensités utilisées pour

la téléphonie mobile ou pour les antennes relais sont insuffisantes pour produire le seul effet réellement connu qui pourrait être nocif, à savoir un effet thermique. Les méta-analyses des études fiables n'indiquent pas d'effet sur la santé. Toutefois, comme il est impossible de prouver une absence d'effet, et que le CIRC a classé les radiofréquences dans la catégorie des agents peut-être cancérogènes pour l'homme, on peut conseiller d'utiliser une oreillette et d'éviter l'usage du téléphone portable dans des zones où la réception est mauvaise, car, dans ces conditions, l'intensité de l'émission des ondes par le téléphone augmente.

Enfin, en ce qui concerne les enfants, beaucoup sont suivis et les résultats des études prospectives à long terme permettront de savoir si les ondes radiofréquences ont ou non un effet sur leur santé. Toutefois, les résultats ne seront pas disponibles avant... une vingtaine d'années. Dès lors, mieux vaut éviter que les jeunes enfants n'abusent du téléphone portable. Peut-être pourrait-on recommander de privilégier les SMS, car le téléphone est alors plus loin du cerveau... ■

france culture

VOYAGER DANS LE TEMPS

La marche des sciences
Aurélie Luneau
14h/15h - jeudi
En partenariat avec *Pour la science*

franceculture.fr

Photo : Marc Doreau © Philippe Borelle. Courtesy gallery Voss - J&S27 Paris 2011

Comment on attribue les fréquences

Jean-Jacques Guitot

**Téléphonie mobile, télévision, radio, radars, Wi-Fi...
Chaque service de radiocommunication émet dans une bande de fréquences précise. Leur attribution dépend de nombreux paramètres scientifiques, techniques... et économiques.**

Le 15 juin dernier, le gouvernement a ouvert la procédure d'attribution des licences de téléphonie mobile de quatrième génération (4G) en publiant au *Journal officiel* les arrêtés relatifs aux conditions d'attribution et d'utilisation de fréquences dans les bandes 2,6 gigahertz et 800 mégahertz en France métropolitaine. Ces fréquences serviront à déployer les réseaux de la prochaine génération de téléphonie mobile, lesquels permettront des connexions à très haut débit en mobilité – plusieurs dizaines de mégabits par seconde, contre un mégabit par seconde actuellement avec la génération 3G – avec un objectif de 100 mégabits par seconde d'ici quelques années.

Les prix de réserve fixés par l'État reflètent l'enjeu économique que représentent ces bandes de fréquences et la forte compétition qui oppose les opérateurs candidats aux attributions de blocs de fréquences: 700 millions d'euros pour la bande 2,6 gigahertz, et 1,8 milliard d'euros pour la bande 800 mégahertz.

L'enjeu de l'accès au spectre est de taille en effet, car il s'agit d'une ressource limitée: selon la définition de l'Union internationale des télécommunications, les ondes radioélectriques sont des ondes électromagnétiques se propageant dans l'espace sans guide artificiel et, par convention, de fréquence inférieure à 3000 gigahertz. Avec l'explosion des moyens de radiocommu-

nication de tous types et malgré l'évolution des techniques, les fréquences encore disponibles et exploitables se font rares.

L'utilisation du spectre est réglementée: il s'agit d'une ressource internationale, et chaque État est souverain pour le spectre utilisé sur son territoire. En France, il appartient au domaine public. Comment optimiser l'usage de cette ressource naturelle, collective, permanente et omniprésente au bénéfice de la société? Comment intégrer de nouveaux modes de communication répondant aux exigences actuelles de débit, de couverture et de cohérence internationale, sans brouillage des signaux? Tel est le casse-tête quotidien des diverses institutions internationales et nationales chargées de la gestion de cette ressource.

Pour comprendre les enjeux et les difficultés de l'attribution des fréquences, et la façon dont elle s'opère aujourd'hui, il faut savoir que la plupart des applications de radiocommunication – radio, télévision, communication en mer, défense, radioamateur, alarmes, implants médicaux, etc. – fonctionnent sur le même principe: une ou plusieurs ondes dites porteuses servent de support de transmission des informations (voir l'encadré page 136). La régulation des fréquences porte sur les fréquences de ces ondes porteuses et non sur l'information transmise.



En pratique, les attributions de fréquences pour les radiocommunications ne portent pas sur des fréquences pures, mais sur des canaux, constitués de bandes du spectre dont la position et la largeur dépendent des propriétés physiques des ondes et des contraintes liées à l'utilisation envisagée.

Des contraintes physiques

Dans un premier temps, on attribue des bandes de fréquences aux services de radiocommunication, c'est-à-dire aux différents types de radiocommunication (mobile terrestre, mobile par satellite, radiodiffusion, trafic maritime, amateur, etc.), en fonction de leurs objectifs. Le spectre des fréquences radioélectriques ne présente pas des qualités homogènes : selon sa fréquence, une onde se propage par voie directe, par réflexion ou par diffraction, et sa propagation dépend de l'environnement. Les atténuations de propagation sont plus importantes lorsque la fréquence s'élève, favorisant ainsi la densification des stations d'émission. Enfin, la réception de l'onde peut être perturbée par les bruits parasites naturels et industriels, qui varient dans le spectre des fréquences. Certaines régions du spectre sont ainsi moins propices que d'autres à l'exploitation de certains services de radiocommunication selon les caractéristiques de l'usage recherché : type d'information véhiculé (voix, vidéo, données), degré de mobilité souhaité (fixe, nomade, mobile), technique de traitement du signal, couverture géographique...

Par exemple, entre 30 mégahertz et 6 gigahertz, les réflexions des ondes porteuses sur les obstacles deviennent négligeables devant les diverses atténuations dues à la propagation et aux bruits radioélectriques naturels ou industriels.

Cela en fait une portion très demandée. Mais plus la fréquence est élevée, plus les obstacles perturbent et atténuent le signal. Les bandes entre 300 mégahertz et 3 gigahertz sont donc les plus recherchées pour la télévision, la radiotéléphonie cellulaire de deuxième (norme GSM), troisième et quatrième (normes UMTS et LTE) générations, la radiotéléphonie professionnelle (police, pompiers, ambulances, taxis, transports publics...) ou encore les communications aéronautiques et militaires. Mais ces bandes contiennent aussi les radars, les systèmes de navigation GPS et *Galileo*, le système mondial de détresse et de sécurité en mer, les radioamateurs ainsi que l'exploration de la Terre par satellite ou la radioastronomie (voir la figure 2).

Dans un deuxième temps, à l'intérieur des bandes attribuées à chaque service de radiocommunication, des canaux sont assignés aux diverses applications (telle la 4G dans le service mobile terrestre), en tenant compte de la largeur de bande occupée. Celle-ci dépend notamment du signal et du débit de l'application à transmettre, de la puissance rayonnée, du gain de l'antenne, de la polarisation de l'onde transmise.

Aujourd'hui, on distingue 19 services de radiocommunication terrestre, 26 par satellite, chaque service pouvant regrouper plusieurs applications différentes (par exemple, dans le service de radiodiffusion, on trouve la radio sonore, la télévision analogique et la télévision numérique). Plusieurs services pouvant par ailleurs se partager la même bande de fréquences, l'attribution des fréquences peut vite devenir un casse-tête, d'autant qu'outre l'industrie des télécommunications, elle implique nombre d'acteurs publics et privés tels que l'État, les autorités administratives indépendantes (le Conseil supérieur de l'audiovisuel et l'Autorité de régulation des postes et des communications électroniques), ainsi que les collectivités territoriales et, bien sûr,

L'ESSENTIEL

✓ Le spectre des ondes radio est une ressource limitée.

✓ Les contraintes techniques restreignent le spectre exploitable pour la télécommunication.

✓ Or les services de radiocommunication se multiplient.

✓ Pour repousser ces limites, la régulation de l'attribution des fréquences, gérée conjointement aux échelles internationale et nationales, intègre en permanence les nouveaux paramètres scientifiques, techniques, économiques et sociaux.

1. DEPUIS UNE TRENTAINE D'ANNÉES, les radiocommunications explosent et saturent le spectre des ondes radio – en témoigne la forêt d'antennes qui peuplent les toits. Comment gérer au mieux l'attribution des radiofréquences pour suivre ces innovations tout en garantissant une réception équitable des informations ?