

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg  
**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 108 (2019)

**Artikel:** La téléphonie mobile : un danger pour notre santé?  
**Autor:** Völkle, Hansruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-864662>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# La téléphonie mobile : Un danger pour notre santé ?

HANSRUEDI VÖLKLE

(Ancien professeur titulaire au département de physique de l'Université de Fribourg)

## Résumé

Les risques sanitaires des ondes électromagnétiques, en particulier celles utilisées en téléphonie mobile, suscitent des craintes et stimulent des discussions controversées. Le but de ce rapport est de contribuer à une clarification de la situation. Pour une meilleure compréhension des effets des ondes électromagnétiques utilisées en télécommunication, de l'impact sur la santé humaine, des recommandations internationales et de la législation suisse en ce domaine, il semble nécessaire de commencer par certaines bases de physique et de biologie du rayonnement non ionisant. La législation Suisse en cette matière est plus sévère que celle de nos pays voisins. Si les normes Suisses sont respectées, on peut, sur la base des connaissances actuelles de la science, exclure une mise en danger par une utilisation raisonnable et modérée de la téléphonie mobile.

## 1. Les ondes électromagnétiques

---

### 1.1. Les champs électriques et magnétiques

Une charge électrique engendre un *champ électrique*. Son intensité est indiquée en Volt par mètre (V/m). Elle diminue avec le carré de la distance par rapport à la charge électrique. Une charge électrique en mouvement est un courant électrique. Celui-ci produit — en plus d'un champ électrique — aussi un *champ magnétique*, comme c'est le cas pour un aimant. Son intensité est donnée en ampères par mètre (A/m). Souvent, on indique aussi *l'induction magnétique* ou le *flux magnétique*, donné dans l'unité Tesla (T) ou microtesla ( $\mu\text{T}$ ). Le champ magnétique diminue également avec la distance par rapport au conducteur électrique ou à l'aimant.

### 1.2. Les courants continus et alternatifs

Si le courant dans un conducteur se déplace toujours dans le même sens, on parle d'un *courant continu* et d'un champ magnétique continu. Si par contre le courant change périodiquement de direction — par exemple 50 fois par seconde — on parle d'un *courant alternatif*. Notre réseau de distribution d'électricité oscille avec une fréquence de 50 Hz (Hertz), la ligne de contact des CFF avec une fréquence de 16,7 Hz. Certains tramways ou trolleybus sont par contre alimentés par du courant continu.

### 1.3. Le champ électromagnétique

Un conducteur dans lequel circule un courant alternatif produit simultanément un champ magnétique et un champ électrique alternatif. Comme c'est le cas pour le courant qui le produit, les deux changent de direction avec la même fréquence. À basse fréquence, les champs électriques et magnétiques ne sont pas encore couplés ou inter-

connectés. Si la fréquence augmente, les deux champs commencent à être interconnectés et des *ondes électromagnétiques* vont être dégagées et se propagent en ligne droite avec la vitesse de la lumière. Il y a donc émission d'ondes électromagnétiques. Ce sont des ondes qu'on appelle *transversales*. Si l'onde se propage le long de l'axe X (le pouce de la main droite d'un système de coordonnées à trois dimensions), les vecteurs des champs électriques et magnétiques oscillent dans les directions des axes Y (l'index de la main droite) et Z (le majeur de la main droite) respectivement. Les trois vecteurs sont donc perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. En acoustique, la situation est différente : les ondes de son sont des ondes *longitudinales*, car ici les variations de la pression atmosphérique oscillent en direction de la propagation du son.

#### 1.4. Les forces électriques et magnétiques

Les champs — aussi bien électriques que magnétiques — peuvent interagir avec la matière. Une charge électrique exerce une force sur une autre charge électrique. Celle-ci est attractive si les deux charges sont de signe opposé, ou repoussante s'ils sont de même signe. On l'appelle la *force de Coulomb*. Le champ électrique peut polariser des atomes ou molécules, donc dissocier leur partie positive de la partie négative. Ces molécules deviennent ainsi des dipôles électriques et le champ va les orienter parallèlement aux lignes de force du champ.

Un champ magnétique agit sur un aimant ou sur un conducteur, dans lequel circule un courant. Cette force est appelée *force de Lorentz*. En attirant le pôle de sens opposé et repoussant celui du même sens, il oriente l'aimant dans la direction des lignes de force. Ainsi le champ magnétique de la terre oriente l'aiguille d'une boussole en direction nord-sud.

#### 1.5. L'induction magnétique

Un phénomène, qu'on appelle *induction magnétique*, est utilisé dans de nombreuses applications techniques. Il joue également un rôle lors de l'interaction d'un rayonnement avec du tissu biologique, donc aussi avec les organes du corps humain. Une charge en mouvement dans un champ magnétique, par exemple un électron, subit également la force de Lorentz. Celle-ci est proportionnelle à l'intensité du champ et à la vitesse de la particule, et — ce qui complique la chose — perpendiculaire aux deux. L'électron en mouvement dans un champ magnétique sera donc forcé sur une trajectoire circulaire : à nouveau selon la règle des trois doigts de la main droite.

Un conducteur, dans lequel circule un courant, subit donc une force qui est perpendiculaire aux lignes de force du champ et en même temps perpendiculaire à la direction du courant. Si un conducteur bouge dans un champ magnétique ou si le champ magnétique change d'intensité, les électrons dans le conducteur subissent une force, à nouveau perpendiculaire aux lignes de force et au mouvement du conducteur. Le résultat sera une tension électrique entre les deux bouts du conducteur. Si le conducteur est en circuit fermé, un courant va circuler dans celui-ci, qu'on appelle *courant d'induction*. Ces phénomènes physiques sont utilisés dans les moteurs électriques, les générateurs ou dynamos ou les transformateurs.

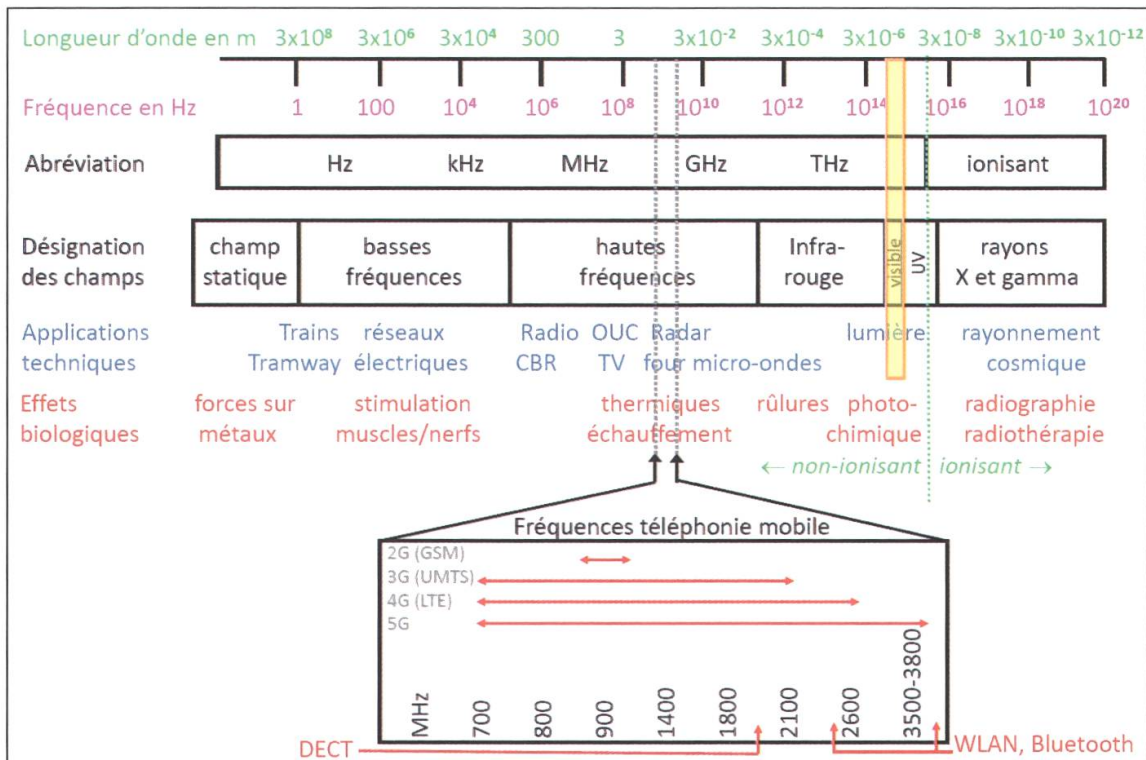


Fig. 1 : Le spectre des ondes électromagnétiques

### 1.6. Le spectre des ondes électromagnétiques (Fig. 2)

Les ondes électromagnétiques se propagent avec la vitesse de la lumière. Leur *domaine de fréquence* est très large : en dessous de 100 kHz,<sup>1</sup> on parle de *basses fréquences* ; jusqu'à 1000 GHz (où 1 THz), on parle de *hautes ou très hautes fréquences*. On appelle des ondes décimétriques celles de 300 MHz à 3 GHz, les ondes centimétriques celles de 3 à 30 GHz et les ondes millimétriques celles de 30 à 300 GHz. Les ondes submillimétriques sont aussi appelées térahertz. Elles sont par exemple utilisées dans les Body-Scanner (scanneur corporel). Au-delà, on arrive dans le domaine de l'*infrarouge*, puis de la *lumière visible* avec des longueurs d'onde de 380 à 800 nm ( $10^9$  m), donc des fréquences entre 780 et 400 THz. Cette bande de fréquence est suivie par l'*ultra-violet*. Au-delà de l'ultra-violet commence le domaine du *rayonnement ionisant*, donc les rayons X ou rayons gamma. On l'appelle ainsi, parce que dans ce domaine de fréquences l'énergie du rayonnement est suffisante pour ioniser des atomes ou molécules, donc pour briser des liaisons chimiques. Les conséquences peuvent être des modifications des gènes qui, à leur tour, peuvent être à l'origine d'un cancer ou d'une malformation génétique chez les descendants de l'individu exposé.

<sup>1</sup> kHz = 1000 Hz; MHz (Mega-Hertz) = 1'000'000 Hz =  $10^6$  Hz; GHz (Giga-Hertz) = 1'000'000'000 Hz =  $10^9$  Hz; THz (Téra-Hertz) = 1'000'000'000'000 Hz =  $10^{12}$  Hz.

## 2. Les applications techniques<sup>2</sup>

---

### 2.1. L'utilisation technique des ondes électromagnétiques (Fig. 1 et 2)

Les applications techniques, en particulier en hautes et très hautes fréquences, sont nombreuses : radio, télévision par antenne ou par satellite, téléphonie mobile, communication par satellite, surveillance de bâtiments et d'installations sensibles, faisceaux hertziens pour la transmission de données, radar (*en météorologie, pour le trafic aérien, le contrôle routier, des applications militaires*), télécommandes, bientôt aussi pour les scanners corporels, etc. Dans le domaine d'ondes à très hautes fréquences, la propagation est de plus en plus directionnelle. Pour une bonne communication entre émetteurs et récepteurs, cela nécessite pratiquement la visibilité de l'un et de l'autre. Un obstacle entre les deux peut diminuer la qualité de réception.

Ils suivent ensuite l'infrarouge, puis la lumière visible, l'ultra-violet, les domaines UV-A, -B et -C (les solariums), puis le rayonnement ionisant comme les rayons X et gamma utilisés en radiodiagnostic et radiothérapie. La ligne pointillée en vert marque la séparation entre les domaines non ionisants et ionisants.

### 2.2. La téléphonie mobile (Fig. 1 et 2)

La téléphonie mobile a énormément évolué : de la 2G (GSM<sup>3</sup>), 3G (UMTS) à la 4G (LTE) et tout récemment à la 5G. La gamme de fréquences en hertz (Hz) avec les longueurs correspondantes en mètres (m) est indiquée sur le graphique de la fig. 1. Celle-ci montre aussi les applications techniques les plus importantes et les effets biologiques dans les différentes régions des fréquences. Le domaine utilisé par la téléphonie mobile est illustré en détail au bas du graphique. La région entre 700 MHz et 3500 MHz (*3500 MHz seulement pour la 5G*) n'est pas seulement utilisée pour la téléphonie mobile, mais aussi pour Bluetooth (*2402 à 2480 MHz*), WLAN (*2400-2484 MHz et 5150-5725 MHz ; WLAN-6 : 2400 à 5000-6000 MHz*) et le téléphone sans fil (DECT<sup>4</sup>), le dernier dans le domaine de 1880 à 1900 MHz. Pour les fréquences attribuées par l'OFCOM aux providers Suisses en 2019 voir Fig. 2.

### 2.3. D'autres utilisations

Les radios digitales (DAB), la TV et la téléphonie par satellites utilisent le domaine entre cent à quelques centaines de MHz. Les programmes diffusés par satellites utilisent des fréquences dans le domaine de 10 à 20 GHz. Pour les faisceaux hertziens, les fréquences porteuses vont de 1 à 86 GHz.

---

<sup>2</sup> Voir aussi: *Leitfaden Mobilfunk für Gemeinden und Städte*. Hrsg.: Bundesämter für Umwelt, für Kommunikation und für Raumentwicklung; Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz, Schweizerischer Gemeindeverband, Schweizerischer Städteverband (2010), ainsi que: MARCEL DÖNNI et HERBERT LIMACHER: *Mobilfunkantennen – Rechtspraxis und Lösungsansätze von Gemeinden*. Umweltpraxis, Nr. 45, Juli 2006.

<sup>3</sup> GSM = Global System for Mobile Communications; UMTS = Universal Mobile Telecommunications System; LTE = Long Term Evolution

<sup>4</sup> DECT = Digital Enhanced Cordless Telecommunications

### 3. De la physique aux effets biologiques

---

#### 3.1. La propagation des ondes

L'exposition d'une personne qui se tient près d'une antenne de téléphonie mobile dépend de l'intensité d'émission de l'antenne, de la fréquence, de la forme et de la direction du faisceau d'émission (*qui en général a la forme d'un cigare ou d'un lobe*), de la distance par rapport à l'antenne et de l'atténuation du rayonnement par les murs, toits ou fenêtres des bâtiments entre l'antenne et le récepteur. Il est à noter que plus la fréquence est élevée, plus le faisceau est directionnel et plus il est influencé, voire atténué ou réfléchi, par des obstacles interposés. Comme la portée des fréquences plus élevées sera plus faible, cela va nécessiter dans ce cas plus d'antennes et des faisceaux plus dirigés vers les utilisateurs. La profondeur à laquelle le rayonnement non ionisant pénètre dans le corps humain, dépend également de la fréquence : pour 1 GHz, elle est de quelques centimètres, pour 10 GHz elle se réduit au millimètre.

#### 3.2. Communication entre émetteurs et récepteurs

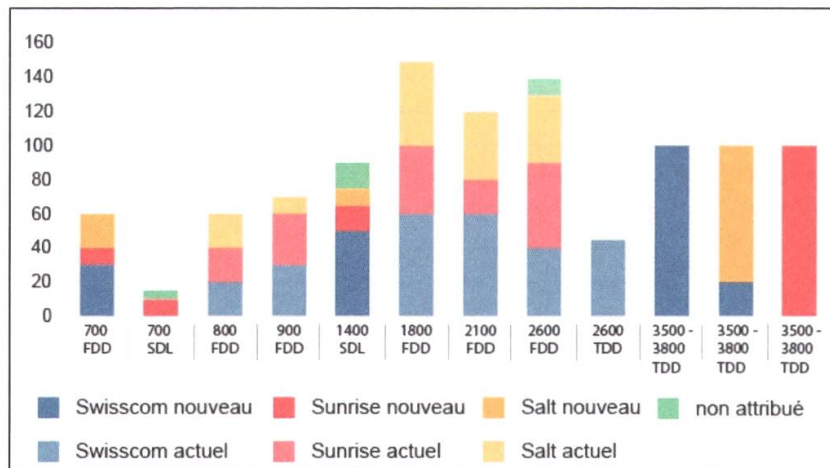
Il est également à noter que le flux d'information va dans les deux sens : de l'antenne vers le récepteur (*par exemple un téléphone portable*), mais aussi de celui-ci vers l'antenne. Donc un téléphone portable émet aussi du rayonnement pendant son utilisation. Si la qualité de réception est faible — donc si la distance par rapport à l'antenne est trop grande — le téléphone portable va augmenter la puissance d'émission afin que les données qu'il envoie arrivent en qualité suffisante à l'antenne. Dans une ville ou une agglomération, il se peut que l'exposition des personnes qui s'y tiennent soit davantage due à la somme des émissions de tous les téléphones portables en usage dans un rayon de quelques centaines de mètres autour d'elles qu'à l'antenne qui dessert ce rayon. À cela, il faut ajouter les ondes Radio/TV ou d'autres sources d'ondes électromagnétiques dans les environs. La plus importante source émettrice d'ondes auxquelles l'utilisateur est exposé, est son propre téléphone portable. (*Voir les mesures citées en annexe*).

#### 3.3. Effets à basses et à hautes fréquences

À basse fréquence, les ondes peuvent stimuler muscles et nerfs chez l'homme. Si l'intensité du rayonnement est trop forte, cela peut provoquer des crampes ou aller jusqu'à la fibrillation ventriculaire. Pour les hautes fréquences, c'est un effet thermique qui se crée. Cet effet, appelé effet micro-ondes, est utilisé dans les fours du même nom. Comme ces fréquences se trouvent dans la région de résonance des molécules d'eau, celles-ci se mettent à vibrer en absorbant l'énergie du rayonnement. Quand on chauffe sa nourriture dans le four à micro-ondes, ce sont principalement les molécules d'eau qui s'échauffent par le rayonnement du four. Le même phénomène se produit dans le corps humain exposé au rayonnement.

Les téléphones portables sont limités dans leur puissance d'émissions afin que le *débit d'absorption spécifique* (DAS) ne dépasse pas 2 W/kg dans un organe d'une personne exposée. Aujourd'hui, la plupart des téléphones sur le marché ont une valeur DAS inférieure à 1 W/kg. Pour obtenir le label de l'*Ange bleu*, un téléphone ne doit pas pro-

duire plus que 0.5 W/kg s'il se trouve près de l'oreille, ou 1 W/kg s'il se trouve près du corps humain. Pour 0.5 W/kg, l'échauffement du cerveau est inférieur à 0.1 °C. Des conséquences sur la santé peuvent seulement apparaître si un échauffement du corps ou d'un organe supérieur à 1 °C perdure pendant une période prolongée. Si par contre après une longue conversation téléphonique on ressent une certaine chaleur à l'oreille, celle-ci est principalement due à la chaleur dégagée par l'écran et par la batterie du téléphone et non pas au rayonnement.



**Fig. 2 :** Dotation totale en fréquences des opérateurs suisses<sup>5</sup> (Salt, Sunrise et Swisscom) de radiocommunication mobile après la mise aux enchères en février 2019. Le graphique montre le nombre de fréquences, mais pas la situation exacte de ces fréquences dans la bande concernée. Abréviations : FDD : Frequency Division Duplex = Deux canaux radio sont utilisés pour une liaison ; TDD : Time Division Duplex = seul un canal radio est utilisé pour une liaison ; SDL : Supplemental Downlink = Trois canaux radio sont utilisés pour une liaison.

### 3.4. Effets athermiques

Les effets dits athermiques sont par contre moins bien connus. On parle de la possibilité d'induction de cancer, des effets sur les fonctions des nerfs et du cerveau, sur le métabolisme des cellules, sur le sommeil, sur la faculté de concentration, mais aussi des dommages aux gènes et autres encore. Jusqu'à ce jour, de tels effets ont seulement été identifiés avec certitude à des doses bien supérieures aux limites fixées dans les recommandations de l'ICNIRP<sup>7</sup> et des législations nationales. La détection de tels effets et leur analyse par des études épidémiologiques est difficile, du fait que ce ne sont pas des effets qui se laissent facilement mesurer et reproduire par des procédures scientifiques. Les effets en question se basent souvent sur des observations indirectes ou sur le ressenti et la description des personnes qui prétendent d'en souffrir. Ceci rend difficile l'établissement d'une relation scientifique et significative entre cause et effet. De plus, ils n'existent pas encore des théories biologiques expliquant ces phénomènes. Si de tels effets ont pu être produits en laboratoire, ils n'ont pas forcément d'impact sur

<sup>5</sup> Source : <https://www.bakom.admin.ch/bakom/fr/page-daccueil/frequences-et-antennes/attribution-de-frequences-de-telephonie-mobile/coup-denvoi-de-la-nouvelle-attribution-de-frequences-de-telephonie-mobile.html>

la santé humaine et dans une situation réelle. À ce jour, l'existence de risques à l'exposition des ondes utilisées pour la téléphonie mobile n'a pas été prouvée, mais ne peut pas être exclue avec une certitude suffisante. C'est pourquoi les recherches doivent continuer dans ce domaine.

### 3.5. Personnes électrosensibles

Certaines personnes (*d'après une étude allemande, environ 2 pour cent de la population*) se déclarent électrosensibles. Ils se plaignent de problèmes de sommeil, maux de tête, nervosité, fatigue générale, troubles de la concentration, acouphène, nausées, douleurs dans les articulations ou autres. Il est évident que ces symptômes ont un impact sur la qualité de vie, mais il n'est pas possible d'attribuer ces problèmes avec certitude aux ondes électromagnétiques. Du point de vue médical un diagnostic spécifique de l'électrosensibilité fait, à ce jour, défaut. Si dans certains cas l'influence des ondes électromagnétique ne peut pas être exclue, il est de même pour d'autres causes possibles. Il est également pensable que la simple présence d'une antenne près d'une maison puisse provoquer chez ses habitants une appréhension non spécifique qui ensuite déclenche des phénomènes psychosomatiques réels. D'après l'OMS il n'y a pas à ce jour des bases scientifiques qui prouveraient que le phénomène de l'électrosensibilité soit lié à l'exposition aux rayonnements électromagnétiques. Une relation cause à effet entre les symptômes décrits par des personnes électrosensibles et les ondes électromagnétiques peuvent donc être exclues avec une assez haute probabilité.

### 3.6. Études épidémiologiques

De nombreuses recherches, surtout des études épidémiologiques, ont comme but de détecter, d'analyser et de comprendre les effets éventuels du rayonnement non ionisant sur la santé humaine. Le nombre d'études et les résultats parfois contradictoires peuvent provoquer de l'incertitude et ne sont pas faciles à interpréter correctement. Par principe, il n'est pas possible de prouver qu'une substance ou une application technique ne soit pas dangereuse. On peut seulement déterminer, à partir de quelle dose ou de quelle intensité des effets sont détectables, voire dangereux. Si un effet biologique est détecté, cela ne veut pas automatiquement dire qu'il soit aussi nuisible à la santé. Une corrélation entre un effet observé et une cause hypothétique n'est pas a priori la preuve d'une causalité, car d'autres facteurs de risque doivent aussi être considérés.

D'après l'Office fédéral de Radioprotection allemande<sup>6</sup> (le *Bundesamt für Strahlenschutz*) à des expositions inférieures aux limites de l'ICNIRP<sup>7</sup>, des effets sur la santé humaine n'ont pas été prouvés. L'office se base pour cette conclusion sur les rapports du *Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm*. Ceci est valable aussi bien pour les effets thermiques qu'athermiques, la santé en général et les fonctions cognitives, les risques de cancer, les dommages à l'embryon ou à l'enfant. D'après l'office, ces considérations sont aussi valables pour d'autres applications telles que la 5G. Comme

---

<sup>6</sup> Source: *Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen hochfrequenter Felder*. Bundesamt für Strahlenschutz, 38226 Salzgitter, Deutschland.  
<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>



par contre on ne connaît pas encore suffisamment bien les effets à long terme, donc au-delà de 15 ans, les recherches dans ce domaine vont continuer. C'est aussi pour cette raison que l'office recommande une utilisation modérée, de même que l'organisation citée dans l'article Wikipédia sur le débit d'absorption spécifique : « *L'Association Santé Environnement France (ASEF), qui réunit 2'500 médecins, recommande d'utiliser un téléphone ayant un DAS bas. Une valeur faible du débit d'absorption spécifique permet de diminuer l'exposition aux ondes électromagnétiques.* »

### 3.7. Programme national NFP57 sur l'effet du rayonnement non ionisant

En 2007 un programme du Fonds National Suisse du nom *NFP57* sous le titre *Rayonnement non ionisant : Environnement et santé*, a été lancé. Onze projets de ceux qui ont été soumis au comité de pilotage ont pu être financés. Le programme a couvert les quatre domaines suivants : **1) la dosimétrie, 2) la mesure de l'exposition des utilisateurs de téléphones mobiles, 3) les effets sur les cellules et finalement 4) la communication et la perception du risque par la population.** Nous citons ici un résultat qui concerne la téléphonie mobile : La mesure de l'exposition aux rayonnements de la téléphonie mobile chez les habitants d'une ville a montré que la majeure partie, environ 2/5, de l'exposition est due aux téléphones portables des autres utilisateurs dans un cercle de quelques centaines de mètres, 1/4 aux téléphones fixes sans fil (DECT) dans le même périmètre et 1/4 de l'exposition est due aux antennes de téléphonie mobile. D'autres projets n'ont pas pu mettre en évidence une corrélation entre une exposition aux rayonnements non ionisants et des effets sur la santé humaine.

### 3.8. Précaution et Recommandations

l'ORNI fixe – en se basant sur le principe de précaution de la Loi sur l'environnement – des valeurs *limites de l'installation* (*Annexe 1, p. 17, point 64*) dix fois plus basses que les *valeurs d'immission* (*Annexe 2, p. 21*), les dernières selon les recommandations de l'ICNIRP<sup>7</sup>. Ces limites de l'installation s'appliquent aux endroits, où des personnes peuvent se tenir, comme appartements, bureaux, écoles, hôpitaux, homes, EMS, etc. dans le but de les protéger au maximum.

L'exposition des individus dépend aussi d'autres sources de rayonnement dans leur environnement proche, tel que les téléphones portables, téléphones sans fil (DECT), WLAN, Bluetooth, qui contribuent plus à l'exposition que l'antenne la plus proche.

---

<sup>7</sup> Recommandations de la *Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants*. ICNIRP: GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (UP TO 300 GHz), published in: HEALTH PHYSICS 74 (4): 494-522; 1998. L'ICNIRP est une association enregistrée à Munich, en Allemagne, en tant qu'organisation à but non lucratif avec une mission scientifique (statuts). Elle est officiellement reconnue comme organisation non gouvernementale (ONG) collaboratrice officielle par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation internationale du travail (OIT), elle est consultée par la Commission européenne. L'ICNIRP est liée à de nombreuses organisations engagées dans la protection contre le rayonnement non ionisant dans le monde entier par le biais de divers projets de collaboration. Elle fait de recommandation pour la protection contre le rayonnement non ionisant qui sont la base pour les dispositions légales des différents pays en ce domaine.

Ces contributions se laissent maîtriser aisément par les précautions suivantes : **1) Ne pas placer la station de base du DECT ou du WLAN près de l'endroit où l'on se tient régulièrement, par exemple le lit ou le fauteuil devant la télévision.** **2) Utiliser un téléphone mobile avec une valeur DAS basse (demander la valeur DAS au fournisseur).** **3) Utiliser si possible des écouteurs filaires.** **4) Ne pas utiliser le téléphone portable dans des locaux ou des endroits à faible réception.** **5) Renoncer à téléphoner lorsqu'on conduit une voiture, ou du moins, si c'est inévitable, utiliser le kit mains libres.**

## **4. Les dispositions légales en Suisse**

---

### *4.1. La procédure pour fixer les limites d'immission*

Dans le cas des effets biologiques, du rayonnement électromagnétique vaut — comme pour toute substance potentiellement toxique — le dicton de Paracelse : « *Toutes les choses sont poison, et rien n'est sans poison ; seule la dose fait qu'une chose n'est pas poison.* » Donc c'est l'intensité du champ électromagnétique qui détermine, si un effet est perçu, s'il est ressenti comme dérangent, s'il diminue la qualité de vie, s'il entrave le fonctionnement des cellules ou des organes, ou s'il est nuisible à la santé humaine.

En règle générale, comme on ne peut pas démontrer qu'un objet, une substance ou une technologie n'est pas dangereuse, on peut seulement déterminer par des expériences ou par des études épidémiologiques à partir de quelle intensité ou à partir de quelle exposition au rayonnement un effet se manifeste chez des personnes exposées. Ces effets doivent être reproductibles et documentés par des méthodes scientifiques. Cela permettra d'établir la relation entre une exposition au rayonnement et la probabilité de tomber malade ou développer un cancer. On déterminera ensuite l'exposition correspondante à un certain niveau de risque que l'on juge acceptable par la population en tenant compte des risques de la vie de tous les jours. À cette valeur, on ajoute une marge de sécurité suffisamment grande pour tenir compte des sensibilités individuelles pour ensuite arriver aux limites d'immission, telles que celles recommandées par l'ICNIRP<sup>7</sup>. Dans cette procédure, on doit également tenir compte des populations particulièrement sensibles, comme les enfants, les personnes âgées, ou d'éventuelles synergies avec d'autres polluants ou substances nocives. En Suisse – et seulement dans notre pays – le législateur ajoute à cela une sécurité supplémentaire en fixant des *limites de l'installation* 10 fois plus basses que les *limites d'immission* (Fig. 3).

### *4.2. Loi et ordonnances sur le rayonnement non ionisant*

Les bases légales Suisses sont la ***Loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et son*** (LRNSI) du 16 juin 2017 et l'***Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant*** (ORNI) du 23 décembre 1999 (état le 1<sup>er</sup> juin 2019). La législation dans le domaine des télécommunications est réglée au niveau fédéral. Cela exclut que cantons ou communes appliquent d'autres règles ou des normes plus ou moins sévères que celles fixées dans la législation fédérale.

Le but de la ***Loi*** est de protéger l'être humain, de fixer des valeurs d'exposition, de prévoir une obligation d'informer et des mesures de protection. Les cantons contrôlent

par échantillonnage. Les organes d'exécution peuvent contrôler sur place les installations, leur utilisation et entretien, ainsi que la mise en œuvre des mesures visées.

L'**Ordonnance** règle émissions et immissions, leur détermination et évaluation, les exigences dans les zones à bâtir et les conditions sur les installations pour la téléphonie mobile. Elle définit aussi ce qu'on appelle **lieu à utilisation sensible**, donc locaux dans les bâtiments où des personnes séjournent régulièrement, écoles ou jardins d'enfants, hôpitaux, EMS, places de travail permanentes, places de jeux publiques ou privées, en règle générale les parties de terrain non bâties sur lesquelles des personnes se tiennent régulièrement. En 2018, le Parlement s'est prononcé sur la question, s'il fallait hausser certaines des limites de l'ORNI. Le conseil aux États a refusé une telle motion.



**Fig. 3** : Réglementation des immission pour les champs électromagnétiques produit par la téléphonie mobile dans différents pays en V/m. Ces valeurs se basent sur les recommandations de l'ICNIRP, que la plupart des pays – y compris l'OMS, mais sans les Pays Bas – appliquent sans modification. Les valeurs pour le champ électrique sont données en volts par mètre. Légende : ■ pour 2100 MHz ou plus ; ■ pour 1800 MHz ; ■ pour 900 MHz. Pour la Suisse l'ORNI fixe à la fois des **limites d'immissions (couleurs claires)** et des **valeurs d'installation (en couleurs foncées)**. Les dernières sont dix fois plus basses et sont valables pour les **lieux à utilisation sensible** tels que bureaux, logements, écoles, hôpitaux et homes, etc. La Suisse se base ici sur le principe de précaution, comme il est évoqué dans la LPE. <sup>8</sup>

#### 4.3. Limites d'émissions et d'immissions

L'ordonnance règle dans l'annexe 2 les limites d'**immissions** près d'une telle antenne de téléphonie mobile, donc partout où des personnes peuvent se tenir.

Les valeurs **limites de l'installation** (Art. 64) sont fixées dix fois plus basses que les valeurs d'immissions citées dans les tableaux ci-dessous (*ceci en appliquant le principe de précaution*), donc **4 V/m** pour les fréquences autour de 900 MHz, **6 V/m** pour des fréquences autour de 1800 MHz et plus élevées et **5 V/m** pour toutes les autres installations (Fig. 3).

<sup>8</sup> Source : <https://www.swisscom.ch/fr/about/entreprise/portrait/reseau/telecommunication-mobile-antennes-environnement-sante.html#!>

Le détenteur d'une installation a l'obligation de faire des mesures ou doit les tolérer ; il doit informer l'autorité compétente notamment sur l'intensité du rayonnement sur les lieux accessibles ou aux endroits où celle-ci est la plus forte. Il doit nommer les trois endroits à utilisation sensible où le rayonnement est le plus intense. Il doit en plus fournir des calculs de simulation de l'intensité au voisinage de l'antenne. Si ces valeurs simulées montrent pour des lieux à utilisation sensible des résultats au-delà de 80 pour cent des limites, des mesures de l'intensité sur le terrain sont recommandées.

**Tableau 1 :** Bandes de fréquences et limites d'immission ICNIRP<sup>7</sup> pour l'intensité des champs

| Fréquence<br><i>Immissions<br/>continues</i> | Intensité du<br>champ électrique<br>$E_{Gr}$ [V/m] | Intensité du<br>champ magnétique<br>$H_{Gr}$ [A/m] | Densité de flux<br>magnétique<br>$B_{Gr}$ [ $\mu$ T] | Durée<br>d'appréciation<br>[min] |
|--|--|--|--|----------------------------------|
| 400 – 2000 MHz                               | <b>28 – 61</b>                                     | <b>0,073 – 0,16</b>                                | <b>0,092 – 0,20</b>                                  | <b>6</b>                         |
| 2 – 10 GHz                                   | <b>61</b>  | <b>0,16</b>  | <b>0,20</b>  | <b>6</b>                         |

| Fréquence<br><i>Immissions<br/>pulsées</i> | Intensité du<br>champ électrique<br>$E_{Gr}$ [V/m] | Intensité du<br>champ magnétique<br>$H_{Gr}$ [A/m] | Densité de flux<br>magnétique<br>$B_{Gr}$ [ $\mu$ T] | Durée<br>d'appréciation |
|--|--|--|--|-------------------------|
| 400 – 2000 MHz                             | <b>880 – 1960</b>                                  | <b>2,4 – 5,4</b>                                   | <b>3,0 – 6,7</b>                                     | Durée<br>d'impulsion    |
| 2 – 300 GHz                                | <b>1950</b>  | <b>5,1</b>   | <b>6,4</b>   |                         |

#### 4.4. Justification de ces limites

La législation suisse est basée sur l'hypothèse que, si les limites de l'ORNI sont respectées, l'échauffement produit par le rayonnement est bien inférieur aux valeurs tolérables et que le rayonnement n'est pas dangereux pour la santé humaine. Elle se base pour cela sur les recommandations de l'ICNIRP<sup>7</sup> et le soutien de nombreux spécialistes suisses et internationaux qui avaient été consultés lors de l'élaboration de ces normes.

#### 4.5. Mesures et estimation de l'exposition aux rayonnements non ionisants

Suite au postulat de la conseillère nationale YVONNE GILLI, la confédération veut déterminer l'exposition aux rayonnements ionisants en Suisse, notamment par la téléphonie mobile, d'une part par modélisation autour des installations existantes et d'autre part par des mesures avec des appareils adéquats dans les rues et les bâtiments autour des antennes. L'objectif, comme le précise le spécialiste responsable de OFEV, est de surveiller régulièrement les rayons qui nous entourent, comme cela se fait pour d'autres indicateurs de la qualité de l'air ou des nuisances sonores. L'étude nourrira la réflexion sur d'éventuels effets à long terme de ces rayons et devrait permettre, au besoin, de protéger la population. Certains cantons et villes ont pris les devants et effectuent déjà des analyses. Celles-ci seront autant que possible intégrées au plan fédéral.

## 5. Conclusion

- 1) Ce qui compte – comme c'est le cas pour tout polluant – c'est la dose. Celle-ci dépend de l'intensité du rayonnement sur le lieu de présence d'une personne et de la durée du séjour à cet endroit ; la fréquence joue par contre un rôle secondaire.

- 2) La Suisse applique les limites d'imissions recommandées par l'ICNIRP<sup>7</sup>, mais – en application du principe de précaution de la loi sur l'environnement – elle fixe en plus des valeurs d'installation applicables pour les lieux à utilisation sensibles. Celles-ci sont dix fois inférieures aux limites d'imissions de l'ICNIRP. A l'heure actuelle – malgré une certaine pression de la part de l'industrie en vue de l'introduction de la 5G – le Parlement Suisse ne semble pas être disposé à élever ou supprimer ces limites d'installations.
- 3) Tant que les limites de l'ORNI sont respectées, il n'y a – en l'état actuel des connaissances scientifiques – pas de danger pour la santé humaine par une utilisation raisonnable et modérée de la téléphonie mobile.
- 4) L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) va compléter les calculs par des mesures directes sur place par une unité spécialisée créée pour cette tâche. Les citoyens concernés pourront demander des mesures sur place pour vérifier les valeurs calculées ou simulées par les providers.
- 5) L'exposition aux ondes électromagnétiques n'est que partiellement due aux antennes de téléphonie mobile, mais aussi à d'autres sources de rayonnement comme les téléphones portables en utilisation aux alentours, le WLAN, le DECT (téléphone sans fils), le Bluetooth et autres.
- 6) Le comportement de chacun a un impact plus important sur l'exposition personnelle aux ondes électromagnétiques que la situation d'exposition au lieu de résidence.
- 7) Les fréquences qui sont prévues pour la 5G sont en partie déjà utilisées par d'autres applications. Le 5G ne va donc pas créer une situation d'exposition fondamentalement différente par rapport à la situation actuelle. Cependant, il semble que la 5G nécessitera éventuellement une densité d'antennes plus élevée.

## **6. Annexe : Mesures de l'exposition chez des personnes dans le Canton de Zurich**

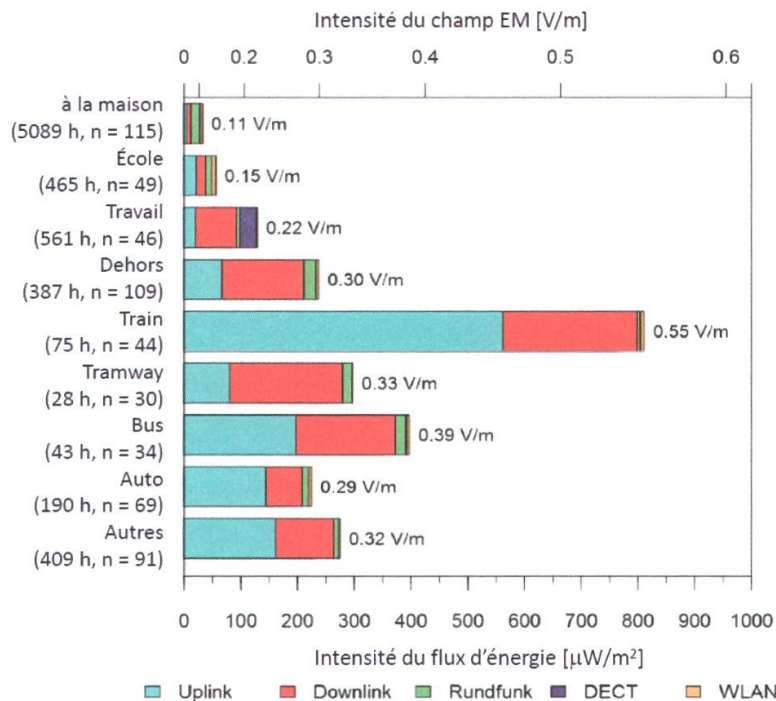
*(Traduction française du résumé de l'étude citée)*

Une étude dirigée par le prof. MARTIN RÖÖSLI<sup>9</sup> du *Swiss Tropical and Public Health Institute* à Bâle s'était fixé comme but de mesurer l'exposition individuelle aux champs électromagnétiques de hautes fréquences. Pour cela 115 personnes résidants dans 12 communes du Canton de Zurich ont été choisis au hasard. Les localités ont été sélectionnées afin de couvrir l'ensemble des différentes situations d'exposition pouvant se présenter dans ce canton. Les participants de l'étude étaient des adolescents de 12 à 15 ans, leurs parents ainsi que de jeunes adultes de 18 à 30 ans. Pendant une durée de 48 à 72 heures ils étaient munis d'un instrument portable qui enregistrerait l'intensité des champs électromagnétiques auxquelles ils étaient exposés toutes les 4 secondes et dans les 14 différentes bandes de fréquences utilisées en télécommunication entre la radio FM (87.5 MHz) et celle de la téléphonie mobiles (2690 MHz). Les participants à l'étude

<sup>9</sup> MARTIN RÖÖSLI, BENJAMIN STRUCHEN, MARLOES EEFTEENS et KATHARINA ROSER: *Persönliche Messungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern bei einer Bevölkerungsstichprobe im Kanton Zürich*. Prof. Martin Röösli, *Bereich Umwelt und Gesundheit, Departement für Epidemiologie und Public Health, Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut, Basel* sur un mandat du AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft du Canton de Zurich

devaient aussi remplir un journal d'activités et les coordonnées (GPS) des lieux respectifs ont également été enregistrées.

L'exposition personnelle moyenne dans la population étudiée était de 0.18 V/m, légèrement plus élevée chez les jeunes adultes (0.22 V/m) que chez les adolescents et leurs parents (0.16 V/m). La moyenne mesurée la plus élevée était de 0.42 V/m. Les contributions principales à l'exposition moyenne provenaient des stations de base de la téléphonie mobile (38%) et de téléphones mobiles individuels des utilisateurs (35%), tandis que les contributions de la radiodiffusion (18%), du WLAN (5%) et des téléphones sans fil (4%) étaient moins importantes. La plus haute exposition a été enregistrée dans les transports publics (train : 0.55 V/m, bus : 0.39 V/m, tramway : 0.33 V/m). En voiture, l'exposition était de 0.29 V/m, à l'extérieur de 0.30 V/m et à place de travail de 0.22 V/m. Les valeurs les plus basses étaient celles des écoles avec 0.15 V/m et dans les maisons avec 0.11 V/m. Les différences entre les habitants des zones rurales et ceux des zones urbaines se sont montrées relativement faibles. Cependant, l'intensité accroit avec le taux d'urbanisation. Le comportement individuel a une influence significative sur l'exposition, car posséder un smartphone et la durée d'utilisation de l'Internet sont les facteurs dominants. Par contre, l'utilisation d'un réseau WLAN personnel ou d'un téléphone sans fil à la maison sont de moindre importance. L'étude n'a pas trouvé de corrélation significative entre l'exposition des adolescents et celle de leurs parents habitants dans un même ménage. Les auteurs arrivent à la conclusion que le comportement de chacun a un impact plus important sur l'exposition personnelle aux ondes électromagnétiques que la situation d'exposition au lieu de résidence.



**Fig. 4 :** Exposition aux rayonnements non ionisants d'habitants du Canton de Zurich, mesuré par le groupe du prof. MARTIN RÖÖSLI : Intensités des champs électromagnétiques par les différentes sources, ainsi que les heures d'exposition et le nombre de participants.