

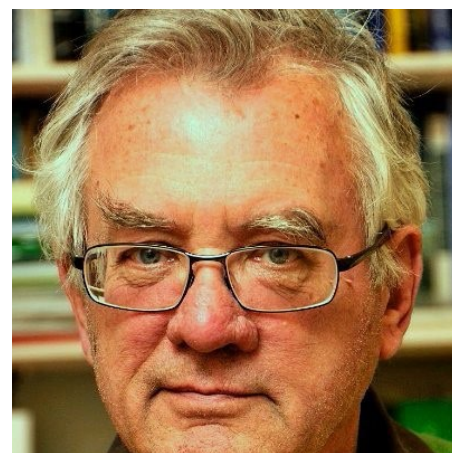
# 5G : attendez-vous à des problèmes de peau et de santé généraux

17 décembre, 2020

Par : **Hugo Schooneveld**

Électrosmog

*Docteur en biologie (1970), [Hugo Schooneveld](#) fut chercheur principal, neurobiologiste et endocrinologue comparatif des insectes à l'Université agricole de Wageningen (1965-1999). Il y a aussi conduit des enquêtes pour évaluer les problèmes de santé après une exposition aux champs électromagnétiques (CEM), évalué l'intensité des CEM dans les maisons et les lieux de travail, développé des outils analytiques pour étudier la structure des CEM et les mélanges de fréquences générés par les équipements électroniques et les lampes à économie d'énergie, et évalué l'importance de l'électricité « sale » (interférence de hautes fréquences transitoires). Aujourd'hui retraité, il est conseiller auprès de la Fondation néerlandaise de l'électrohypersensibilité. Voici notre version française de son texte [The 5G communication system - Expect skin and general health problems](#). AF*



## Résumé

Aux Pays-Bas, les premiers émetteurs de la téléphonie mobile de 5<sup>e</sup> génération ont été mis en service par trois entreprises de télécommunications. Leurs émetteurs fonctionnent principalement sur la fréquence 700 MHz. Il s'agit en quelque sorte d'émetteurs « d'entrée de gamme 5G », sans les caractéristiques des émetteurs de 3,5 GHz attendus en 2022 et ceux de 26 GHz qui arriveront en 2027 ou plus tard. Certaines personnes pourraient donc éprouver des problèmes supplémentaires de stress électrique, bref de l'électrohypersensibilité (EHS). Ceci non seulement en raison des impulsions chroniques de synchronisation 50 Hz dans le signal, mais aussi en raison des très nombreuses microantennes de 3,5 GHz qui doivent être installées et qui augmenteront ainsi l'exposition. Les émetteurs 26 GHz proposés augmenteront le risque de lésions cutanées et de perturbation des fonctions physiologiques dues à des effets non thermiques. La peau est un organe large, délicat, fin et fragile. Les limites d'exposition de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) récemment mises à jour ne prennent pas en compte la position et les fonctions spéciales de la peau. Le rayonnement 5G provoquera des effets sur la matière biologique, mais personne n'étudie actuellement les liens entre ces effets physiologiques et de possibles problèmes de santé. Il est temps de mettre en place un groupe de travail pour élucider spécifiquement les effets du rayonnement 5G sur la peau et sur le bien-être – et ajuster les limites d'exposition en conséquence.

## Émetteurs et effets biologiques par ordre d'apparition

En Hollande, trois fournisseurs Internet, KPN, VodafoneZiggo et T-Mobile, ont mis en service leurs canaux 5G après l'acquisition de licences de diffusion lors de la vente aux enchères du 21 juillet 2020. Ces licences concernent les fréquences dans la bande 700 MHz (plus 1400 et 2100 MHz). Les champs électromagnétiques (CEM) de cette fréquence atteignent une grande distance et pénètrent encore mieux les murs des maisons que ceux des émetteurs existants. Les émetteurs seront provisoirement installés sur les tours de transmission actuelles, qu'ils soient ou non intégrés aux systèmes 4G.

Dans quelques années, nous aurons les systèmes 3,5 GHz avec MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) limité, qui seront principalement installés dans les rues et les espaces publics. Ceux-ci pourront gérer beaucoup plus de conversations et de données.

Ce n'est qu'après des années que la bande 26 GHz deviendra opérationnelle. Ces émetteurs avancés sont équipés de toutes les options 5G<sup>1</sup>, telles que les connexions ultrarapides pour de nombreux usagers simultanément avec MIMO massif et formation de faisceaux de micro-ondes pulsées. Cela donnera à tous ceux qui s'enregistrent avec un téléphone intelligent 5G leur propre connexion groupée avec l'émetteur, où qu'ils se trouvent. Compte tenu de la fréquence élevée et donc de la faible longueur d'onde, les champs de ces émetteurs seront constitués d'ondes millimétriques (ondes mm). Les systèmes 5G rayonnent tous les champs pulsés, jour et nuit, à une fréquence d'impulsion de 50 (ou 60) Hz.

Les fournisseurs d'accès Internet n'ont jamais étudié les effets potentiels sur la santé et n'ont pas l'intention de le faire<sup>2</sup>. Des centaines de scientifiques ont exprimé leurs préoccupations dans l'appel 5G, adressé à l'ONU, à l'OMS et au Programme des Nations Unies sur l'environnement<sup>3</sup>. Les raisons de ces préoccupations sont énumérées ci-dessous.

## Effets sur la santé

### Les champs pulsés sont généralement nocifs

Les personnes peuvent développer une hypersensibilité (allergie) au rayonnement basse fréquence des appareils électroménagers ou au rayonnement de radiofréquence (RF) des émetteurs à la maison ou à l'extérieur, ou aux deux. L'électronique numérique est dans de nombreux cas le coupable, en particulier l'alimentation à découpage de l'électronique qui produit une onde pulsée « sale » sur les câbles électriques. Environ 3 % des citoyens ont développé une hypersensibilité à cela, appelée « hypersensibilité électrique » ou électrohypersensibilité (EHS)<sup>4,5</sup>.

En outre, plusieurs appareils domestiques polluent l'éther avec des signaux de transmission de RF/micro-ondes pulsés, tels que les téléphones sans fil digitaux (DECT), le Wi-Fi, les téléphones mobiles, les protocoles Bluetooth et Zigbee et autres modes de communication. Toutes ces sources de CEM de hautes fréquences sont pathogènes. Le remède est d'éteindre ou de retirer ces équipements, sinon de s'en éloigner le plus possible<sup>6</sup>.

Les émetteurs des systèmes de téléphonie mobile de deuxième (2G), troisième (3G) et quatrième génération (4G) génèrent également des problèmes d'EHS comparables chez les riverains de ces antennes : fatigue chronique, problèmes de sommeil, bourdonnements dans les oreilles, maux de tête et nombreux problèmes dérivés<sup>7</sup>.

Ces signaux de transmission sont également pulsés. Une caractéristique physique des impulsions en électronique est que les fronts montants et descendants du signal, tels que ceux qui peuvent être visualisés sur un oscilloscope, sont très prononcés et que la durée de l'impulsion est très courte : de quelques à plusieurs centaines de microsecondes.

Certains processus physiologiques du corps sont perturbés par ces impulsions et les mécanismes impliqués ne font pas encore consensus chez les experts. Vraisemblablement, une ou plusieurs fonctions du système nerveux sont affectées, bien que ces effets précis n'aient pas été davantage analysés.

Les champs des émetteurs 5G sont également pulsés à la fréquence 50 (ou 60 Hz) par seconde<sup>8</sup>. L'arrivée de plus d'émetteurs 5G provoquera une augmentation de la pression électromagnétique sur les humains. Avec l'installation prévue d'un nombre sans précédent d'émetteurs 3,5 GHz sous forme de petites cellules dans les rues et de picocellules dans les bureaux et en tant qu'applications de l'Internet des objets (IdO) dans les maisons, il s'agira d'une hausse faramineuse du nombre total d'émetteurs<sup>8</sup>. Nous craignons pour la santé de bien des gens.

## **ICNIRP : « La peau doit protéger le corps contre les ondes millimétriques. »**

Foutaise! La peau fait partie intégrante du corps. La peau recueille toutes les ondes mm et est susceptible de subir des dommages et - en conséquence - également l'intérieur du corps. Les ondes mm sont absorbées par les molécules d'eau, ce qui hausse la température dans les tissus, tout comme dans un four à micro-ondes. Les ondes mm pénètrent dans le corps à seulement 1 mm de profondeur ou moins et se coincent ainsi dans les structures contenant de l'eau dans la peau qui devient ainsi le principal récepteur.

La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)<sup>10</sup> voit simplement la peau comme une sorte de coquille qui absorbe les ondes mm et ainsi protège le corps contre leurs effets. Elle ne considère pas la peau séparément en termes de limites d'exposition, mais comme un membre<sup>11</sup>. L'avantage de ce raisonnement, pour les télécoms, est que l'on peut augmenter l'intensité du rayonnement par un facteur de 2,5. Alors que l'ICNIRP tolère que la température corporelle puisse augmenter en moyenne de 2 °C, pour un membre c'est jusqu'à 5°C. Ceci mine la peau en y concentrant toute l'énergie radiante réellement destinée à l'ensemble du corps. La peau a une épaisseur d'environ 1 mm<sup>12</sup>, une surface de jusqu'à 2 m<sup>2</sup> et une masse de 7 kg représentant environ 10 % de la masse corporelle<sup>13</sup>. En capturant toute énergie incidente, la peau accumule en théorie dix fois plus d'énergie électromagnétique que prévu. En fait, ce serait le cas si elle avait une structure homogène. Mais la peau contient des couches aux propriétés hydrophiles ou lipophiles. Seules les structures contenant de l'eau peuvent absorber l'énergie des ondes mm et ce sont précisément ces couches qui sont maintenant fortement surchargées. Les impacts restent à définir.

## **La peau, un organe large et délicat**

La peau est un organe métaboliquement actif avec une structure très complexe et assure de nombreuses fonctions organiques<sup>14</sup>, endocriniennes et immunologiques. Elle contient une série de récepteurs, dont de nombreuses terminaisons nerveuses nues (non protégées par la myéline isolante) avec des substances neuroactives, des **cytokines** et d'autres composés régulateurs. Les fonctions exactes de tout cela n'ont été que partiellement clarifiées. Compte tenu de la vulnérabilité de tous ces composants aux CEM et aux ondes mm en particulier, on craint des effets sur la santé de la peau et du corps<sup>16</sup>.

## Morphologie de la peau

La figure 1 ci-dessous montre la structure en couches de la peau, avec à l'extérieur la couche cornée avec des cellules mortes. Les ondes mm peuvent être partiellement réfléchies par cette couche, en fonction de sa teneur en humidité. En dessous se trouve la couche de cellules épithéliales formant la corne de l'épiderme, les kératinocytes. Le derme en dessous est la partie la plus volumineuse de la peau avec de nombreuses structures, telles que des vaisseaux sanguins, des glandes sudoripares avec drainage, des fibres musculaires, des branches du système nerveux, souvent remplies de nombreux types de capteurs de substances émettrices neuroactives, cellules sensorielles et cheveux, et divers types de cellules en mouvement libre, telles que les leucocytes, les macrophages et les cellules du système immunitaire. À la base, l'hypoderme, associé à une membrane basale et à des couches musculaires.

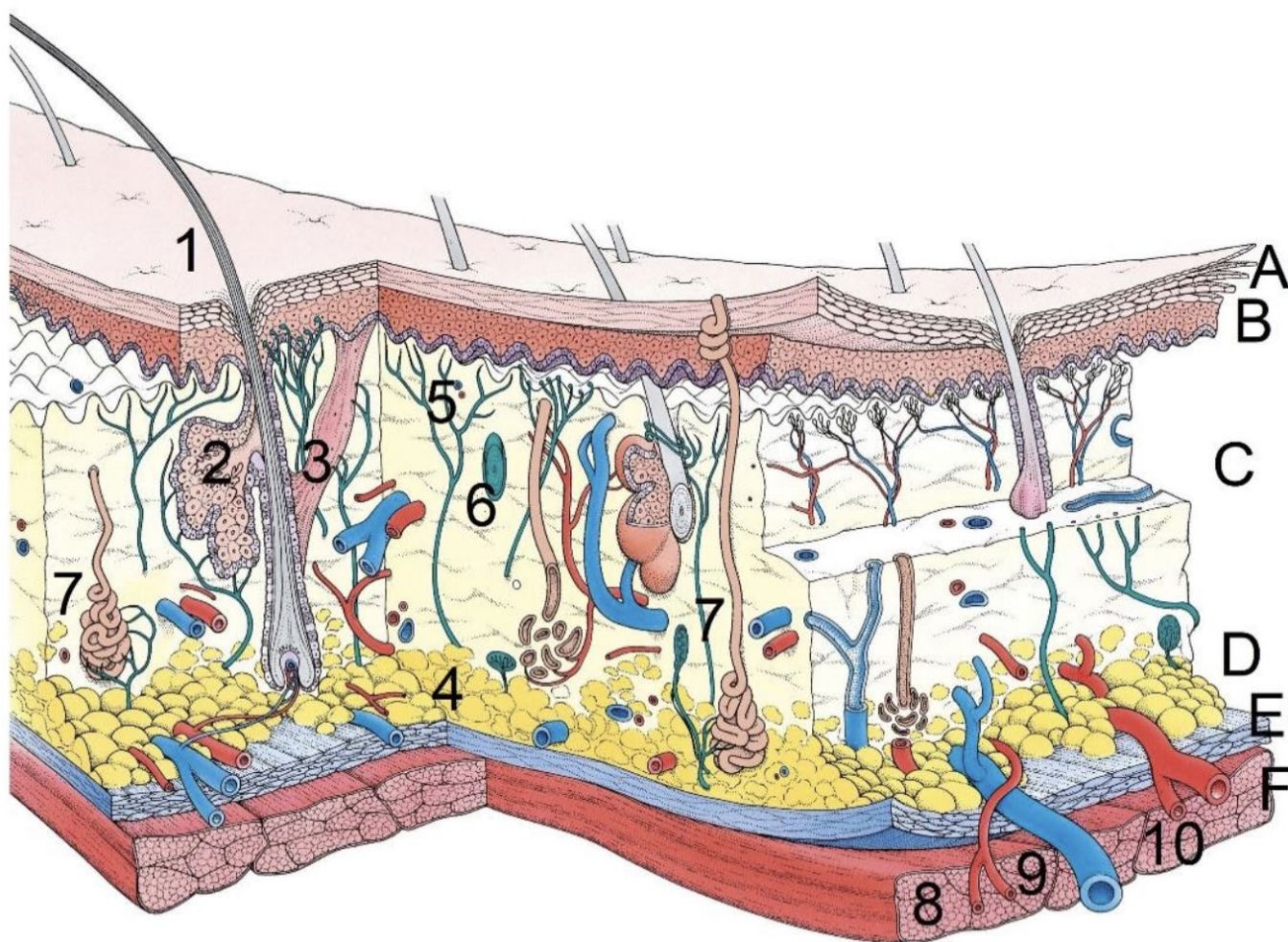


Figure 1. Représentation schématique d'une coupe transversale de la peau. Couches : A- stratum corneum; B- épiderme; C- derme; D- hypoderme; E- membrane basale; F- couche musculaire. Composants complets avec innervation et apport sanguin : 1- cheveux; 2- follicule pileux; 3- muscle; 4- tissu adipeux; 5- terminaisons nerveuses nues ramifiées; 6- macrophage; 7- glande sudoripare avec tube de drainage vers l'extérieur, en spirale; 8- couche musculaire; 9- veine; 10- artère. Source : Alamy Stock Photo

## Fonctions de la peau

La peau n'est pas seulement l'organe cible du système nerveux et du système neurohormonal, elle est surtout une source riche de plusieurs types d'hormones et de substances immuno-actives<sup>17</sup>. La peau peut être vue comme un organe périphérique semi-autonome qui sert à protéger le reste du corps contre les dommages causés par des forces mécaniques, la déshydratation, le chaud et le froid. De plus, elle est équipée de plusieurs types de sens et senseurs pour monitorer des facteurs environnementaux pertinents.

La peau a un réseau nerveux périphérique dense pour la communication avec le système nerveux central en amont et en aval. Il existe également une communication via la circulation sanguine et des substances de signalisation du système immunitaire. Toute « expérience » est « remarquée » et conduira à des réponses compensatoires pour assurer l'homéostasie.

## Effets thermiques des ondes 5G de 26 GHz

Les structures étirées dans la peau agissent comme des antennes de réception pour le rayonnement millimétrique<sup>18</sup>. Celles-ci peuvent être les vaisseaux sanguins, les espaces intercellulaires remplis de liquide et en particulier les canaux de drainage des glandes sudoripares. L'extrémité de forme hélicoïdale de ces canaux remplis d'humidité conductrice de la sueur, convient parfaitement comme<sup>19</sup> une antenne captant les micro-ondes. On peut donc s'attendre à ce que ces canaux soient surchauffés, ce qui endommagerait la cellule elle-même et le tissu environnants.

Ce serait encore pire par endroits car les structures biologiques ne sont pas des masses conductrices homogènes. Dans une approche modèle avec des cerveaux bovins morts, le premier millimètre de masse cérébrale a été réchauffé à 35 °C après une irradiation de 30 minutes avec un champ de 39 GHz<sup>20</sup>. C'est un réchauffement environ 175 fois plus élevé qu'avec un champ de 1,9 GHz et il est expliqué par la microarchitecture du tissu cérébral. Évidemment, les méninges ne sont pas de la peau, et il y a plus d'incertitudes dans les hypothèses utilisées. Néanmoins, cela montre la simplification excessive des principes de l'ICNIRP. Le réchauffement est considéré comme un simple processus de diffusion de chaleur; en fait, la diffusion de la chaleur diffère dans les couches de tissu composite complexes.

## Effets tissulaires non thermiques des ondes millimétriques

Les effets non thermiques des ondes sont d'importance biologique. Ils concernent, entre autres, les effets physiques sur la structure des biomolécules et sur le changement de fonction des processus biologiques dans lesquels la température ne joue pas de rôle<sup>21</sup>. Ces effets non thermiques se produisent à des densités de champ bien inférieures aux limites d'exposition de l'ICNIRP<sup>22</sup>.

## Effets neurologiques

Il existe plusieurs exemples de l'influence stimulante (non thermique) des ondes mm sur l'activité des tissus nerveux et cérébraux. Ce ne sont pas les corps cellulaires des neurones de la moelle épinière qui sont sensibles aux perturbations des ondes. Ce sont les morceaux « nus » d'éperons nerveux - dendrites et neurites / axones - qui ne sont pas partiellement entourés par les gaines gliales isolantes. Les nerfs « nus » dans la patte de la souris répondent à la stimulation par ondes mm avec une diminution de l'activité de pointe spontanée. Cela est dû à une diminution supplémentaire du potentiel négatif de la paroi cellulaire, ce qui la rend moins sensible à la transmission de stimulus<sup>23</sup>.

Dans une culture *in vitro* de neurones prélevés dans une fine tranche de cortex cérébral de rat, l'activité neuronale a pu également être supprimée par l'irradiation d'ondes millimétriques. Ce résultat a nécessité une dose ajustée avec précision (une force de stimulation faible ou trop élevée avait un effet sous-optimal). Cela est dû à la complexité du réseau de neurones dans ce morceau de tissu. L'intensité du champ de stimulation la plus efficace était des ordres de magnitude inférieure à la limite thermique pour cette gamme de fréquences<sup>24</sup>.

La fréquence de stimulation est également importante car elle peut induire des résonances selon la fréquence dans la membrane axonale nue. Là, des déplacements de membrane élastique se produisent et conséquemment les portes ioniques de la membrane ne peuvent plus se propager de manière optimale sur la membrane lipoïde et fonctionnent comme un canal ionique<sup>25</sup>.

## Effets moléculaires

De nombreux effets moléculaires et cellulaires ont été trouvés avec une exposition aux ondes mm dans la gamme supérieure des GHz. Dans l'ex-Union soviétique, de nombreuses recherches ont déjà été menées à ce sujet au siècle dernier. Plusieurs problèmes de santé ont ainsi été traités avec succès<sup>30, 31</sup>. Les ondes mm ont également été démontrées efficaces pour le traitement du cancer<sup>32</sup>, mais dans le monde occidental, les publications (la plupart russes) n'ont jamais attiré beaucoup d'attention.

À la recherche des effets des ondes mm sur l'homme, Dariusz Leszczynski<sup>33</sup> n'a trouvé que 99 articles dans les bases de données biologiques, dont seulement 11 concernaient l'homme. Il n'y a toujours pas d'image claire des principaux effets physicochimiques ou moléculaires des ondes mm sur quelque matériel biologique que ce soit. Des effets sur les cellules muqueuses, les fibroblastes, les kératinocytes, les lymphocytes et les mélanocytes ont été trouvés dans des cellules humaines *in vitro*. Il y avait une variabilité considérable des effets sur différents types de peau et entre les personnes. L'état de santé influe également sur la force des effets.

Des effets des ondes mm ont été trouvés sur l'expression génique, les cassures chromosomiques, le stress oxydatif, les processus immunologiques, la génotoxicité et l'inflammation, entre autres. On dit souvent que l'énergie des ondes mm serait trop faible pour influencer les interactions biochimiques. Cependant, les résonances avec les structures cellulaires ou les groupes de biomolécules chargées peuvent expliquer les effets des ondes mm, y compris la rupture des liaisons hydrogène ou les influences des [forces de van der Waals](#)<sup>34</sup>.

## Changement structurel des biomolécules

L'opinion générale est que les CEM peuvent générer des résonances dans des groupes chimiques chargés à la surface des macromolécules, telles que les protéines. En raison des changements de configuration, les connexions entre la protéine et le substrat peuvent également se produire ou non. Cela s'applique à tous types de récepteurs et aux canaux ioniques de calcium voltage-dépendants<sup>35</sup>. Les groupes chargés sur les protéines des portes ioniques peuvent subir un changement de forme en raison des champs électriques alternatifs, si bien que la perméabilité des canaux calciques change. Cela s'applique également aux portes ioniques pour d'autres types d'ions<sup>36</sup>. Un apport incontrôlé d'ions peut perturber la fonction de la cellule ou de l'organe – et donc de tout l'organisme.

## Effets sur le génome

La plupart des expérimentations avec les ondes mm ont été faites au cours des dernières années et sont résumées par la référence numéro<sup>26</sup>. Les recherches concernaient les effets sur les biomolécules, les potentiels de membrane cellulaire, les portes d'ions et la division cellulaire<sup>27</sup> chez les animaux. Il y a aussi des effets sur l'expression génique, la transcription, la forme des protéines, le stress oxydatif, les réactions immunitaires et autres fonctions<sup>29</sup>. L'exposition à long terme aux champs de 35 GHz donne à la fois un stress thermique et une inflammation de la peau<sup>32</sup>. L'irradiation des rats par des champs de radiofréquences d'un téléphone sans fil numérique (DECT) ou d'un téléphone intelligent produit des changements majeurs dans la configuration des protéines dans le cerveau des souris<sup>39</sup>. En outre, l'irradiation de la peau humaine pendant une heure avec des champs de 900 MHz à partir d'un téléphone utilisant la [norme GSM](#) à un débit d'absorption spécifique de 1,3 W/kg a montré un changement dans la synthèse de huit protéines<sup>40</sup>. Ces observations indiquent que les champs de radiofréquences modifient l'expression de l'ADN et de l'ARN<sup>28</sup>.

## Il faut plus de recherche, mais quel type?

Des expériences antérieures ont été menées avec des ondes mm de fréquences et d'intensités très différentes, mais aucune d'entre elles ne contenaient la fréquence précise et la modulation des données des ondes 5G actuellement utilisées. De plus, les tests ont souvent été réalisés avec des intensités de champ très supérieures aux limites ICNIRP que nous jugeons trop élevées. Nous devons répéter les expériences avec les paramètres de terrain actuels rencontrés dans la vie quotidienne. Et ceci, alors que la mise en œuvre des systèmes 5G s'effectue rapidement<sup>37</sup>.

## Quel type de recherche faut-il alors faire?

Nous cherchons des « cibles » d'impact des CEM sur le corps<sup>1, 28</sup>. Il est évident qu'il y a des dommages aux cellules et à l'ADN, mais leur importance pour le développement de problèmes de santé est encore inconnue. Certains prétendent que l'augmentation de l'incidence du mélanome en Suède est le résultat d'une augmentation des lésions tissulaires par radiofréquence<sup>41</sup>. Aux Pays-Bas, il y a eu une augmentation spectaculaire du nombre de cancers de la peau, de type carcinome basal, au cours des dernières années, en

particulier dans la région de la tête et du cou . C'est entièrement spéculatif, mais peut-il y avoir une connexion avec une exposition excessive des patients aux champs des téléphones cellulaires 4G? À quoi faut-il alors s'attendre des fortes densités des ondes 5G?

Des études biologiques fondamentales sur la perturbation des processus physiologiques sont indispensables, mais des études épidémiologiques bien conçues sont également nécessaires. Un rapport du Parlement européen soutient<sup>15</sup> ce besoin. Malgré le fait que l'Union européenne ait accepté le principe de précaution<sup>38</sup>, rien n'indique que des initiatives pour de nouvelles recherches sont annoncées.

## Références

1. Schooneveld H 2020. Webinar presentation: 5G-communications and man –How health is being threatened. <https://tinyurl.com/yavjetur>
2. US Senator Richard Blumenthal 2019, US Senator Blumenthal Raises Concerns on 5G Wireless Technology Health Risks at Senate Hearing. <https://tinyurl.com/y3mmlg3p>
3. 5G Appeal 2020 - Scientists warn of potential serious health effects of 5G <http://www.5gappeal.eu/the-5g-appeal/>
4. Kennisplatform 2016. Consumentenonderzoek elektromagnetische velden (Kantar). <https://tinyurl.com/y3xa2yq6>
5. Hedendahl L. et al. 2015. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. *Environ Health* 30/4: 7 pp. <https://tinyurl.com/y7nxhd5v>
6. Schooneveld H. 2014. Elektrostress Handboek ? Leren omgaan met ziekmakende elektromagnetische velden. <https://tinyurl.com/y739n4po>
7. Johansson O. 2015. Electrohypersensitivity: a functional impairment due to a inaccessible environment. *Rev. Environ Health* 30: 311-321. <https://tinyurl.com/y63con2a>
8. Virnich, Martin H. 2020a. Audio-Analyse von Funksignalen (interaktive DVD) <https://tinyurl.com/y4bqkqj6>
9. Virnich, Martin H. 2020b. Volle Beschleunigung mit 5G. <https://tinyurl.com/yxdq3nql>
10. ICNIRP Guidelines 2020 for limiting exposures to electromagnetic fields (100 kHz – 300 GHz). <https://tinyurl.com/y29uhtru>
11. Croft, R. 2020. PP-presentatie: ICNIRP, 5G, Guidelines & Health. <https://tinyurl.com/y43am7u4>
12. Sasaki K. et al. 2017. Monte Carlo simulations of skin exposure to electromagnetic field from 10 GHz to 1 THz. *Med. Biol.* 62: 6993-7010. <https://tinyurl.com/y3smymhx9>
13. Slominski A 2005. Neuroendocrine system of the skin. *Endocrinology* 211: 199-208. <https://tinyurl.com/y4argbue>
14. Rajkovic V. et al. 2005. The effect of extremely low-frequency electromagnetic fields on skin and thyroid amine- and peptide-containing cells in rats. *Res*, 2005: 369-377. <https://tinyurl.com/y3p69o94>
15. European Parliament Research Service 2020. Effects of wireless communication on human health. <https://tinyurl.com/y78va3oa>
16. Betzalel N. et al. 2018. The human skin as a sub-THZ receiver – Does 5G pose a danger to it or not? *Res*. 163: 208-216. <https://tinyurl.com/s6sexqg>
17. Zmijewski M.A & A.T. Slominski 2011. Neuroendocrinology of the skin. An overview and selective analysis. *Dermato-Endocrinology* 3:1, 3-10. <https://tinyurl.com/y2kl3hc5>



18. Alekseev S.I & M.C. Ziskin 2011. Enhanced absorption of millimeter wave energy in murine subcutaneous blood vessels. *Bioelectromagnetics* 32(6): 423-433. <https://tinyurl.com/yxdbkulh>
19. Feldman Y. et al 2008. Human Skin as Arrays of Helical Antennas in the Millimeter and Submillimeter Wave Range. *Physical Review Letters Phys. Rev. Lett.* 100, 128102 <https://tinyurl.com/krs6455>
20. Gultekin D.H. et al. 2020. Absorption of 5G radiation in brain tissue as a function of frequency, power and time. *IEEE Access* 8: 115593- 115612. <https://tinyurl.com/y49a3z22>
21. Simko M. & M.O. Mattsson 2019. 5G Wireless Communication and Health Effects? A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. *Int. J. Environ* 16: 3406. <https://tinyurl.com/y2dwfgyy>
22. Barnes F. & B. Greenebaum 2020. Setting guidelines for electromagnetic exposures and research needs. *Bioelectromagnetics* 41: 392-397. <https://tinyurl.com/y3wmd5ne>
23. Alekseev S.I. et al. 2010. Millimeter wave effects on electrical responses of the sural nerve in vivo. *Bioelectromagnetics* 31: 180-190. <https://tinyurl.com/y2z8rbex>
24. Pikov V. et al. 2010. Modulation of neuronal activity and plasma membrane properties with low-power millimeter waves in organotypic cortical slices, *Neural Engineering* 7: 9 pp. <https://tinyurl.com/y4zearsb>
25. Shneider M.N. & M. Pekker 2014. Non-thermal influence of a weak microwave on nerve fiber activity. *ArXiv:1409.2828v2*. <https://tinyurl.com/y3oraua8>
26. Di Ciaula, Agostino 2018 ? Towards 5G communication systems: Are there health implications? *J. Hyg. Environ Health.* 221: 367-375. <https://tinyurl.com/yaglb3j>
27. Romanenko S. et al. 2017. The interaction between electromagnetic fields at megahertz, gigahertz and terahertz frequencies with cells, tissues and organisms: risks and potential. *J. soc. Interface* 14: 20170585. <https://tinyurl.com/y6rfnk6f>
28. Leszczynski D. 2014. Radiation proteomics: A brief overview. *Proteomics* 14: 481-488. <https://tinyurl.com/y6763kbr>
29. Habauzit D. et al. 2014. Transcriptome analyses reveals the contribution of thermal and the specific effects in cellular response to millimeter wave exposure. *PLoSone* 9: e109435. <https://tinyurl.com/y4x97qmc>
30. Pakhomov A. G. et al 1997. Current state and implications of research on biological effects of millimeter waves: A review of literature *usa-mcmr, McKesson BioServices* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9771583/>
31. Ziskin M.C. 2013. Millimeter waves: Acoustic and electromagnetic. *Bioelectromagnetics* 34: 3-14. <https://tinyurl.com/y276q8xo>
32. Rojavin M.A. & M.C. Ziskin 1998. Medical application of millimeter waves. *J. Med.* 91: 57-66. <https://tinyurl.com/y3x3dxfe>
33. Leszczynski D. 2020 Physiological effects of millimeter waves on skin. *Accepted door Rev. Environ Health.* <https://tinyurl.com/yyn6caaz>
34. Le Dréan Y. et al. 2013. State of knowledge of biological effects at 40-60 GHz. *C.R. Physique* 14: 402-411. <https://tinyurl.com/y3ms26or>
35. Pall M. 2016. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFa) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *Chem. Neuroanat.* 75: 43-51. <https://tinyurl.com/y4pemuuj>
36. Marshall T.G. & T.J. Rumann Heil 2017. Electrosmog and autoimmune disease. *Immunol.* 65: 129-135. <https://tinyurl.com/y5bzxqaa>
37. Chataut R & R. Akl 2020. Massive MIMO systems for 5G and beyond networks – Overview, recent

trends, challenges and future research direction. *Sensors* 2020, 20: 2753. Doi:10.3390/s20102753.

<https://tinyurl.com/yy8wkovs>

38. EUR-Lex Het Voorzorgsbeginnsel. <https://tinyurl.com/y6qlj6r7>

39. Fragopoulou A. et al. 2012. Brain proteome response following whole body exposure of mice to mobile phone or wireless DECT base radiation. *Electromagnetic Biol Med.* 31: 250-27.

<https://tinyurl.com/yy9l2ktu>

40. Karinen A. et al. 2008. Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. *BMC Genomics* 9: 77 (5 pp). <https://tinyurl.com/y5xlm4n5>

41. Hallberg O. & O. Johansson 2013. Increasing melanoma – Too many skin damages or too few repairs? *Cancers (Basel)* 5: 184-204. <https://tinyurl.com/y6qo5f9r>

42. Dutch cancer registration 2019. Huidkanker in Nederland. <https://www.iknl.nl/kankersoorten/huidkanker>

---