

Sensibilité de notre corps aux ondes électromagnétiques p. 1
Distinction fondamentale entre ondes naturelles et ondes artificielles p. 2
Comment les champs électromagnétiques interagissent avec notre corps p. 4
Champs naturellement produits par notre corps p. 5
Potentiel de membrane p. 7
Potentiel d'action p. 7
Applications médicales de la bioélectricité p. 8
Propriétés diélectriques du corps humain p. 9
Champs magnétiques et électromagnétiques naturels p. 10
Polarisation des ondes électromagnétiques artificielles p. 11
Caractère pulsé des ondes électromagnétiques artificielles p. 13
Effets délétères des champs polarisés et pulsés p. 14
Effets thermiques et non-thermiques des champs électromagnétiques p. 16
Conclusion p. 18

Sensibilité de notre corps aux ondes électromagnétiques et aux ondes sonores

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, Chapitre 5 Ce que sont en réalité les ondes électromagnétiques – § 8 De la sensibilité de notre corps aux ondes électromagnétiques et aux ondes sonores, p. 117 :

« Notre organisme est donc normalement sensible aux ondes électromagnétiques, principalement à la lumière visible, grâce à des récepteurs situés dans la rétine qui est la membrane sensorielle tapissant le fond de nos yeux, et aux ondes sonores grâce à l'existence de récepteurs spécifiques situés dans la partie interne de nos oreilles, la cochlée. À cela il convient d'ajouter, comme nous le verrons, une sensibilité aux champs magnétiques naturels d'extrêmement basses fréquences grâce à l'existence d'autres types de récepteurs, les *magnétosomes*, situés dans notre système nerveux (Les magnétosomes sont affectés par les champs magnétiques de l'ordre de 300 microtesla, et qui correspondent à des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences). Par définition, nous sommes donc tous électrosensibles et il n'y a scientifiquement aucun doute à cela. Ce qui ne signifie pas

pour autant que nous soyons tous électrohypersensibles, comme nous l'avons vu. Cependant notre organisme est aussi capable d'absorber par voie cutanée certains rayonnements électromagnétiques tels que les infrarouges ou même les ultraviolets, en y créant des effets thermiques biologiquement favorables (traitement de certains rhumatismes par infrarouges) ou défavorables (risque de cancer induits par les ultraviolets). Ces différents affects électromagnétiques, qu'ils soient d'origine terrestre ou solaire doivent être fondamentalement distingués des phénomènes de propagation et d'absorption dans notre organisme des ondes électromagnétiques que nous avons récemment créées [artificiels], et qui concernent les radiofréquences (en fait essentiellement les micro-ondes) et les basses et extrêmement basses fréquences ».

Distinction fondamentale entre ondes naturelles et ondes artificielles

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, Chapitre 5 § 9 De la distinction fondamentale entre ondes naturelles et ondes artificielles, pp. 117-118 :

« ... L'essor des technologies modernes liées au développement de l'énergie électrique et plus récemment des technologies de communication sans fil ont bouleversé cet état de grâce naturel. Aux champs magnétiques et électromagnétiques naturels s'opposent en effet de façon radicale ceux fabriqués par l'homme et que nous qualifions d'artificiels. Leur émission et propagation sans limite dans notre environnement, créent ce qu'on appelle un electrosmog. Et c'est là qu'est le problème.

« On insiste insuffisamment aujourd'hui sur le fait que les champs électromagnétiques dont on se sert pour communiquer, qu'il s'agisse de radio, télévision et maintenant de téléphonie mobile (téléphone portables et DECT), et de tablettes ou d'ordinateurs connectés en WiFi, etc. diffèrent profondément des champs électromagnétiques naturels.

« Il y a deux différences essentielles à considérer : d'abord et avant tout le fait que les ondes électromagnétiques artificielles sont « polarisées » (*Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo JL. Polarization : A Key Difference between Man-made and Natural Electromagnetic Fields, in regard to Biological Activity. Sci Rep. 2015;5:14914,doi:10. 1038/srep14914*), ce qui signifie en clair que la variation temporo-spatiale de leurs champs électrique et magnétique se fait dans une seule direction par rapport à la ligne de propagation de l'onde, alors que les ondes naturelles ne le sont pas, cette variation se faisant de façon aléatoire dans toutes les directions par rapport à la ligne de propagation. Il en est ainsi notamment du rayonnement solaire. À cela s'ajoute le caractère modulé, « pulsé » des ondes artificielles que nous utilisons (*Les ondes utilisées comprennent une porteuse sur laquelle on « greffe » un signal modulable, généralement de fréquence élevée (radiofréquences, y compris hyperfréquences)*). Cette modulation se fait en particulier sous la forme de trains d'ondes, alors que les ondes naturelles se propagent de façon continue et uniforme. Il est par conséquent, hautement probable que de telles modifications artificielles relevant de la physique pure, seraient susceptibles d'influencer négativement la matière vivante, tant au plan de ses propriétés biophysiques que de son organisation structurelle et de son fonctionnement. Il apparaît donc aujourd'hui de façon de plus en plus probante que les conséquences sur l'organisme des champs électromagnétiques que nous créons posent des problèmes de santé extrêmement complexes que les scientifiques sont encore loin d'avoir totalement résolu ».

Comment les champs électromagnétiques interagissent avec notre corps

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, Chapitre 6 : Comment les champs électromagnétiques interagissent avec notre corps – André Vander Vorst, pp. 119-120 :

« ... On le sait, comme chez les bactéries, les plantes et les animaux, notre organisme est constitué de matière vivante. Et celle-ci est loin d'être inerte, loin d'être passive. Chacune de nos cellules génère un potentiel électrique et notre système nerveux, notre cœur et nos muscles produisent eux-mêmes de façon spontanée, des courants électriques pour fonctionner. Or il apparaîtra de prime abord évident que ce potentiel et les courants électriques qu'il génère peuvent être perturbés par des champs électromagnétiques artificiels en provenance de l'environnement extérieur, et que ces perturbations sont susceptibles d'entraîner des dysfonctionnements de notre organisme pouvant se solder par des effets physiologiques délétères.

En réalité, comme nous l'avons précédemment souligné, nous sommes tous soumis en permanence à des champs magnétiques et électromagnétiques naturels, d'origine terrestre, solaire ou même cosmique, auxquels les différentes espèces, dont la nôtre, se sont adaptées depuis que la vie existe sur Terre. Ce ne sont donc pas eux qui sont les plus à craindre. Par contre, les ondes issues des nouvelles technologies sont bien différentes de celles existant naturellement dans notre environnement et de celles que nous produisons spontanément dans notre corps.... À la différence des ondes naturelles, celles que nous produisons et utilisons notamment à des fins de communication sont polarisées et pulsées.

... les effets observés dépendent de nombreux paramètres. Ils dépendent non seulement de la durée d'exposition et de la distance de la source électromagnétique à notre organisme, mais aussi des caractéristiques des ondes elles-mêmes : en particulier de leur fréquence et longueur d'onde, de la possibilité d'interférences, et du degré de réflexion sur la peau et d'absorption en profondeur de ces ondes dans notre corps. En première approximation, ces effets relèvent donc tout autant de la densité de puissance des ondes telle que nous l'avons définie dans le chapitre précédent, que des qualités biophysiques intrinsèques des tissus qu'elles traversent ».

Champs naturellement produits par notre corps

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, Chapitre 6 § 1. Les champs naturellement produits par notre corps, pp. 120-121 :

« ... notre corps est empli de l'électricité qu'il fabrique. On le sait depuis longtemps. À la fin du XVIII^e siècle, le célèbre médecin italien Luigi Galvani (1737-1798) et son non moins célèbre collègue, le physicien Alessandro Volta (1745-1827), puis plus récemment, au XIX^e siècle, le physicien et homme politique italien Carlo Matteucci (1811-1868) et le physiologiste allemand Emil Dubois-Reymond (1818-1896) ont été les premiers à promouvoir le concept de bioélectricité et à créer ce qu'on appelle l'électrophysiologie. Il nous faut donc examiner le corps humain du point de vue électrique et électromagnétique.

« Le développement et le fonctionnement de tout organisme vivant sont en effet guidés par des forces électriques et électromagnétiques produites naturellement par l'organisme, en dehors de toute afférence extérieure (*McCaig CD, Rajnicek AM, Song B, Zhao M. Controlling cell behavior electrically : current views and future potential. Physiol Rev. 2005 Jul; 85(3):943-978*). La mise en évidence de ces forces repose sur de très nombreux travaux expérimentaux qu'on peut résumer de la façon suivante :

« 1. Des champs électriques continus endogènes sont mesurés dans les tissus animaux (*Nutticelli R. Endogenous ionic currents and DC electric fields in multicellular animal tissues, Bioelectromagnetics. 1992;Suppl 1:147-157*).

« 2. Dans la plupart des cellules, on trouve des structures électriquement polaires, c'est-à-dire chargées d'un côté positivement et de l'autre négativement. Ces structures offrent un support favorable à la concentration d'énergie et à la génération de champs électriques endogènes. Ces derniers participent donc activement à l'organisation de la matière vivante et à son fonctionnement (*Del Giudice E, Stefanini P, Tedeschi A, Vitiello G. The interplay of biomolecules and water at the origin of the active behavior of living organisms. J Phys Conf Ser. 2011;329.012011. Pokorny J, Hasek J, Jelinek F. Endogenous Electric Field and Organization of Living Matter. Electromag Biol Med. 2005;24:185-197*).

« 3. Lors du développement embryonnaire, des champs électriques endogènes se manifestent (*Hotary KB, Robinson KR. Evidence of a role for endogenous electrical fields in chick embryo development, Development. 1992 Apr;114(4):985-996*). Ils interviennent dans la migration des cellules et la structuration des tissus en organes

« 4. La membrane des cellules est polarisée, chargée positivement en surface et négativement à l'intérieur. Le potentiel de membrane ainsi créé produit un champ électrique endogène continu et à très basse fréquence (*Yao L, McCaig CD, Zhao M. Electrical signals polarize neuronal organelles, direct neuron migration, and orient cell division. Hippocampus. 2009 Sep;19(9):855-868. Funk RH. Endogenous electric fields as guiding cue for cell migration. Front Physiol, 2015 May 13;6:143*).

« 5. Au niveau du système nerveux, les champs électriques endogènes sont considérés pouvoir induire la genèse et la propagation de l'influx nerveux et favoriser la structure et l'activité fonctionnelle des réseaux de neurones (*Frohlich F, McCormick DA. Endogenous Electric Fields May Guide Neocortical Network Activity. Neuron. 2010 Jul 15;67(1):129-143. Qiu C, Shivacharan RS, Zhang M, Durand DM. Can Neural Activity Propagate by Endogenous Electrical Field? J Neurosci. 2015 Dec 2;35(48):15800-15811*).

« 6. Il y a des expériences montrant le rôle des champs électriques endogènes lors de la réparation des blessures chez les vertébrés (*Nuccitelli R. A role for endogenous electric fields in wound healing. Curr Top Dev Biol. 2003;58:1-26*).

« 7. Enfin, plus récemment, on a pu modéliser le caractère inhomogène des champs électromagnétiques en provenance du système nerveux et on en a déduit un nouveau paradigme pour la compréhension des interactions cellulaires et la genèse des maladies (*Isakovic J, Dobbs-Dixon I, Chaudhury D, Mitrecic D. Modeling of inhomogeneous electromagnetic fields in the nervous system: a novel paradigm in understanding cell interactions, disease etiology and therapy. Sci Rep. 2018 Aug 27;8(1):12909*) ».

Potentiel de membrane

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 1.1. Le potentiel de membrane, pp. 121-122 :

« La frontière fonctionnelle d'une cellule avec son microenvironnement tissulaire repose sur une membrane, qui est une structure moléculaire composée d'acides gras et de protéines. La membrane cellulaire est extrêmement mince. Elle est semi-perméable c'est-à-dire qu'elle permet le passage sélectif d'ions au travers de canaux ioniques. Des forces électromécaniques assurent les échanges chimiques entre la cellule et le milieu dans lequel elle est immergée.

« La différence de concentration des ions à l'intérieur de la cellule par rapport à l'extérieur détermine ce qu'on appelle le potentiel électrique de membrane ou potentiel de repos ou encore potentiel de Nernst, l'intérieur étant chargé négativement par rapport à l'extérieur. Il est notoire que la différence de potentiel transmembranaire ainsi générée soumet la membrane de la cellule à un champ électrique énorme ».

Potentiel d'action

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 1.2. Le potentiel d'action, p. 122 :

« ... le système nerveux constitue un véritable système de transmission d'informations mettant en jeu des courants électriques. Les neurones en sont les unités anatomiques et fonctionnelles de base. Ils ont deux propriétés physiologiques essentielles : la première est l'excitabilité, c'est-à-dire la capacité de répondre à des stimulations et de convertir celles-ci en « impulsions » nerveuses ; la seconde est la conductivité, c'est-à-dire la capacité de transmettre ces impulsions sous forme de signaux bioélectriques : c'est ce qu'on appelle l'influx nerveux.

« Au repos, les cellules nerveuses et musculaires maintiennent normalement une différence de potentiel transmembranaire de -60 à -90 milivolt/mètre (mV/m).

L'énergie qui assure cette différence de potentiel de repos est liée au métabolisme de la cellule.

« Lorsqu'un récepteur est stimulé, il produit une variation locale de tension électrique qu'on appelle potentiel d'action ou « impulsion nerveuse » dans le langage courant. Il s'agit en fait de la définition même de l'influx nerveux qu'on assimile à la genèse et à la propagation d'une onde de dépolarisation. Celle-ci n'a rien à voir avec les ondes électromagnétiques, telles que nous les avons décrites dans le chapitre précédent. L'onde de dépolarisation consiste en l'inversion du potentiel de repos de la membrane pendant un temps très bref et sur une très courte distance. ... pendant le temps de passage de l'onde, le potentiel de membrane devient négatif à la surface des fibres nerveuses du nerf par rapport à l'intérieur. Dès que l'onde est passée, survient une période de repolarisation consistant en la récupération du potentiel transmembranaire de repos. C'est ainsi qu'on explique la propagation de l'influx nerveux dans les nerfs, la vitesse de conduction étant en moyenne de l'ordre de 30 mm par seconde ».

Applications médicales de la bioélectricité

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 1.3. Les applications médicales de la bioélectricité, p. 123 :

« Si en raison de leur potentiel de membrane, toutes les cellules vivantes sont caractérisées par des phénomènes bioélectriques, seuls certaines d'entre elles, dont celles du système nerveux, du cœur et des muscles, présentent des variations révélant leur fonction physiologique. Ainsi pour ces différents organes, disposons-nous d'enregistrements bioélectriques qui sont familiers en médecine :

l'électroencéphalogramme (EEG) qui reflète l'activité électrique du cerveau ;

l'électrocardiogramme (ECG) qui rend compte du fonctionnement du cœur, enfin

l'électromyogramme (EMG) qui enregistre, après stimulation, l'activité électrique d'un muscle et du nerf qui l'innerve.

« Dans ces cas, les potentiels d'action sont les sources de l'enregistrement. Pour les détecter on emploie des électrodes extracorporelles. Les processus de dépolarisation et de repolarisation produisent des petits courants électriques au travers des tissus et surtout des fluides conducteurs qu'ils contiennent. Ce sont ces courants qui sont enregistrées par les électrodes placées de façon adéquate. Les formes d'ondes enregistrées sont toutefois très différentes des potentiels d'action transmembranaires.

« L'EEG permet normalement l'enregistrement de quatre bandes d'extrêmement basses fréquences (EBF) qu'on appelle delta (<4 Hz), thêta (4-8 Hz), alpha (8-12 Hz) et bêta (12-30 Hz). Comme nous le reverrons, il est essentiel de considérer avec une attention toute particulière les composantes EBF contenues dans le signal (*Celui-ci modulé de façon numérique, comporte aussi une porteuse micro-onde*) inhérent à l'utilisation à l'oreille des téléphones portables et de DECT, en raison des risques de perturbations des champs électriques endogènes au niveau du cerveau ».

Propriétés diélectriques du corps humain

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 3 : Les propriétés diélectriques du corps humain, pp. 127-128 :

« Un milieu est appelé diélectrique s'il ne contient pas de charge électriques capables de se déplacer et donc mesurables par un galvanomètre. Un tel milieu ne peut donc pas être conducteur de courant électrique : il est par conséquent, par définition un isolant. Cependant lorsqu'on applique un champ électrique à un matériau diélectrique, celui-ci peut se polariser et donc présenter au niveau atomique des dipôles électrostatique (Un dipôle électrostatique se définit par une répartition déséquilibrée des charges électriques telles que le barycentre – le centre de gravité – des charges positives ne coïncide pas avec celui des charges négatives). À cette échelle, à la différence de ce qui est observé lorsqu'un courant électrique passe dans

un fil conducteur, les électrons libres ne peuvent pas se déplacer sur de grandes distances. Le courant ne passe pas. Cependant, sous l'effet du champ électrique appliqué au matériau diélectrique, les électrons libres présentent des oscillations de faible amplitude autour du noyau atomique. Celles-ci créent ainsi une déformation et un déplacement du nuage électronique perinucléaire, ce qui aboutit à la formation d'un dipôle électrostatique.

«... À très basse fréquence, la constante diélectrique est donc énorme, ce qui est peu connu et susceptible de créer des dégâts considérables ».

Champs magnétiques et électromagnétiques naturels

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 7.1. Champs magnétiques et électromagnétiques naturels, p. 132 :

« ... dans la nature, l'être humain est sensible aux petites variations locales qu'offre le champ magnétique terrestre,...

« Des ondes électromagnétiques naturelles d'extrêmement basses fréquences sont également présentes sur Terre...

« En outre, des émissions EBF de puissance énorme, de l'ordre de 100 000 fois l'énergie lumineuse du soleil, proviennent du cosmos, notamment de certains pulsars.

« ... L'activité solaire... peut induire des variations de l'ordre de 20% des champs naturels..., on sait que l'exposition prolongée au soleil peut provoquer des cancers de la peau et éventuellement contribuer au déclenchement de certaines affections pathologiques. Alors pourquoi certains affirment-ils sans justification scientifique et avec autant d'insistance que les champs artificiels produits par les technologies sans fil ne sont pas nocives

pour notre santé ? Et pourquoi néglige-t-on de se demander si à l'inverse ils pourraient l'être ?».

Polarisation des ondes électromagnétiques artificielles

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 7.2. La polarisation des ondes électromagnétiques artificielles, pp. 132-134 :

« La question essentielle à se poser est en fait de savoir si les rayonnements artificiels, tels qu'ils nous sont imposés aujourd'hui par les nouvelles technologies de communication ont des caractéristiques différentes de celles des rayonnements naturels, notamment terrestres.

« Une étude publiée fin 2015 par le physicien grec Dimitri J. Panagopoulos, associé à deux autres chercheurs apporte une réponse éclairante. Elle met en évidence une différence fondamentale entre les champs électromagnétiques produits par les technologies actuelles et ceux d'origine naturelle... la différence des champs naturels, les champs artificiels ont en effet une direction des ondes privilégiée dans l'espace (*Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo JL. Polarization : A Key Difference between Man-made and Natural Electromagnetic Fields, in regard to Biological Activity. Sci Rep. 2015;5:14914,doi:10. 1038/srep14914*). On les dit polarisés en direction, la plupart d'entre eux étant à polarisation linéaire (Il y a en fait principalement trois types de polarisation : (1) la polarisation est dite linéaire lorsque le champ électrique reste toujours dans le même plan ; il est à amplitude et à direction constantes – c'est la polarisation la plus fréquente – ; (2) elle est dite circulaire lorsque le champ électrique tourne autour de sa direction de propagation en formant un cercle ; il est à amplitude constante, seule sa direction varie ; enfin (3) elle est dite elliptique lorsque le champ électrique tourne autour de sa direction de propagation et change d'amplitude pour former une ellipse)... Comme toutes les ondes, une onde

électromagnétique peut être analysée... en la décomposant en ondes ... monochromatiques, c'est à dire à fréquence unique.

« Une onde électromagnétique monochromatique peut se modéliser sous la forme d'un dipôle électrostatique vibrant. La polarisation correspond alors à la direction et à l'amplitude des champs d'une telle onde...

« On y voit le champ électrique supposé vertical,... alors que le champ magnétique est dans le plan horizontal... Le cas... est celui d'une polarisation linéaire, verticale pour le champ électrique et horizontale pour le champ magnétique (E= champ électrique oscillant vertical et B= champ magnétique oscillant horizontal).

« ... Ainsi par exemple le champ électrique est horizontal pour les émissions de radio et de télévision grand public en fréquence modulée ; il est vertical pour les émissions de téléphonie portables de type GSM et dispositifs associés ; il est vertical aussi pour les réseaux de police et de secours, à une fréquence très différente toutefois. Pour capter un champ artificiel, il est nécessaire de disposer d'une antenne dirigée dans la direction du champ ou d'un capteur de la direction appropriée dans le cas d'un récepteur parabolique par exemple.

« En clair, depuis son apparition sur Terre, l'homme n'a jamais été soumis à des champs polarisés en direction tels que ceux produits aujourd'hui par l'industrie. Et c'est là qu'est le nœud du problème et la clé ouvrant la porte aux effets nocifs ! En effet, à la différence des ondes artificielles, les ondes naturelles... ne sont pas polarisées : le champ électrique tourne autour de sa direction de propagation de façon aléatoire et imprévisible au cours du temps. Ainsi le rayonnement du soleil est non polarisé, ce qui explique qu'une antenne dirigée Nord-Sud capte autant de puissance solaire qu'une antenne dirigée Est-Ouest, le soleil émettant un rayonnement égal dans toutes les directions dans laquelle il émet.

« Produire des ondes polarisées est le fruit de nos réalisations technologiques : la raison principale en est qu'il est plus facile de concevoir un système émetteur-récepteur lorsque la direction du champ électrique est constante ».

Caractère pulsé des ondes électromagnétiques artificielles

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 7.3. Le caractère pulsé des ondes électromagnétiques artificielles, p. 134 :

« À la différence des ondes naturelles, les ondes électromagnétiques artificielles sont en outre pulsées. Cela signifie que pour transmettre un signal à distance, celui-ci est superposé à une porteuse micro-onde modulée. Dans la transmission, toutes les composantes du signal sont dans la gamme des fréquences micro-ondes, c'est-à-dire en delà de 300 MHz. Lorsque toutefois le récepteur « démodule » la porteuse, on retrouve le signal et les composantes EBF [Extrêmes Basses Fréquences] ».

Effets délétères des champs polarisés et pulsés

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 8. Les effets délétères des champs polarisés et pulsés, pp. 134-136 :

« Pour apprécier combien l'exposition aux ondes EBF peut être préoccupante, puisque celles-ci contiennent parfois la presque totalité de la puissance du signal, il faut se rappeler... que le cerveau humain émet des ondes EBF dans les mêmes bandes de fréquence.

« À cela il convient d'ajouter que le calcul réalisé par le chercheur grec Dimitrios J. Panagopoulos et ses collaborateurs indique que les champs polarisés en directions peuvent exercer sur l'organisme une activité délétère beaucoup plus intense qu'un champ non polarisé, et cela principalement pour deux raisons : d'abord parce que les champs polarisés peuvent produire ce qu'on appelle des interférences constructives et ainsi augmenter l'intensité des champs électromagnétiques en de nombreux points de l'espace. Or seuls les champs polarisés peuvent créer des effets stables d'interférence avec des champs ayant la même direction et la même fréquence. Ensuite parce que les champs polarisés sont capables de forcer à osciller de façon cohérente (Ce qui veut dire que l'oscillation n'a aucun caractère aléatoire), les molécules chargées et/ou polaires et plus particulièrement les ions libres et les nuages électroniques situés dans les cellules et autour d'elles, et cela dans des plans parallèles et en phase avec eux.

« Il nous faut expliciter ces deux points pour la compréhension des dommages induits par les champs électromagnétiques artificiels sur notre organisme et sur l'environnement. La notion d'interférence est une donnée capitale ici. Au sens physique du terme, elle n'est rien d'autre dans les conditions les plus simples, que l'addition de deux ondes ayant la même fréquence. Le phénomène a été particulièrement bien étudié en optique pour les ondes lumineuses et concerne en réalité l'ensemble des fréquences du spectre électromagnétique.

« À la différence des ondes naturelles non polarisées, les ondes artificielles sont en effet susceptibles d'interférences du fait même de leur polarisation. Ceci explique que ce sont les interférences constructives qui en raison des effets d'amplification qu'elles produisent, sont potentiellement à l'origine de

perturbations moléculaires ou plus exactement électroniques dans l'organisme. Or jusqu'à ce jour, le rôle attribué à la polarisation de direction a été largement sous-estimé pour expliquer les effets biologiques des champs électromagnétiques.

« En effet, et c'est un deuxième point capital, si les champs naturels non polarisés sont susceptibles de provoquer des oscillations de nature aléatoire et à grande vitesse, avec pour conséquence un certain effet d'échauffement des tissus par agitation thermique... les oscillations de nature cohérente induites par les champs artificiels polarisés, sont par contre susceptibles de provoquer des effets biologiques à des niveaux énergétiques des millions de fois plus bas que ceux caractérisant l'énergie moléculaire thermique. Or, comme nous l'avons vu, la valeur du champ électrique transmembranaire est très élevée puisque mesurée à environ dix millions de volts par mètre (10 puissance 7 V/m). Étant donné leur faible niveau énergétique, il est impossible que les champs polarisés soient capables d'exercer directement une force électromécanique sur les membranes. Aussi, pour expliquer le rôle de tels champs cohérents, doit-on faire intervenir l'oscillation des électrons libres situés dans le voisinage des canaux ioniques, ces derniers assurant les échanges ioniques entre la cellule et son environnement de façon sélective, et donc contribuant à l'établissement et au maintien du potentiel électrique de membrane.

« Il a pu être calculé que la valeur critique de la tension électrostatique contrôlant l'ouverture ou la fermeture des canaux ioniques est de l'ordre de 30 mV et que les composantes EBF du champ électromagnétique, présentes par exemple dans le signal de type GSM sont susceptibles de perturber le fonctionnement de toute cellule dès qu'elles dépassent la valeur de 0,0004 V/m. Ainsi, peut-on aisément calculer que les téléphones portables de type GSM (et les stations relais correspondantes) peuvent imposer une telle valeur à l'ensemble du corps humain, en cas d'exposition à un champ électromagnétique de 3 V/m !

« Il est donc aujourd'hui solidement établi au plan scientifique qu'à la différence des effets obtenus avec les champs naturels non polarisés, les champs électromagnétiques artificiels en raison des oscillations cohérentes qu'ils génèrent, sont capables de provoquer l'ouverture anormale des canaux ioniques transmembranaires, ainsi que des modifications fonctionnelles et même structurelles des autres constituants cellulaires et tissulaires de l'organisme (ADN nucléaire, mitochondries, etc.). Et donc qu'il peut en résulter... des dommages biologiques extrêmement sévères et même dans certains cas irréversibles, pouvant aboutir à la mort des cellules ou à un cancer ».

Effets thermiques et non-thermiques des champs électromagnétiques

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 § 9. Effets thermiques et non-thermiques des champs électromagnétiques, pp. 136-137 :

« ... effets thermodynamiques des champs électromagnétiques dans l'organisme. Cet aspect concerne le chauffage tissulaire induit par les rayonnements ionisants. Or c'est le seul effet biophysique qui soit actuellement pris en considération par l'OMS pour l'établissement des normes de référence visant à protéger les populations. Cela pour deux raisons : d'abord parce que cet effet est connu depuis très longtemps, ensuite parce qu'il est relativement facile à calculer. Cependant on connaît un grand nombre d'autres effets, dits micro-thermiques ou même non thermiques induits par les rayonnements non ionisants, qui sont causalement impliqués dans la survenue, comme certains d'entre nous l'ont montré, d'altérations biologiques et d'affectations pathologiques (Belpomme D, Hardell L, Belyaev I, Ernesto Burgio E, Carpenter DO. *Thermal and non-thermal health effects of non-ionizing radiation: an international*

perspective. Environ polut. 2018 Nov;242(Pt A):643-658.Ledoigt G, Belpomme D. Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation. Adv Biol Chem. 2013;3:177-186). Le simple fait d'admettre la possibilité d'effets non thermiques a été et est encore l'objet de controverses qui remontent aux années 1960, à l'occasion de l'exposition à faible niveau de l'ambassade des USA à Moscou par les soviétiques. La norme soviétique « micro-onde » était à l'époque de 10 micro W/ cm², soit 1 000 fois plus faible que la norme occidentale qui était de 10 mW/cm². Or dès 1971, les chercheurs américains SM Michelson et CH Dodge ont pu déclarer à propos de la différence entre les normes soviétique et occidentales que « l'exposition maximum permmissible pour les uns ou les autres est basée sur l'acceptation ou le rejet des effets non thermiques » (*Michelson SM, Dodge CH. Soviet views on the biological effects of microwaves – An analysis. Health Phys. 1971;21:108-111).*

« Ne se référer qu'au chauffage dans l'établissement des normes actuelles laisse la population non protégée à l'égard des effets dits non thermiques induits par les micro-ondes de faible intensité, mais aussi par les autres fréquences comme les composantes EBF contenues dans le signal de type GSM, et les champs EBF eux-mêmes.

« Le chauffage micro-onde » diffère en effet du chauffage classique opérant par convection, c'est à dire par effet de surface. La raison en est qu'il opère par conduction, c'est à dire par voie interne au milieu considéré. C'est un tel chauffage qui est produit dans un four « micro-ondes » à 2.45 GHz.

L'expression scientifique correcte est celle de chauffage diélectrique lié aux pertes diélectriques du milieu chauffé (Les pertes diélectriques correspondent au fait que le milieu diélectrique perd ses capacités d'isolant, en raison de l'augmentation de conductivité sous l'effet d'un champ électrique (le courant électrique passe), en l'occurrence l'eau contenue dans le récipient. Il est en effet d'observation courante qu'un récipient vide placé dans un four « micro-ondes » ne chauffe pas ou peu. Par contre si le récipient est rempli d'eau, il s'échauffe, mais uniquement au contact de l'eau qui, quant à elle, s'échauffe par chauffage diélectrique. La raison en est que l'eau a des pertes

diélectriques bien plus élevées que les autres milieux et ce sont celles-ci qui provoquent l'échauffement diélectrique « micro-onde ». Or c'est bien ce qui a lieu dans l'organisme humain, puisque celui-ci contient de l'eau en grande quantité.

« Pourtant, les effets non thermiques des micro-ondes sont évoqués depuis longtemps, notamment en ce qui concerne les radars. En 1971, un rapport de l'Institut naval de recherche médicale aux USA mentionne quarante modifications neuropsychiatriques apparemment produites par une exposition micro-onde non thermique (*Bibliography of Reported Biological Phenomena (« Effects ») and Clinical manifestations Attributed to Microwave and Radiofrequency Radiation, Naval Medical Research Institute, Research Report No. 2, Revised, 1971*). En 1975, une étude effectuée par le médecin militaire Belge Edgar Evrard mentionne que la matière vivante se comporterait à certains égards, comme un ensemble de semi-conducteurs (*Evrard E. Pathologie professionnelle du personnel chargé de la sécurité de la navigation aérienne, Précis de Médecine Aéronautique et Spatiale, E. Evrard. Paris: Maloine, pp. 397-408, 1975*) ».

Conclusion

Extraits « Le livre noir des ondes, les dangers des technologies sans fil », sous la direction du Pr Belpomme, 2020, chap. 6 – Conclusion, pp. 137-138 :

« ... les meilleurs arguments en faveur de l'existence d'effets non thermiques (ou microthermiques) liés aux technologies de communication sans fil proviennent en réalité du caractère polarisé et pulsé des ondes utilisées, et des oscillations moléculaires et ioniques cohérentes qu'elles occasionnent. Ainsi avons-nous pu montrer à partir d'une lecture attentive de la littérature scientifique internationale et en considérant nos propres travaux, l'existence d'altérations biologiques et sanitaires dans des conditions expérimentales et cliniques, impliquant une exposition à des rayonnements non ionisants de faible intensité, concernant plus particulièrement les micro-ondes et les

extrêmement basses fréquences (Belpomme D, Hardell L, Belyaev I, Ernesto Burgio E, Carpenter DO. *Thermal and non-thermal health effects of non-ionizing radiation: an international perspective. Environ polut.* 2018 Nov;242(Pt A):643-658.Ledoigt G, Belpomme D. *Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation. Adv Biol Chem.* 2013;3:177-186).

« Or un point capital est à souligner : il y a lieu de tenir compte de l'intensité des champs électromagnétiques concernés et de la durée d'exposition pour évaluer de tels effets biologiques ou sanitaires. C'est ce qui ressort en particulier d'un article célèbre du chercheur d'origine indienne Om Gandhi, l'un des pionniers en matière de dosimétrie (Gandhi OP. *Conditions of strongest electromagnetic power deposition in man and animals. IEEE Trans Microwave Theory Tech.* 1975;23:1021-1029). Pour obtenir une évaluation correcte d'un effet biologique « micro-ondes », on doit tenir compte du produit de la densité de puissance de l'exposition par la durée de celle-ci. Autrement dit, l'effet sera à peu près le même si on réduit la densité de puissance de l'exposition par exemple par un facteur 2, tout en augmentant la durée d'exposition par le même facteur. Il y a là une raison majeure pour se préoccuper des effets sur la santé d'une exposition chronique de type « micro-ondes » ou autre, fut-elle à un niveau faible ou même très faible : nous subissons l'émission de champs électromagnétiques artificiels 24 heures sur 24, pendant des années ou des dizaines d'années, voire pendant la vie... Le niveau d'exposition peut être faible mais la durée de celle-ci peut être extrêmement prolongée. Et c'est là qu'est le problème, là qu'est le danger »