

RÉFÉRENCES DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Effets in vitro et in vivo des ondes électromagnétiques sur le vivant

(liste non exhaustive)

Les charges électriques du corps humain

Notre corps fonctionne totalement grâce à de faibles courants électriques (charges électriques).

Chaque cellule organique du corps humain fonctionne et communique grâce à des courants électriques et des champs électromagnétiques naturels.

Les ondes électromagnétiques artificielles environnementales, en créant un champ électromagnétique artificiel, exerce une influence sur les charges électriques de l'ensemble de notre corps et génèrent des perturbations et de multiples effets biochimiques.

Perturbations électriques, métaboliques et physico-chimiques

Augmentation de l'enzyme NADH oxydase, induction de la kinase de stress p38 MAP

Kesari KK et al, Cell phone radiation exposure on brain and associated biological systems. *Indian J Exp Biol.* **2013**;51(3):187--200.

Desai NR et al, Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod Biol Endocrinol.* **2009**;7:114--23.

Rüdiger HW, Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Pathophysiology.* **2009**;16(2--3):89-102

Friedman J et al, Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J.* **2007**;405(3):559--68

Formation et augmentation des espèces d'oxygène réactifs (ROS), mélatonine puissant capteur de radicaux libres

Wang H, Zhang X. 2017 Magnetic fields and reactive oxygen species. *Int J Mol Sci.* **2017** Oct 18;18(10). pii: E2175. doi: 10.3390/ijms18102175

Rapport BIOINITIATIVE / [HTTPS://www.bioinitiative.org](https://www.bioinitiative.org)

Usselman RJ et al, Spin Biochemistry Modulates Reactive Oxygen Species (ROS) Production by Radio Frequency Magnetic Fields. *PLoS ONE.* **2014**;9(3).

Campisi A et al, Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. *Neurosci Lett.* **2010**;473(1):52--5

Johansson O, Disturbance of the immune system by electromagnetic fields--A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment. *Pathophysiology.* **2009**;16(2--3):157--77

De Luliis GN et al, Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One.* **2009**;4(7).

Yao K et al, Electromagnetic noise inhibits radiofrequency radiation--induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. *Mol Vis.* **2008**;14:964--69.

Simkó M, Cell Type Specific Redox Status is Responsible for Diverse Electromagnetic Field Effects. *Current Medicinal Chemistry.* **2007**;14:1141--52.

Tan DX et al, One molecule, many derivatives: a never-ending interaction of melatonin with reactive oxygen and nitrogen species? *J Pineal Res.* **2007**;42(1):28--42

World Health Organization. **2006** WHO research agenda for radio frequency fields. Geneva: World Health Organization. 2006. pp. 1--10. http://www.who.int/peh-emf/research/rf_research_agenda_2006.pdf

Activation des canaux calciques voltage-dépendants (CCVD)

Pall ML. **2016** Electromagnetic fields act similarly in plants as in animals: Probable activation of calcium channels via their voltage sensor. *Curr Chem Biol* 10: 74-82

Pall ML. **2015** Scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian Safety Panel 6: microwaves act through voltage-gated calcium channel activation to induce biological impacts at non-thermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action. *Rev Environ Health* 30:99-116

Pall ML. **2015** Elektromagnetische Felder wirken über die Aktivierung spannungsabhängiger Calciumkanäle, um günstige oder ungünstige Wirkungen zu erzeugen. *Umwelt-Medizin Gesellschaft* 28: 22-31

Martin Pall. **2014** Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 17: 958-965. 2013

Pall, ML. **2013**. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 17:958-965. doi: 10.1111/jcmm.12088

Modification du métabolisme du calcium (Ca²⁺), calmoduline, production oxyde nitrique et peroxy-nitrite (cycle NO/ONOO), effets négatifs sur la mélatonine

Pall ML, Microwave electromagnetic fields act by activating voltage-gated calcium channels: why the current international safety standards do not predict biological hazard. *Recent Res Devel Mol Cell Biol.* **2014**;7

Pall M, The NO/ONOO-cycle as the central cause of heart failure. *Pall ML. Int J Mol Sci.* **2013** Nov 13;14(11): 22274-330. doi: 10.3390/ijms141122274. Review

Pilla AA, Electromagnetic fields instantaneously modulate nitric oxide signaling in challenged biological systems. *Biochem Biophys Res Commun.* **2012**;426(3):330--33

Pilla AA, et al, Electromagnetic fields as first messenger in biological signalling: Application to calmodulin-dependent signalling in tissue repair. *Biochim Biophys Acta.* **2011**;1810(12):1236--45.

Rao VS et al, Nonthermal effects of radiofrequency-field exposure on calcium dynamics in stem cell-derived neuronal cells: elucidation of calcium pathways. *Radiat Res.* **2008**;169(3):319--29

Walleczek, J. **1992**. Electromagnetic field effects on cells of the immune system : the role of calcium signaling. *FASEB J.* 6, 3177-3185

Beckman JS, Beckman TW, Chen J, Marshall PA, Freeman BA. Apparent hydroxyl radical production by peroxy-nitrite : Implications for endothelial injury from nitric oxide and superoxide. *Proc Natl Acad Sci USA* **1990**;87:1620-.4.

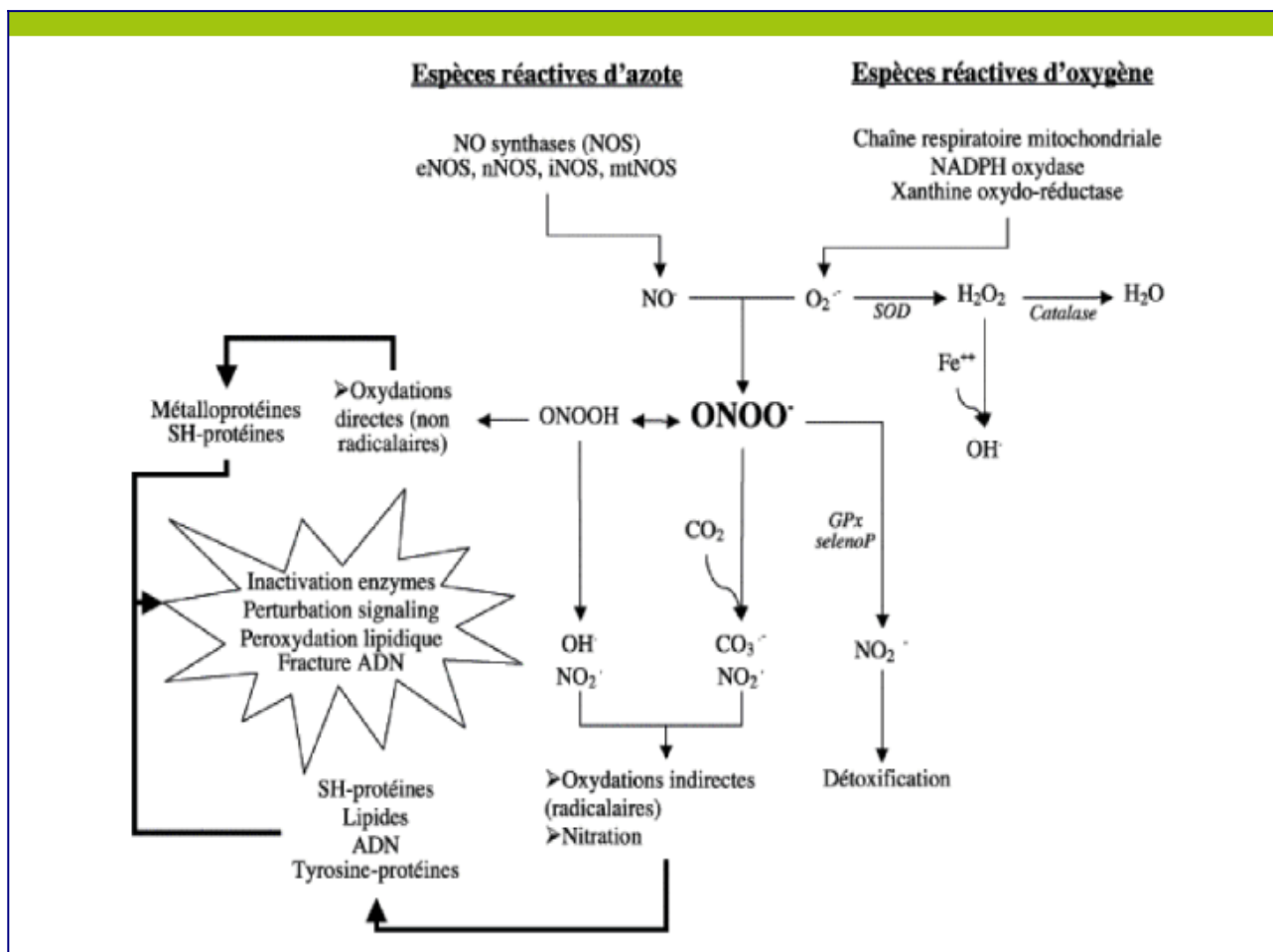


Figure 1. Chimie biologique du peroxy-nitrite

Les oxydants et radicaux libres appartiennent à deux familles, les espèces réactives d'azote, issues du monoxyde d'azote (NO), et les espèces réactives d'oxygène, issues du superoxyde O₂^{•-}. NO est produit par les NO synthases (NOS), dont il existe 4 isoformes : endothéliale (eNOS), neuronale (nNOS), inducible (iNOS) et mitochondriale (mtNOS). Les sources d'O₂^{•-} sont les mitochondries, la nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADPH) oxydase et la xanthine oxydo-réductase. O₂^{•-} est normalement détecté par la superoxyde dismutase (SOD) en peroxyde (H₂O₂), lui-même détecté en eau par la catalase. En présence de métaux, H₂O₂ est converti en radical hydroxyl (OH[•]), très toxique (réaction de Fenton). O₂^{•-} et NO se combinent spontanément pour former le peroxy-nitrite ONOO[•], en équilibre avec l'acide peroxy-nitrique ONOOH, qui peuvent tous deux oxyder directement des protéines contenant des groupes sulfhydryls SH et des métaux (principalement Fe, Cu et Mn). ONOO[•] peut aussi réagir avec le gaz carbonique CO₂ pour générer les radicaux carbonate (CO₃^{•-}) et dioxyde d'azote (NO₂⁻), ou se dégrader spontanément par fission homolytique en OH[•] et NO₂⁻. Ces radicaux oxydent toutes les biomolécules (protéines, lipides, ADN) et le NO₂⁻ peut aussi nitrater les résidus tyrosine dans les protéines. Lorsque les altérations moléculaires provoquées par ONOO[•] sont sévères, elles entraînent la mort cellulaire par nécrose ou apoptose. Alternativement, si la production de ONOO[•] est modeste, il peut être totalement détecté par décomposition en nitrite (NO₂⁻) sous l'action de diverses sélénoprotéines, principalement la glutathion peroxydase (GPx) et la sélénoprotéine P (selenoP).

Synthèse accrue de protéines de stress et de radicaux libres, stress oxydatif

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

Martin Pall, **2018**, Wi-Fi is an important threat to human health, *Environmental Research* 164 (2018) 405-416

Ayata, A, Mollaoglu H, Yilmaz HR, Akturk O, Ozguner F, Oxidative stress response in SH-SY5Y cells exposed to short-term 1800 MHz radiofrequency radiation. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* **2018** Jan 28; 53(2):132-138

BioInitiative Report **2012**: A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation, report updated in 2014 and 2017

Rohde M et al, Members of the heat-shock protein 70 family promote cancer cell growth by distinct mechanisms. *Genes Dev.* **2005**;19(5):570-82.

Marková E et al, Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Environ Health Perspect.* **2005**;113(9): 1172-77.

Leszczynski D et al, Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation.* **2002**;70(2-3):120-29

Raines, J. K. **1981**. *Electromagnetic Field Interactions with the Human Body: Observed Effects and Theories*. Greenbelt, Maryland: National Aeronautics and Space Administration 1981; 116 p

Stress oxydatif, réduction des enzymes antioxydantes (la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT) et la glutathion peroxydase (GSH-Px), rupture des brins d'ADN, inactivation des processus de réparation, angiogenèse et prolifération cellulaire

Harrison IP, Selemidis S, Understanding the biology of reactive oxygen species and their link to cancer: NADPH oxidases as novel pharmacological targets. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* **2014**;41(8):533-42.

Kim YW et al, Oxidative stress in angiogenesis and vascular disease. *Blood.* **2014**;123(5):625-31

Saliev T et al, Bio-effects of non-ionizing electromagnetic fields in context of cancer therapy. *Frontiers in Bioscience.* **2014**;6:175-84

Mihai CT et al, Extremely low-frequency electromagnetic fields cause DNA strand breaks in normal cells. *J Environ Health Sci Eng.* **2014**;12(1):15

Deshmukh PS et al, Detection of Low Level Microwave Radiation Induced Deoxyribonucleic Acid Damage Vis-à-vis Genotoxicity in Brain of Fischer Rats. *Toxicol Int.* **2013**;20(1):19-24

Kerman M, Senol N, Oxidative stress in hippocampus induced by 900 MHz electromagnetic field emitting mobile phone: Protection by melatonin. *Biomedical Research.* **2012**;23(1):147-51.

Behari J, Biological responses of mobile phone frequency exposure. *Indian J Exp Biol.* **2010**;48(10):959-81. Xu S. et al, Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. *Brain Res.* **2010**;1311:189-96

Guler G et al, The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns. *Gen Physiol Biophys.* **2010**;29(1):59-66

Kesari KK et al, Mutagenic response of 2.45 GHz radiation exposure on rat brain. *Int J Radiat Biol.* **2010**;86(4):334-43.

Lai H, Singh NP, Interaction of Microwaves and a Temporally Incoherent Magnetic Field on Single and Double DNA Strand Breaks in Rat Brain Cells. *Electromagnetic Biol and Med.* **2005**;24:23-29.

Yokus B et al, Oxidative DNA damage in rats exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. *Free Radic Res.* **2005**;39(3):317-23.

Gandhi P, Genetic damage in mobile phone users: some preliminary findings. *Indian Journal of Human Genetics.* **2005**;11(2):99-104

Boland CR et al, Infection, inflammation, and gastrointestinal cancer. *Gut.* **2005**;54(9):1321-31

Valko M, et al, Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol Cell Biochem.* **2004**;266(1-2):37-56

Lai H, Singh NP, Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol.* **1996**;69(4):513-21

Sarkar S et al, Effect of low power microwave on the mouse genome: a direct DNA analysis. *Mutat Res.* **1994**;320(1-2):141-47

Perturbation de la synthèse et de la structure des protéines et ce y compris pour les enzymes, hormones et neurotransmetteurs ,

Pall M. 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

Warille AA, Altun G, Elamin AA, Kaplan AA, Mohamed H, Yurt KK, Elhaj AE. **2017** Skeptical approaches concerning exposure to electromagnetic fields on brain hormones and enzyme activities. *J Microscopy Ultrastruct* 5:177-184. <https://doi.org/10.1016/j.jmau.2017.09.002>

Sangün Ö, Dündar B, Çömlekçi S, Büyükgebiz A. **2016** The Effects of Electromagnetic Field on the Endocrine System in Children and Adolescents. *Pediatr Endocrinol Rev* 13:531-545

Sangun O et al, The effects of Electromagnetic Field on the endocrine System in Children and Adolescents, **2015** Dec, *Pediatr Endocrinol Rev* 13(2):531-45

Pawlak, K , Seehman, B , Nieckarz, Z , **2014** Plasma thyroid hormones and cortico-sterone levels in blood of chicken embryos and post-hatch chickens exposed **enzymes, hormones et neurotransmetteurs**

Martin Pall during incubation to 1800 MHz electromagnetic fields *Int J Occup Med En-viron Health* 27, 114e122

M.R. Herbert, C. Sage, Autism and EMF? Plausibility of a pathophysiological link partII, *Pathophysiology*, 2013 <http://www.marthahebert.org/library/Herbert-Sage-2013-Autism-EMF-PlausibilityPathophysiologicalLink-Part21.pdf>

Mortavazi, S , Habib, A , Ganj-Karami, A , Samimi-Doost, R , Pour-Abedi, A , Babaie, A , **2009** Alterations in TSH and thyroid hormones following mobile phone use *Oman Med J* 24, 274e278

J. Friedman, S. Kraus, Y. Hauptman, Y. Schiff, R. Seger, Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies, *Biochem J* 405, **2007**, p. 559-568..

M. Simko, C. Hartwig, M. Lantow, M. Lupke, M.O. Mattsson, Q. Rahman, J. Rollwitz : Hsp70 expression and free radical release after exposure to non-thermal ra-dio-frequency electromagnetic fields and ultrafine particles in human Mono Mac 6 cell, *Toxicol. Lett* 161, **2006**, p. 73-82.

Koyu, A , Cesur, G , Ozguner, F , Akdogan, M , Mollaoglu, H , Ozen, S , **2005** Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats *Toxicol Lett* 137, 257e262

Influence des CEM sur le fonctionnement de notre système enzymatique : synthèse de l'ATP (adénosine triphosphate)

BUCHACHENKO A.L, KUZNETSOV D.A, « Magnetic field affects enzymatic ATP synthesis. » *J.Am.Chem.Soc.* **2008** Oct. 1 ; 130 (39) : 12868-12869. Epub 2008 Sep 6. N.N.Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow 119991, Russia.

BUCHACHENKO A.L, KUZNETSOV D.A., « Magnésium magnetic isotope effect : a key to mechanochemistry of phosphorylating enzymes as molecular machines. » *Mol.Biol.* **2006** ; 40(1) : 9-15. Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991, Russi

BUCHACHENKO A.L, KOUZNETSOV D.A, ARKHANGELSKY SE., ORLOVA MA., MARKARIAN A.A., « Spin biochemistry : magnetic 24Mg-25Mg-26Mg isotope effect in mitochondrial ADP phosphorylation.» *Cell.Biochem.Biophys.* **2005** ; 43(2) : 243-251. NN Semenov Institute for Chemicals Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow.

BUCHACHENKO AL, KUZNETSOV D.A., ARKHANGEL'SKY SE., i ORLOVA MA., MARKARYAN A.A., BERDIEVA A.G., KHASIGOV P.Z., « Dependence of mitochondrial ATP synthesis on the nuclear magnetic J moment of magnésium ions. » / *Dokl.Biochem.Biophys.* **2004** May-Jun. ; 396 : 197-199. Semenov Institute of Chemical Physics. Russian Academy of Sciences of Kosygina,4, Moscow, 119991, Russia.

Perturbation de la synthèse de mélatonine et concentration de radicaux libres

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

Hardell L, World Health Organization, radiofrequency radiation and health – a hard nut to crack (Review), *Int J Oncol.* **2017** Aug, 51(2):405-413 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28656257>

Johansson O, Disturbance of the immune system by electromagnetic fields--A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment. *Pathophysiology.* **2009**;16(2--3):157--77

Simkó M, Induction of cell activation processes by low frequency electromagnetic fields. *Scientific World Journal.* **2004**;4 Suppl 2:4--22.

J.B. Burch et al., Melatonin Metabolite Excretion Among Cellular Telephone Users, *International Journal of Radiation Biology*, vol 78, n°11, Nov. **2002**, p.1029-1036

Reiter RJ. **1998** Melatonin in the context of the reported bioeffects of environmental electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry & Bioenergetics* 47: 135-142

H. Lai, N.P. Singh, Melatonin, N-tert-butyl-alpha-phenylnitron block 60-Hz magnetic field-induced DNA single and double strand breaks in rat brain cells, *J. Pineal. Res.*22, **1997** p 152-162.

PERTURBATION DE LA FONCTION DU CERVEAU

Sensibilité des magnétosomes : cristaux de magnétite du cerveau en résonance avec les ondes, (basses , moyennes ou hyper-féquences), création d'ondes acoustiques (ultra-sons), apparition de radicaux libres, altération des membranes cellulaires et endommagement de l'ADN

KIRSCHVINK J.L., « Microwave absorption by magnetite : a possible mechanism for coupling nonthermal levels of radiation to biological Systems. » *Bioelectromagnetics* **1996** ; 17(3) 187-194. Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, USA.

BELYAEV A O.Y., KARPACHEV S.N, ZAREMBO L.K., « Magnetoacoustics of ferrites and magnetoacoustic résonance. » *Uspokhi.Fizicheskikh.Nauk.* **1992** ; 162 : 107-138.

KIRSCHVINK J.L, KOBAYASHI-KIRSCHVINK A, WOODFORD B.J., « Magnetite biomineralization in the human brain. » *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A.* **1992** Aug.15 ; 89 (16) : 7683-7687. Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena 91125.

GORBY Y A, BEVERIDGE T.J, BLAKEMORE R.P., « Characterization of the bacterial magnetosome membrane. » *J.Bacteriol.* **1988** Feb. ; 170(2) : 834-841. Department of Microbiology, University of New Hampshire, Durham 03824

Modification de la barrière hémato-encéphalique :

BioInitiative Report **2012** : A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation, report updated in 2014 and 2017 Salford L.G, Brun A, Sturesson K, Eberhardt J.L, Persson B.R, Permeability of the blood-brain barrier, 2012, In:

Sage C, Carpenter D.O. The bioinitiative report **2012**: A Rationale for a biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)

SALFORD L.G., BRUN A., STURESSON K., EBERHARDT J.L, PERSSON B R « Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8,16, 50, and 200 Hz. » *Microsc.Res.Tech.* 1994 Apr 15 ; 27 (6) : 535-542. Department of Neurosurgery, Lund University, Sweden.

SALFORD L.G, PERSSON B., MALMGREN L, BRUN A., « Téléphonie mobile et barrière sang-cerveau. » Communication faite au colloque organisé le 29 juin 2000 par ECOLO, le CEFE et le Groupe des Verts au parlement européen/ Alliance libre européenne. Actes du colloque repris dans le livre sur la « Téléphonie mobile. Effets potentiels sur la santé des ondes électromagnétiques de haute fréquence Ed. Marco Pietteur 2001. ISBN 2-87211-055-0.

FINNIE J.V., BLUMBERGS P.C., MANAVIS J., UTTERIDGE T.D., GEBSKI V, SWIFT J.G, VERNON-ROBERTS B, KUCHEL T.R., « Effect of global System for mobile communication (gsm)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain. » *Pathology* 2001 Aug. ; 33 (3) : 338-340. Veterinary Services Division, Institute of Medical and Veterinary Science, Adélaïde, SA, Austratia.

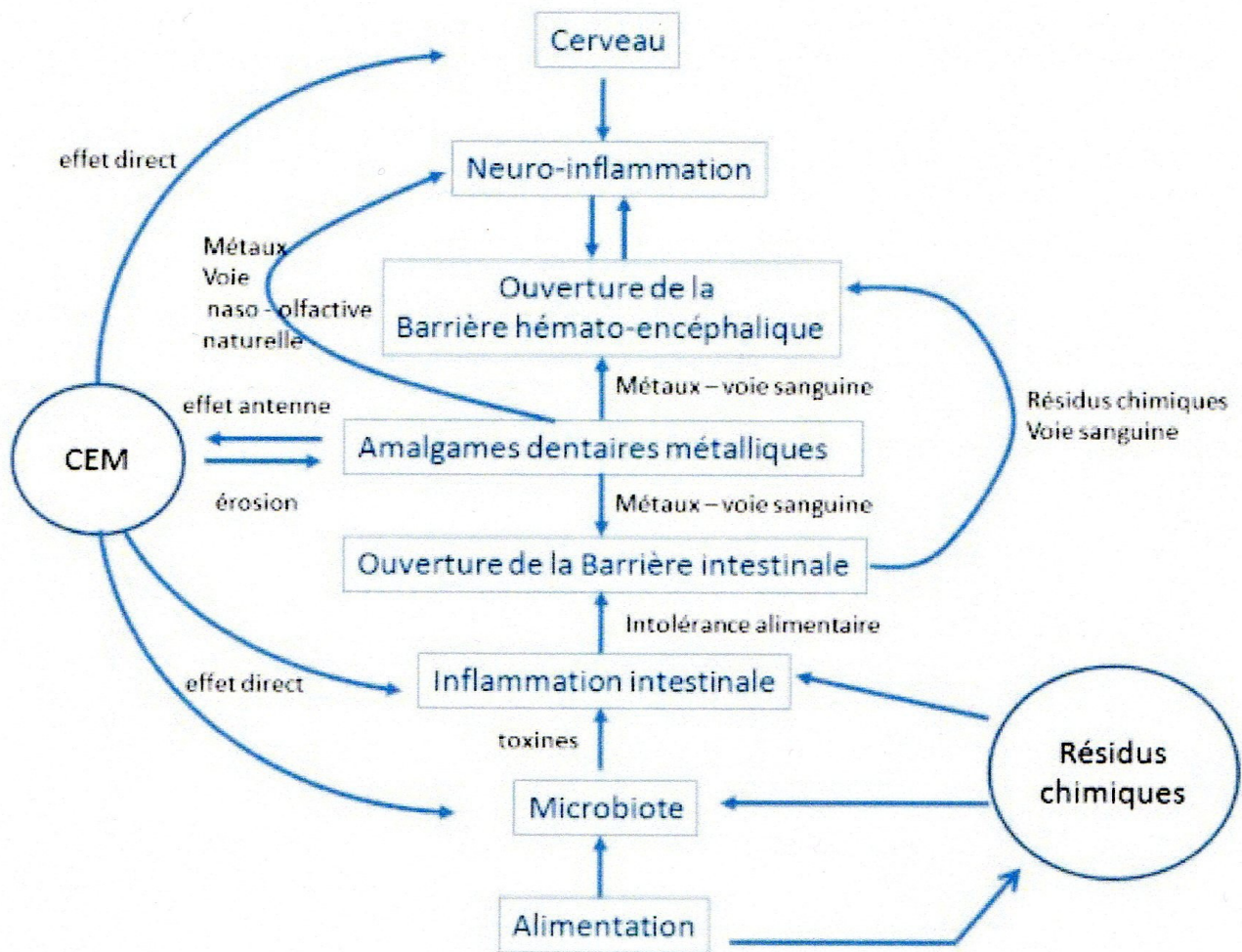
FINNIE J.V., BLUMBERGS P.C., MANAVIS J., UTTERIDGE T.D., GEBSKI V., DAVIES R.A., VERNON-ROBERTS B., KUCHEL T.R., « Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain. » *Pathology* 2002 Aug. ; 34 (4) : 344-347. Veterinary Services Division, Institute of Medical and Veterinary Science, Adélaïde South Australie Australie.

SALFORD L.G, BRUN A.E., EBERHARDT J.L., MALMGREN L, PERSSON B.R., « Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. » *Environ. Health Perspect.* 2003 Jun ; 111 (7) : 881-883; discussion A 408. Department of Neurosurgery, Lund University, The Rausirtg Laboratory and Lund University Hospital, Lund, Sweden.

EBERHARDT J.L, PERSSON B.R., BRUN A.E., SALFORD L.G., MALMGREN L.O., « Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. » *Electromagn.Biol.Med.* 2008 ; 27(3) : 215-229. Department of Médical Radiation Physics, Lund University Hospital, Lund, Sweden.

NITTBY H., GRAFSTROM G., EBERHARDT J.L, MALMGREN L, BRUN A., PERSSON B.R., SALFORD L.G., « Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. » *Electromagn.Biol.Med.* 2008 ; 27(2) : 103-126. Department of Neurosurgery, The Rausing Laboratory, Lund University, Lund, Sweden.

Schéma physiopathologique



Ouverture de la barrière hémato-encéphalique :

augmentation de sucres

OSCAR K.J., HAWKINS T.D., « Microwave alteration of the blood-brain barrier System of rats. » BrainRes. 1977 May 6 ; 126 (2) 281-293.

WILLIAMS W.M., PLATNER J., MICHAELSON S.M., « Effect of 2.450 MHz microwave energy on the blood-brain barrier to hydrophilic molécules. C. Effect on the permeability to (14C) sucrose. » Brain Res. 1984 May ; 319 (2). 183-190.

SCHIRMACHER A, WINTER S., FISHER S., GOEKE J. , GALLA H.J., KULLNICK U., RINGELSTEIN E.B., STOGBAUER F., « Electromagnetic fields (1.8 GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro. » Bioelectromagnetics 2000 Jul ; 21 (5) : 338-345. Kiinik und Poliklinik fur Neurologie, Universitât Munster, GermanyEur.J.Epidemiol. 2008 23 (5) : 369-377.Department of Public Health and Primary Health Care, Section for Occupational Médiane, UNIFOB AS, University of Bergen, Kalfarvelen 31, 5018 Bergen, Norway.

Pénétraion d'albumine

HASSEL B., IVERSEN E.G., FONNUM F., « neurotoxicity of albumin in vivo » Neusosci. Lett. 1994 Feb14 ; 167 (1-2):29-32

Altération permanente de la barrière hémato-encéphalique par exposition chronique aux micro-ondes : accumulation dans le cerveau de toxiques comme les métaux (aluminium, manganèse, fer, cuivre, mercure ..)

ASCHNER M., «The transport of manganèse across the blood-brain barrier.» Neurotoxicology **2006** May ; 27(3) : 311-314. Epub 2006 Feb7. Department of Physiology and Pharmacology. Wake Fomst University, School of Médiante, Winston-Salem, NC 27157-1083, USA.

AREMU D.A., MESHITSUKA S., «Some aspects of astroglial functions and aluminum implication for neurodegeneration.» Brain Res.Brain Res.Rev. **2006** Aug. 30 ; 52 (1) : 193-200. Epub 2006 Mario. Division of Médical Environmentokygy, Department of Social Médiante, Graduate School of Médical Sciences, Tottori University, Yonago 683-8503, Japan

ROUAULT TA, COOPERMAN S., «Brain iron metabolism » Semin.Pediatr.Neurol. **2006** Sep. ; 13(3) : 142-148. Cell Biology and Metabolism Branch, National Institute of Child Health and Human Development, National Institute of Health, Bethesda, MD. 489. PLUTA R., «Is the ischémie blood-brain barrier insufficiency responsible for full-blown Alzheimer's disease?» Neurol.Res. **2006** Sep. ; 28(6) : 665-671. Department of Neurodegenerative Disorders, Médical Research Centre, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland.

BANKS W.A., NIEHOFF ML, DRAGO D, ZATTA P., «Aluminium complexing enhances amyloid beta protein pénétration of blood-brain barrier.» Brain Res. **2006** Oct. 20 ; 1116(1) : 215-221. Epub 2006 Aug 30. GRECC, Vétérain Affairs Médical Center-St. Louis and Saint Louis University School of Médiante, Division of Gehatrics, Department of Internai Médiante, WAB, 915 N. Grand Blvd, St Louis, MO 63106, USA.

YOKEL R.A., «Blood-brain barrier flux of aluminum, manganèse, iron and other metals suspected to contribute to metal-induced neurodegeneration » J.Alzheimers Dis. **2006** Nov-Dec. ; 10(2-3) : 223-253. Collège of Pharmacy and Graduate Center for Toxicology, University of Kentucky Médical Center, Lexington, KY, 40536-0082, USA.

. PURDEY M., «Elevated levels of ferrimagnetic metals in foodchains supporting the Guam cluster of neurodegeneration : do métal nucleated crystal contaminants (correctedj evoke magnetic fields that initiate the progressive pathogenesis of neurodegeneration ?» Med. Hypothèses **2004** ; 63 (5) : 793-809. High Barn Farm, Etuorthy, Taunton, Somerset TA4 3PX, UK.

HAUTOT D., PANKHURST Q.A., KHAN N., DOBSON J., «Preliminary évaluation of nanoscale biogenic magnetite in Alzheimer's disease brain tissue.» Proc.Biol.Sci. **2003** Aug. 7 ; 270 Suppl 1 : S 62-64. Department ofPhysics and Astronomy, University Collège London, London WC1E 6BT, UK

STUERENBURG H.J., «CSF copper concentrations, blood-brain barrier function, and coeruloplasmin synthesis during the treatment of Wilson's disease.» J.Neural.Transm. **2000** ; 107(3) : 321-329. Neurological Department, University Hospital Hamburg-Eppendorf, Fédéral Republic of Germany.

PLUTA R., BARCIKOWSKA M., JANUSZEWSKI S., MISICKA A., LIPKOWSKI A.W.,«Evidence of blood-brain barrier permeability/leakage for circulating human Alzheimer's beta-amyloid-(1-42)-peptide.» Neuroreport **1996** May 17 ; 7(7) : 1261-1265. Department of Neuropathology, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

Effets sanitaires du mercure : corrosion sur les amalgames dentaires
Présentation synoptique des différentes formes et effets du mercure

	mercure inorganique			mercure organique
forme chimique	mercure sous forme liquide (noté Hg 0)	mercure sous forme gazeuse (vapeur) (noté Hg 0)	ions (atomes) de mercure (noté Hg 2+)	méthylmercure (sels halogènes)
mode de transmission	ingestion (rare), contact direct	inhalation	ingestion/peau	Ingestion (via la nourriture)
organe concerné	Estomac, intestin ou peau (contact direct)	Poumons,sang, <u>cerveau</u> , rein	Peau, sang, foie, reins, <u>cerveau</u>	estomac <u>cerveau</u>
élimination	selles/urine	urine	urine	selles
intoxication	faible	Diarrhée,vomissements toux	inflammation salivation défaillance	troubles sensoriels troubles

			rénale	nerveux
--	--	--	--------	---------

Source : synthèse OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques)

Modification de l'activité électrique cérébrale

Zhang J, Sumich A, Wang GY. **2017** Acute effects of radiofrequency electromagnetic field emitted by mobile phone on brain function. *Bioelectromagnetics* 38:329-338. doi: 10.1002/bem.22052

Vecchio F. et al., Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms, *Eur J Neurosci* **2007** Mar, 25(6): 1908-13

Krause CM et al., Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task, *Int J Radiat Biol* **2006**; 82 (6) : 443-450

SANDERS A.P, JOINES W.T, ALLIS J.W., «Effects of continuous-wave, pulsed, and sinusoidal-amplitude-modulated microwaves on brain energy metabolism.» *Bioelectromagnetics* **1985** ; 6 (1) : 89-97.

Bise W., Low power radio-frequency and microwave effects on human electroencephalogram and behavior. *Physiol chem Phys* **1978** 10: 387-398

Augmentation des risques de gliome (glioblastome), de méningiome, de neurinome acoustique, modification de la fonction salivaire, tumeur des glandes salivaires, tumeur de la parotide

Juillet 2019 Santé Publique France: le nombre annuel de nouveaux cas de glioblastomes avec confirmation histologique (un des types de cancer du cerveau les plus agressifs) a été multiplié par quatre et plus pour les deux sexes. Les conclusions : "Les dernières études épidémiologiques et les expérimentations animales seraient en faveur du rôle carcinogène des expositions aux champs électromagnétiques ».

Falcioni, L , Bua, L , Tibaldi, M , Lauriola, L , De Angelis, F , Gnudi, F , et al , **2018** Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radio-frequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station *Environ Res* 65, 496e503

Momoli, F , Siemiatycki, J , McBride, M L , Parent, M E , Richardson, L , Bedard, D , Platt, R ,et al , **2017** Probabilistic multiple-bias modelling applied to the Ca-nadian data from the INTERPHONE study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumors *Am J Epidemiol* 186, 885e893

Bielsa-Fernandez P, Rodriguez-Martin B. **2017** Association between radiation from mobiles phones and tumour risk in adults. *Gar Sanit* 2017 Apr 12. pii:SO213-9111(17)30083-3. Doi 10.1016/j.gaceta.2016.10.014

Prasad M, Kathuria P, Nair P, Kumar A, Prasad K **2017** Mobile phone use and risk of brain tumours a systematic review of association between study quality, source of funding and research outcomes. *Neurol Sci.* 2017 Feb 2017.doi:10.1007/s10072-017-2850-8

Miller A. **2017** References on cell phone radiation and cancer [https://ehtrust.org/references-cell\(phone-radiofrequency-radiation-cancer](https://ehtrust.org/references-cell(phone-radiofrequency-radiation-cancer) (accessed Sept.9,2017) support the view that cell phones do cause cancer

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W. **2017** Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors - A meta-analysis. *Int J Occup Med Environ Health* 30:27-43

Carlberg M, Hardell L. **2017** Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation. *BioMed Res Int* 2017, Article ID 9218486, <https://doi.org/10.1155/2017/9218486> Morgan LL,

Grell, K , Frederiksen, K , Schüz, J , Cardis, E , Armstrong, B , Siemiatycki, J , et al , **2016** The intracranial distribution of gliomas in relation to exposure from mobile phones: analyses from the INTERPHONE study *Am J Epidemiol* 184, 818e828

Wyde M, Cesta M, Blystone C, Elmore S, Foster P, Hooth M et al, **2016** Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD Rats (Whole Body Exposures) Draft 5-19-2016 US National Toxicology Program (NTP) Available online: <https://doi.org/10.1101/055699> <http://biorxiv.org/content/biorxiv/early/2016/05/26/055699> full pdf (accessed on 30 July

Hardell, L , Carlberg, M , **2015** Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma: analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009 *Pathophysiology* 22, 1e13

Miller AB, Sasco A, Davis DL. **2015** Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A). *Int J Oncol* 46(5): 1865-1871

Lerchl, A , Klose, M , Grote, K , Wilhelm, A F , Spathmann, O , Fiedler, T , et al , **2015** Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans *Biochem Biophys Res Commun* 459, 585e590

Megha, K , Deshmukh, P S , Banerjee, B D , Tripathi, A K , Ahmed, R , Abegaonkar, M P , **2015** Low intensity microwave radiation induced oxidative stress, inflammatory response and DNA damage in rat brain *Neurotoxicology* 51, 158e165

Akhavan-Sigari, R , Baf, M M , Ariabod, V , Rohde, V , Rahighi, S , **2014** Connection between cell phone use, p53 gene expression in different zones of glioblastoma multiforme and survival prognoses *Rare Tumors* 2014 (6), 5350 <https://doi.org/10.4081/rt.2014.5350>

Carlberg, M , Hardell, L , **2014** Decreased survival of glioma patients with astrocytoma grade IV (glioblastoma multiforme) associated with long-term use of mobile and cordless phones *Int J Environ Res Publ Health* 11, 10790e10805

Coureau, G , Bouvier, G , Lebaillly, P , Fabbro-Peray, P , Gruber, A , Leffondre, K , et al , **2014** Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study *Occup Environ Med* 71, 514e522

Hardell L, Carlberg M. **2013** Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumors associated with use of mobile and cordless phones. *Rev Environ Health* 28:97-106. doi: 10.1515/reveh-2013-0006L.

Hardell, M, Carlberg, K, Hanson Mild Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma, *Pathophysiology* 20, **2013**, p. 85-110.

Davis DL, Kesari S, Soskolne CL, Miller AB, Stein Y. **2013** Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen. *Pathophysiology* 20:123-129

Gandhi O P, Morgan, L L , de Salles, A A , Han, Y Y , Herberman, R F , Davis, D L , **2012** Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children *Electromagn Biol Med* 31, 34e51

Dasdag, S , Akdag, M Z , Kizil, G , Kizil, M , Cakir, D U , Yokus, B , **2012** Effect of 900 MHz radio frequency radiation on beta amyloid protein, protein carbonyl, and malondialdehyde in the brain *Electromagn Biol Med* 31, 67e74

Cea-Soriano, L , Wallander, M A , García Rodríguez, L A , **2012** Epidemiology of meningioma in the United Kingdom *Neuroepidemiology* 39, 27e34

Volkow, N D , Tomasi, D , Wang, G F , Vaska, P , Fowler, J S , Teland, F , et al , **2011** Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism *J Am Med Assoc* 305, 808e814

Duan Y, Zhang, Z, Bu R F, **2011** Correlation between cellular phone use and epithelial parotid gland malignancies *Int J Oral Maxillofac Surg* <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.03.007>

Cardis, E , Armstrong, B K , Bowman, J D , Giles, G G , Hours, M , Krewski, D , et al , **2011** Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries *Occup Environ Med* 68, 631e640

Augner, C , Hacker, G W , Oberfeld, G , Florian, M , Hitzl, W , Hutter, et al , **2010** Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A *Biomed Environ Sci* 23, 199e207

Tillmann, T , Ernst, H , Streckert, J , Zhou, Y , Taugner, F , Hansen, V , et al , **2010** Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radio-frequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model *Int J Radiat Biol* 86, 529e541

Sadetzki, S , Chetrit, A , Jarus-Hakak, A , Cardis, E , Deutch, Y , Duvdevani, Sh, et al , **2007** Cellular phone use and risk of benign and malignant parotid gland tumours: a nationwide case-control study *Am J Epidemiol* 167

Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. **2009** Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data. *Surg Neurol* 72:205-214

Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Hansson Mild K. **2008** Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumors. *Int J Oncol* 32:1097

Cardis, E , Deltour, I , Mann, S , Moissonnier, M , Taki, M , Varsier, N , et al , **2008** Distribution of RF energy emitted by mobile phones in anatomical structures of the brain *Phys Med Biol* 53, 2771e2783

Sadetzki, S , Chetrit, A , Jarus-Hakak, A , Cardis, E , Deutch, Y , Duvdevani, Sh, et al, **2007** Cellular phone use and risk of benign and malignant parotid gland tumours: a nationwide case-control study *Am J Epidemiol* 167, 457e467

Ohgaki, H , Kleihues, P , **2005** Population-based studies on incidence, survival rates, and genetic alterations in astrocytic and oligodendroglial gliomas *J Neuropathol Exp Neurol* 64, 479e489

Hardell, L , Nasman, Å , Pålsson, A , Hallquist, A , Hansson Mild, K , **1990** Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study *Int J Oncol* 15, 113e116

Fatigue, Maux de tête, vertige, tension, anxiété, augmentation des troubles du comportement (agitation, hyperactivité, irritabilité), troubles de la mémoire, troubles de la concentration et de l'apprentissage, dépression

Wilke I. **2018** Biological and pathological effects of 2.45 GHz on cells, fertility, brain and behavior. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2018 Feb 31 (1) -

Pall ML. **2018** Wi-Fi is an important threat to human health. *Environ Res* 164:404-416 Lai H. **2018**. A Summary of Recent Literature (2007–2017) on Neurological Effects of Radio Frequency Radiation. Chapter 8 in *Mobile Communications and Public Health*, Marko Markov, Ed., CRC press, pp 189-224

Belpomme D, Hardell L, Belyaev I, Burgio E, Carpenter DO. **2018** Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective. *Environ Pollut* 2018 Nov;242(Pt A):643-658. doi:10.1016/j.envpol.2018.07.019

Hecht, Karl. **2016** Health Implications of Long-Term Exposures to Electromog. Brochure 6 of A Brochure Series of the Competence Initiative for the Protection of Humanity, the Environment and Democracy http://kompetenzinitiative.net/KIT/wp-content/uploads/2016/07/KI_Brochure-6_K_Hecht_web.pdf (accessed Feb. 11, **2018**)

Pall ML. **2016** Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *J Chem Neuroanat* 75(Pt B):43-51. doi:10.1016/j.jchemneu.2015.08.001. Epub 2015 Aug 21

Politański P, Bortkiewicz A, Zmysłony M. **2016** [Effects of radio- and microwaves emitted by wireless communication devices on the functions of the nervous system selected elements]. *Med Pr* 67:411-421

Carpenter DO. **2013** Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields. *Rev Environ Health* 2013;28:159-172

Johansson, A, Nordin, S, Heiden, M, Sandstrom, M, 2010 Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electro-magnetic hypersensitivity *J Psychosom Res* 68, 37e45

Levitt, B. B., Lai, H. **2010**. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. *Environ. Rev.* 18, 369-395. doi.org/10.1139/A10-018

Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, Ahonen M. **2010** Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *Int J Occup Environ Health* 16:263-267

Makker K, Varghese A, Desai NR, Mouradi R, Agarwal A. **2009** Cell phones: modern man's nemesis? *Reprod Biomed Online* 18:148-157

Hardell, L., Sage, C. **2008**. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed. Pharmacother.* 62, 104-109

Westerman R, Hocking B. **2004** Diseases of modern living: neurological changes associated with mobile phones and radiofrequency radiation in humans. *Neurosci Lett* 361:13-16

Lai, H **1998** Neurological effects of radiofrequency electromagnetic radiation. http://www.mapcruzin.com/radiofrequency/henry_lai2.htm

Grigoriev IuG. **1996** [Role of modulation in biological effects of electromagnetic radiation]. *Radiats Biol Radioecol* 36:659-670

Lai H. **1994** Neurological effects of radiofrequency electromagnetic radiation. In: *Advances in Electromagnetic Fields in Living Systems*, Vol. 1, J.C. Lin, Ed., Plenum Press, New York, pp. 27-88

Frey AH. **1993** Electromagnetic field interactions with biological systems. *FASEB J* 7:272-281

Raines, J. K. **1981**. *Electromagnetic Field Interactions with the Human Body: Observed Effects and Theories*. Greenbelt, Maryland: National Aeronautics and Space Administration 1981; 116 p

Tolgskaya MS, Gordon ZV. **1973**. *Pathological Effects of Radio Waves*, Translated from Russian by Haigh. Consultants Bureau, New York/London, 146 pages

Glaser ZR, PhD. **1971** Naval Medical Research Institute Research Report, June 1971. Bibliography of Reported Biological Phenomena ("Effects") and Clinical Manifestations Attributed to Microwave and Radio-Frequency Radiation. Report No. 2 Revised. https://scholar.google.com/scholarq=Glaser+naval+medical+microwave+radiofrequency+1972&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C38 (Accessed Sept. 9, 2017)

Marha K. **1966** Biological Effects of High-Frequency Electromagnetic Fields (Translation). ATD Report 66-92. July 13, 1966 (ATD Work Assignment No. 78, Task 11). <http://www.dtic.mil/docs/citations/AD0642029> (accessed March 12, 2018)

Electrohypersensibilité et/ou chimicosensibilité, exploration, biomarqueurs, traitements

Irigaray P, Lebar P, Belpomme D (**2018**) : How Ultrasonic Cerebral Tomosphygmography can contribute to the diagnosis of electrohypersensitivity. *J Clin Diagn Res* 6 : 143.doi:10.4172/2376-0311.1000142

Irigaray P, Caccamo D, Belpomme D : Oxidative stress in electrohypersensitivity self-reporting patients. Results of a prospective in vivo investigation with comprehensive molecular analysis. *Int J Mol Med.* **2018** Oct;42(4):1885-1898

Irigaray P, Garrel C, Houssay C, Mantello P, Belpomme D : Beneficial effects of a fermented papaya Preparation for the treatment of electrohypersensitivity self-reporting patients. Results of a phase I-II clinical trial with special reference to cerebral pulsation measurement and oxidative stress analysis. *Functional Foods in Health and Disease* **2018**;8(2):122-144

Belpomme D, Campagnac C, Irigaray P : Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and a multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. *Rev Environ Health.* **2015** Dec 1;30(4):251-271

Hedendahl I, Carlberg M, Hardell I : Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession – *Rev. Environ Health* **2015** Sep 15. pii: /j/reveh.ahead-of-print/reveh-2015-0012/reveh-2015-0012.xml. doi: 10.1515/reveh-2015-0012. [Epub ahead of print]

Milham S, Stetzer D : Dirty electricity, chronic stress, neurotransmitters and disease - [*Electromagn Biol Med.* **2013** Dec 32(4):500-7

HUSS A., EGGER M., HUG K., HUWILER-MUNTENER K., ROOSLI M., GOMES D., DA ROS MA, «Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use : systematic review of experimental studies.» *Cien.Saude Colet.* **2008** May-Jun. ; 13(3) : 1005-1012. Department of Social and Preventive Medicine, University of Berne, Switzerland

Havas M, : Electromagnetic hypersensitivity : biological effects of dirty electricity with emphasis on diabetes and multiple sclerosis *Electromagn Biol Med* **2006**;25(4):259-68

Organisation mondiale de la Santé «Champs électromagnétiques et santé publique. Hypersensibilité électromagnétique. » Aide-mémoire N° 296 Décembre **2005**.

GOBBA F.,[«Hypersensitivity syndrome. »] [Article in Italian] *G.Ital.Med.Lav.Ergon.* **2003** Jul-Sep. ; 25(3) : 371-372. Cattedra di Mediàna del Lavoro, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

LEVALLOIS P., NEUTRA R., LEE G., HRISTOVA L., «Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. » *Environ.Health Perspect.* **2002** Aug. ; 110(Suppl.4) : 619-623. Unité de Recherche en Santé Publique, Centre Hospitalier Universitaire de Québec, Beauport, Canada.

JOHANSSON O., GANGI S., LIANG Y., YOSHIMURA K., JING C, LIU P.Y., « Cutaneous mast cells are altered in normal healthy volunteers sitting in front of ordinary TVs/PCs - results from open -field provocation experiments. » *J.Cutan.Pathol.* **2001** Nov. ; 28(10): 513-519. The Experimental Dermatology Unit, Department of Neuroscience, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

GANGI S., JOHANSSON O., «A theoretical model based upon mast cells and histamine to explain the recently proclaimed sensitivity to electric and/or magnetic fields in humans. » *Med.Hypotheses* **2000** Apr. ; 54(4) : 663-671. Experimental Dermatology Unit, Department of Neuroscience, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

HILLERT L, HEDMAN B.K., SODERMAN E., ARNETZ B.B., «Hypersensitivity to electricity : working definition and additional characterization of the syndrome. » *J.Psychosom.Res.* **1999** Nov. ; 47(5) : 429-438. Department of Environmental Health, Stockholm County Council, Karolinska Hospital, Sweden.

OFTEDAL G., VISTNES AI., RYGGE K., « Skin symptoms after the réduction of electric fields from Visual display units. » *Scand.J.Work Environ.Health* **1995** Oct ; 21 (5) : 335-344. Foundation of Scientific and Industrial Research, Norwegian Institute of Technology (SINTEF), Trondheim, Norway.

JOHANSSON O., HILLIGES M., BJORNHAGEN V., HALL K., « Skin changes in patients claiming to suffer from "screen dermatitis" :a two-case open-field provocation study. » *Exp.Dermatol.* **1994** Oct. ; 3 (5) : 234-238. Department of Neuroscience, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

COEUR ET PERTURBATIONS CARDIAQUES

Atteinte du système cardiovasculaire par activation adrénérgique

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, Abdelmelek H, Bouslama Z, Effects of acute exposure to WIFI signals (2.45GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit, *Environ Toxicol Pharmacol.* **2015**

Bise W. **1978** Low power radio-frequency and microwave effects on human electroencephalogram and behavior. *Physiol chem Phys* 10: 387-398

Troubles du rythme cardiaque : tachycardies, bradycardies, infarctus

Bandara P, Weller S. **2017** Cardiovascular disease: Time to identify emerging environmental risk factors. *Eur J Prevent Cardiol* 24:1819-1823. doi:10.1177/2047487317734898 Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, Abdelmelek H, Bouslama Z, Effects of acute exposure to WIFI signals (2.45GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit, *Environ Toxicol Pharmacol.* **2015** Sep, 40(2):600-5
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26356390>

Pall M, The NO/ONOO-cycle as the central cause of heart failure. *Pall ML. Int J Mol Sci.* **2013** Nov 13;14(11):22274-330. doi: 10.3390/ijms141122274. Review

Havas M. **2013** Radiation from wireless technology affects the blood, the heart and the autonomic nervous system. *Rev Environ Health* 28: 75-84

Consensus paper of the Austrian Medical Association's EMF working group. **2012** Guideline of the Austrian Medical Association for the diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses (EMF syndrome). <https://www.vagbrytaren.org/Guideline%20%20AG-EMF.pdf> (Accessed 01/2019)

M. Havas, J. Marrongelle, B. Pollner, E. Kelley, C.R.G. Rees, L. Tully, Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from DECT phone affects autonomic nervous system - 2010, *European Journal of Oncology Library* **2010** Vol. 5, 273-300

Frey AH, Eichert ES. 1986 Modification of heart function with low intensity electromagnetic energy. *J Bioelect* 5:201-210. (Note: this is a primary literature citation that also reviews some important earlier studies)

Raines, J. K. **1981**. Electromagnetic Field Interactions with the Human Body: Observed Effects and Theories. Greenbelt, Maryland: National Aeronautics and Space Administration 1981; 116 p

PERTURBATION DE LA REPRODUCTION MASCULINE

Baisse de la fertilité masculine, altération de la mobilité des spermatozoïdes, baisse de la quantité et de la qualité du sperme

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

Martin Pall, **2018**, Wi-Fi is an important threat to human health, *Environmental Research* 164 (**2018**) 405-416

Belpomme D, Hardell L, Belyaev I, Burgio E, Carpenter DO. **2018** Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective. *Environ Pollut* 2018 Nov;242(Pt A):643-658. Doi: 10.1016/j.envpol.2018.07.019

Kesari KK, Agarwal A, Henkel R. Radiations and male fertility. **2018** *Reprod Biol Endocrinol*. 2018 Dec 9;16(1):118. doi: 10.1186/s12958-018-0431-1

Hensinger P, Wilke E. **2016**. Mobilfunk-Studienergebnisse bestätigen Risiken Studien recherche 2016-4 veröffentlicht. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 29:3/2016.

Houston BJ, Nixon B, King BV, De Iulius GN, Aitken RJ. **2016** : The effects of radiofrequency electromagnetic radiation on sperm function. *Reproduction* 152:R263-R276

Gorpinchenko I et al, The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality. *Cent European J Urol*. **2014**;67(1):65--71

BioInitiative Report **2012**: *A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation*, report updated in **2014** and **2017**

McGill, J J , Agarwal, A , **2014** The impact of cell phone, laptop computer, and microwave oven usage on male fertility In: du Plessis al, S S (Ed), *Male Infertility: a Complete Guide to Lifestyle and Environmental Factors* Springer Science & Business Media, New York https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1040-3_11

Rolland, M , Le Moal, J , Wagner, V , Royere, D , De Mouzon, J , **2013** Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26,609 men close to general population between 1989 and 2005 in Europe *Hum Reprod (Eyn-sham)* 28, 462e270

Gye MC, Park CJ. **2012** Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clin Exp Reprod Med* 39:1-9. doi.org/10.5653/cerm.2012.39.1.1

La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE. **2012** Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: a review of the literature. *J. Androl* 33:350-356

Redmayne M et al, Adolescent in school cellphone habits: A census of rules, survey of their effectiveness, and fertility implications, *Reproductive toxicology*, **2011** Nov, 32:354-359

Avendaño C et al, Laptop exposures affect motility and induce DNA fragmentation in human spermatozoa in vitro by a non thermal effect, *Sarmiento Nascentis Medicina Reproductiva, Córdoba, Argentina Fertility and Sterility* 94(4), September **2010**

https://www.researchgate.net/publication/246431648_Laptop_expositions_affect_motility_and_induce_DNA_fragmentation_in_human_spermatozoa_in_vitro_by_a_nonthermal_effect_a_preliminary_report

Agarwal, A , Desai, N R , Makker, K , Varghese, A , Mouradi, R , Sabanegh, E , et al , **2009** Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study *Fertil Steril* 92, 1318e1325

Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. **2009** Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on the male reproductive system. *Reproduct Biol Endocrinol* 7:114

Agarwal et al., Effects of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study *Fertility and Sterility*, Vol 89, No 1, January **2008**, p124-128

PERTURBATION DE LA REPRODUCTION ET DE LA SEXUALITE FEMININE

Modification du tissu ovarien, altération de l'ADN des gamètes, altérations des niveaux hormonaux (baisse des taux d'oestrogène et de progestérone)

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**

BioInitiative Report **2012** : *A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation*, report updated in **2014** and **2017**

Gye MC, Park CJ. **2012** Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clin Exp Reprod Med* 39:1-9. doi.org/10.5653/cerm.2012.39.1.1

Baisse de la fertilité féminine, augmentation des fausses couches, baisse de la libido

Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019** Fatemeh

Li, D K , Chen, H , Ferber, J R , Odouli, R , Quesenberry, C , **2017** Exposure to magnetic field non-ionizing radiation and the risk of miscarriage: a prospective cohort study Sci Rep 7, 17541

Shamsi M et al, Use of mobile phone during pregnancy and the risk of spontaneous abortion, **2015**, J Environ health Sci Eng, 13:34

BioInitiative Report 2012: A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation, report updated in **2014** and 2017

Roshangar, L , Hamdi, B A , Khaki, A A , Rad, J S , Soleimani-Rad, S , **2014** Effect of lowfrequency electromagnetic field exposure on oocyte differentiation and follicular development Adv Biomed Res 3, 76

Juutilainen, J , Matilainen, P , Saankoski, S , Laara, E , Suonio, S , **1993** Early pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields Bioelectromagnetics 14, 229e236

Dodge, C H, **1970** Clinical and hygienic aspects of exposure to electromagnetic fields In: Cleary, S I (Ed), Biol Effects and Health Implications of Microwave Radiation, "Symp Proc, vols 70e72, pp 140e149 USDHEW, Dept BRH/DBE

EXPOSITION PRENATALE ET POSTNATALE AUX ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Problèmes cognitifs et neurocomportementaux (hyperactivité, problèmes émotionnels)

Birks, L , Guxens, M , Papadopoulou, E , Alexander, J , Ballester, F , Estarlich, M , et al , **2017** Maternal cell phone use during pregnancy and child behavioral problems in five birth cohorts Environ Int 104, 122e131

Choi K , Ha M , Ha E H, Park H, Kim Y, Hong Y C , et al , **2017** Neuro-development for the first three years following prenatal mobile phone use, radiofrequent radiation and lead exposure Environ Res 156, 810e817

Zhang, Y , Li, Z , Gao, Y , Zhang, C , **2015** Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice J Radiat Res 56, 261e268

Sly, J L , Carpenter, D O , **2012** Special vulnerability of children to environmental exposures Rev Environ Health 27, 151e157

Aldad, T S , Gan, G , Gao, X B , Taylor, H S , **2012** Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 MHz-rated cellular telephones affects neuro-development and behavior in mice Sci Rep 2, 312

Divan, H A , Kheifets, L , Obel, C , Olsen, J , 2008 Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children Epidemiology 19, 523e529

Pénétration et absorption des rayonnements électromagnétiques plus grandes chez les enfants et risque de cancer plus élevé si utilisation du téléphone mobile avant 20 ans

Morgan LL et al, Why children absorb more microwave radiation than adults: The consequences, J Microscopy and Ultrastructure **2014**;2(4):197--204

Gandhi O Pet al, Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. Electromagnetic Biol Med **2012**;31:34-51.

Christ A et al, Age--dependent tissue--specific exposure of cell phone users. Phys Med Biol **2010**;55:1767-83.

Hardell L, Carlberg M, Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. Int J Oncol **2009**;35:5-17.

Wart J et al, Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults. Phys Med. Biol **2008** ;53(13) 3681-95

WIART J., HADJEM A., GADI N., BLOCH I., WONG MF., PRADIER A., LAUTRU D., HANNA VF., DALE C, «Modeling of RF head exposure in children.» Bioelectromagnetics **2005** ; Suppl 7 : S 19-30. R&D of France Telecom, Moulinaux, France

KESHVARI J., LANG S., «Comparison of radio frequency energy absorption in ear and eye region of children and adults at 900, 1800 and 2450 MHz.» Phys.Med.Biol. **2005** Sep. 21 ; 50 (18) : 4355-4369. Epub 2005 Sep 7. Radio Technologies Laboratory, Nokia Research Centre, Itamerenkatu 11-13, 00180 Helsinki FIN-00180, Finland.

WEINBERGER Z., RICHTER ED., « Ceilular téléphones and effects on the brain : the head as an antenn and brain tissue as a radio receiver » Med. Hypothèses **2002** Dec. ; 59 (6) : 703-705. Jérusalem Collège of Technology, Jérusalem, Israël r

Gandhi OP et al, Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz » IEEE Trans Microw Theory Tech **1996**;44(10):1884-97.

Exposition aux ondes électromagnétiques du nourrisson, de l'enfant et de l'adolescent

Problèmes cognitifs et neurocomportements chez les nourrissons, les enfants et les adolescents : troubles du sommeil, hyperactivité, perturbation de la mémoire, diminution de capacité d'apprentissage, augmentation de l'irritabilité, dépendance

- Carter, B , Rees, P , Hale, L , Bhattacharjee, D , Paradkar, M S , **2016** Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: a systematic review and meta-analysis *JAMA Pediatr* 170, 1202e1208
- Kabali, H K , Irigoyen, M M , Nunez-Davis, R , Budacki, J G , Mohanty, S H , Leister, K P , Bonner Jr , R L , **2015** Exposure and use of mobile media devices by young children *Pediatrics* 136, 1044e1050
- Lenhart, A , **2015** Teens, social media & technology overview Pew Research Center, 47 pages Retrieved from <http://pewinternet.org/2015/04/09/teens-social-media-technology> 2015
- Roberts, J A , Yaya, L H , Manolis, C , **2014** The invisible addiction: cell-phone activities and addiction among male and female college students *J Behav Addict* 3, 254e265
- Divan, H A , Kheifets, L , Obel, C , Olsen, J , **2012** Cell phone use and behavioural problems in young children *J Epidemiol Community Health* 66, 524e529
- Paz de la Puente, M , Balmori, A , **2007** Addiction to cell phones: are there neuro-physiological mechanisms involved? *Proyecto* 61, 8e12 s 8
- Hansson Mild, K , Repacholi, M , van Deventer, E , Ravazzani, P (Eds) , **2006** Electromagnetic Hypersensitivity: Proceedings, International Workshop on EMF Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004 Geneva (Switzerland) WHO Press, p 16
- Kheifets, L , Repacholi, M , Saunders, R , van Deventer, E , **2005** The sensitivity of children to electromagnetic fields *Pediatrics* 116, e303ee313
- IEG (Independent Expert Group on Mobile Phones), **2000** Report of the Group (The Stewart Report) Available at: www.iegmp.org.uk/report/index.htm
- Gandhi, O P , Lazzi, G , Furse, C M , **1996** Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz *IEEE Trans Microw Theor Tech* 44 (10), 1884e1897

Initiation, promotion et progression du risque de cancers, épidémiologie

- Pall ML. **2018** How cancer can be caused by microwave frequency electromagnetic field (EMF) exposures: EMF activation of voltage-gated calcium channels (VGCCs) can cause cancer including tumor promotion, tissue invasion and metastasis via 15 mechanisms. Chapter 7 in *Mobile Communications and Public Health*, Marko Markov, Ed., CRC press, pp 167-188
- Wyde et al, **2018**, NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd: Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. https://www.niehs.nih.gov/ntp-temp/tr595_508.pdf
- Falcioni et al, **2018**, Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. <https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Belpoggi-Heart-and-Brain-Tumors-Base-Station-2018.pdf>
- Alegría-Loyola MA, Galnares-Olalde JA, Mercado M. **2017** [Tumors of the central nervous system]. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 55:330-334
- Ledoigt G, Belpomme D. **2013** Cancer induction molecular pathways and HFEMF irradiation. *Adv Biol Chem* 3:177-186
- Ying Li et Paul Héroux, Extra-low-frequency magnetic fields alter cancer cells through metabolic restriction *Electromagnetic Biology and Medicine*, **2013**. 33:4, 264-275, DOI: 10.3109/15368378.2013.817334.
- Bioinitiative Working Group, David Carpenter and Cindy Sage (eds). **2012** Bioinitiative 2012: A rationale for biologically-based exposure standards for electromagnetic radiation. <http://www.bioinitiative.org/participants/why-we-care/>
- Baan, R , Grosse, Y , Lauby-Secretan, B , El Ghissassi, F , Bouvard, V , et al , **2011** Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields *Lancet Oncol* 12, 624e626
- Yakymenko, I., Sidorik, E., Kyrylenko, S., Chekhun, V. **2011**. Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: evidences from radars and mobile communication systems. *Exp. Oncol.* 33(2), 6270
- Carpenter DO. **2010** Electromagnetic fields and cancer: the cost of doing nothing. *Rev Environ Health* 25:75-80
- Yakymenko I, Sidorik E. **2010** : Risks of carcinogenesis from electromagnetic radiation and mobile telephony devices. *Exp Oncol* 32:729-736
- Kundi M, Mild K, Hardell, Mattsson M . **2004** Mobile telephones and cancer.- a review of the epidemiological evidence *J Roxicol Enc Health , Part B* 5:351-384
- Adey WR. **1988** Cell membranes: the electromagnetic environment and cancer promotion. *Neurochem Res.* 13:671-677
- Marino AA, Morris DH. **1985** Chronic electromagnetic stressors in the environment. A risk factor in human cancer. *J environ sci health C3*:189-219
- Dwyer, M. J., Leeper, D. B. **1978** A Current Literature Report on the Carcinogenic Properties of Ionizing and Nonionizing Radiation. DHEW Publication(NIOSH) 78-134, March 1978
- Tolgskeya MS, Gordon ZV. **1973**. Pathological Effects of Radio Waves, Translated from Russian by B Haigh. Consultants Bureau, New York/London, 146 pages

Glaser ZR, PhD. **1971** Naval Medical Research Institute Research Report, June 1971. Bibliography of Reported Biological Phenomena (“Effects”) and Clinical Manifestations Attributed to Microwave and Radio-Frequency Radiation. Report No. 2 Revised
[.https://scholar.google.com/scholarq=Glaser+naval+medical+microwave+radiofrequency+1972&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C38](https://scholar.google.com/scholarq=Glaser+naval+medical+microwave+radiofrequency+1972&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C38) (Accessed Sept. 9, 2017)

Genotoxicité, rupture des brins d’ADN, mutation chromosomique, diminution de sa capacité de réparation, apoptose, perturbation du système immunitaire

- Martin Pall, 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for eight distinct types of great harm caused by electromagnetic field (EMF) exposures and the mechanism that causes them, **2019**
- Martin Pall, **2018**, Wi-Fi is an important threat to human health, *Environmental Research* 164 (2018) 405-416
- BioInitiative Report 2012: A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation, report updated in **2014 and 2017**
- Smith-Roe, S L , Wyde, M E , Stout, M D , Winters, J W , Hobbs, C A , Shepard, K G , et al , **2017** Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure In: *Environmental Mutagenesis and Genomics Society, Annual Meeting, Raleigh, North Carolina, USA* September 9e1
- Lerchl A et al, Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. **2015**. Available online 6 March 2015
- Blank M, Cell biology and EMF safety standards. *Electromagn Biol Med*. **2014**:1--3.
- Sannino, A , Zeni, O , Romeo, S , Massa, R , Gialanella, G , Grossi, G , Manti, L , Vijayalaxmi, Scarfi, M R , **2014** Adaptive response in human blood lymphocytes exposed to non-ionizing radiofrequency fields: resistance to ionizing radiation-induced damage *J Radiat Res* 55, 210e217
- Sannino, A , Zeni, O , Sarti, M , Romeo, S , Reddy, S B , et al , **2011** Induction of adaptive response in human blood lymphocytes exposed to 900 MHz radio-frequency fields: influence of cell cycle *Int J Radiat Biol* 87, 993e999
- Tillmann T et al, Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS--modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *Int. J. Radiat. Biol*. **2010**;86:529--41.
- Grigoriev, Y G , Grigoriev, O A , Ivanov, A A , Lyaginskaya, A M , Merkulov, A V , Stepanov, V S , et al , **2010** Autoimmune process after long-term low-level exposure to electromagnetic field (experimental results) Part 1 Mobile communications and changes in electromagnetic conditions for the population: need for additional substantiation of existing hygienic standards *Biophysics* 55, 1041e1045
- Panagopoulos DJ et al, Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. *Int J Radiat Biol*. **2010**;86(5):345--57.
- Panagopoulos DJ, Margaritis LH. **2009** Biological and Health Effects of Mobil Telephone Radiations. *Int J Med Biol Front* 2009; 15 (1-2): 33-76
- Ruedinger HW. **2009** Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Pathophysiology*. 16:89- 102
- Olle Johansson, Disturbance of the immune System by electromagnetic fields—A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment, *Pathophysiology* 16, **2009**, p. 157-177.
- Phillips JL, Singh NP, Lai H. **2009** Electromagnetic fields and DNA damage. *Pathophysiology* 16:79-88
- Hazout A, Menezo Y, Madelenat P, Yazbeck C, Selva J, Cohen-Bacrie P. **2008** [Causes and clinical implications of sperm DNA damages]. *Gynecol Obstet Fertil* ;36:1109-1117
- Hardell, L., Sage, C. **2008**. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed. Pharmacother*. 62, 104-109
- Blank M, Goodman R, A mechanism for stimulation of biosynthesis by electromagnetic fields: charge transfer in DNA and base pair separation. *J Cell Physiol*. **2008**;214(1):20--26
- Aitken RJ, De Iuliis GN. **2007** Origins and consequences of DNA damage in male germ cells. *Reprod Biomed Online* 14:727-733
- H. Lai, N.P. Singh, Effects of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on single and double DNA strand breaks in rat brain cells, *Electromag. Biol. Med.*, **2005** (24), p. 23-29.
- Lai H, Singh NP, Magnetic-field-induced DNA Strand Breaks in Brain Cells of the Rat, *Environnemental Health Perspectives*, vol.112, n 6, mai **2004**, p 687-694
- Yakymenko IL, Sidarik EP, Tsybulin AS. **1999** [Metabolic changes in cells under electromagnetic radiation of mobile communication systems]. *Ukr Biokhim Zh* (1999), 2011 Mar Apr:20-28 Adey WR. **1988** Cell membranes: the electromagnetic environment and cancer promotion. *Neurochem Res*.13:671-677
- Goldsmith JR. **1997** Epidemiologic evidence relevant to radar (microwave) effects. *Environ Health Perspect* 105(Suppl 6):1579-1587
- Lai H, Singh, N P, **1997** Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells *Bioelectromagnetics* 18, 446e454
- Littlefield N.A., Hass B.S., “Effect of magnesium on DNA damage from cadmium, nickel, mercury and lead”, *Metal ions in Biology and Medicine*, (**1994**) Paris, pp. 507-512.
- Lyle, D B , Schecher, P , Adey, W R , Lundak, R L , **1983** Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to sinusoidally amplitude-modulated fields *Bioelectromagnetics* 4, 281e292
- Glaser ZR, PhD. **1971** Naval Medical Research Institute Research Report, June 1971. Bibliography of Reported Biological Phenomena (“Effects”) and Clinical Manifestations Attributed to Microwave and Radio-Frequency Radiation. Report No. 2 Revised.

https://scholar.google.com/scholarq=Glaser+naval+medical+microwave+radiofrequency+1972&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C38 (Accessed Sept. 9, 2017)

Bioelectromagnetics. 2006 May;27(4):295-306.

Cancer du sein

West, J G , Kopoor, N S , Liao, S -Y , Chen, J W , Bailey, L , Nagourney, R A , **2013** Multifocal Breast Cancer in Young Women with Prolonged Contact between Their Breast and Their Cellular Phones Case Report Med <https://doi.org/10.1155/2013/354682> <https://doi.org/10.1155/2013/354682>

Etudes épidémiologiques : exposition à long terme et risques cancérigènes

Langer CE, Cardis E et al, Mobile Phone and Cancer: Next Steps. *Epidemiol.* **2014**;25(4):616--17.

Moon IS et al, Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. *Tumor Biol.* **2014**;35:581-87

Coureau G et al, Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case--control study. *Occup Environ Med.* **2014**;71(7):514--22.

West JG et al, Multifocal Breast Cancer in Young Women with Prolonged Contact between Their Breasts and Their Cellular Phones. Hindawi Publishing Corporation , Case Reports in Medicine. **2013**; Article ID 354682.

Hardell L et al, Pooled analysis of case--control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997--2003 and 2007--2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol.* **2013**;43:1036--44.

Zada G et al, Incidence trends in the anatomic location of primary malignant brain tumors in the United States: 1992--2006. *World Neurosurg* **2012**;77(3--4):518--24.

Calsberg M, Hardell L, On the association between glioma, wireless phones, heredity and ionising radiation. *Pathophysiology.* **2012**;19(4):243--52.

Dobes M et al, A multicenter study of primary brain tumor incidence in Australia (2000--2008). *Neuro Oncol* **2011**;13(7):783--90. 1

Cardis E et al, Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. *Occup Environ Med.* **2011**;68:631--40.

Hardell L et al, Re--analysis of risk for glioma in relation to mobile telephone use: comparison with the results of the Interphone international case--control study . *Int J Epidemiol.* **2011**;40:1126--28

Interphone Study Group, Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case--control study. *Cancer Epidemiology.* **2011**;35:453--64

Dode AC et al, Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. *Sci Total Environ.* **2011**;409(19):3649--65.

Interphone Study Group, Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case--control study. *Int J Epidemiol.* **2010**;39:675--94. Appendix 2
http://ije.oxfordjournals.org/content/suppl/2010/05/06/dyq079.DC1/Interphone_Appendix2.pdf

Hardell L et al, Pooled analysis of two case--control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumours diagnosed during 1997--2003. *Int J Oncol.* **2006**;28: 509--18.

Eger H et al, The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer traduction de «Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz». *Umwelt Medizin Gesellschaft.* **2004**;17:4.

Villeneuve PJ et al, Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group. Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men: results from a Canadian population--based case--control study. *Int J Epidemiol.* **2002**;31(1):210--7.

Johansen C et al, Cellular Telephones and Cancer—a Nationwide Cohort Study in Denmark . *J Natl Cancer Inst.* **2001**;93:203--7.

Szmigielski S, Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radio frequency and microwave) electromagnetic radiation. *Sci Total Environ.* **1996**;180(1):9-17.

Augmentation du risque de développement des maladies du spectre autistique

BioInitiative Report 2012: A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation, report updated in 2014 and 2017

M.R. Herbert, C. Sage, Autism and EMF? Plausibility of a pathophysiological link part II, *Pathophysiology*, **2013** <http://www.marthahebert.org/library/Herbert-Sage-2013-AutismEMF> Plausibility Pathophysiological Link-Part 21.pdf

SYSTEME NERVEUX

Atteinte du système nerveux central , maladies neuro-dégénératives (démence sénile, Parkinson, SLA, SEP, Alzheimer)

Davanipour Z, Sobel E. **2009** Long-term exposure to magnetic fields and the risks of Alzheimer's disease and breast cancer: Further biological research. *Pathophysiology* 16:149-156

García, A M , Sisternas, A , Hoyos, S P, **2008** Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis *Int J Epidemiol* 37, 329e340

JOHANSEN C, «Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous System disease in utility workers.» *Epidemiology* **2000** Sep. ; 11 (5) : 539-543. Institute of Cancer Epidemiology, the Danish Cancer Society, Copenhagen.

NOONAN C.W., REIF J.S., YOST M, TOUCHSTONE J., «Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases » *Scand.J.Work Environ.Health* **2002** Feb. ; 28(1) : 42-48. Department of Environmental Health, Colorado State University, United States.

SAVITZ D.A., LOOMIS DP., TSE C.K. «Electrical occupations and neurodegenerative disease : analysis of U.S. mortality data.» *Arch.Environ. Health* **1998** Jan-Feb. ; 53(1) : 71-74. Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina, Chapel Hill 27599-7400, USA.

SAVITZ D.A.CHECKOWAY H, LOOMIS DP., «Magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers.» *Epidemiology* **1998** Jul. ; 9 (4) : 398-404. Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina, Chapel Hill 27599-7400, USA

AHLBOM A., « Neurodegenerative diseases, suicide and depressive symptoms in relation to EMF. » *Bioelectromagnetics* **2001** ; Suppl. 5 : S 132-143. Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

LI C.Y., SUNG F.C., «Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis : a review. » *Am.J.Ind.Med.* **2003** Feb. ; 43 (2) : 212-220. Department of Public Health, Collège of Medicine, Fu-Jen Catholic University, Hsinchuang, Taipei Hsien, Taiwan Republic of China.

HAKANSSON N., GUSTAVSSON P., JOHANSEN C, FLODERUS B., «Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields.» *Epidemiology* **2003** Jul. ; 14(4) : 420-426 ; discussion 427-428. Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

JOHANSEN C, « Electromagnetic fields and health effects-epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous System and arrhythmia-related heart disease. » *Scan.J.Work Environ.Health* **2004** ; 30 Suppl. 1 : 1-30. Department of Psychosocial Cancer Research, Institute of Cancer Epidemiology, The Danish Cancer Society, Copenhagen, Denmark.

SOBEL E., DAVANIPOUR Z., SULKAVA R. , ERKINJUNTTI T., WILKSTROM J, HENDERSON V.W., BUCKWALTER G, BOWMAN J.D., LEE P.J., « Occupations with exposure to electromagnetic fields : a possible risk factor for Alzheimer's disease. » *Am.J.Epidemiol.* **1995** Sep 1 ; 142 (5) : 515-524. Department of Préventive Medicine, University of Southern California, Los Angeles, USA

SOBEL E., DUNN M., DAVANIPOUR Z., QIAN Z., CHUI H.C., « Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure. » *Neurology* **1996** Dec. ; 47(6): 1477-1481. Department of Préventive Medicine, University of Southern California School of Médiante, Los Angeles, 90033, USA.

SOBEL E., DAVANIPOUR Z., « Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer's disease. » *Neurology* **1996** Dec. ; 47(6): 1594-1600. Department of Préventive Medicine, University of Southern California School of Medicine, Los Angeles, 90033, USA.

FEYCHTING M., JONSSON F, PEDERSEN N.L, AHLBOM A., « Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease. » *Epidemiology* **2003** Jul. ; 14(4) : 413-419 ; discussion 427-428. Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

HARMANCI H., EMRE M GURVIT H., BILGIC B., HANAGASI H., GUROL E., SAHIN H., TINAZ S., « Risk factors for Alzheimer disease : a population-based case-control study in Istanbul, Turkey. » *Alzheimer Dis.Assoc.Disord.* **2003** Jul.-Sep. ; 17(3) : 139-145. Department of Public Health, Marmara University Médical Faculty, Istanbul University, Istanbul Médical Faculty, Istanbul, Turkey.

QIU C, FRATIGLIONI L, KARP A., WINBLAD B., BELLANDER T., «Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer's disease. » *Epidemiology* **2004** Nov. ; 15(6) : 687-694. Aging Research Center, Division of Gériatrie, Epidemiology and Medicine, Department of Neurotec, Karolinska Institutet, S-113 82 Stockholm, Sweden.

DAVANIPOUR Z, TSENG C.C., LEE P.J., SOBEL E., «A case-control study of occupational magnetic field exposure and Alzheimer's disease : results from California Alzheimer's Disease Diagnosis and Treatment Centers. » *BMC Neurol.* **2007** Jun. 9 ; 7 : 13. Department of Neurology, Keck School of Medicine, University of Southern California, Los Angeles, CA 90033, USA

Augmentation de la nocivité des ondes électromagnétiques artificielles pulsées versus ondes électromagnétiques naturelles et encourant continu

Batista Napotnik T, Reberšek M, Vernier PT, Mali B, Miklavčič D. **2016** Effects of high voltage nanosecond electric pulses on eukaryotic cells (in vitro): A systematic review. *Bioelectrochemistry.* **2016** Aug;110:1-12 Doi:10.1016/j.bioelechem.2016.02.011

Dimitris J. Panagopoulos^{1,2,3}, Olle Johansson⁴ & George L. Carlo⁵ Polarization: A Key Difference between Man-made and Natural Electromagnetic Fields, in regard to Biological Activity. *Sci. Rep.* 5, 14914; doi: 10.1038/srep14914 (2015)

Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL. 2015 Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies. *BioMed. Res. Int.* 2015, article ID 607053, 8 pages. Doi: 10.1155/2015/607053.

Belyaev, I. 2015. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects. In: *Electromagnetic Fields in Biology and Medicine*, Marko S. Markov, ed, CRC Press, New York, pp 49-67.

Van Boxtel K, Huntoon M, Van Zundert J, Patijn J, van Kleef M, Joosten EA. 2014 Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation. *Reg Anesth Pain Med.* 2014 Mar-Apr;39(2):149-59.

Xu S. et al, Cell Type--Dependent Induction of DNA Damage by 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields Does Not Result in Significant Cellular Dysfunctions. *PLoS One.* 2013;8(1).

Franzellitti S et al, Transient DNA damage induced by high--frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR--8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. *Mutat Res.* 2010;683(1--2):35--42.

Phillips JL, Singh NP, Lai H. Electromagnetic fields and DNA damage. *Pathophysiology.* 2009;16(2--3):79-88

COOK CM, SAUCIER DM, THOMAS A.W, PRATO F.S, «Changes in human EEG alpha activity following exposure to two different pulsed magnetic field sequences» *Bioelectromagnetics* 2008 Jul. 28. [Epub ahead of print]. Department of Neuroscience, University of Lethbridge, Lethbridge, AB, Canada.

Markov MS. 2007 Pulsed electromagnetic field therapy: History, state of the art and future. *The Environmentalist* 27:465-475

Belyaev I. 2005 Non-thermal biological effects of microwaves: current knowledge, further perspective and urgent needs. *Electromagn Biol Med* 24(3):375-403.

Winker R, et al, Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low--frequency electromagnetic fields. *Mutat Res.* 2005;585(1--2):43--9

Diem E et al, Non--thermal DNA breakage by mobile--phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH--R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res.* 2005;583(2):178--83.

Ivancsits S et al, Cell type--specific genotoxic effects of intermittent extremely low--frequency electromagnetic fields. *Mutat Res.* 2005;583(2):184--88.

NUCCITELLI R., «Endogenous electric fields in embryos during development, régénération and wound healing.» *Radiat. Prot. Dosimetry* 2003 ; 106(4):375-383. RPN Research, 144 Carroll St., New Britain, CT 06053, USA

CHERRY N.J., «Human intelligence : the brain, an electromagnetic System synchronised by the Schuman Résonance signal.» *Med. Hypothèses* 2003 Jun ; 60 (6) : 843-844.

Ivancsits S et al, Age--related effects on induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to electromagnetic fields. *Mech Ageing Dev.* 2003;124(7):847--50

Ivancsits S et al, Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely--low--frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. *Mutat Res.* 2002;519(1--2):1--13.

GRIGORIEV Yu.G, STEPANOV V.S., «Microwave effect on embryo brain : dose dependence and the effect of modulation.» *Bioelectromagnetics Society. Annual Meeting, 1998 Jun. 7-11. St Peter's Beach, Florida, USA. Institute of Biophysics, Moscow Centre of Electromagnetic Safety, Moscow, Russia.*

FARRELL J.M, LITOVITZ T.L, PENAFIEL M, MONTROSE C.J, DOINOV P., BARBER M, BROWN KM, LITOVITZ T.A, «The effect of pulsed and sinusoidal magnetic fields on the morphology of developing chick embryos.» *Bioelectromagnetics* 1997 ; 18(6) : 431-438. Vitreous State Laboratory, Catholic University of America, Washington, DC 20064, USA.

Grigor'ev YuG. 1996 [Role of modulation in biological effects of electromagnetic radiation]. *Radiat Biol Radioecol* 36:659-670.

Creighton MO, Larsen LE, Stewart-DeHaan PJ, Jacobi JH, Sanwal M, Baskerville JC, Bassen HE, Brown DO, Trevithick JR. 1987 In vitro studies of microwave-induced cataract. II. Comparison of damage observed for continuous wave and pulsed microwaves. *Exp Eye Res* 45:357-373.

KUES H.A., HIRST L.W, LUTTY G.A, D'ANNA S.A, N DUNKELBERGER GR, «Effects of 2.45-GHz microwaves on primate corneal endothelium.» *Bioelectromagnetics* 1985 , 6(2) : 177-188.

Frey AH. 1974 Differential biologic effects of pulsed and continuous electromagnetic fields and mechanisms of effect. *Ann N Y Acad Sci* 238: 273-279.

Pollack H, Healer J. 1967 Review of Information on Hazards to Personnel from High Frequency Electromagnetic Radiation. Institute for Defense Analyses; Research and Engineering Support Division. IDA/HQ 67-6211, Series B, May 1967

Osipov YuA, 1965 [Labor hygiene and the effect of radiofrequency electromagnetic fields on workers]. Leningrad Meditsina Publishing House, 220 pp.

Evaluation systématique des effets sanitaires transitoires concernant l'exposition aux hyperfréquences

Vocht F, Olsen RG : Systematic review of the exposure Assessment and Epidémiology of High Frequency voltage Transients : 2016 *Front Public Health*;4-52 ; epub 2016 Mar 29

Effets thermiques et non thermiques des rayonnements non ionisants de faible intensité : un état des lieux international

Belpomme D., Hardell L, Belyaev I, Burgio E, Carpenter DO : “*Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective.*”. *International Environmental Pollution* 242(2018) 643e658 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019> 0269-7491

IMPACT DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES SUR L'ANIMAL

Conséquences similaires sur l'animal au niveau cognitif et comportemental (agitation, altération de la mémoire spatiale, stress...)

Kumari, K , Kolviato, H , Viluksela, M , Paidanius, K M A , Maritinen, M , Hilitunen, M , et al , **2017** Behavioral testing of mice exposed to intermediate frequency magnetic fields indicates mild memory impairment *PLoS One* 12, e188880

Shahin, S , Banerjee, S , Swarup, V , Singh, S P , Chaturvedi, C M , **2017** 2 45 GHz microwave radiation impairs hippocampal learning and spatial memory: involvement of local stress mechanism induced suppression of iGluR/ERK/CREB signaling *Toxicol Sci* 161, 349e374

Deshmukh, P S , Nasare, N , Megha, K , Banerjee, B D , Ahmed, R S , Singh, D , et al , **2015** Cognitive impairment and neurogenotoxic effects in rats exposed to low-intensity microwave radiation *Int J Toxicol* 34, 284e290

Bas, O , Odaci, E , Kaplan, S , Acer, N , Uçok, K , Colakoglu, S , **2009** 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat *Brain Res* 1265, 178e185

COLLUSION ENTRE GOUVERNEMENTS, AGENCES SANITAIRES ET INDUSTRIELS

Liens entre l'OMS (Département Santé publique, déterminants sociaux et environnementaux de la santé, Genève), l'ICNIRP et les industriels de la téléphonie mobile et des technologies sans fil

Hardell, L , **2017** World Health Organization, radiofrequency radiation and health e a hard nut to crack (Review) *Int J Oncol* 51, 405e413

Starkey, S J , **2016** Inaccurate official assessment of radiofrequency safety by the Advisory Group on Non-ionizing radiation *Rev Environ Health* 31, 493e501

RUBIN G.J., DAS MUNSHI J., WESSELY S., «A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity. » *Psychother. Psychosom.* **2006**; 75(1) : 12-18. Mobile Phones Research Unit, Division of Psychological Medicine, Institute of Psychiatry and Guy's, King's and St Thomas' School of Medicine, King's College London, UK.

BERO LA., «Managing financial conflicts of interest in research. ». *J.Am.Coll.Dent.* **2005** Summer ; 72(2): 4-9 Department of Clinical Pharmacy and Health Policy, University of

BEKELMAN JE., LI Y, GROSS C.P., « Scope and impact of financial conflicts of interests in biomedical research : a systematic review. ». *JAMA* **2003** Jan. 22-29 ; 289 (4) : 454-465. Department of Medicine, Yale University School of Medicine, New Haven, Conn 06520, USA. of California, San Francisco, USA.

Normes d'exposition

PALL M ; : Captured Agency: How the Federal Communications Commission Is Dominated by the Industries It Presumably Regulates, by Norm Alster. Published by Edmond J. Safra Center for Ethics, Harvard University. An e-book under the Creative Commons 4.0 License:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Les effets perturbateurs des émetteurs d'ondes électromagnétiques

Le courant électrique 50 Hz : Pylônes et Lignes (Basse, Moyenne et Très haute tension) : troubles psychologiques, dépression sévère, cancer et leucémie

MILHAM S., OSSIANDER E.M., « Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak. » *Med Hypotheses* **2001** Mar ; 56 (3) : 290-295. Washington State Department of Health, Olympia, Washington, USA.

BEALE IL, PEARCE N.E, CONROY DM, HENNING MURRELL K.A, « Psychological effects of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in human living near extra-high-voltage transmission lines. » *Bioelectromagnetics* **1997** ; 18(8) : 584-594. Department of Psychology, University of Auckland, New Zealand.

VERKASALO P.K, KAPRIO J, VARJONEN J, ROMANOV HEIKKILA K, KOSKENVUO M, « Magnetic fields of transmission lines and depression. » *Am.J.Epidemiol.* **1997** Dec 15 ; 146(12) : 1037-1045. Department of Public Health, University of Helsinki, Finland.

VERKASALO P.K, « Magnetic fields and leukemia-risk for adults living close to power lines. » *Scand.J.Work Environ.Health* **1996** ; 22Suppl2 : 1-56. Department of Public Health, University of Helsinki, Finland

HARDELL L, HOLMBERG B., MALKER H., PAULSSON LE., « Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and the risk of malignant diseases - an evaluation of epidemiological and experimental findings. » *Eur.J.Cancer Prev.* **1995** Sep ; 4 Suppl 1 : 3-107. Department of Oncology, Orebro Medical Centre, Sweden.

FEYCHTING M, SCHULGEN G, OLSEN J.H., AHLBOM A., « Magnetic fields and childhood cancer- a pooled analysis of two Scandinavian studies » *Eur.J.Cancer.* **1995** Nov ; 31A (12) : 2035-2039. Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

TOMENIUS L, « 50-Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County. » *Bioelectromagnetics* **1986** ; 7 (2) : 191-207

WERTHEIMER N., LEEPER E., « Magnetic field exposure related to cancer subtypes. » *Ann.N.Y.Acad.Sci.* **1987** ; 502 : 43-54. Department of Preventive Medicine and Biometrics, University of Colorado Medical Center, Denver 80262.

WERTHEIMER M., LEEPER E., « Adult cancer related to electrical wires near the home. » *Int.J.Epidemiol.* **1982** Dec. ; 11 (4) : 345-355.

Augmentation du risque de leucémie infantile (proximité lignes THT, antennes radio de très haute intensité) et du risque de cancer (extrêmement basses fréquences)

Michelozzi, P, Capon, A, Kirchmayer, U, Forastiere, F, Biggeri, A, Barca, A, Perucci, C A, **2002** Adult and childhood leukemia near a high-power radio station in Rome *Am J Epidemiol* 155, 1096e1103

Ahlbom, A, Day, N, Feychting, M, Roman, E, Skinner, J, Dockerty, J, et al, **2000** A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia *Br J Canc* 843, 692e698

Greenland, S, Sheppard, A R, Kaune, W T, Poole, C, Kelsh MA for the Childhood LeukemiaEMF Study Group, **2000** A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia *Epidemiology* 11, 624e634

Le courant électrique 50 Hz : câbles et lignes électriques, appareils domestiques

Diminution de l'attention, troubles du sommeil et de mémorisation, baisse de l'immunité et risque de suicide, leucémie chez l'enfant, cancer du sein, fausses couches ; risques accrus chez les professionnels de l'électricité avec troubles cardio-vasculaires

SCHUZ J., SVENDSEN A.L., LINET M.S., McBRIDE ML, ROMAN E., FEYCHTING M., KHEIFETS L, LIGHTFOOT T., MEZEI G., SIMPSON J., AHLBOM A., « Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia : an extended pooled analysis. » *Am.J.Epidemiol.* **2007** Aug. 1 ; 166(3) : 263-269. Epub 2007 May 7. Institute of Cancer Epidemiology, Danish Cancer Society, Copenhagen, Denmark.

KABUTO M, NITTA H, YAMAMOTO S, YAMAGUCHI N, AKIBA S., HONDA Y., HAGIHARA J., ISAKA K., SAITO T., OJIMA T., NAKAMURA Y., MIZOUE T., ITO S., EBOSHIDA A., YAMAZAKI S., SOKEJIMA S., KUROKAWA Y., KUBO O., «Childhood leukemia and magnetic fields in Japan : a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan.» *IntJ.Cancer* **2006** Aug. 1 ; 119(3) : 643-650. National Institute for Environmental Studies, Ibaraki, Japan

BONHOMME-FAIVRE L, MARION S., FORESTIER F., SANTINI R., AUCLAIR H., « Effects of electromagnetic fields on the immune Systems of occupationally exposed humans and mice. » *Arch.Environ.Health* **2003** Nov. ; 58(11) : 712-717. Department Pharmacy, Laboratory of Pharmacology, Hôpital Paul Brousse, Villejuif, France.

KAUNE W.T., MILLER M.C, LINET M.S., HATCH E.E., KLEINERMAN R.A., WACHOLDER S., MOHR A.H., TARONE R.E., HAINES C., « Magnetic fields produced by hand held hair dryers, stereo headsets, home sewing machines, and electric docks. » *Bioelectromagnetics* **2002** Jan. ; 23 (1) : 14-25. EM Factors, Richland, Washington, USA.

KUNDI M., «EMFs and childhood leukemia.» *Environ. Health Perspect.* 2007 Aug. ; 115(8): A 395. Institute of Environmental Health, Center for Public Health, Médical University of vienna, Vienne, Austna. SCHUZ J, GRIGAT J.P., BRINKMANN K., MICHAELIS J., «Residential magnetic fields as a risk for childhood acute leukaemia : results from a German population-based case-control study.» *IntJ.Cancer* **2001** Mar. 1 ; 91 (5) : 728-735. institute for Médical Statistics and Documentation, University of Mainz, Mainz, Germany.

AHLBOM A, DAY N., FEYCHTING M., ROMAN E., SKINNER J., DOCKERTY J., LINET M., McBRIDE M., MICHAELIS J., OLSEN J.H., TYNES T., VERKASALO P.K., « A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. » *Br.J.Cancer.* **2000** Sep. ; 83(5) : 692-698. Division of Epidemiology, National Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

GREENLAND S., SHEPPARD A.R., KAUNE W.T., POOLE C, KELSH M.A., «A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group.» *Epidemiology* **2000** Nov. ; 11 (6) : 624-634. Department of Epidemiology, UCLA School of Public Health, Los Angeles, CA, USA.

AKERSTEDT T., ARNETZ B., FICCA G, PAULSSON LE., KALLNER A., «A 50-Hz electromagnetic field impairs sleep » *JSleepRes.* **1999** Mar. ; 8(1) : 77-81. National Institute for Psychosocial Factors and Health, Karolinska Institute , Stockholm, Sweden

'PREECE A.W., WESNES K.A., IWI G.R., «The effect of a 50 Hz magnetic field on cognitive function in humans.» *Int.J.Radiat.Biol.* **1998** Oct. ; 74 (4) : 463-470. Department of Médical Physics and Bioengineering, Bristol Oncology Centre, UK.

LINET M.S., HATCH E.E., KLEINERMAN R.A., ROBISON L.L., KAUNE W.T., FRIEDMAN DR., SEVERSON R.K., HAINES CM., HARTSOCK C.T., NIWA S, WACHOLDER S, TARONE R.E., « Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children.» *N.Engl.J.Med.* **1997** Jul. 3 ; 337(1) : 1-7. Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Bethesda, MO 20892-7362, USA.

BOWMAN J.D., THOMAS D.C., LONDON S.J. PETERS J.M., « Hypothesis : the risk of childhood leukemia is related to combinations of power-frequency and static magnetic fields. » *Bioelectromagnetics* **1995** ; 16(1) : 48-59. Department of Préventive Medicine, University of Southern California, Los Angeles, USA.

Lidbury R.P., Sloma T.R., Sokolik R. and Yaswen P., « ELF magnetic fields, breast cancer and melatonin : 60 Hz fields block melatonin's oncostatic action on ER + breast cancer cell proliferation. *J. Pineal Res.* **1993** ; 14 : 89-97.

Stevens R.G., Davis S., Thomas D.B., Anderson L.E. and Wilson B.W., « Electric power, pineal function, and the risk of breast cancer », *FASEB J*, **1992** ; 6 : 853-860.

LYLE D.B., WANG X.H., AYOTTE R.D., SHEPPARD A.R., ADEY W.R., «Calcium uptake by leukemic and normal T-lymphocytes exposed to low frequency magnetic fields.» *Bioelectromagnetics* **1991** ; 12(3) : 145-156. Center for Devices and Radiological Health, Food and Drug Administration, Rockville, Maryland.

WERTHEIMER N., LEEPER E., Re : « Acute Nonlymphocytic Leukemia and Residential Exposure to Power-Frequency Magnetic Fields ». *Am.J.Epidemiol.* **1989** Aug. ; 130(2) : 423-427. Department of Préventive Medicine, University of Colorado Health Sciences Center, Denver 80262.

LYLE D.B., AYOTTE R.D., SHEPPARD A.R., ADEY W.R., «Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to 60-Hz sinusoidal electric fields.» *Bioelectromagnetics* **1988** ; 9 (3) : 303-313. Research Service, Jerry L. Pettis Memorial Vétérans Hospital, Loma Linda, CA 92357.

SAVITZ D.A., WACHTEL H., BARNES F.A., JOHN E.M., TVRDIK J.G., « Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. » *Am.J.Epidemiol.* **1988** Jul. ; 128(1) : 21-38. Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina, Chapel Hill 27599, USA.

Impact des émetteurs radio et TV

139. CHERRY N., Re : « Cancer Incidence near Radio and Télévision Transmitters in Great Britain . I. Sutton Coldfield Transmitter ; II. AH high power transmitters. » (Letter) *Am.J.Epidemiol.* 2001 ; 153 : 204-205. Environmental Management and Design Division, Lincoln University, Canterbury,

137. DOLK H., SHADDICK G., WALLS P., GRUNDY C, THAKRAR B., KLEINSCHMIDT I., ELLIOTT P., « Cancer Incidence near Radio and Télévision Transmitters in Great Britain . I. Sutton Coldfield Transmitter. » *Am.J.Epidemiol.* **1997** Jan. 1 ; 145(1) : 1-9. Department of Public Health and Policy, London School of Hygiène and Tropical Medicine, England.

138. DOLK H, ELLIOTT P., SHADDICK G, WALLS P., THAKRAR B., « Cancer Incidence near Radio and Télévision Transmitters in Great Britain. II. Ail high power transmitters. » *Am.J.Epidemiol.* **1997** Jan. 1 ; 145(1) : 10-17. Department of Public Health and Policy, London School of Hygiène and Tropical Medicine, England.

Dernières nouvelles de l'ANSES

Suite à toutes les études au niveau international depuis 3 décennies, on peut s'étonner de la pérennisation des recherches organisée par l'ANSES en concertation avec nos tutelles de santé et notre gouvernement concernant les mécanismes d'action physiologiques et cellulaires générés par les ondes électromagnétiques et leurs risques « éventuels ».

21 oct 2019 l'ANSES : téléphone portable à proximité du corps « les résultats des études scientifiques ne permettent pas d'exclure l'apparition d'effets biologiques chez l'homme ». Les tests doivent être réalisés au contact du corps et non plus à 5mm

Décret et arrêté paru au JO du 17 novembre 2019:

- Ø Affichage du DAS à d'autres équipements que le tel port
- Ø Recommandations pour la protection de la femme enceinte, le bas ventre des adolescents
- Ø Dissuasion au moins de 14 ans quant à l'utilisation des radios technologies
- Ø Informations aux publics vulnérables comme les épileptiques

ANSES nov 2019/ oct 2020

Appel à projets de recherche sur le thème «radio fréquences et santé».

Il porte principalement sur l'évaluation et l'analyse des risques liés aux radiofréquences pour la santé humaine, en population générale ou au travail.

- Ø Recherche de mécanismes d'action des radiofréquences au niveau cellulaire
- Ø Recherche d'effets physiologiques ou sanitaires des radiofréquences
- Ø Hypersensibilité électromagnétique
- Ø Caractérisation des expositions

« Ce ne sont pas les informations qui nous font défaut, ce qui nous manque, c'est le courage de comprendre ce que nous savons déjà et d'en tirer les conséquences »

Sven LINDQVIST

Résumé

Le peroxy-nitrite est un oxydant biologique puissant formé par la réaction de deux radicaux libres, le superoxyde et le monoxyde d'azote. Il inflige des dommages sévères à la plupart des biomolécules – protéines, lipides et acides nucléiques – par des processus d'oxydation directe ou par la génération secondaire de radicaux libres très réactifs. Lorsque ces dommages atteignent un seuil critique, ils entraînent la mort cellulaire par nécrose ou apoptose. Une production excessive de peroxy-nitrite joue un rôle clé dans les lésions et dysfonctions d'organes associées au choc circulatoire et à l'ischémie-reperfusion. Dans ces conditions, diverses métalloporphyrines de synthèse capables de dégrader le peroxy-nitrite ont d'importants effets bénéfiques chez l'animal, et pourraient ainsi représenter de nouveaux agents pharmacologiques dans le futur.

Introduction

Un radical libre est un atome ou une molécule possédant un (ou plusieurs) électron(s) non pairé(s) dans son orbite externe. Cette propriété confère au radical la capacité de soustraire un ou plusieurs électrons à d'autres atomes ou molécules afin d'apparier son (ses) électron(s) célibataire(s), ce processus correspondant à un phénomène d'oxydation. Ce phénomène est aussi réalisé par des espèces chimiques non radicalaires, mais dont le potentiel d'oxydo-réduction est suffisamment élevé pour s'approprier les électrons d'autres atomes ou molécules. Collectivement, de telles espèces chimiques (radicalaires et non radicalaires) sont appelées des oxydants.¹

Historiquement, le travail princeps identifiant la présence de radicaux libres dans du matériel biologique est celui de Commoner en 1954,² mais ce n'est qu'en 1969, avec la découverte par McCord et Fridovitch³ d'une protéine (la superoxyde dismutase) capable d'éliminer le radical superoxyde $O_2^{\cdot-}$ qu'un rôle significatif des radicaux est formellement considéré. En 1980, Furchgott et Zawadzki⁴ rapportent que l'endothélium vasculaire produit une substance vasodilatatrice, identifiée quelques années plus tard par Ignarro⁵ comme étant un radical gazeux, le monoxyde d'azote, $NO \cdot$. Finalement, en 1990, Beckman⁶ démontre que $O_2^{\cdot-}$ et $NO \cdot$ se combinent rapidement pour générer une molécule au fort pouvoir oxydant, le peroxy-nitrite ($ONOO^-$), dont nous nous proposons ici de résumer quelques-uns des aspects essentiels.

Mécanismes de formation du peroxy-nitrite

Les oxydants appartiennent à deux familles principales, les «espèces réactives d'oxygène» (ERO), dont le parent est $O_2^{\cdot-}$, et les «espèces réactives d'azote» (ERN), dont le parent est $NO \cdot$,¹ comme cela est résumé dans la figure 1. Les principales sources d' $O_2^{\cdot-}$ sont la chaîne respiratoire mitochondriale, la nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADPH) oxydase et la xanthine oxydo-réductase. Dans la mitochondrie, une fuite naturelle de petites quantités d'électrons de la chaîne des cytochromes vers la matrice mitochondriale entraîne la réduction partielle de l'oxygène en $O_2^{\cdot-}$, rapidement éliminé par la superoxyde dismutase (SOD). Dans des situations d'hypoxie, ce

phénomène s'accroît et dépasse les capacités de la SOD, provoquant une formation excessive d' $O_2^{\cdot -}$. La NADPH oxydase est une enzyme leucocytaire et endothéliale, produisant $O_2^{\cdot -}$ sous l'effet de stimuli inflammatoires variés. La xanthine oxydo-réductase, ubiquitaire, catalyse le catabolisme des purines en acide urique. Normalement, cette enzyme fonctionne comme une déshydrogénase utilisant le NAD^+ comme accepteur d'électrons. Dans des situations pathologiques, notamment l'hypoxie, elle est convertie en oxydase, qui transfère un électron sur l'oxygène pour former $O_2^{\cdot -}$. Quant au NO ; il est produit à partir de L-arginine et d'oxygène par l'enzyme NO synthase (NOS), existant sous plusieurs isoformes (endothéliale, neuronale, inducible et mitochondriale).^{1,7}

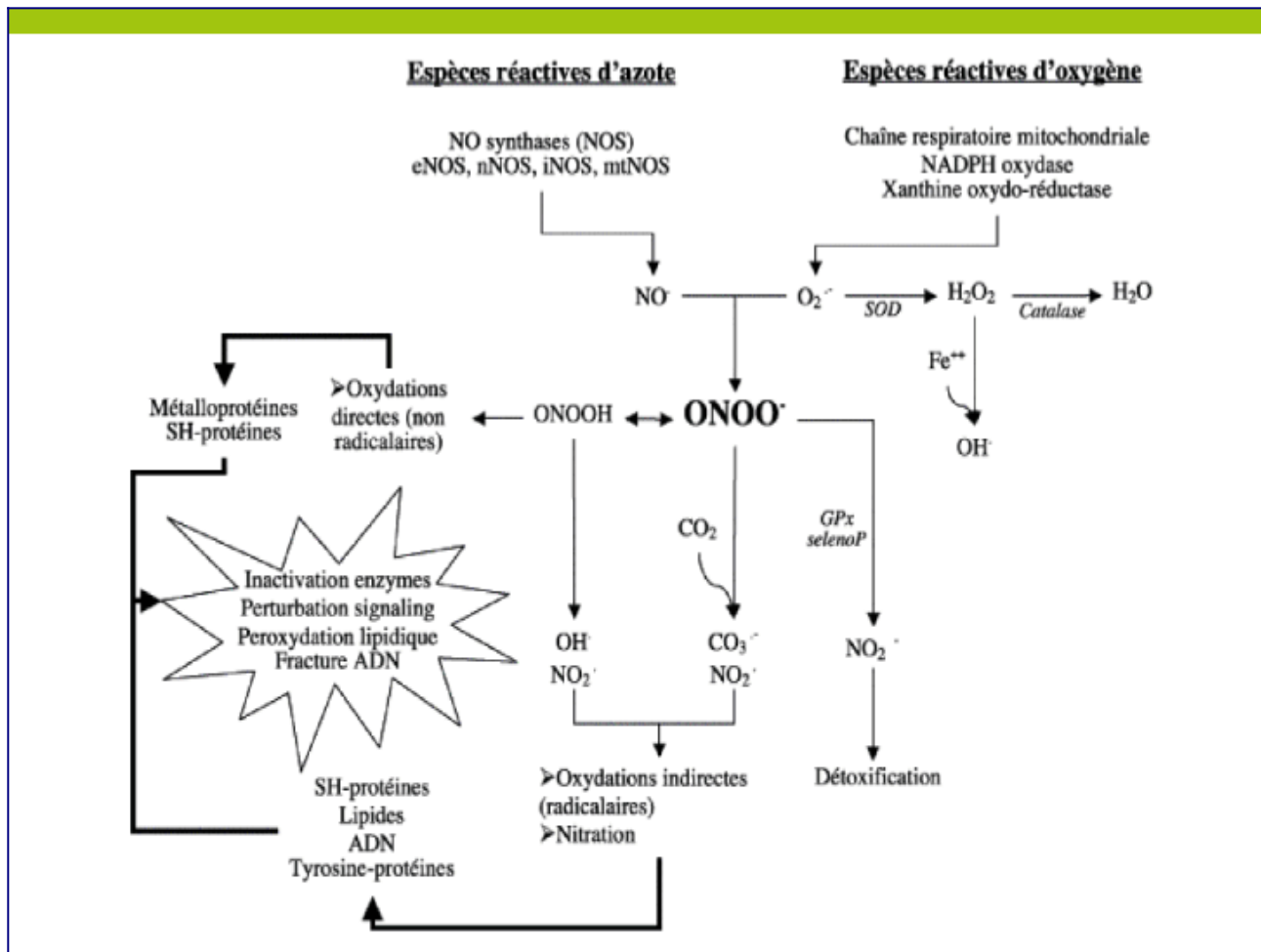


Figure 1. Chimie biologique du peroxynitrite

Les oxydants et radicaux libres appartiennent à deux familles, les espèces réactives d'azote, issues du monoxyde d'azote (NO), et les espèces réactives d'oxygène, issues du superoxyde $O_2^{\cdot -}$. NO est produit par les NO synthases (NOS), dont il existe 4 isoformes : endothéliale (eNOS), neuronale (nNOS), inducible (iNOS) et mitochondriale (mtNOS). Les sources d' $O_2^{\cdot -}$ sont les mitochondries, la nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADPH) oxydase et la xanthine oxydo-réductase. $O_2^{\cdot -}$ est normalement détoxifié par la superoxyde dismutase (SOD) en peroxyde (H_2O_2), lui-même détoxifié en eau par la catalase. En présence de métaux, H_2O_2 est converti en radical hydroxyl ($OH\cdot$), très toxique (réaction de Fenton). $O_2^{\cdot -}$ et NO se combinent spontanément pour former le peroxynitrite $ONOO\cdot$, en équilibre avec l'acide peroxynitrique $ONOOH$, qui peuvent tous deux oxyder directement des protéines contenant des groupes sulfhydryls SH et des métaux (principalement Fe, Cu et Mn). $ONOO\cdot$ peut aussi réagir avec le gaz carbonique CO_2 pour générer les radicaux carbonate ($CO_3^{\cdot -}$) et dioxyde d'azote ($NO_2\cdot$), ou se dégrader spontanément par fission homolytique en $OH\cdot$ et $NO_2\cdot$. Ces radicaux oxydent toutes les biomolécules (protéines, lipides, ADN) et le $NO_2\cdot$ peut aussi nitrater les résidus tyrosine dans les protéines. Lorsque les altérations moléculaires provoquées par $ONOO\cdot$ sont sévères, elles entraînent la mort cellulaire par nécrose ou apoptose. Alternativement, si la production de $ONOO\cdot$ est modeste, il peut être totalement détoxifié par décomposition en nitrite (NO_2^-) sous l'action de diverses sélénoprotéines, principalement la glutathion peroxydase (GPx) et la sélénoprotéine P (selenoP).

Les deux radicaux $O_2^{\cdot -}$ et $NO\cdot$ sont modérément toxiques individuellement, mais lorsqu'ils sont produits à proximité l'un de l'autre, ils se combinent immédiatement pour former un oxydant puissant, non radicalaire, le peroxynitrite ou $ONOO\cdot$. Cette réaction n'est limitée que par la capacité de diffusion de $NO\cdot$ et $O_2^{\cdot -}$. En d'autres termes, chaque fois que les deux radicaux se rencontrent,

ils génèrent ONOO^- . Dans certaines conditions où la formation de NO^\cdot et d' $\text{O}_2^\cdot-$ est augmentée en parallèle (par exemple inflammation, ischémie-reperfusion), des concentrations de ONOO^- atteignant 50-100 μM par minute peuvent être générées. La demi-vie de ONOO^- est de 10-20 ms à pH physiologique, lui permettant de diffuser sur des distances de 5-20 μm , correspondant à 1-2 diamètres cellulaires et donc d'exercer de multiples effets biologiques.¹

L'homéostasie redox est garantie par divers antioxydants comportant des enzymes, principalement la SOD, qui convertit $\text{O}_2^\cdot-$ en peroxyde (H_2O_2), et la catalase, qui transforme H_2O_2 en eau. H_2O_2 , non radicalaire, peut être transformé en radical hydroxyl, OH^\cdot , beaucoup plus réactif, en présence de métaux (réaction de Fenton). D'autres antioxydants incluent le glutathion (GSH), l'ascorbate (vitamine C) et l' α -tocophérol (vitamine E), agissant comme trappes à radicaux.¹ ONOO^- est quant à lui détoxifié par des molécules incorporant du sélénium, telles la glutathion peroxydase, la sélénoprotéine P, la sélénométhionine et la sélénocystéine. On parle de stress oxydatif ou nitrosatif lorsque les capacités de ces systèmes sont dépassées par une production excessive d'ERO ou d'ERN.¹

Réactivité et principaux effets biologiques du peroxynitrite

La chimie oxydative de ONOO^- dépend de deux types de réactions, directes et indirectes (figure 1). Les oxydations directes touchent les métaux de transition -Fe, Cu et Mn- et les groupements sulfhydryls -SH- dans les protéines. Les oxydations indirectes sont liées à la formation de radicaux très réactifs lors de la réaction spontanée de ONOO^- avec le gaz carbonique (CO_2), générant les radicaux $\text{CO}_3^\cdot-$ (carbonate) et NO_2^\cdot (dioxyde d'azote radicalaire), et lors de la fission homolytique (rupture de liaison covalente) de ONOO^- , générant les radicaux OH^\cdot et NO_2^\cdot . Toutes les biomolécules protéines, lipides et acides nucléiques sont oxydées par ces radicaux. De plus, NO_2^\cdot introduit une modification particulière, la nitration, au niveau de l'acide aminé tyrosine dans les protéines, formant de la nitrotyrosine dont la détection est employée comme marqueur de la génération de ONOO^- .¹

Les altérations protéiques médiées par ONOO^- entraînent dans la plupart des cas une perte de fonction. Ceci est particulièrement remarquable pour de nombreuses enzymes mitochondriales, comme les complexes I, II, IV et V de la chaîne respiratoire dont l'inhibition abolit la synthèse d'adénosine triphosphate (ATP). ONOO^- inactive aussi des protéines de la membrane mitochondriale, notamment les protéines constituant le «pore de transition mitochondrial», et la SOD, amplifiant ainsi le stress oxydatif.^{1,8} Dans de rares cas, la protéine modifiée par ONOO^- est activée. C'est le cas des métalloprotéinases de matrice, dont l'activation par ONOO^- a été impliquée dans la dysfonction cardiaque après infarctus du myocarde expérimental.⁹ Une autre conséquence des modifications protéiques par ONOO^- est la modulation du signaling cellulaire.^{1,8} Les signaux sont transmis par phosphorylation et déphosphorylation de résidus tyrosine, sérine ou thréonine, médiées par des kinases et des phosphatases. La nitration de résidus tyrosine par ONOO^- peut prévenir leur phosphorylation et inhiber les signaux reposant sur la formation de phosphotyrosine. A l'inverse, ONOO^- inactive par oxydation de nombreuses phosphatases, entraînant une persistance de la phosphorylation et une amplification des signaux. Parmi les conséquences de ces effets, relevons particulièrement l'activation des mitogen-activated protein kinases (MAP kinases), impliquées dans la régulation de l'apoptose et de l'inflammation, ainsi que la modulation du facteur

de transcription NF- κ B, un régulateur majeur de l'inflammation, comme nous l'avons démontré dans des cellules cardiaques et endothéliales.^{1,10,11}

ONOO⁻ peut aussi soustraire un électron aux acides gras polyinsaturés entraînant la peroxydation et la dégradation de lipides membranaires, ainsi que l'oxydation de lipoprotéines, notamment les LDL. Les LDL ainsi oxydées jouent un rôle dans l'athérogenèse, en favorisant l'accumulation de cholesteryl esters oxydés dans la paroi vasculaire.¹ Au niveau des acides nucléiques, ONOO⁻ attaque les nucléobases et le squelette ribose-phosphate, provoquant des mutations et des fractures de l'ADN. Lors de stress oxydatif majeur, les fractures de l'ADN activent une enzyme nucléaire, la poly(ADP-ribose) polymérase (PARP), responsable, entre autres, d'une dégradation du NAD⁺ à l'origine d'une réduction majeure des processus bioénergétiques cellulaires.¹²

Peroxynitrite et mort cellulaire

Lorsque la production de ONOO⁻ est suffisamment élevée ou prolongée, le stress cellulaire conduit à la mort par apoptose (stress modéré) ou nécrose (stress intense). L'apoptose est secondaire aux altérations mitochondriales (inhibition de la chaîne respiratoire, oxydation des protéines du pore de transition) induites par ONOO⁻, entraînant la perméabilisation de la mitochondrie et la libération de facteurs pro-apoptotiques dans le cytoplasme, notamment le cytochrome c. En cas d'agressions oxydatives plus sévères, des dégâts mitochondriaux plus marqués ainsi que l'activation de la PARP provoquent une baisse critique de l'ATP, conduisant à la mort par nécrose.¹

Implications cliniques du peroxynitrite

De nombreuses affections critiques sont associées avec le développement simultané d'un stress oxydatif et nitrosatif, par l'activation des mécanismes de production d'O₂⁻ et de NO \cdot . C'est le cas du choc circulatoire, de l'ischémie-reperfusion, de la transplantation d'organes et des états inflammatoires systémiques, où une formation excessive de ONOO⁻ a été démontrée.¹

L'implication de ONOO⁻ dans les lésions et dysfonctions d'organes dans ces situations a pu être précisée grâce au développement de molécules catalysant la décomposition de ONOO⁻. Ces molécules sont toutes des métalloporphyrines contenant du fer ou du manganèse, qui inactivent rapidement ONOO⁻ en le réduisant en nitrite (NO₂⁻) non toxique.⁸ Plusieurs métalloporphyrines de synthèse actuellement à un stade de développement avancé (FP-15, WW-85, AEOL-10150) devraient être prochainement testées en clinique.⁸

Le rôle de ONOO⁻ a notamment été bien évalué dans le choc septique et l'infarctus du myocarde. Au cours du choc septique expérimental, un excès de ONOO⁻ a été détecté dans la plupart des organes, en particulier les vaisseaux sanguins, les poumons et le cœur.¹ Chez l'homme, des concentrations élevées de nitrotyrosine sont détectables dans le plasma de patients septiques et sont corrélées avec la sévérité du choc.^{8,13} Des études ont montré que ONOO⁻ oxyde et inactive les catécholamines, un phénomène qui pourrait être impliqué dans le collapsus circulatoire au cours du choc septique.¹⁴ Cette hypothèse est corroborée par l'amélioration de la contractilité artérielle et cardiaque consécutive à l'élimination de ONOO⁻ par diverses métalloporphyrines chez l'animal septique.⁸

Au cours de l'infarctus du myocarde et de l'insuffisance cardiaque, il existe de multiples preuves de la formation et d'un rôle délétère de ONOO⁻. Nous avons notamment démontré¹⁵ l'implication de ONOO⁻ dans le développement de la nécrose et de l'apoptose des cardiomyocytes au cours de

l'infarctus chez le rat, ainsi que ses effets inotropes négatifs très marqués dans un modèle d'insuffisance cardiaque aiguë chez la souris.¹⁶ Chez l'homme, des données récentes indiquent que ONOO⁻ joue un rôle clé au cours de l'insuffisance cardiaque chronique, en inhibant les flux calciques intracellulaires par nitration et inactivation de la pompe calcique sarcoplasmique SERCA2a.¹⁷

Outre le choc et l'ischémie-reperfusion, de nombreuses études font également état d'un rôle pathogénique du peroxy-nitrite dans des situations aussi diverses que le diabète, les maladies dégénératives du système nerveux, les maladies inflammatoires de l'intestin, l'hypertension et le cancer, pour lesquelles nous référons le lecteur intéressé à d'exhaustives revues récentes.^{1,8}

Conclusion

Le peroxy-nitrite est une molécule à fort pouvoir oxydant, issu de la réaction spontanée entre le radical superoxyde et le monoxyde d'azote. Sa réactivité chimique lui permet d'infliger des dommages oxydatifs multiples, pouvant entraîner la mort cellulaire par nécrose ou apoptose. La formation de peroxy-nitrite émerge comme un mécanisme important de lésions tissulaires dans de nombreuses pathologies comme le choc circulatoire et l'ischémie-reperfusion. Par conséquent, des stratégies thérapeutiques visant à éliminer le peroxy-nitrite pourraient s'avérer très efficaces dans ces situations.

Bibliographie

- 1 * Pacher P, Beckman JS, Liaudet L. Nitric oxide and peroxy-nitrite in health and disease. *Physiol Rev* **2007**;87:315-424.
- 2 Commoner B, Townsend J, Pake GE. Free radicals in biological materials. *Nature* **1954**;174:689-91.
- 3 McCord JM, Fridovich I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocyte (hemocuprein). *J Biol Chem* **1969**;244:6049-55.
- 4 Furchgott RF, Zawadzki JV. The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature* **1980**;288:373-6.
- 5 Ignarro LJ, Adams JB, Horwitz PM, Wood KS. Activation of soluble guanylate cyclase by NO-hemoproteins involves NO-heme exchange. Comparison of heme-containing and heme-deficient enzyme forms. *J Biol Chem* **1986**;261:4997-5002.
- 6 Beckman JS, Beckman TW, Chen J, Marshall PA, Freeman BA. Apparent hydroxyl radical production by peroxy-nitrite : Implications for endothelial injury from nitric oxide and superoxide. *Proc Natl Acad Sci USA* **1990**;87:1620-4.
- 7 * Liaudet L, Soriano FG, Szabo C. Biology of nitric oxide signaling. *Crit Care Med* **2000**;28(Suppl.4):N37-52.
- 8 * Szabo C, Ischiropoulos H, Radi R. Peroxy-nitrite : Biochemistry, pathophysiology and development of therapeutics. *Nat Rev Drug Discov* **2007**;6:662-80.
- 9 Pacher P, Schulz R, Liaudet L, Szabo C. Nitrosative stress and pharmacological modulation of heart failure. *TiPS* **2005**;26:302-10.
- 10 Levrant S, Pesse B, Feihl F, et al. Peroxy-nitrite is a potent inhibitor of NF-kappaB activation triggered by inflammatory stimuli in cardiac and endothelial cell lines. *J Biol Chem* **2005**;280:34878-87.
- 11 Pesse B, Levrant S, Feihl F, et al. Peroxy-nitrite activates ERK via Raf-1 and MEK, independently from EGF receptor and p21(Ras) in H9C2 cardiomyocytes. *J Mol Cell Cardiol* **2005**;38:765-75.
- 12 Liaudet L, Oddo M. Role of poly(adenosine diphosphate-ribose) polymerase 1 in septic peritonitis. *Curr Opin Crit Care* **2003**;9:152-8.

- 13 Fukuyama N, Takebayashi Y, Hida M, et al. Clinical evidence of peroxynitrite formation in chronic renal failure patients with septic shock. *Free Radic Biol Med* **1997**;22:771-4.
- 14 Takakura K, Xiaohong W, Takeuchi K, Yasuda Y, Fukuda S. Deactivation of norepinephrine by peroxynitrite as a new pathogenesis in the hypotension of septic shock. *Anesthesiology* **2003**;98:928-34.
- 15 Levrard S, Vannay-Bouchiche C, Pesse B, et al. Peroxynitrite is a major trigger of cardiomyocyte apoptosis in vitro and in vivo. *Free Radic Biol Med* **2006**;41:886-95.
- 16 Pacher P, Liaudet L, Bai P, et al. Potent metalloporphyrin peroxynitrite decomposition catalyst protects against the development of doxorubicin-induced cardiac dysfunction. *Circulation* **2003**;107:896-904.
- 17 Lokuta AJ, Maertz NA, Meethal SV, et al. Increased nitration of sarcoplasmic reticulum Ca²⁺-ATPase in human heart failure. *Circulation* **2005**;111:988-95.

* à lire

** à lire absolument

Contact auteur(s)

Pr Lucas Liaudet
Service de médecine intensive adulte
CHUV-BH 08-621
1011 Lausanne
lucas.liaudet@chuv.ch