

Hypersensibilité électromagnétique : Fait ou fiction ?

par Stephen J. Genuis^(a), Christopher T. Lipp^(b)

ex : *Science of the Total Environnement* (2011), doi :10.1016

J.scitotenv.2011.11.008

(a) Université d'Alberta, Canada

(b) Faculté de Médecine de Calgary

Article reçu le 9 septembre 2011, Accepté après révision le 1 novembre 2011

Résumé : Etant donné que la prévalence des télécommunications sans fil s'accroît dans le monde, les professionnels de la santé sont confrontés à des patients évoquant des symptômes qu'ils déclarent être en relation avec certaines fréquences de radiations électromagnétiques. Certains scientifiques et certains cliniciens reconnaissent le phénomène d'hypersensibilité aux rayonnements électromagnétiques résultant d'expositions courantes, comme celles dues à des systèmes de télécommunications et à des appareils électriques à domicile ou sur les lieux de travail ; d'autres suggèrent que l'électrosensibilité électromagnétique serait psychosomatique ou imaginaire. Diverses organisations incluant l'Organisation Mondiale de la Santé ainsi que certains pays explorent avec méticulosité ce phénomène clinique en vue de mieux expliquer la prédominance croissante de symptômes non spécifiques, multisystémiques et souvent débilitants associés avec l'exposition à des rayonnements électromagnétiques non ionisants. Les patients diagnostiqués comme hypersensibles aux rayonnements électromagnétiques font état aussi bien d'un assortiment de plaintes physiologiques que de profonds conflits sociaux et personnels, grevant leur aptitude à fonctionner normalement dans la société. Cette publication présente une revue de la littérature peu abondante sur cet état induisant la perplexité et une discussion à propos de la controverse entourant la légitimité du diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique. Des recommandations sont formulées pour assister les professionnels de santé dans la prise en charge de personnes se plaignant d'hypersensibilité électromagnétique.

Sommaire :

1. Introduction

2. Arrière-plan

Événements importants en relation avec l'hypersensibilité électromagnétique

Survol de l'hypersensibilité électromagnétique

Pathogénésie de l'hypersensibilité électromagnétique

Marqueurs biochimiques de l'hypersensibilité électromagnétique

3. Gestion de l'hypersensibilité électromagnétique

Exploration des problèmes de santé associés

Reprogrammation neurale

Ecrans contre les rayonnements électromagnétiques

Technique de mise à la terre

4. Historique de cas d'hypersensibilité électromagnétique

5. Considérations en matière de qualité de la vie

Impact social

Impact physique et psychologique

6. Débat concernant la légitimité de l'hypersensibilité électromagnétique

Réponses aux défis en relation avec le diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique

7. Conclusion

Remerciements

Références

"Tout ce qui s'oppose à nous ne peut être changé. Mais rien ne peut être changé tant qu'on ne s'y oppose pas."

James Baldwin

1. Introduction

Au cours des premières années du 21^{ème} Siècle, de nombreux rapports, dans le monde, font état de personnes et de groupes de personnes se plaignant de symptômes cliniques divers, en réponse à des expositions minimales journalières à des niveaux de radiations électromagnétiques. Certaines personnes éprouvent des difficultés auprès de systèmes de communications sans fil, lors de l'utilisation de téléphones sans fil (DECT) ou de téléphones cellulaires, ou lorsqu'elles sont exposées à certains types de lumière artificielle, ou en réponse à diverses autres expositions électromagnétiques courantes. Une fois exposées, ces personnes vulnérables manifestent souvent des symptômes variés impliquant différents systèmes d'organes. Bien que l'on estimait au début que ces symptômes pouvaient avoir une origine psychique, ils sont maintenant rapportés par des nombres sans cesse croissants de personnes antérieurement en bonne santé (Hallberg et Oberfeld – 2006) – un phénomène qui a engendré une évaluation plus resserrée des origines des plaintes concernant l'hypersensibilité électromagnétique.

Dans la présente publication, une revue de la littérature émergente concernant l'état d'hypersensibilité électromagnétique suscitant la perplexité, est présentée, tout en indiquant en détails l'historique d'un cas d'apparition d'une sensibilité électromagnétique et du rétablissement subséquent en une personne saine complètement rétablie. La prise en considération des aspects physiques, psychologiques et sociaux de ce trouble seront présentés. Ainsi, dans l'exploration d'un débat polarisant, qui entoure le sujet de l'hypersensibilité électromagnétique, des recommandations seront formulées sur la manière dont les cliniciens peuvent permettre à des patients hypersensibles aux champs électromagnétiques de recouvrer la santé et d'améliorer leur bien être.

2. Arrière-plan

La vague des télécommunications à travers le monde suscite chez beaucoup de personnes la question de savoir si diverses fréquences de radiations électromagnétiques peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine. Il est largement admis que les très hautes fréquences des rayons X ou les émissions de matériaux radioactifs sont dangereuses, à cause des niveaux élevés d'énergie, capables de léser les humains ; (Ramirez et al., 2005 ; Brenner et al., 2003), tandis que l'impact délétère des radiations non ionisantes n'est pas largement accepté.

Une quantité de sources émettent des rayonnements électromagnétiques artificiels, lesquels comprennent les lignes à hautes tensions, les téléphones cellulaires, les systèmes d'Internet sans fil, les sèche cheveux, les scanners de diagnostic médical, les noyaux d'éléments radioactifs (fig. 1). Alors que les longueurs d'ondes et les fréquences émises par ces sources diffèrent, elles ont toutes la capacité d'émettre de l'énergie sous la forme de radiations électromagnétiques. La question pour beaucoup de scientifiques et de plaidoyers de groupes de patients a deux volets :

- 1) Certaines fréquences de radiations non ionisantes ont-elles la possibilité de causer des effets physiologiques néfastes ?

et

- 2) Certaines personnes deviennent-elles hypersensibles à des niveaux d'expositions journalières à des radiations électromagnétiques non perceptibles ?

Ces situations embarrassantes ont incité l'Organisation Mondiale de la Santé à constituer en 1996 une coalition internationale pour rechercher l'impact des rayonnements

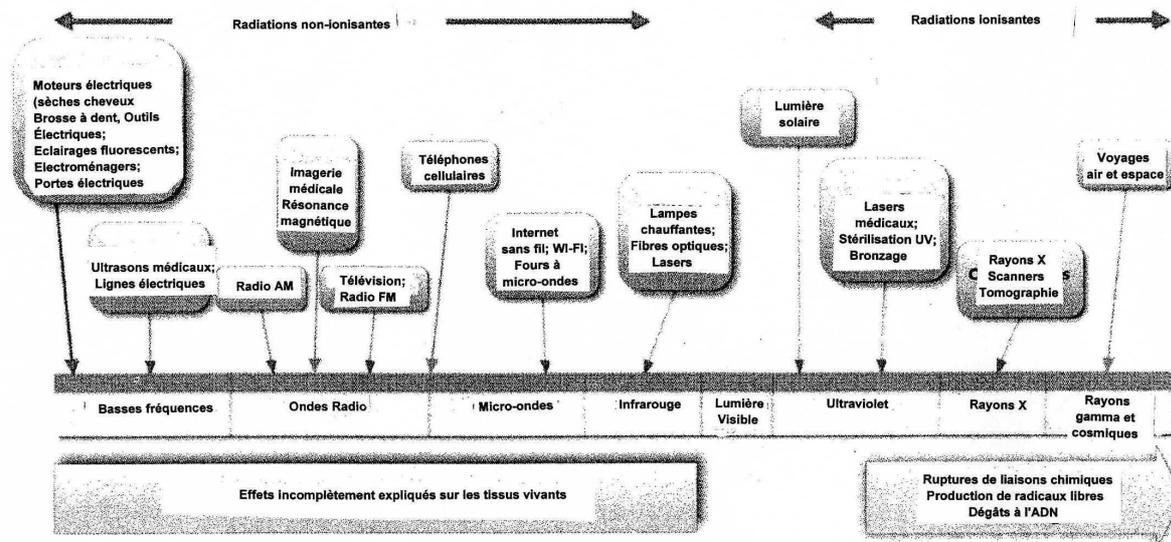


Fig. 1 : Le spectre électromagnétique

électromagnétiques sur la santé humaine (Organisation Mondiale de la Santé, 2011a). La coalition poursuit actuellement ce but et mène des études de recherches, lesquelles sont en cours autour du globe. Alors qu'il existe un débat continu concernant les effets néfastes de radiations non ionisantes, celui-ci apparaît comme une division intrigante. Ainsi, beaucoup de recherches menées par des chercheurs indépendants, non liés à des gouvernements, ni à des industries suggèrent des effets potentiellement graves consécutifs à beaucoup d'expositions à des radiations électromagnétiques non ionisantes (Sage, 2007) ; les recherches financées par l'industrie et par certains gouvernements semblent semer le doute quant à des effets potentiellement nocifs (Genuis, 2008). Cependant des recherches émergentes continuent de découvrir un assortiment de séquelles potentielles résultant de l'exposition à des rayonnements électromagnétiques artificiels (Genuis, 2008 ; Dode et al., 2011 ; Dode, 2011 ; Li et al., 2011 ; Marino et al., 1977 ; Kabuto et al., 2006) incluant la découverte rapportée récemment dans le "*Journal of the American Medical Association (JAMA)*" de l'altération du métabolisme du glucose cérébral en réponse aux fréquences radio des téléphones cellulaires (Volkow et al., 2011).

Le problème de la légitimité de l'hypersensibilité électromagnétique reste une querelle, avec de part et d'autre, des voix puissantes pour et contre. Etant donné que l'exposition largement répandue aux rayonnements électromagnétiques artificiels, avec des rapports d'hypersensibilité conséquente est un phénomène récent, sans précédent dans l'histoire de l'humanité, il est intéressant d'indiquer quelques événements importants dans l'histoire de l'hypersensibilité électromagnétique en cours de déploiement.

Événements importants en relation avec l'hypersensibilité électromagnétique

Au cours des années 1950, divers centres en Europe de l'Est ont commencé à décrire et à traiter des milliers de travailleurs présentant endéans un seuil récent d'accumulations de cas, des plaintes multisystémiques. Ces personnes étaient généralement employées dans des manufactures, des inspections, des opérations ou des réparations d'équipements impliquant des émissions de micro-ondes et ou l'utilisation d'appareils émettant des fréquences radio. La constellation de plaintes de santé avait au début reçu le nom de "*Maladie des micro-ondes*" et frappait des personnes présentant souvent des symptômes comme des maux de tête, de la faiblesse, des troubles du sommeil, de l'instabilité émotionnelle, des vertiges, des pertes de mémoire, de la fatigue et des palpitations cardiaques (Sadchikova, 1960).

Ce problème émergent de santé publique a persisté au cours des années 1960 et 1970 et des premiers rapports de diverses parties du monde ont commencé à détailler les découvertes de recherches concernant les effets sur la santé de l'exposition aux radiations de micro-ondes et de fréquences radio (Klimkova-Deutschova, 1973 ; Glaser, 1971 ; Zaret, 1973 ; Frey and Seifert, 1968 ; Frey, 1970). Une attention de plus en plus importante a commencé à se manifester parmi le public, suite à la parution de livres comme *"The zapping of America"* en 1977 (P. Brodeur, 2000) et *"Terminal shock"* en 1985 (De Matteo, 1985), alimentant les préoccupations croissantes concernant les expositions à des rayonnements électromagnétiques nuisibles. Bien que la discussion scientifique à propos de ce problème de santé était clairsemée dans la littérature médicale, un spécialiste suédois des neurosciences, le Dr. Olle Johansson a commencé à mentionner une constellation de symptômes incluant des plaintes au niveau du système nerveux central, des symptômes cardiaques et des modifications de la peau chez des personnes exposées à diverses sources de radiations non ionisantes. En réponse, une association suédoise d'électrosensibles (FEB Föreningen för le- och bildskärmsskakade) s'est constituée et s'est donné pour objet d'aider ceux qui ont un état qualifié d'hypersensibilité électrique. Pour obtenir la reconnaissance et l'aide ultérieures, ce groupe a diffusé en 1994 un document de presse exhortant les personnes parmi le monde, à joindre leurs mains en évoquant ce problème croissant de santé (The Swedish Association for the Electrosensitive, 1994) – une affection qui a, depuis lors, été référée comme hypersensibilité électrique, hypersensibilité électromagnétique, sensibilité électrique ou plus simplement électrosensibilité.

Des recherches cliniques destinées à vérifier la nature physiologique de cet état, ont débuté au cours des années 1990. W. Rea et al. ont décrit en 1991 des réponses anormales à certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques (en comparaison avec des sujets témoins), chez certaines personnes hypersensibles (Rea et al. 1991). Tout comme divers symptômes cliniques, dans cette étude, une vérification en double aveugle de divers paramètres physiologiques a confirmé des modifications pulmonaires et cardiaques chez certains patients hypersensibles aux champs électromagnétiques (Rea et al., 1991). Un travail continu réalisé par O. Johansson et ses collègues a confirmé la preuve de modifications de la peau chez des personnes sensibles en réponse à des expositions à certains rayonnements électromagnétiques (Johansson et al., 2001 ; Johansson and Liu, 1995). Grâce à ces dernières observations, une hypothèse concernant les mécanismes physiopathologiques de l'hypersensibilité électromagnétique a pu être proposée. Elle est basée sur la dégranulation théorique des cellules souches dans différents tissus, avec libération d'un spectre de médiateurs comme l'histamine) - en réponse à l'exposition aux rayonnements électromagnétiques (Gangi and Johansson, 2000).

Au début des années 2000, les estimations de l'apparition de cas d'hypersensibilité électromagnétique ont commencé à enfler grâce à des études estimant l'importance de cet état aux alentours de 1,5 % de la population en Suède (Hillert et al., 2002), de 3,2 % en Californie (Levallois et al., 2002), et de 8 % en Allemagne (Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, 2003). Suite à la progression de plus en plus importante de l'hypersensibilité électromagnétique et étant donné l'intérêt croissant pour des recherches concernant cet état de santé, l'Organisation Mondiale de la Santé a réuni un groupe de travail et a convoqué une réunion internationale à Prague en 2004 pour discuter de ce trouble apparent. Bien qu'aucune reconnaissance de causalité physiologique n'ait été atteinte, le groupe a défini l'hypersensibilité électromagnétique comme *"...un phénomène dans lequel l'expérience individuelle d'effets nuisibles pour la santé en utilisant ou en étant à proximité d'appareils émettant des champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques...Quelle qu'en soit la cause, l'hypersensibilité électromagnétique est un problème réel et parfois débilitant pour les personnes affectées"* (Mild et al., 2004). Cependant, un débat continu

concernant la véracité de l'affliction a surgi, étant donné que divers chercheurs n'ont trouvé que des preuves insuffisantes pour étayer les déclarations concernant la nature physiologique de ce trouble. Dans la présente publication, nous tenterons de passer la littérature concernant l'hypersensibilité électromagnétique en revue et de là, d'explorer les contradictions apparentes dans les preuves, en ce qui concerne l'étiologie et la légitimité du diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique.

Survol de l'hypersensibilité électromagnétique

Si nous passons la littérature en revue, le phénomène décrivant que des personnes vulnérables éprouvent des symptômes de santé lorsqu'elles sont à proximité d'appareils émettant certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques est référé comme hypersensibilité électromagnétique (Leitgeb and Schrottner, 2003). Alors que la majorité de la population ne perçoit aucune modification de sa santé en réponse à une exposition à des rayonnements électromagnétiques, un nombre de plus en plus important de personnes rapporte une quantité de symptômes déplaisants (Tableau 1) qu'il attribue à l'exposition à des rayonnements électromagnétiques. Les rayonnements électromagnétiques semblent agir comme déclencheurs, dans le corps, de perturbations physiologiques perceptibles. La plage des fréquences associées à l'hypersensibilité électromagnétique est habituellement celle des radiations non ionisantes dans le spectre électromagnétique (Fig. 1).

Maux de tête
Difficultés de concentration
Affaiblissement de la mémoire
Palpitations cardiaques
Troubles du sommeil
Malaise général
Vision trouble
Faiblesse
Vertiges
Inconfort dans la poitrine
Douleurs musculaires
Bruits dans les oreilles
Fatigue
Nausées
Sueurs nocturnes
Agitation des jambes
Paresthésies

Tableau 1 : Quelques signes et symptômes communs à l'hypersensibilité électromagnétique (Havas,2006 ; Johansson, 2006)

En ce 21^{ème} Siècle, l'organisme humain, comme entité bioélectrique, est de plus en plus exposé à trois types généraux de radiations non ionisantes artificielles :

- a) Les rayonnements électromagnétiques à extrêmement basses fréquences des lignes de transport du courant et des équipements électroniques.
- b) La pollution électrique : le fonctionnement de certains équipements électriques (comme les écrans TV à plasma, certains appareils économiseurs d'énergie, les moteurs à vitesse variable etc.) a la capacité de produire des signaux de fréquences se situant généralement dans la plage de 3 à 150 kHz (de la très basse à la basse partie du spectre électromagnétique), lesquels signaux circulent le long des câblages et radient dans les habitations et les constructions où ils sont émis. Ceci a été référé comme "parasitage" des réseaux électriques ou comme "électricité sale" (Havas, 2006).

- c) Les émissions de micro-ondes et de fréquences radio des appareillages de communications sans fil, comme les téléphones sans fil (DECT), les antennes relais de téléphonie mobile, ainsi que les antennes d'émission de radio et de TV. (Sage, 2007).

Certaines personnes atteintes d'hypersensibilité électromagnétique souffrent de symptômes lorsqu'elles sont exposées à des rayonnements électromagnétiques de la plage des extrêmement basses fréquences ; d'autres se révèlent plus sensibles aux fréquences émises dans la plage des fréquences radio ou des micro-ondes. De plus, certaines personnes se plaindront de symptômes distincts en réponse à différentes fréquences – comme un changement d'humeur lorsqu'elles sont exposées à une plage de fréquence et un inconfort musculaire et articulaire à une plage de fréquences différentes. Certaines personnes révèlent des réponses de sensibilité sur tout le spectre de fréquences des radiations non ionisantes et un sous-groupe manifeste une sensibilité avec des symptômes impliquant le système nerveux central et des troubles de la vue en réponse aux fréquences naturelles des composantes de lumière visible dans le spectre. (Coyle, 1995). Il y a également des recherches explorant la liaison entre certains troubles de l'audition comme les sifflements d'oreille et la sensibilité à certaines fréquences de champs électromagnétiques (Landgrebe et al., 2009).

Il en résulte que des symptômes désagréables peuvent se manifester lorsque la personne vulnérable est soumise à une exposition à des rayonnements électromagnétiques émis par des objets communs, comme des téléphones cellulaires, des écouteurs et micros sans fil (*Bluetooth*), des éclairages fluorescents, certains ordinateurs, des téléphones sans fil (*DECT*), des appareils, et des signaux de télécommunications (Havas, 2006). Des sources supplémentaires de rayonnements électromagnétiques parfois non pris en considération, comme des moteurs, des fours, divers types de détecteurs de surveillance électronique (par exemple, les détecteurs de métaux des aéroports), ainsi que des machineries industrielles comme la diathermie médicale des kinésithérapeutes et les bistouris électriques (Floderus et al., 2002).

Jusqu'à récemment, le diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique n'a pas reçu beaucoup d'appuis dans la communauté médicale, suite à l'absence de preuves objectives pouvant conforter le diagnostic. Cependant, en vue de déterminer la légitimité de l'hypersensibilité électromagnétique comme un trouble neurologique, une collection de scientifiques et de médecins ont mené récemment une étude en double aveugle sur le résultat de tests de provocation par rayonnements électromagnétiques. Les recherches ont été publiées dans l'*International Journal of Neuroscience* (McCarty et al., 2011). Les chercheurs ont été capables de démontrer objectivement les réactions somatiques de patients hypersensibles aux champs électromagnétiques en réponse aux provocations par rayonnements électromagnétiques. Ils ont utilisé des niveaux rencontrés couramment dans l'environnement contemporain. Ils ont conclu que l'hypersensibilité électromagnétique peut apparaître en toute bonne foi comme un syndrome neurologique pouvant être induit par l'environnement (McCarty et al., 2011).

De plus, une étude récente réalisée par Havas et ses collaborateurs (Havas et al., 2011) a démontré les réponses physiologiques à des expositions à des rayonnements électromagnétiques à faibles doses chez certaines personnes. Chez des personnes affectées participantes, des modifications immédiates et spectaculaires à la fois dans les pulsations cardiaques et dans les variabilités du rythme cardiaque ont été évidentes sous l'effet de l'exposition à des micro-ondes à un niveau de seulement 0,5 % des lignes directrices limites acceptées au Canada et aux USA, (Havas et al., 2010). Cette étude suggère que certaines personnes puissent éprouver des symptômes cardiaques et des troubles de la régulation du

système nerveux autonome comme réponse physiopathologique à un agent stressant électromagnétique.

Pathogénésie de l'hypersensibilité électromagnétique

Comme dans beaucoup de maladies impliquant plusieurs systèmes d'organes, telles la sensibilité chimique multiple, la fibromyalgie et le syndrome de fatigue chronique, la pathogénésie de l'hypersensibilité électromagnétique n'est pas complètement expliquée. Cependant, des preuves émergentes suggèrent que le processus biologique aberrant du développement de l'hypersensibilité électromagnétique se déroule via un mécanisme physiopathologique intrigant (Fig. 2) se référant à une maladie en relation avec la sensibilité (Genuis, 2010a ; De Luca et al., 2010). De plus, des preuves récentes ont démontré un pouvoir d'interruption de la production de catécholamine en réponse aux rayonnements électromagnétiques, lesquels peuvent ainsi affecter l'organisme humain selon différentes voies.

a) Maladie en relation avec la sensibilité(SRI)

La maladie en relation avec la sensibilité (SRI) décrit une réponse physiopathologique à une accumulation de matériaux étrangers provenant de divers sources potentielles, comme des substances chimiques toxiques, des implants chirurgicaux, des infections, des matériaux dentaires et des composés radioactifs. Le mécanisme par lequel le corps devient hyper-réactif ou hyper-sensibilisé à l'énergie électromagnétique peut débuter avec une agression par un agent intoxicant sans aucun rapport ou avec des agressions multiples sous forme d'expositions externes. Cette voie vers la maladie a été référée comme Perte de Tolérance Induite par un agent Toxique (en anglais TILT) (Miller, 2001 ; Miller, 1997).

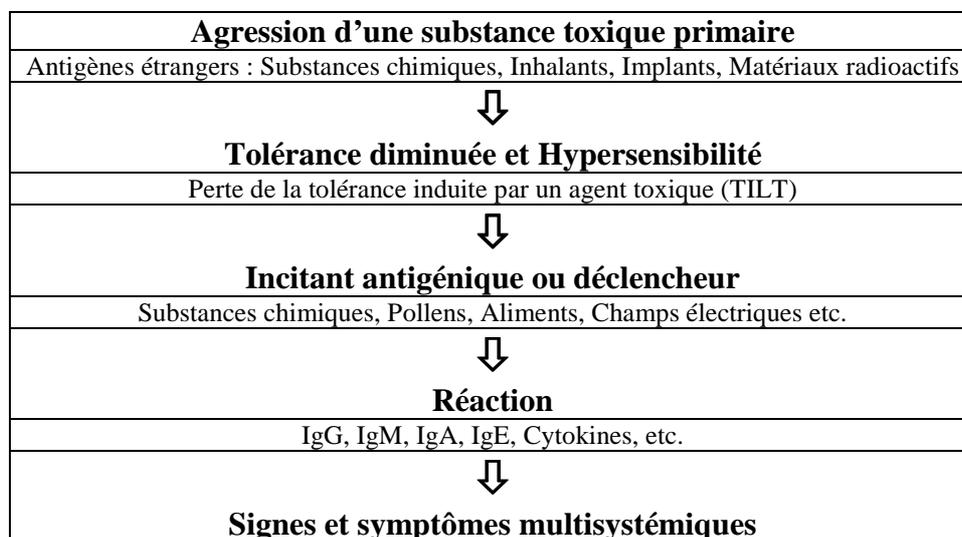


Fig.2 : Mécanisme pathogénétique d'élaboration d'une maladie relative à la sensibilité (SRI).

Lorsque le seuil de bio-accumulation est franchi, le système immunitaire de la personne perd son pouvoir de réponse adaptée aux conditions normales de tolérance immunitaire et devient sensibilisé à des expositions à des stimuli environnementaux apparemment insignifiants et sans relation. Par exemple, une étude suédoise a trouvé que des personnes atteintes d'hypersensibilité électromagnétique présentaient des niveaux significativement plus élevés d'éthers diphényliques polybromés (PBDE) – un polluant très commun, persistant et actif sur le plan hormonal, utilisé comme retardateur de flamme et se stockant dans les tissus graisseux (Hardell et al., 2008). (Jusqu'à récemment, ces composés

ont été utilisés en routine dans les matelas, par exemple, pour respecter les règles de protections anti-incendies et conséquemment émettaient des vapeurs inhalées par le dormeur).

Chez les patients atteints de la perte de tolérance induite par un agent toxique (TILT), une activation subséquente du système immunitaire hypersensible par des agents chimiques ou électromagnétiques précipite une réaction clinique résultant d'une réponse biochimique dérégulée de divers composants du système immunitaire (Genuis, 2010a ; Duramad et al., 2007 ; Tracey, 2007). La raison pour laquelle certaines personnes, après avoir développé une perte de tolérance induite par un agent toxique, présentent une sensibilité à des agents déclencheurs, ou à des stimuli électromagnétique, ou aux deux à la fois, n'est pas claire. La nature de la réaction est entremise par l'unique profil de la charge de l'agent toxique accumulé et/ou par "l'empreinte digitale" génétique et biochimique distincte de la personne (Genuis, 2010a). L'activation de l'anticorps résultant, cytokine, interleukine et chemokine par les stimuli environnementaux peut affecter divers systèmes d'organes et fonctions physiologiques incluant le système endocrinien, le système nerveux autonome, l'expression des gènes etc. – aboutissant à des signes anormaux et à des symptômes multisystémiques (Genuis, 2010a ; Ashford and Miller, 1998). (Ce phénomène d'activation a été référé sous l'abréviation MATES – Symptômes minute évoqués d'excitateurs associés – Minute Assorted Triggers Evoke Symptoms) (Genuis, 2010a).

Bien que les mécanismes physiopathologiques de la réponse d'hypersensibilité aux rayonnements électromagnétiques n'aient pas été clairement détaillés, des recherches émergentes confirment que certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques puissent exercer une dérégulation immunitaire in vitro avec l'augmentation de la production de cytokines sélectionnées – un fait commun dans la maladie en relation avec la sensibilité (SRI) (Stankiewicz et al., 2010 ; Dabrowski et al., 2003). De plus, le développement de la dérégulation du système immunitaire associée avec la maladie en relation avec la sensibilité (SRI) et l'hypersensibilité électromagnétique, après accumulation d'un bio-intoxicant apparaît impliquer des considérations quant au génome. De Lucca et son équipe ont découvert que les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique peuvent présenter plusieurs défauts dans les gènes impliqués dans l'élimination des agents toxiques de leur corps (De Luca et al., 2010). Ces gènes sont responsables de la production d'enzymes anti-oxydantes/ détoxifiantes comme les glutathion-S-transférases, la superoxyde-dismutase, la catalase, les N-acetyl transférases, le cytochrome, 450 enzymes entre autres (Wormhoudt et al., 1999). Il en résulte que ces personnes peuvent présenter un affaiblissement des mécanismes de désintoxication aboutissant à une prédisposition à la bio-accumulation d'agents toxiques.

b) *Dérégulation de la catécholamine*

Un autre mécanisme important qui peut être responsable de certaines manifestations d'hypersensibilité électromagnétique implique l'interruption et la dérégulation de la physiologie de la catécholamine en réponse aux rayonnements électromagnétiques néfastes (Buchner and Eger, 2011). Bien que les rayonnements électromagnétiques aient été d'abord rapportés en 1977 comme affectant la régulation des systèmes endocriniens, incluant les fonctions de la glande surrénale (Marino et al., 1977), des recherches récentes mettent au premier plan une relation dose – réponse qui se manifeste bien en deçà des limites d'exposition établies pour les radiations techniques de fréquences radio (Buchner & Eger, 2011). De plus, avec une exposition continue – comme celle subie par des personnes vivant à proximité étroite d'une antenne relais de téléphonie mobile – cette réaction physiopathologique peut impliquer une altération prolongée de la biologie de la norépinéphrine (= noradrénaline), de l'épinéphrine (= adrénaline), de la dopamine et de la phényléthylamine avec encore des implications inconnues pour la santé (Buchner & Eger, 2011). Etant donné que ces composés endogènes sont bien connus pour être des

intermédiaires dans beaucoup de mécanismes biochimiques fondamentaux incluant le fonctionnement du système nerveux autonome, les neurotransmissions, l'état de vigilance, et la réponse au stress, il n'est pas certain que la dérégulation provoquée par des expositions à des rayonnements électromagnétiques néfastes ne soit impliquée chez des personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques et/ou chez des personnes vulnérables prédisposées à une variété de problèmes de santé associés à la catecholamine et à la dérégulation des neurotransmetteurs.

D'autres mécanismes physiopathologiques du phénomène d'hypersensibilité électromagnétique ont été proposés. Costa et ses collaborateurs ont supposé que l'empoisonnement par les métaux lourds ait le pouvoir d'accélérer l'hypersensibilité électromagnétique – étant donné que les rayonnements électromagnétiques incitent les métaux à se remobiliser dans le corps, ce qui permettrait l'apparition de symptômes systémiques (Costa et al., 2010). Il a été également suggéré que dans l'environnement clinique complexe du 21^{ème} siècle, l'hypersensibilité électromagnétique pourrait – en partie – impliquer une interrelation multifactorielle entre certains facteurs neurocognitifs dans le psychisme du patient (Landgrebe et al., 2008).

Dans la révision des documents, le mécanisme physiopathologique exact n'a pas été complètement élucidé. Les observations suivantes :

- 1) Les patients hypersensibles aux champs électromagnétiques sont en général antérieurement des personnes en bonne santé qui ont subi une charge de substances toxiques,
- 2) L'hypersensibilité électromagnétique s'apaise lorsqu'on réalise l'élimination des agents toxiques.

Ceci suggère que le mécanisme de perte de tolérance par un agent toxique (TILT) peut avoir un rôle prépondérant dans l'étiologie de ce phénomène clinique complexe. Le rôle précis de la dérégulation prolongée de la catécholamine dans la manifestation de l'hypersensibilité électromagnétique reste à élucider.

Marqueurs biochimiques de l'hypersensibilité électromagnétique

Il serait cliniquement avantageux de disposer d'un marqueur pathognomonique reflétant un mécanisme défini de développement de l'hypersensibilité électromagnétique. Ce n'est pas le cas. Des recherches continues tentent d'identifier des modifications dans le système immunitaire, lesquelles pourraient être impliquées dans la dérégulation immunitaire associée à l'hypersensibilité électromagnétique. Par exemple, alors que les ruptures de liaisons dans l'ADN requièrent des énergies thermiques élevées produites par des radiations ionisantes, Mashevich et son équipe ont trouvé que de très basses fréquences de rayonnements électromagnétiques et des micro-ondes peuvent induire l'altération des génotypes dans l'ADN des lymphocytes humains via un stress non thermique des protéines (Mashevich et al., 2003). De plus, des preuves récentes suggèrent que la réplication de l'ADN et la mitose cellulaire peuvent être interrompues et former des protéines dégradées en présence de rayonnements électromagnétiques (Lin et al., 1997 ; Lin et al., 1998 ; Tsurita et al., 1999 ; de Pomerai et al., 2000). En conséquence, des anomalies dans la machinerie cellulaire peuvent induire des réponses immunitaires. Aucun marqueur unique de l'hypersensibilité électromagnétique reflétant de telles modifications sous-jacentes n'a encore été identifié.

De plus, le système immunitaire peut devenir hyper-réactif en réponse directe à des influences régulatrices d'autres systèmes d'organes comme le système nerveux central. Une publication de D'Andrea et collaborateurs explique que les micro-ondes et les fréquences radio sont capables d'affecter la physiologie du système nerveux central (D'Andrea et al., 2003). En parcourant les publications de nombreuses études de laboratoire sur les humains et les animaux, on peut constater que les micro-ondes se révèlent comme pouvant affecter la

perméabilité cellulaire de la barrière sang / cerveau et avoir un impact sur les hormones, les niveaux de cortisol dans le sang, les fonctions de la mémoire, les tracés électro-encéphalographiques et les marqueurs neurologiques (D'Andrea et al., 2003 ; Salford et al., 2008). Cependant, aucune découverte consistante de laboratoire permettant d'établir objectivement l'hypersensibilité électromagnétique n'a pu être identifiée.

3. Gestion de l'hypersensibilité électromagnétique

En respectant certaines dispositions, les patients souffrant d'hypersensibilité électromagnétique peuvent améliorer considérablement leur état et retrouver des fonctions normales. En comprenant la voie de développement de la maladie relative à la sensibilité (SRI), en pratiquant l'évitement des déclencheurs et d'autres expositions aux substances ayant créé l'intoxication ainsi qu'en instaurant des mesures thérapeutiques adéquates, si nécessaire, les patients s'améliorent de manière conséquente. Une approche environnementale générale pour gérer la maladie en relation avec l'exposition, comme l'hypersensibilité électromagnétique est décrite par la fig. 3 (Genuis, 2010a). Des détails sur cette approche de gestion peuvent être consultés dans d'autres publications (Genuis, 2010a, Genuis 2011), mais l'approche générale se résume aux trois phrases suivantes.

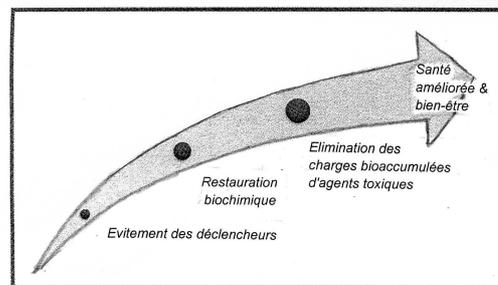


Fig. 3 : Approche de la manière de gérer la maladie en relation avec la sensibilité

a) Eviter les déclencheurs environnementaux

En vue de diminuer les symptômes chez les patients atteints d'une maladie en relation avec la sensibilité (SRI), il est nécessaire d'éviter les déclencheurs. Pour des patients hypersensibles aux champs électromagnétiques, ces patients doivent être vigilants quant à éviter les fréquences de rayonnements électromagnétiques qui déclenchent leurs symptômes. Le tableau 2 énumère des suggestions sur la manière dont on peut réduire les sources communes d'exposition aux champs électromagnétiques pour des personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques. Cependant, il résulte des charges toxiques sous-jacentes, que beaucoup de personnes atteintes d'hypersensibilité électromagnétique subissent également des symptômes en réponse à des déclencheurs chimiques. Ces derniers doivent être identifiés afin d'atteindre les résultats souhaités. Diverses organisations officielles ont commencé à établir des listes de résidences saines et de lieux de récupération pour des personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques.

b) Reconsidérer les statuts nutritionnel et biochimique

Lorsqu'un effort consenti est en route pour éviter les expositions aux déclencheurs, l'étape suivante implique de revoir la biochimie nutritionnelle de la personne. Durant les états de stress et d'inflammation chroniques, le corps épuise rapidement son stock de nutriments nécessaires à la machinerie cellulaire et au fonctionnement normal inhérent à la physiologie. Des tests biochimiques sont disponibles pour évaluer l'état de la biochimie nutritionnelle et des complémentations

"taillées sur mesure" seront nécessaires pour corriger spécifiquement les anomalies. La biochimie de désintoxication doit être optimale en vue de réaliser l'étape finale – la diminution de la charge totale du toxique qui a initié en premier lieu le problème de santé.

Sources de rayonnements électromagnétiques nuisibles	Conseils afin de réduire l'exposition aux rayonnements électromagnétiques
Téléphones cellulaires et téléphones sans fil (DECT)	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire l'utilisation du téléphone cellulaire et du téléphone sans fil (DECT) et utiliser autant que possible le haut-parleur • Maintenir le téléphone cellulaire ou le téléphone sans fil éloigné du corps plutôt que le mettre dans une poche ou attaché près de la hanche
Internet sans fil et WI-FI	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser l'Internet en réseau câblé • Eteindre le routeur d'Internet lorsqu'il n'est pas utilisé (p.ex. la nuit) • Utiliser les réseaux électriques pour la communication Internet et éviter ainsi les émissions du système sans fil
Ordinateurs émettant des rayonnements électromagnétiques importants	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter le temps passé devant l'ordinateur • Eviter d'utiliser un PC portable en le posant sur les genoux • Eloigner le transformateur du corps et des pieds • Rester à une distance suffisante de l'ordinateur
Appareils électriques et électroniques tenus en main (brosse à dents, rasoir électrique, sèche cheveux, Smart phone, tablettes électroniques etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'utilisation de ces appareils électriques ou passer à des appareils manuels • Eteindre ces appareils avant d'aller dormir • Eviter les appareils électroniques dans les chambres à coucher
Eclairages fluorescents	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser plutôt des ampoules à incandescence (des incertitudes subsistent quant aux LED) • Préférez la lumière solaire naturelle pour lire
Courant électrique domestique	<ul style="list-style-type: none"> • Faire mesurer les niveaux de rayonnements électromagnétiques et modifier si possible les expositions • Eviter de dormir à côté de zones où existent des niveaux élevés de rayonnements électromagnétiques • Des filtres peuvent être utilisés pour diminuer les "courants sales"
Lignes à haute tension et sous-stations	<ul style="list-style-type: none"> • Envisager de déménager vers un endroit éloigné de lignes à haute tension
Antennes relais de téléphonie mobile et émetteurs de radio et TV	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir une distance considérable par rapport aux émetteurs • Envisager de recourir à des types de blindages (peinture de protection, feuilles métalliques reliées à la terre)
Raccordements des compagnies d'électricité neutre-terre aux conduites d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter les dimensions du fil neutre vers la sous-station et installer des couplages isolants sur les conduites d'eau

Tableau 2 : Exemples de stratégies destinées à réduire les radiations électromagnétiques

a) Réduire la charge du produit toxique

La charge totale de substances toxiques encombrant le système immunitaire doit être réduite pour diminuer la réponse immunitaire hyper-active et atteindre une santé optimale. Certaines recherches récentes commencent à établir le lien entre les toxiques spécifiques comme les métaux lourds et l'hypersensibilité électromagnétique (Costa et al., 2010), mais il est impérieux d'explorer la charge totale qui comprend une gamme de toxiques incluant divers agents chimiques nocifs, des implants, certains matériaux dentaires, des expositions aux moisissures ainsi que d'autres toxines (Genuis, 2012). Pour certains agents toxiques, l'évitement des expositions ultérieures permettra au corps de se désintoxiquer spontanément et d'éliminer ces substances. Mais pour certains toxiques persistants comme le cadmium, le plomb, les composés

perfluorés (fréons p.ex.) et d'autres, une intervention active peut être requise pour réduire la charge toxique (Genuis, 2011 ; Genuis 2010b). Lorsque la désintoxication est entreprise effectivement, des expositions ultérieures devront être évitées et ainsi les patients récupèrent de leurs problèmes d'hypersensibilité.

3.1. Exploration des problèmes de santé associés

La gestion des patients hypersensibles aux champs électromagnétiques devrait comprendre une évaluation complète de l'état de santé ainsi que des investigations et des interventions pour identifier et s'intéresser à tous les déterminants de la maladie. Par exemple Dahmen et Hillert ont trouvé que les personnes hypersensibles aux champs électromagnétique ont une prévalence aux dysfonctions thyroïdiennes et aux maladies de foie (Hillert et al., 2002 ; Dahmen et al., 2009). Les symptômes de maladies mentales qui accompagnent parfois ou résultent de l'hypersensibilité électromagnétique peuvent être redevables de thérapies de comportements cognitifs avec amélioration des états dépressifs, de l'anxiété, des phobies et d'autres symptômes en relation (Hillert et al., 1998 ; Rubin & Das, 2006).

Un des défis majeurs concernant l'hypersensibilité électromagnétique et la qualité du sommeil. Etant donné que, par manque de prévention, des rayonnements électromagnétiques nocifs sont fréquemment rencontrés dans les chambres à coucher, émis par des sources telles que des appareils électroniques, des systèmes sans fil, et parfois des éléments métalliques du lit (Hallberg and Johansson, 2010), le sommeil reposant est souvent interrompu. Des interférences de sommeil et de rythmes nuit / jour en résultent et aboutissent à des réveils difficiles, à des somnolences au cours des journées, à des difficultés de concentration ainsi qu'à d'autres problèmes. Tout programme de traitement de patient atteint d'hypersensibilité électromagnétique requiert des contrôles de facteurs susceptibles d'induire des troubles du sommeil (Hobbs, 2011).

3.2. Reprogrammation neurale

Il y a une discussion continue dans la littérature scientifique à propos de la neuroplasticité et à l'aptitude innée du cerveau à être reprogrammé avec modifications résultantes des réponses établies du cerveau (Berlucchi, 2011 ; Cioni et al., 2011). Il en résulte qu'il y a urgence de reprogrammer avec insistance des interventions pour modifier les réactions d'hypersensibilité chez des patients souffrant de divers états en relation avec la sensibilité, incluant l'hypersensibilité électromagnétique (Hooper, 2011). Des études scientifiques limitées sont disponibles à ce jour quant à l'efficacité de telles approches de reprogrammation, mais certains patients rapportent de manière anecdotique que la réduction de la charge toxique combinée avec la reprogrammation intense de réponses pathologiques du cerveau présentent des résultats préférables.

3.3. Ecrans contre les champs électromagnétiques

Lorsqu'ils ont reconnu le fait que le déclencheur initiant l'hypersensibilité électromagnétique est l'exposition à des rayonnements électromagnétiques, certains patients hypersensibles aux champs électromagnétiques s'efforcent de bloquer dans leur habitation ou sur leur lieu de travail, l'exposition aux fréquences nuisibles en utilisant des écrans de blindage (Less EFM Inc., 2001). Alors que certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques peuvent être bloquées facilement par certains matériaux, d'autres sources artificielles de rayonnements électromagnétiques comme les ondes magnétiques à basses fréquences sont plus difficilement bloquées. Aucune étude scientifique quant à l'impact de telles techniques de blindage sur des patients hypersensibles aux champs électromagnétiques n'est disponible alors que certaines personnes proclament anecdotiquement le bénéfice de ces techniques. Cependant, la problématique du blindage peut se révéler complexe, étant donné

que l'exposition peut aussi être causée par des réflexions dans l'environnement isolé par le blindage et ainsi, les rayonnements électromagnétiques néfastes peuvent agir en retour sur un domaine prétendument protégé (Torrens, 2008).

3.4. Technique de mise à la terre

Une technique simple avec une efficacité incertaine implique la décharge de la charge électrique accumulée vers la terre par "mise à la terre" intermittente du patient hypersensible aux champs électromagnétiques (Chevalier et al., publication en cours). Cette pratique non vérifiée consiste à placer les pieds nus sur la terre ou sur une autre surface conductrice (par exemple, une feuille de métal) qui est en contact direct avec la terre. Bien que davantage de connaissances soient requises pour déterminer la crédibilité de cette approche, certains patients atteints d'une hypersensibilité électromagnétique handicapante déclarent retirer un bénéfice et une disparition provisoire des symptômes en utilisant cette modalité. Cependant une certaine prudence est requise, étant donné que la mise à la terre dans une zone où des lignes de transport du courant sont enterrées ou à proximité d'un courant provenant d'autres sources électriques en terre peuvent aggraver les symptômes.

Une historique de cas est présentée ici afin d'être prise en considération pour illustrer les défis et les résultats potentiels positifs associés à la gestion clinique de cet état.

4. Historique d'un cas d'hypersensibilité électromagnétique

Une femme âgée de 35 ans, auparavant bien portante, bien éduquée et en pleine possession de ses moyens, mère de deux enfants remarque soudain une brusque diminution de son aptitude à travailler, trois semaines après avoir emménagé dans une habitation récemment rénovée. Elle manifeste une fatigue progressive, des douleurs musculaires, des déclinés cognitifs, de l'anxiété, et une diminution non caractéristique de la mémoire – au point qu'elle oublie à plusieurs reprises, d'aller rechercher ses enfants à l'école primaire. Malgré des consultations auprès de plusieurs médecins, et après avoir subi divers tests extensifs (incluant l'imagerie par résonance magnétique nucléaire et une tomographie cérébrale), ses symptômes s'aggravent au point qu'elle souffre de sueurs nocturnes continues, de nausées, de violents maux de tête, de faiblesse musculaire, de myalgies et d'une perte de poids d'environ 9 kg. On ne trouve aucune explication et on lui propose plusieurs diagnostics incluant une pathologie allergique, une maladie psychosomatique, un début de sclérose en plaques et un syndrome de fatigue chronique.

Il était cependant à noter que lorsqu'elle quittait sa maison récemment rénovée pour aller en voyage, ses symptômes s'amélioraient manifestement, pour revenir en force lorsqu'elle rentrait à la maison. Consciente de ce qu'elle pouvait souffrir d'une réaction néfaste liée à l'environnement intérieur de sa maison, elle nettoya complètement les pièces et installa des purificateurs de l'air et de l'eau. Elle s'astreignit également à une alimentation bien équilibrée. Malgré ses efforts, les symptômes continuaient à s'aggraver. Au désespoir, elle chercha de l'aide auprès de professionnels de santé en médecines alternatives et il lui vint l'idée qu'elle pouvait être devenue sensible à des rayonnements électromagnétiques dans son habitation.

Grâce à des observations vigilantes, elle fit une connexion claire entre ses symptômes et l'exposition à de nombreux objets électriques présents dans son environnement. Ses symptômes s'aggravaient lorsqu'elle s'approchait d'éclairages fluorescents, de micro-ondes et d'appareils de la cuisine. Pourtant, malgré une limitation des expositions à ces appareils, ses symptômes nocturnes, comme les nausées, la fièvre, les frissons, les tremblements et les vomissements persistaient ; chaque fois qu'elle passait une nuit dans un motel, ces symptômes s'atténuaient.

En plus de ses propres problèmes de santé, elle remarqua des maladies en progression parmi les autres membres de la famille. Ses enfants développèrent des maladies bénignes ininterrompues ainsi que de nombreuses infections aux oreilles et aux voies respiratoires, requérant des consultations médicales répétées ; son époux développa également des difficultés respiratoires, incluant une pneumonie. En considérant la cause ayant initié ces problèmes de santé, elle nota un nombre d'expositions à des émanations de vapeurs chimiques en relation avec les rénovations récentes et, elle découvrit en particulier qu'une teinture de parquet avait été mal terminée et dégageait beaucoup d'émanations. En prenant conscience de l'impact potentiel des émanations continues de vapeurs dues à la rénovation, en plus d'une alimentation électrique de 200 Ampères de sa maison et de la proximité étroite d'un poste de transformation, ils décidèrent de déménager vers un environnement présentant moins de champs électromagnétiques et d'expositions chimiques.

Une fois installés dans une maison plus ancienne à proximité d'une réserve naturelle, ses symptômes commencèrent à s'estomper, mais ne disparurent complètement que lorsqu'elle prit des dispositions pour diminuer la quantité de rayonnements électromagnétiques dans son environnement – dispositions consistant à opter pour des connexions à Internet câblées et à éteindre les appareils électriques non essentiels pendant la nuit. Subséquemment, sa santé s'améliora remarquablement et elle redevint apte à retourner à ses activités normales comprenant des promenades à vélo avec sa famille, des balades en roller et de longues marches. Treize ans plus tard, sa santé reste stable et elle est capable de vivre une vie active normale, mais elle prend des dispositions continues pour éviter les expositions aux produits chimiques et aux expositions intenses aux champs électromagnétiques.

On peut poser l'hypothèse consistant en ce que cette personne antérieurement en bonne santé aurait subi une charge toxique et une perte de tolérance par un agent toxique (TILT) après avoir emménagé dans une habitation récemment rénovée générant des expositions à diverses substances chimiques. Une hypersensibilité aux rayonnements électromagnétiques s'ensuivit, aboutissant à une myriade de symptômes – qui diminuèrent lorsqu'elle évita les rayonnements électromagnétiques. Après le déménagement et l'évitement d'autres expositions, sa charge corporelle diminua étant donné qu'elle élimina spontanément les agents toxiques grâce aux mécanismes endogènes. Il en résulta une diminution de la charge toxique totale, sa maladie en relation avec la sensibilité (SRI) diminua lentement, étant donné que sa perte de tolérance par agent toxique (TILT) se corrigea et que son hypersensibilité aux déclencheurs électromagnétiques se stabilisa.

5. Considérations en matière de qualité de la vie

Il y a un nombre de problèmes qui surgissent chez les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique. Un défi majeur de l'hypersensibilité électromagnétique consiste en la nature imperceptible des rayonnements électromagnétiques pour des personnes saines. L'absence de stimuli perceptibles incite les médecins, les membres de la famille, les amis, les employeurs, les compagnies d'assurance à classer les symptômes de l'hypersensibilité électromagnétique comme ayant une origine psychogène, ou psychiatrique (Rubin et al., 2010 ; Kanaan et al., 2007 ; Das-Munshi et al., 2006 ; Rubin et al., 2011). Il en résulte que les patients atteints d'une hypersensibilité électromagnétique subissent le ridicule et un éventuel rejet ou un désaveu par leurs systèmes habituels de soutien. Cette issue habituelle a un profond impact sur bien des aspects de la vie, incluant l'emploi, l'adaptation, les soins de santé, les finances, tout en créant une profonde aliénation quant aux dimensions sociale, émotionnelle et psychologique de la vie (Parsons, 2011).

5.1. Impact social

L'hypersensibilité électromagnétique a été décrite par des patients comme une "maladie de solitaire". A cause de la prévalence des rayonnements électromagnétiques omniprésents dans l'environnement urbain contemporain, l'hypersensibilité électromagnétique incite les patients à subir un isolement social extrême. Les symptômes sérieux les confinent dans leur habitation. Les sorties en vue d'achats dans des centres commerciaux, dans des librairies, au théâtre, dans les hôpitaux, et dans les cabinets médicaux sont souvent précaires, en raison de la présence de routeurs sans fil, de téléphones cellulaires, d'antennes relais et d'autres sources de rayonnements électromagnétiques. De plus, beaucoup de patients ne sont souvent plus capables séjourner dans les habitations de membres de leur famille à cause des problèmes de rayonnements électromagnétiques. Il en résulte un stress énorme concernant les mariages et les familles – spécialement si des membres de la famille n'acceptent pas de réduire les rayonnements électromagnétiques dans l'environnement de leur habitation.

Les symptômes physiques et psychologiques intenses poussent souvent les patients hypersensibles aux champs électromagnétiques à se mettre en congé de maladie dans leur emploi et beaucoup renoncent même totalement à leur emploi. L'inaptitude à participer à des activités délassantes jadis appréciées et à des occupations intéressantes est aggravée par le manque d'empathie et la fracture des relations avec la famille, les collègues et les prestataires de soins.

5.2. Impact physique et psychologique

Les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique subissent fréquemment des symptômes débilitants qui peuvent affecter tout système dans le corps, incluant le système nerveux central, le système musculo-squelettique, le tractus gastro-intestinal et le système endocrinien. Les symptômes amènent souvent un stress psychologique continu et une peur intense d'être "frappés" par les rayonnements électromagnétiques partout où ils vont. Beaucoup de patients deviennent figés par de telles peurs – sachant qu'un signal sans fil invisible peut déclencher à tout moment et n'importe où des symptômes majeurs dans leur corps. Cette peur ininterrompue et les préoccupations de problèmes de santé peuvent avoir un impact majeur sur leur bien-être au point que certaines personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques développent une phobie et rejettent l'électricité, tandis que certaines désirent fuir la civilisation.

Des études croisées de cas menées en Suède ont montré que des personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique expriment des tendances accrues à l'anxiété, à des états d'hypervigilance et au stress (Johansson et al., 2010). Ces facteurs psychologiques peuvent être des médiateurs futurs de maladies chez des personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique et les amener à un risque accru de souffrir d'autres troubles en relation avec l'état psychologique (De Luca et al., 2010 ; Johansson et al., 2010). De plus, le manque de soutien et d'acceptation par les personnes aimées conduit souvent les personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques à mettre en question leur propre santé mentale et à décider de diminuer leur estime de soi. Finalement, les charges toxiques sous-jacentes associées avec l'hypersensibilité électromagnétique rendent les patients vulnérables vis-à-vis de conditions en relation avec d'autres sensibilités, comme la fibromyalgie, le syndrome de fatigue chronique et la sensibilité chimique multiple (Genuis, 2010a).

6. Débat concernant la légitimité de l'hypersensibilité électromagnétique

Malgré des rapports de plus en plus nombreux dans la littérature mondiale, reconnaissant l'hypersensibilité électromagnétique comme une entité clinique légitime,

(Organisation Mondiale de la Santé, 2011a ; McCarty et al., 2011 ; Havas et al., 2010 ; Havas, 2000 ; Organisation Mondiale de la Santé, 2011b ; Chemical Sensitivity Network, 2011), beaucoup de personnes restent sceptiques à propos de la véracité de l'idée consistant à admettre qu'une sous-section de la population souffre d'une maladie et d'un handicap résultant de l'intolérance vis-à-vis des niveaux quotidiens de rayonnements électromagnétiques (Levallois, 2002). Certains considèrent que l'état d'hypersensibilité électromagnétique est purement psychosomatique (Rubin et al., 2010 ; Das-Munshi et al., 2006) – *"un terme élaboré pour qualifier les hypochondriaques et les praticiens des médecines alternatives afin de donner une explication satisfaisante aux problèmes médicaux sans relations (National Post, 2011)"*.

Cette position est arc-boutée par le défaut de nombreuses études de prouver une connexion entre l'hypersensibilité électromagnétique décrite par les personnes et leur exposition réelle à des rayonnements électromagnétiques (Nam et al., 2009 ; Mortazavi et al., 2007). En fait, beaucoup de ces études montrent que des personnes faisant état de leur propre hypersensibilité aux champs électromagnétiques étaient plus sensibles aux appareils n'émettant pas de rayonnements électromagnétiques qu'aux vrais rayonnements électromagnétiques (Frick et al., 2005). A l'opposé de travaux plus récents menés en double aveugle, confirmant des modifications physiologiques mesurables en réponse à des expositions à des rayonnements électromagnétiques Mac Carty et Rubin ont montré que les participants faisant eux-mêmes état de leur propre hypersensibilité électromagnétique ne présentaient pas de réponses physiologiques anormales à des expositions aiguës à des rayonnements électromagnétiques (McCarty et al., 2011 ; Rubin et al., 2011). En considérant les 29 études en simple et en double aveugle qui ont consisté à exposer des personnes à des rayonnements électromagnétiques réels et simulés, on constate que la plupart des études n'ont pas montré d'association significative entre les rayonnements électromagnétiques et des symptômes consistants chez les patients auto-proclamés hypersensibles aux champs électromagnétiques (Rubin et al., 2011).

Deuxièmement, beaucoup de patients hypersensibles aux champs électromagnétiques présentant des dysfonctionnements du cerveau, induits par des rayonnements électromagnétiques ont des symptômes du système nerveux central impliquant la mauvaise humeur, l'aptitude cognitive, la perception et le comportement. Etant donné la nature labile de cet état dépendant des expositions déclenchantes, les patients hypersensibles aux champs électromagnétiques sont souvent perçus comme inconsistants et non fiables, ce qui rend tentant pour les sceptiques d'étiqueter leur état comme psychogénique. Il résulte de ces divers facteurs que beaucoup de cliniciens, de politiciens et de groupes industriels ont choisi d'étiqueter l'hypersensibilité électromagnétique comme maladie fictive.

Cependant, après avoir passé en revue toutes les preuves disponibles, l'Organisation Mondiale de la Santé a publié en 2004 un feuillet d'information identifiant la maladie multi-systémique non spécifique résultant de l'exposition aux rayonnements électromagnétiques comme "hypersensibilité électromagnétique" (Organisation Mondiale de la Santé, 2011b). En mai 2011, une coalition de scientifiques médecins a rencontré les officiels de l'Organisation Mondiale de la Santé, responsables de la Classification Internationale des Maladies (ICD). L'Organisation Mondiale de la Santé a exprimé sa bonne volonté de prendre en considération l'introduction professionnelle et publique de la preuve soutenant l'inclusion de l'hypersensibilité électromagnétique dans la 11^{ème} version de la Classification Internationale des Maladies en 2015 (Chemical Sensitivity Network, 2011).

Divers gouvernements nationaux ont également reconnu l'hypersensibilité électromagnétique comme un problème médical émergent. La Suède (où il y a environ 250000 personnes atteintes d'hypersensibilité électromagnétique, selon un rapport de 2004 (Johansson, 2006) classe l'hypersensibilité électromagnétique comme une altération

fonctionnelle (Johansson, 2006). En prenant des dispositions pour diminuer le risque d'exposition à des toxiques – la cause étiologique de la maladie en relation avec la sensibilité (SRI) et de l'hypersensibilité électromagnétique, l'Agence Suédoise des Produits Chimiques a édicté des recommandations sous forme de "Principe de Substitution". Ce rapport recommande : *"Si des risques pour l'environnement et la santé humaine et la sécurité peuvent être réduits par le remplacement d'une substance chimique ou d'un produit par une autre substance ou par quelque technologie non-chimique, alors ce remplacement doit se faire"* (Swedish Chemicals Agency, 2007). D'autres nations ont également commencé à introduire des lignes directrices et des législations en relation avec l'hypersensibilité électromagnétique. L'Espagne, par exemple, reconnaît l'hypersensibilité électromagnétique comme un handicap permanent (Grupo Medico Juridico, 2011) alors que la Commission Canadienne des Droits de l'Homme inclut l'hypersensibilité électromagnétique parmi les sensibilités environnementales, comme un handicap à intégrer dans la législation fédérale canadienne (Sears, 2007a). Cependant, malgré les résultats contradictoires à ce jour, des recherches concernant l'hypersensibilité électromagnétique, des actions de législation et de santé publique voient lentement le jour dans beaucoup de juridictions.

Quelles considérations peuvent expliquer potentiellement les inconsistances apparentes et les contradictions dans les résultats des études et les conclusions concernant la légitimité du diagnostic de l'hypersensibilité électromagnétique ?

6.1. Réponses aux défis en relation avec le diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique

✧ *Manque de réponse clinique aux rayonnements électromagnétiques dans certaines recherches* : Les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique peuvent être sensibles à différentes fréquences ; toutes les fréquences électromagnétiques ne sont pas les mêmes. Des personnes intolérantes à un aliment ne sont pas sensibles à tous les aliments et les patients sensibles à des substances chimiques ne sont pas sensibles aux expositions à toutes les substances chimiques. Des patients hypersensibles aux champs électromagnétiques ne sont pas nécessairement sensibles à toutes les fréquences du spectre électromagnétique. Le test de patients hypersensibles aux champs électromagnétiques réalisé en les exposant à une seule fréquence, pour découvrir des modifications physiologiques identifiables peut rater des fréquences auxquelles ils sont sensibles – ceci équivaut à tester des personnes pour une intolérance alimentaire en les exposant à seulement un aliment ou de tester un patient pour une maladie atopique en ne le testant qu'avec un seul antigène.

✧ *Réponse clinique fluctuante dans certaines recherches, en réponse aux rayonnements électromagnétiques* : Pour les personnes présentant une maladie en relation avec l'hypersensibilité (SRI), les niveaux et l'intensité de l'intolérance peuvent changer à court et à long terme (Genuis, 2010a ; Ashford and Miller, 1998 ; Miller and Ashford, 2000). L'intensité de la réponse peut fluctuer en fonction de la modification de la charge totale du corps, de l'incitant et de sa dose, d'un état inflammatoire général du corps, de déclencheurs associés concomitants, de l'utilisation de médicaments ou de produits naturels de régime, de l'état de santé général, et de divers autres facteurs déterminants.

✧ *Réponse clinique retardée en réponse aux rayonnements électromagnétiques dans certaines recherches* : Des modifications cliniques suivant l'exposition à l'incitant ne sont pas nécessairement immédiates et peuvent marquer un seuil de retard. Etant

donné que certaines réponses inflammatoires peuvent prendre du temps pour se manifester, les tests immédiats dans des buts de recherches peuvent se révéler non fiables.

✦ *Résultats cliniques différents selon les différentes personnes* : Certaines études proclamant la réfutation de l'hypersensibilité aux champs électromagnétiques, utilisent une approche réductionniste de l'évaluation du patient. Chaque personne hypersensible aux champs électromagnétiques est un individu unique fonctionnant dans un environnement complexe et non une machine de laboratoire. Beaucoup d'études tentent de créer un environnement contrôlé et alors en tirent des conclusions – qui ne sont pas généralisables à l'environnement complexe où existent des individus uniques avec des génomes distincts et où la multiplicité de déterminants interconnectés peut avoir un impact sur des personnes susceptibles d'y répondre.

✦ *Etiologie psychogène* : Beaucoup de patients hypersensibles aux champs électromagnétiques ont été capables de récupérer et ont réussi à maintenir leur santé en utilisant des interventions physiologiques, sans traitements psychothérapeutiques. En d'autres mots, la correction de la physiopathologie plutôt que la correction de la psychopathologie a été efficace dans l'amélioration de cet état. Ceci suggère qu'il peut y avoir une base physiologique pour au moins une certaine part de l'hypersensibilité électromagnétique.

✦ *Manque de preuves objectives* : Contrairement à l'hypertension et au diabète, où des marqueurs cliniques isolés prédéterminés déterminent le diagnostic, l'hypersensibilité électromagnétique ne se mesure pas facilement selon des critères quantifiables. Faute de marqueurs objectifs, certains professionnels de santé tendent à nier le diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique. L'hypersensibilité électromagnétique n'a généralement pas lieu en isolement – elle est souvent une composante de problèmes de santé complexes multisystémiques résultant d'une maladie en relation avec l'hypersensibilité (SRI) (Genuis, 2010a ; Dahmen et al., 2009 ; Sears, 2007b). L'hypersensibilité électromagnétique est un syndrome spécifique à la personne, basé sur la charge environnementale totale de la personne, sur son état général de santé, et sur la manière dont son unique chimie cellulaire bioélectrique répond aux champs électromagnétiques externes. Les personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques peuvent souffrir de déficiences biochimiques associées, de bio-accumulation de toxiques et de polymorphismes génétiques individuels affectant les processus de désintoxication cellulaire, la biologie neuro-cognitive et d'autres déterminants de la santé ou de la maladie (Landgrebe et al., 2008).

✦ *L'hypersensibilité électromagnétique défie l'expérience et n'a pas de sens* : Etant donné que la plupart des gens ne perçoivent pas les rayonnements électromagnétiques dans leur environnement, il peut apparaître contre intuitif d'accepter que certaines personnes subissent des symptômes physiquement handicapants résultant d'une exposition apparemment fortuite. Il en résulte que beaucoup de scientifiques et de cliniciens n'acceptent pas de concevoir la possibilité de l'existence d'une telle sensibilité, et confèrent automatiquement la qualification de psychogène à cette maladie. Cependant, il est instructif de prendre en considération que, tout comme des personnes vulnérables présentant une allergie aux arachides puissent souffrir de chocs anaphylactiques mettant leur vie en danger, suite à l'exposition à de minuscules quantités d'arachides chaque jour, certaines personnes hypersensibles aux champs

électromagnétiques puissent manifester des réponses débilantes à des niveaux quotidiens de rayonnements électromagnétiques.

✧ *Problèmes liés à des conflits d'intérêts* : La sensibilité vis-à-vis de facteurs environnementaux a une implication énorme quant aux problèmes d'assurances, d'emploi, de droits de l'homme, de responsabilités, d'initiatives politiques, de législations, de politiques industrielles, de modes de vie etc. – problèmes présentant des implications économiques profondes. En science et en médecine, comme dans d'autres disciplines, il en est qui sont étroitement alliés aux intérêts acquis auxquels ils se sont apparemment liés en rejetant la vérité, en rejetant des recherches crédibles et en rejetant des faits observés (Michaels, 2008 ; Moynihan, 2003). Indifférents à la manière dont la preuve impose le contraire, certains scientifiques sans scrupules ou non informés continuent à servir et à représenter les intérêts acquis qui les financent eux ou les idées et les idéologies retranchées qui les poussent (Michaels, 2008 ; Angell, 2000). On a suggéré que peut-être, certains faits concernant l'hypersensibilité électromagnétique aient été obscurcis et que les "preuves" aient été manipulées pour installer le doute et pour empêcher les mises en place de règlements de santé publique en matière de ces expositions (Genuis, 2008 ; Michaels, 2008).

✧ *Précédent historique* : L'histoire qui se répète démontre qu'un trouble ne confirmant pas le paradigme scientifique existant dans une époque spécifique se traduit automatiquement en un état psychosomatique ou de non existence métaphysique. On a souvent attribué initialement à plusieurs pathologies allant de la maladie de Parkinson aux ulcères gastriques une origine plutôt psychologique que physiologique (Pall, 2007 ; Marshall, 2002).

✧ *Traduction des connaissances* : L'histoire médicale démontre de manière constante que l'acceptation d'une nouvelle connaissance en médecine clinique est notoirement lente (Genuis, 2012 ; Genuis and Genuis, 2006 ; Doherty, 2005 ; Grol and Grimshaw, 2003). Actuellement l'hypersensibilité électromagnétique est généralement ignorée, ridiculisée ou déniée, de même que beaucoup d'autres états comme la colite ulcéreuse, les migraines, la sclérose en plaques et les troubles liés aux stress post-traumatiques ont été rejetés dans le passé (Pall, 2007).

7. Conclusion

Il y a eu au cours de ces 50 dernières années, une révolution concernant les champs électromagnétiques artificiels, avec la large dispersion des équipements électroniques, comme les systèmes sans fil, les machines électriques, ainsi que l'envahissement des lignes à haute tension et des antennes relais de télécommunications ; au cours des 50 années qui vont suivre, nous commencerons à assister aux conséquences de ces développements. Nous avons une responsabilité éthique consistant à définir les impacts de telles technologies sur l'organisme humain et de mettre au point des méthodologies pour investiguer et gérer les séquelles nuisibles.

Lorsqu'ils sont exposés à certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques, les patients souffrant d'hypersensibilité électromagnétique éprouvent des signes et des symptômes non spécifiques affectant plusieurs systèmes du corps ; beaucoup sont devenus handicapés et incapables de fonctionner efficacement dans la société.. Les preuves s'accumulent et cependant beaucoup de patients hypersensibles aux champs électromagnétiques peuvent être soignés cliniquement avec succès et peuvent bénéficier d'une récupération substantielle. Des recommandations générales destinées à traiter les personnes

atteintes d'une maladie en relation avec la sensibilité (SRI), y compris l'hypersensibilité électromagnétique, impliquent la réduction et l'évitement des déclencheurs environnementaux, des remèdes de l'état biochimique et nutritionnel ainsi que la diminution des charges toxiques bio-accumulées (Genuis, 2010a). De plus certains patients ont trouvé la thérapie de comportement cognitif et la reprogrammation neurale comme ajouts salutaires concernant le stress psychologique et ont acquis certains talents pour surmonter l'hypersensibilité électromagnétique.

Des recherches ultérieures sont nécessaires pour comprendre complètement la physiopathologie détaillée de l'hypersensibilité électromagnétique et pour mettre en œuvre des thérapies courantes destinées à améliorer les souffrances subies par les personnes affectées. Des dispositions de santé publique incluant l'éducation de la société et des règlements en relation avec l'exposition environnementale aux produits chimiques toxiques et aux rayonnements électromagnétiques sont requis d'urgence pour protéger la santé publique et enrayer l'incidence croissante de ces troubles médicaux prévisibles. Le "principe de substitution" évoqué par la Suède, requérant l'adoption du moindre risque et de stratégies les plus supportables, est une approche logique pour promouvoir des technologies innovantes, afin de protéger la santé individuelle et publique.

Des preuves récentes dans la littérature scientifique suggèrent que diverses altérations physiologiques objectives sont apparentes chez certaines personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques déclarant souffrir après exposition à certaines fréquences de rayonnements électromagnétiques (McCarty et al., 2011 ; Havas et al., 2010). Il en résulte que beaucoup de scientifiques reconnaissent maintenant que l'hypersensibilité électromagnétique puisse être un état médical débilitant qui affecte un nombre de plus en plus important de personnes à travers le monde. Alors que des patients peuvent décider de se fixer des étapes pour réduire l'exposition à des rayonnements électromagnétiques une fois qu'ils ont reconnu l'importance de le faire, beaucoup de cliniciens familiarisés avec l'hypersensibilité électromagnétique et les mécanismes maladie / santé de la maladie en relation avec la sensibilité (SRI) sont nécessaires pour effectuer les diagnostics, assister et traiter le nombre bourgeonnant de personnes en souffrance, lesquelles sont complètement perdues pour expliquer leurs divers symptômes (Genuis, 2010a). Enfin, sans se soucier de savoir si oui ou non on choisit de croire que l'hypersensibilité est un fait ou une fiction, chaque praticien de santé a l'obligation éthique d'écouter sincèrement ses patientes et ses patients, y compris celles et ceux qui sont hypersensibles aux champs électromagnétiques, et de faire tout ce qui est possible pour améliorer leur souffrance.

Remerciements :

Sincères remerciements à Angela Hobbs pour son aimable assistance et sa contribution à la rédaction de cette publication. Nous sommes également très reconnaissants au Dr. Meg Sears et au Dr. Don Hillman pour les recommandations inestimables lors du texte final.

Références

- Angell M. Is academic medicine for sale? *N Engl J Med* 2000;342(20):1516-8.
- Ashford N, Miller C. Chemical exposures: low levels and high stakes. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons; 1998.
- Berlucchi G. Brain plasticity and cognitive neurorehabilitation. *Neuropsychol Rehabil* 2011;1-19.
- Brenner DJ, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003;100(24):13761-6.
- Brodeur, P. The Zapping of America: Microwaves, Their Deadly Risk, and the Coverup. London: WW. Norton & Co.; 1977; p. 1-343.
- Buchner K, Eger H. Changes of clinically important neurotransmitters under the influence of modulated RF fields — a long-term study under real-life conditions. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 2011;24(1):44-57.
- Chemical Sensitivity Network, Platform created by WHO in order to get an ICD code for MCS and EHS [accessed July 31,2011 at <http://www.csn-deutschland.de/blog/en/platform-created-by-who-in-order-to-get-an-icd-code-for-mcs-and-ehs/>]. 2011.
- Chevalier, G., Sinatra, ST., Oschman, JL., Sokal, K., Sokal, P. Earthing: health implications of reconnecting the human body to the earth's surface electrons. *J Environ Public Health*, in press.
- Cioni G, D'Acunto G, Guzzetta A. Perinatal brain damage in children: neuroplasticity, early intervention, and molecular mechanisms of recovery. *Prog Brain Res* 2011;189:139-54.
- Costa A, et al. Heavy metals exposure and electromagnetic hypersensitivity. *Sci Total Environ* 2010;408(20):4919-20. author reply 4921.
- Coyle B. Use of filters to treat visual-perception problem creates adherents and sceptics. *CMAJ: Can Med Assoc J* 1995;152(5):749-50.
- Dabrowski MP, et al. Immunotropic effects in cultured human blood mononuclear cells pre-exposed to low-level 1300 MHz pulse-modulated microwave field. *Electromagn Biol Med* 2003;22(1):1-13.
- Dahmen N, Ghezal-Ahmedi D, Engel A. Blood laboratory findings in patients suffering from self-perceived electromagnetic hypersensitivity (EHS). *Bioelectromagnetics* 2009;30(4):299-306.
- Das-Munshi J, Rubin GJ, Wessely S. Multiple chemical sensitivities: a systematic review of provocation studies. *J Allergy Clin Immunol* 2006;118(6):1257-64.
- DeMatteo B. Terminal shock: the health hazards of video display terminals. Raleigh: NC Press; 1985. p. 1-239.
- De Luca C, et al. Biological definition of multiple chemical sensitivity from redox state and cytokine profiling and not from polymorphisms of xenobiotic-metabolizing enzymes. *Toxicol Appl Pharmacol* 2010;248:285-92.
- de Pomerai D, et al. Non-thermal heat-shock response to microwaves. *Nature* 2000;405(6785):417-8.
- 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.
- Dode AC. Dirty electricity, cellular telephone base stations and neoplasia. *Sci Total Environ* 2011.
- Doherty S. History of evidence-based medicine. Oranges, chloride of lime and leeches: barriers to teaching old dogs new tricks. *Emerg Med Australas* 2005;17(4):314-21.
- Duramad P, Tager IB, Holland NT. Cytokines and other immunological biomarkers in children's environmental health studies. *Toxicol Lett* 2007;172(1-2):48-59.
- D'Andrea JA, et al. Microwave effects on the nervous system. *Bioelectromagnetics* 2003 (Suppl 6):S107-47.
- Floderus B, Stenlund C, Carlgren F. Occupational exposures to high frequency electromagnetic fields in the intermediate range (> 300 Hz-10 MHz). *Bioelectromagnetics* 2002;23(8):568-77.
- Frey A, Seifert E. Pulse modulated UHF energy illumination of the heart associated with change in heart rate. *Life Sci* 1968;7(Part II):505-12.
- Frey A. Cardiac and neural effects of modulated RF energy. *Proceedings of the 23rd Annual Conference on Engineering in Medicine and Biology*, 12. ; 1970. p. 175.
- Frick U, et al. Comparison perception of singular transcranial magnetic stimuli by subjectively electrosensitive subjects and general population controls. *Bioelectromagnetics* 2005;26(4):287-98.
- 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;54:663-71.
- Genius SJ. Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation. *Public Health* 2008;122:113-24.
- Genius SJ. Sensitivity-related illness: the escalating pandemic of allergy, food intolerance and chemical sensitivity. *Sci Total Environ* 2010a;408(24):6047-61.
- Genius S. What's out there making us sick? *J Environ Public Health* 2012. doi:10.1155/2012/605137.
- Genius SJ. Human detoxification of perfluorinated compounds. *Public Health* 2010b;124(7):367-75.
- Genius SJ. Elimination of persistent toxicants from the human body. *Hum Exp Toxicol* 2011;30(1):3-18.
- Genius SK, Genius SJ. Exploring the continuum: medical information to effective clinical practice: Paper 1. The translation of knowledge into clinical practice. *J Eval Clin Pract* 2006;12:49-62.
- Glaser, Z., Cumulated index to the Bibliography of reported biological phenomena ("effects") and clinical manifestations attributed to microwave and radio-frequency radiation: report, supplements (no. 1-9), BEMS newsletter (B-1 through B-464), 1971-1981 - Indexed by Julie Moore, Riverside, CA: Julie Moore & Associates, 1984.
- Grol R, Grimshaw J. From best evidence to best practice: effective implementation of change in patients' care. *Lancet* 2003;362(9391):1225-30.
- Grupo Medico Juridico, La hipersensibilidad a las ondas que producen los teléfonos móviles se convierte en una nueva causa de incapacidad permanente. Accessed on October 18th 2011 at [<http://www.noticiamedicas.es/medicina/noticias/10451/1/La-hipersensibilidad-a-las-ondas-que-producen-los-telefonos-moviles-se-convierte-en-una-nueva-causa-de-incapacidad-permanente/Page1.html#>]. 2011.
- Hallberg O, Oberfeld G. Letter to the editor: will we all become electrosensitive? *Electromagn Biol Med* 2006;25(3):189-91.
- Hallberg O, Johansson O. Sleep on the right side-Get cancer on the left? *Pathophysiology: The official journal of the International Society for Pathophysiology/ISP*, 17(3). ; 2010. p. 157-60.
- Hardell L, et al. Increased concentrations of certain persistent organic pollutants in subjects with self-reported electromagnetic hypersensitivity — a pilot study. *Electromagn Biol Med* 2008;27(2):197-203.
- Havas M. Biological effects of non-ionizing electromagnetic energy: a critical review of the reports by the US National Research Council and the US National Institute of Environmental Health Sciences as they relate to the broad realm of EMF bioeffects. *Environ Rev* 2000;8:173-253.
- Havas M. Electromagnetic hypersensitivity: biological effects of dirty electricity with emphasis on diabetes and multiple sclerosis. *Electromagn Biol Med* 2006;25(4):259-68.
- Havas M, et al. Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from DECT phone affects autonomic nervous system. In: Giuliani L, Soffritti M, editors. "Non-thermal Effects and Mechanisms of Interaction Between Electromagnetic Fields and Living Matter". *European J Oncology — Library*. National Institute for the Study and Control of Cancer and Environmental Disease Bologna: Mattioli; 2010. p. 273-300. 2010. 2010.
- Hillert L, et al. Cognitive behavioural therapy for patients with electric sensitivity — a multidisciplinary approach in a controlled study. *Psychother Psychosom* 1998;67(6):302-10.
- Hillert L, et al. Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. *Scand J Work Environ Health* 2002;28(1):33-41.
- Hobbs A. Sleep-powered wellness. Calgary: Bold World Books; 2011.
- Hooper, A. Dynamic Neural Retraining System. Accessed October 18, 2011, at [<http://www.dnrsystem.com/>]. 2011.
- Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH. In: trahlenschutz Bf, editor. Ermittlungen der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks — jährliche Umfragen. Bonn: Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; 2003. p. 1-34.
- Johansson O. Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment. *Electromagn Biol Med* 2006;25(4):245-58.
- Johansson O, et al. 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;28:513-9.
- Johansson A, et al. Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity. *J Psychosom Res* 2010;68(1):37-45.
- Johansson O, Liu P-Y. "Electrosensitivity", "electrosupersensitivity" and "screen dermatitis": preliminary observations from on-going studies in the human skin. In: Simundic D, editor. *Proceedings of the COST 244 Biomedical Effects of Electromagnetic Fields — Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity*. Brussels/Graz: EU/EC (DG XIII); 1995. p. 52-7.
- Kabuto M, et al. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer* 2006;119(3):643-50.
- Kanaan RA, Lepine JP, Wessely SC. The association or otherwise of the functional somatic syndromes. *Psychosom Med* 2007;69(9):855-9.
- Klimková-Deutschová E. Neurologic findings in persons exposed to microwaves. In: Czernski P, et al, editor. *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium*. Warsaw, 15-18 Oct; 1973. p. 268-72.
- Landgrebe M, et al. Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: results of a case-control study. *Psychol Med* 2008;38(12):1781-91.
- Landgrebe M, et al. Association of tinnitus and electromagnetic hypersensitivity: hints for a shared pathophysiology? *PLoS One* 2009;4(3):e5026.
- Leitgeb N, Schrottner J. Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. *Bioelectromagnetics* 2003;24(6):387-94.
- Less EMF Inc., The EMF Safety Superstore: EMF Shielding Device. Accessed on Oct 18th 2011 at [<http://lessemf.com/emf-shie.html>]. 2011.
- Levallois P. Hypersensitivity of human subjects to environmental electric and magnetic field exposure: a review of the literature. *Environ Health Perspect* 2002;110(Suppl 4):613-8.
- Levallois P, et al. Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. *Environ Health Perspect* 2002;110(Suppl 4):619-23.
- Li DK, Chen H, Odouli R. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165(10):945-50.
- Lin H, et al. Electromagnetic field exposure induces rapid, transitory heat shock factor activation in human cells. *J Cell Biochem* 1997;66(4):482-8.

- Lin H, et al. Myc-mediated transactivation of HSP70 expression following exposure to magnetic fields. *J Cell Biochem* 1998;69(2):181–8.
- Marino AA, et al. In vivo bioelectrochemical changes associated with exposure to extremely low frequency electric fields. *Physiol Chem Phys* 1977;9(4-5):433–41.
- Marshall B. *Helicobacter pioneers: firsthand accounts from the scientists who discovered helicobacters*. Victoria, Australia: Blackwell; 2002.
- Mashevich M, et al. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* 2003;24(2):82–90.
- McCarty DE, et al. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. *Int J Neurosci*. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21793784>> 2011 Sep 5. [Epub ahead of print].
- Michaels D. *Doubt is their product: how industry's assault on science threatens you health*. New York: Oxford University Press; 2008.
- Miller CS. Toxicant-induced loss of tolerance – an emerging theory of disease? *Environ Health Perspect* 1997;105(Suppl 2):445–53.
- Miller CS. The compelling anomaly of chemical intolerance. *Ann N Y Acad Sci* 2001;933:1–23.
- Miller CS, Ashford NA. Multiple chemical intolerance and indoor air quality. In: Spengler JD, Samet JM, McCarthy JF, editors. Chapter 27 in 'Indoor air quality handbook'. New York: MacGraw-Hill; 2000.
- Mild K, Repacholi M, van Deventer Ee. Electromagnetic hypersensitivity. *Proceedings International Workshop on EMF Hypersensitivity Prague, Czech Republic October 25–27; 2004*. p. 196.
- Mortazavi SM, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. *Bioelectromagnetics* 2007;28(4):326–30.
- Moynihan R. Who pays for the pizza? Redefining the relationships between doctors and drug companies. 1: entanglement. *BMJ* 2003;326(7400):1189–92.
- Nam KC, et al. Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study. *Bioelectromagnetics* 2009;30(8):641–50.
- National Post Editorials. Saturday July 30, 2011 Spreading wireless panic. *National Post*; 2011. p. A13.
- Pall ML. *Explaining 'unexplained illness': disease paradigm for chronic fatigue syndrome, multiple chemical sensitivity, fibromyalgia, post-traumatic stress disorder, gulf war syndrome and others*. New York: Harrington Park Press; 2007.
- Parsons, S., *Living with electrohypersensitivity: a survival guide*. [Accessed on August 3rd, 2011 at <http://www.weepinitiative.org/livingwithEHS.html>]. 2011.
- Ramirez CC, Federman DG, Kirsner RS. Skin cancer as an occupational disease: the effect of ultraviolet and other forms of radiation. *Int J Dermatol* 2005;44(2):95–100.
- Rea WJ, et al. Electromagnetic field sensitivity. *J Bioelectricity* 1991;10:241–56.
- Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S. A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity. *Psychother Psychosom* 2006;75(1):12–8.
- Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): an updated systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics* 2010;31(1):1–11.
- Rubin GJ, Hillert L, Nieto-Hernandez R, van Rongen E, Oftedal G. Do people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields display physiological effects when exposed to electromagnetic fields? A systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics* 2011;32(8):593–609.
- Sadchikova M. State of the nervous system under the influence of UHF. In: Letavet AA, Gordon ZV, editors. *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*. Moscow: Academy of Medical Sciences; 1960. p. 25–9.
- Sage, C. *The bioinitiative report*. Accessed Aug 2/2011 at [<http://www.bioinitiative.org/report/index.htm>]. 2007.
- Salford LG, et al. The mammalian brain in the electromagnetic fields designed by man with special reference to blood-brain barrier function, neuronal damage and possible physical mechanisms. *Progress of Theoretical Physics Supplement* No. 173; 2008. p. 283–309.
- Sears M. The medical perspective on environmental sensitivities. Government of Canada: Canadian Human Rights Commission; 2007a http://www.chrc-ccdp.gc.ca/legislation_policies/policy_envIRON_politique-eng.aspx. Accessed Oct 22, 2011 at.
- Sears M. The medical perspective on environmental sensitivities. Government of Canada: Canadian Human Rights Commission; 2007b available at http://www.chrc-ccdp.ca/research_program_recherche/esensitivites_hypersensibilitee/toc_tdm-en.asp. accessed Oct 11/2009.
- Stankiewicz W, et al. Immunotropic effects of low-level microwave exposures in vitro. In: Giuliani L, Soffritti M, editors. "Non-thermal Effects and Mechanisms of Interaction Between Electromagnetic Fields and Living Matter", *European J Oncology – Library*. National Institute for the Study and Control of Cancer and Environmental Disease Bologna: Mattioli; 2010. 2010.
- Swedish Chemicals Agency. *The Substitution Principle*. Stockholm, Sweden. Accessed Oct 22, 2011 at [http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/Rapporter/Report8_07_The_Substitution_Principle.pdf]. 2007.
- The Swedish Association for the Electrosensitive, Electrically Hypersensitive Individuals Join Hands Across the World. Accessed Oct 22/2011 at [<http://www.feb.se/FEBletters/world.html>]. 1994.
- Torrens P. Wi-Fi geographies. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1). ; 2008. p. 59–84.
- Tracey KJ. Physiology and immunology of the cholinergic antiinflammatory pathway. *J Clin Invest* 2007;117(2):289–96.
- Tsurita G, et al. Effects of exposure to repetitive pulsed magnetic stimulation on cell proliferation and expression of heat shock protein 70 in normal and malignant cells. *Biochem Biophys Res Commun* 1999;261(3):689–94.
- Volkow ND, et al. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA* 2011;305(8):808–13.
- Wormhoudt LW, Commandeur JN, Vermeulen NP. Genetic polymorphisms of human N-acetyltransferase, cytochrome P450, glutathione-S-transferase, and epoxide hydrolase enzymes: relevance to xenobiotic metabolism and toxicity. *Crit Rev Toxicol* 1999;29(1):59–124.
- World Health Organization. *Electromagnetic Fields and Public Health: Electromagnetic Hypersensitivity*. [accessed on July 31, 2011 at <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs296/en/index.html>]. 2005.
- World Health Organization. *Electromagnetic Fields*. [accessed on July 7th 2011 at <http://www.who.int/peh-emf/en/>]. 2011.
- Zaret M. Microwave cataracts. *Medical Trial Technique Quarterly* 1973;19(3):246–52.