

Igor Belyaev, Amy Dean, Horst Eger, Gerhard Hubmann, Reinhold Jandrisovits, Markus Kern, Michael Kundi, Hanns Moshhammer, Piero Lercher, Kurt Müller, Gerd Oberfeld*, Peter Ohnsorge, Peter Pelzmann, Claus Scheingraber et Roby Thill

Directive EUROPAEM EMF 2016 pour la prévention, Diagnostic et traitement des maladies liées aux CEM maux et maladies

DOI 10.1515/reveh-2016-0011 Reçu le 16 mars 2016; accepté le 29 mai 2016, mis en ligne le 25 juillet 2016

Résumé : Les maladies chroniques avec des symptômes non spécifiques sont en augmentation. En plus du stress social et professionnel chronique, il existe des facteurs environnementaux physiques et chimiques à la maison, au travail et dans les loisirs qui agissent comme des facteurs de stress causaux ou aggravants qui méritent plus d'attention de la part des médecins généralistes et de tous les professionnels de la santé. Il semble désormais nécessaire de considérer également ces « nouvelles expositions » comme les CEM. Les médecins sont de plus en plus confrontés à des plaintes d'origine inconnue. Des études, des observations empiriques et des rapports de patients indiquent clairement des interactions entre les plaintes et l'exposition aux champs électromagnétiques (EMF). Cependant, la sensibilité individuelle aux influences environnementales est généralement ignorée. De nouvelles technologies radio et applications radio ont été introduites sans que leur impact sur la santé humaine ait été suffisamment clarifié au préalable, posant de nouveaux défis pour la médecine et la société. Par exemple, la question des effets dits non thermiques et des effets potentiels à long terme dans le domaine des faibles doses n'a guère été étudiée avant l'introduction de ces technologies. Les sources courantes de champs électromagnétiques (EMF) comprennent :

Le rayonnement électromagnétique à haute fréquence ou radiofréquence (HF) en abrégé (30 MHz à 300 GHz) est émis par les émetteurs de radio et de télévision, les points d'accès WLAN, les routeurs WLAN et les clients WLAN (par exemple, les smartphones, tablettes), téléphones sans fil et mobiles, y compris leurs stations de base et leurs appareils Bluetooth. Les champs électriques basse fréquence (ELF EF) et magnétiques (ELF MF) dans la gamme ELF (3 Hz à 3 kHz) émanent des installations électriques, de l'éclairage et des appareils électriques. Champs électriques (VLF EF) et magnétiques (VLF MF) à basse fréquence dans la gamme VLF (3 kHz à 3 MHz) causés par les harmoniques et les distorsions de tension et de courant émanant des installations électriques, de l'éclairage (par exemple, des lampes à économie d'énergie), et appareils électroniques

hors de.

Académie européenne de médecine environnementale (EUROPAEM) – Groupe de

travail EMF *) **Auteur correspondant :** Gerd Oberfeld, State Medical Directorate, Land Salzburg, Austria, email :

gerd.oberfeld@salzburg.gv.at **Igor Belyaev :** Institute for Cancer Research BMC, Slovaquie Académie des sciences, Bratislava, Slovaquie, et Institut Prokhorov de physique générale, Académie russe des sciences, Moscou, Russie **Amy Dean :** Académie américaine de médecine environnementale, Wichita, KS, États-Unis **Horst Eger :** Cercle de qualité médicale de l'Association médicale de l'État bavarois " Champs électromagnétiques en médecine - diagnostic, thérapie, environnement" No. 65143, Naila, Allemagne

Gerhard Hubmann : Centre de thérapie MEDICUS pour la médecine holistique, Vienne, Autriche, et Académie internationale de médecine holistique de Vienne (GAMED), Vienne, Autriche **Reinhold Jandrisovits :** Département de médecine environnementale de l'Association médicale du Burgenland, Eisenstadt, Autriche

Markus Kern : Cercle de qualité médicale « Champs électromagnétiques en médecine – Diagnostic, thérapie et environnement » Kempten, Allemagne, et

Competence Initiative for the Protection of Man, Environment and Democracy eV, Kempten, Allemagne **Michael Kundi et Hanns Moshhammer :** Institut de médecine environnementale, Université médicale de Vienne, Autriche **Piero Lercher :** Association médicale de Vienne, Département de médecine environnementale, Vienne, Autriche **Kurt Müller :** Académie européenne de médecine environnementale, Kempten, Allemagne **Peter Ohnsorge :** Académie européenne de médecine

environnementale, Würzburg, Allemagne **Peter Pelzmann :** Département of Electronics and Technical Informatics, HTL Donaustadt, Vienne, Autriche **Claus**

Scheingraber : groupe de travail electr obiology (AEB), Munich, Allemagne, et Société allemande de toxicologie environnementale et humaine (DGUHT), Würzburg, Allemagne **Roby Thill :** Association professionnelle des médecins de l'environnement (ALMEN), Beaufort, Luxembourg

D'une part, il existe des preuves solides que l'exposition à long terme à certains champs électromagnétiques est un facteur de risque pour diverses maladies telles que divers types de cancer, la maladie d'Alzheimer et l'infertilité masculine, et d'autre part, l'hypersensibilité électromagnétique émergente (EHS) est de plus en plus reconnu par les autorités sanitaires, les autorités, et reconnu par les évaluateurs du handicap, les politiciens et les tribunaux.

Nous recommandons de traiter cliniquement l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) dans le cadre des maladies multisystémiques chroniques (CMI), tout en reconnaissant que la cause fondamentale est environnementale. Au début, les symptômes EHS sont souvent peu fréquents, mais avec le temps, ils augmentent en fréquence et en intensité. Les symptômes courants de l'EHS comprennent les maux de tête, les difficultés de concentration, les problèmes de sommeil, la dépression, le manque d'énergie, l'épuisement et les symptômes pseudo-grippaux. Un historique médical détaillé, qui enregistre tous les symptômes ainsi que leur apparition en fonction du moment, du lieu et du contexte des expositions aux CEM, est la clé du diagnostic. L'exposition aux CEM est généralement déterminée par des mesures de CEM à la maison et au travail. Certaines expositions aux CEM peuvent également être estimées en posant des questions sur les sources courantes de CEM dans l'environnement du patient. Il est très important de tenir compte de la sensibilité individuelle d'un patient. La thérapie primaire devrait principalement se concentrer sur la prévention et la réduction de l'exposition aux champs électromagnétiques. Toutes les sources d'exposition élevée aux CEM à la maison et au travail doivent être réduites ou supprimées. La réduction des expositions aux CEM devrait également être étendue aux lieux publics tels que les écoles, les hôpitaux, les transports publics et les bibliothèques afin qu'ils puissent être librement utilisés par les personnes atteintes d'EHS (accessibilité). Si l'exposition aux CEM indésirables est suffisamment réduite, le corps a une chance de récupérer et les symptômes EHS diminueront ou même disparaîtront. De nombreux exemples montrent que de telles mesures fonctionnent. Pour augmenter l'efficacité du traitement, la multitude d'autres influences environnementales qui contribuent à la charge globale sur le corps doivent également être prises en compte. Toutes les mesures qui soutiennent l'homéostasie contribuent également à augmenter la résistance aux maladies, et donc aux effets nocifs de l'exposition aux CEM. Il est de plus en plus évident que l'exposition aux champs électromagnétiques exerce une forte influence sur les capacités de régulation oxydative et nitrosative des personnes concernées. Cette approche peut également expliquer pourquoi le niveau de sensibilité aux CEM peut changer et pourquoi la liste des symptômes qui ont été rapportés en association avec l'exposition aux CEM est si longue. Du point de vue actuel, une approche thérapeutique de plus en plus pratiquée dans d'autres maladies multisystémiques et visant à minimiser les méfaits du peroxy-nitrite semble particulièrement recommandable. Cette ligne directrice sur les CEM donne un aperçu de l'état actuel des connaissances sur les risques pour la santé liés aux CEM et fournit des recommandations pour le diagnostic, le traitement et l'accessibilité de l'EHS afin d'améliorer ou de rétablir l'état de santé individuel des personnes concernées et de développer des stratégies de prévention.

Mots clés: maladie d'Alzheimer, accessibilité, traitement, maladies multisystémiques chroniques (CMI), diagnostic, électrique, hypersensibilité électromagnétique (EHS), champs électromagnétiques (EMF), cancer, leucémie, magnétique, recommandation médicale, non ionisant, stress nitrosatif, stress oxydatif, Peroxy-nitrite, prévention, statique, rayonnement, thérapie, infertilité.

État actuel de la discussion scientifique et politique sur les plaintes liées aux CEM d'un point de vue médical

introduction

Le projet Environmental Burden of Disease a étudié comment neuf agents environnementaux nocifs différents (benzène, dioxine, y compris les furanes et les PCB de type dioxine, fumée secondaire, formaldéhyde, plomb, bruit, ozone, particules et radon) affectent la santé publique dans six pays (Belgique, Finlande, France, Allemagne, Italie et Pays-Bas). Ces neuf influences environnementales néfastes étaient responsables de 3 à 7 % de la charge annuelle de morbidité dans les six pays européens (1).

Une étude de la Chambre fédérale des psychothérapeutes (BPTK) en Allemagne a montré que le nombre de maladies mentales n'a cessé d'augmenter et que notamment le nombre de jours d'arrêt de travail pour cause d'épuisement professionnel a été multiplié par sept entre 2004 et 2011 (2). En 2012, 42 % des préretraites en Allemagne étaient dues à une maladie mentale, la dépression étant le diagnostic le plus courant (3). En Allemagne, de tous les médicaments délivrés sur ordonnance, les psychotropes sont les troisièmes les plus fréquemment prescrits (4).

L'utilisation du méthylphénidate (Ritalin, Medikinet, Concerta) a considérablement augmenté depuis le début des années 1990. Ce médicament psychotrope est notamment utilisé chez le jeune enfant et l'adolescent pour le traitement du trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Selon l'Institut fédéral des médicaments et des dispositifs médicaux (BfArM), la prescription de ce médicament a considérablement augmenté depuis 2000 et a atteint un pic en 2012. Seule une légère baisse des prescriptions de ce médicament a été enregistrée en 2013 (5). Fait intéressant, l'augmentation rapide des prescriptions de méthylphénidate survient à un moment où les technologies cellulaires et autres technologies sans fil se développent et pose une question ouverte pour la recherche.

En Allemagne, entre 1994 et 2011, les déclarations d'invalidité et le nombre de jours d'absence du travail pour cause de maladie mentale ont plus que doublé (6). Il existe de grandes différences dans la prescription d'antidépresseurs dans les pays de l'OCDE et une tendance générale à la hausse est observée. Le statut socio-économique et les normes de traitement ne peuvent pleinement expliquer ces observations (7). Les troubles fonctionnels tels que l'inflammation chronique et les fonctions altérées des neurotransmetteurs causées par des influences environnementales sont à peine examinés.

La fréquence des maladies allergiques et asthmatiques n'a cessé d'augmenter dans le monde, 30 à 40 % de la population mondiale étant désormais touchée par une ou plusieurs maladies allergiques ou asthmatiques (8).

On soupçonne que les influences électromagnétiques de l'environnement peuvent jouer un rôle causal en ce qui concerne les symptômes liés aux CEM (9-12), y compris l'exposition de la population aux hautes fréquences provenant, par exemple, des téléphones sans fil (DECT), des stations de base mobiles et des téléphones mobiles (GSM, GPRS, UMTS, LTE), en particulier les smartphones, les cartes de données pour ordinateurs portables et notebooks, les compteurs intelligents WLAN et radio et PLC, mais aussi les champs électriques à basse fréquence (ELF EF) et les champs magnétiques à basse fréquence (ELF MF) y compris "l'électricité sale" que les perturbations dans les installations électriques, les lignes électriques, les appareils électriques et autres machines. Ces expositions posent de nouveaux défis à la fois à la société et à la communauté médicale.

Alors que les mécanismes d'action biophysiques et biochimiques des champs électromagnétiques de faible niveau ne sont pas bien compris, de grands progrès ont été réalisés au cours des dernières décennies et une grande quantité de données suggèrent que les mécanismes d'action des champs basse fréquence et haute fréquence chevauchement (13-18). Des informations générales sur les aspects importants des effets biologiques liés aux CEM sont présentées dans les sections suivantes. Cependant, cette discussion ne doit pas être interprétée comme une revue de littérature complète des preuves actuellement disponibles. En raison du chevauchement des mécanismes d'action biologiques mentionnés ci-dessus, la ligne de démarcation entre les champs haute fréquence (HF) et basse fréquence (ELF) n'est pas toujours clairement définie. Il est également important de noter que des conditions d'exposition très spécifiques peuvent produire une réponse biologique chez une personne mais pas chez les autres. Il existe des preuves anecdotiques que dans le premier groupe de sujets, la vitesse de réaction et la sensibilité individuelles augmentent avec le temps et l'intolérance se propage ensuite à un plus large éventail de conditions d'exposition.

Les maladies chroniques avec des symptômes non spécifiques sont en augmentation. En plus du stress chronique dans l'environnement social et au travail, il existe des facteurs environnementaux physiques et chimiques dans l'environnement domestique, de travail et de loisirs qui agissent comme des facteurs de stress causaux ou aggravants et méritent plus d'attention de la part des médecins de famille et de tous les professionnels de la santé. Il semble maintenant nécessaire de considérer également ces « nouvelles expositions » comme les CEM, ou selon les termes de Hedendahl et al. (19): *"Il est temps que les champs électromagnétiques ELF (ELF) et RF (radiofréquence) soient reconnus comme une pollution environnementale qui doit être contrôlée en conséquence."*

Déclarations d'organisations du monde entier au sujet des CEM

Les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur les champs électriques élevés (ELF EF), les champs magnétiques (ELF MF) et les rayonnements électromagnétiques de radiofréquence (RF), préparées par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) (20, 21), sont basés sur les courants corporels induits (ELF) et le modèle d'effet thermique (HF).

Les effets thermiques sont causés par des augmentations de température dues à l'absorption d'énergie électromagnétique. Le taux d'absorption spécifique (DAS) décrit le taux auquel l'énergie électromagnétique est absorbée par unité de masse de tissu corporel.

Elle est proportionnelle à l'augmentation progressive de la température dans le tissu correspondant. Une augmentation importante de la température doit en effet être évitée, car elle peut avoir des conséquences négatives immédiates sur la santé (nécrose des tissus, stress cardiaque, etc.).

Cependant, il existe également des expositions sans augmentation (mesurable) de la température, car soit la chaleur est dissipée, soit la quantité d'énergie provenant de l'exposition est si faible qu'aucun réchauffement significatif ne se produit. L'exposition sans élévation de température est dite non thermique. Les effets biologiques et sanitaires des expositions non thermiques ont été démontrés et discutés par de nombreux groupes de recherche du monde entier (9, 10, 22-24).

Les recommandations de l'ICNIRP ont été reprises par l'UE dans sa recommandation du Conseil de 1999, sans tenir compte des effets à long terme des effets non thermiques. Dans ce contexte, cependant, il convient de mentionner que lors d'une conférence internationale sur les CEM à Londres (2008), le professeur Paolo Vecchia, qui a présidé l'ICNIRP de 2004 à 2012, a commenté les directives d'exposition, "Ce qu'ils ne sont pas": *"Ils sont pas des règles de sécurité obligatoires"*, *«Vous n'êtes pas le 'dernier mot' sur cette question»* et *«Vous n'êtes pas une base pour défendre l'industrie et les autres»* (25).

Pour tous les effets non thermiques liés aux RF, les estimations du DAS ne sont pas une variable d'exposition appropriée; à la place, l'intensité du champ ou la densité de flux de puissance en conjonction avec la durée d'exposition doivent être utilisées dans les lignes directrices (26, 14, 27). Contrairement aux directives de l'ICNIRP, les normes de sécurité russes ne sont pas basées sur

effets thermiques des rayonnements radiofréquences, puisque plusieurs instituts de recherche de l'ex-Union soviétique qui ont mené des études sur l'exposition chronique aux rayonnements radiofréquences pendant des décennies ont documenté exactement ces effets non thermiques (28, 29).

Et contrairement au siège de l'OMS à Genève, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), une agence affiliée à l'OMS basée à Lyon, a classé les champs magnétiques ELF (ELF MF) comme potentiellement cancérigènes pour l'homme (Groupe 2B) en 2002 (30) et en 2011 également les champs électromagnétiques à haute fréquence (24).

Il convient également de noter qu'au cours des 20 dernières années, plus de 20 prises de position et résolutions sur les CEM et la santé ont été adoptées par des chercheurs et des médecins sur les CEM, telles que : Résolution Wiener CEM, Autriche, 1998 ; Rapport Stewart, Royaume-Uni, 2000 ; Résolution de Salzbourg, Autriche, 2000 ; Appel de Fribourg, Allemagne, 2002 ; Résolution de Catane, Italie, 2002 ; Déclaration de l'Irish Doctors' Environmental Association, Irlande, 2005 ; Appel d'Helsinki, Finlande, 2005 ; Résolution de Bénévent, Italie, 2006 ; Résolution de Venise, Italie, 2008 ; Résolution de Porto Alegre, Brésil, 2009 ; Résolution du Comité national russe sur la protection contre les rayonnements non ionisants, Russie, 2001 ; International Doctors' Appeal, Europe, 2012, et le rapport du Comité permanent de la santé, Canada, 2015 (31–34). En août 2007 et décembre 2012, le groupe de travail BioInitiative, composé de 29 experts de divers domaines d'expertise, a publié deux rapports marquants édités par Cindy Sage et David O. Carpenter, intitulés "BioInitiative 2007 et

BioInitiative 2012 – A Rational for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF) ». Les auteurs demandent que des mesures de précaution soient prises contre l'exposition aux CEM sur la base des connaissances scientifiques disponibles (9, 10). Les deux rapports BioInitiative sont des jalons mondiaux en fournissant un inventaire complet des effets biologiques et sanitaires des champs électromagnétiques de faible niveau, des conclusions et des recommandations au public. Le rapport BioInitiative 2012 comprend des sections sur les preuves scientifiques des impacts sur : l'expression des gènes et des protéines, l'ADN, la fonction immunitaire, la neurologie et le comportement, la barrière hémato-encéphalique, les tumeurs cérébrales et les neurinomes de l'acoustique, la leucémie infantile, la mélatonine, la maladie d'Alzheimer, le cancer du sein, la fertilité, et Maladies reproductives, fœtales et néonatales, autisme, troubles du signal modulé, dispositifs de thérapie médicale, ainsi que des rubriques sur l'énoncé du problème, les limites actuelles pour protéger la population, la preuve de l'insuffisance de ces limites, le principe de précaution, des exemples de santé publique mondiale, les preuves et recommandations scientifiques les plus importantes pour la santé publique et un résumé pour le public comprenant des conclusions.

Étant donné que les CEM sont généralement ignorés en tant que risque pour la santé, l'Agence européenne pour l'environnement a comparé le risque lié aux rayonnements non ionisants (CEM) avec d'autres risques environnementaux tels que l'amiante, le benzène et le tabagisme et a fortement recommandé d'appliquer le principe de précaution en ce qui concerne les CEM (35). Des publications ultérieures en 2011 et 2013 ont renforcé ce point de vue et sont allés plus en détail (36, 37).

En septembre 2008, le Parlement européen a demandé dans une déclaration que les valeurs limites des CEM de la recommandation du Conseil de l'UE de 1999, qui sont basées sur les lignes directrices de l'ICNIRP, soient révisées en tenant compte du rapport BioInitiative (38). Cette préoccupation a été réaffirmée dans une résolution du Parlement européen en avril 2009 (39).

Lors d'une réunion en novembre 2009 à Seletun, en Norvège, les scientifiques ont adopté un consensus recommandant des mesures de prévention et de préparation qui sont justifiées à l'heure actuelle par les preuves disponibles des risques possibles pour la santé mondiale des CEM (40). En plus des recommandations générales et spécifiques, par exemple pour les téléphones portables et sans fil, les scientifiques ont également recommandé des valeurs limites pour les champs magnétiques basse fréquence (ELF MF) et les champs électromagnétiques haute fréquence.

Radiation (RF) désactivée. Les scientifiques ont noté que les lignes directrices recommandées ici ne tiennent pas encore compte des populations vulnérables (personnes atteintes d'EHS, personnes dont le système immunitaire est affaibli, fœtus, enfants en développement, personnes âgées, personnes prenant des médicaments, etc.). Par conséquent, une marge de sécurité supplémentaire pour les valeurs guides EMF recommandées ici est très probablement justifiée.

Depuis 2007, le Conseil médical suprême du ministère fédéral autrichien de la santé a recommandé de prendre des mesures de précaution pour réduire l'exposition aux rayonnements RF lors de l'utilisation d'appareils sans fil, d'au moins un facteur 100 en dessous des valeurs de référence de l'UE pour les appareils à long terme. exposition -Commission; il formule également un certain nombre de recommandations spécifiques sur la manière de réduire l'exposition personnelle aux rayonnements des téléphones portables (41).

En mai 2011, l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe a adopté le rapport sur «Les dangers potentiels des champs électromagnétiques et leur impact sur l'environnement» (42). L'Assemblée parlementaire a soumis de nombreuses recommandations de prévention aux Etats membres du Conseil de l'Europe, grâce auxquelles la population et l'environnement peuvent être protégés, avant tout, de l'exposition aux hautes fréquences : « *Toutes les mesures raisonnables doivent être prises pour réduire l'exposition aux radiofréquences des téléphones portables et en particulier l'exposition des enfants et des jeunes qui semblent présenter le risque le plus élevé de tumeurs cérébrales . des mesures spécifiques devraient être introduites pour les protéger, y compris la création de zones exemptes de rayonnement non couvertes par les services radio.*

Dans ses recommandations de juillet 2012, l'American Academy for Environmental Medicine (AAEM) a reconnu qu'il y a des patients qui sont affectés négativement par l'exposition aux CEM. L'AAEM a exhorté les médecins à considérer l'exposition aux champs électromagnétiques dans le diagnostic et la thérapie, et à reconnaître que l'exposition aux champs électromagnétiques *"peut être une cause sous-jacente de la progression de la maladie du patient"* (43).

La publicité sur les téléphones portables pour les enfants de moins de sept ans est interdite en Belgique depuis 2014 et tous les téléphones portables doivent être étiquetés avec un taux d'absorption spécifique (SAR). En outre, des avertissements bien visibles doivent être affichés sur le point de vente pour conseiller aux consommateurs d'utiliser un casque et comment minimiser leur exposition aux radiations (44).

En janvier 2015, le Parlement français a adopté une loi globale pour protéger le public d'une exposition excessive aux ondes électromagnétiques. Entre autres choses, il a été décidé que le WLAN dans les jardins d'enfants pour les enfants de moins de trois ans est interdit et que le WLAN dans les écoles élémentaires pour les enfants de moins de onze ans ne doit être activé que s'il est utilisé pour certaines parties de la leçon. Si le WLAN est proposé dans des lieux ouverts au public, ce fait doit être clairement indiqué par un panneau. Lors de la vente de téléphones portables, la valeur SAR doit être clairement visible. À l'avenir, toutes les publicités sur les téléphones portables devront également contenir des recommandations sur la manière dont les utilisateurs peuvent réduire l'exposition de leur tête aux hautes fréquences, par exemple en utilisant un casque. Les informations sur l'exposition locale aux rayonnements RF devraient être rendues plus facilement accessibles au grand public, notamment en fournissant des cartes nationales de l'emplacement des émetteurs. Par ailleurs, le gouvernement français doit remettre au Parlement un rapport sur l'hypersensibilité électromagnétique dans un délai d'un an (45).

En février 2016, 220 scientifiques de 42 pays ont signé l'appel international, qui s'adresse aux Nations Unies (ONU) et à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et appelle à la protection contre les champs électromagnétiques non ionisants. Du

L'appel porte sur les effets scientifiquement prouvés sur la santé ainsi que sur les directives internationales actuellement valides mais insuffisantes (ICNIRP) et leur application par l'OMS. Neuf demandes ont également été formulées, notamment : « *Le public devrait être pleinement informé des risques potentiels pour la santé et éduqué sur les stratégies de réduction des risques, et que les professionnels de la santé et les médecins soient formés aux effets biologiques de l'énergie électromagnétique et au traitement des patients atteints d'électromagnétisme. hypersensibilité* » (46).

En septembre 2015, une déclaration scientifique internationale sur l'hypersensibilité électromagnétique et l'intolérance chimique multiple a été adoptée par le Comité des scientifiques réuni à la suite de la 5e réunion de l'Appel de Paris le 18 mai 2015 à l'Académie royale de médecine de Bruxelles, en Belgique. Cette déclaration appelle les autorités et organisations nationales et internationales à reconnaître l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) et l'intolérance chimique multiple (MCS) comme des maladies et exhorte l'OMS à inclure l'EHS et la MCS dans la Classification internationale des maladies.

De plus, les autorités et organisations nationales et internationales ont été appelées à mettre en place des mesures de précaution simples, à éduquer le public et à réunir des groupes d'experts véritablement indépendants pour évaluer ces risques sanitaires sur la base de l'objectivité scientifique, ce qui n'est pas le cas actuellement (47).

CEM et cancer

Outre certaines études sur le lieu de travail, la recherche épidémiologique sur les CEM a commencé en 1979 lorsque Wertheimer et Leeper ont publié leur étude sur l'association entre la distance par rapport aux lignes électriques domestiques et l'incidence des cancers infantiles (en particulier la leucémie et les tumeurs cérébrales) (48). Parallèlement, Robinette et al. ont signalé la mortalité d'une cohorte d'anciens combattants de la guerre de Corée entraînés sur un équipement radar militaire (RF) au début des années 1950. Les deux études ont mis en évidence des risques accrus, ouvrant une nouvelle ère dans la recherche sur les effets sur la santé de l'exposition aux CEM.

ELF MF

Dans les années suivantes, de nombreuses études sur la relation entre la leucémie infantile et les champs magnétiques ELF (ELF MF) sont apparues. Cependant, les résultats de l'étude semblaient contradictoires jusqu'en 2000, lorsque deux analyses de données regroupées (50, 51) ont largement résolu ces contradictions et ont montré une augmentation du risque de leucémie avec l'augmentation de l'exposition moyenne au champ, avec un risque supérieur à 0,3 ou 0,4 μT dans le rapport. significatif à une exposition moyenne inférieure à 0,1 μT , mais sans qu'une valeur seuil ait été identifiée. Sur la base des résultats de ces études, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les champs magnétiques ELF comme cancérigène (possible) du groupe 2B en 2002 (30). Ce groupe comprend également, par exemple, le plomb, le DDT, les fumées de soudage et le tétrachlorure de carbone.

Depuis lors, d'autres études épidémiologiques ont été menées qui sont arrivées essentiellement aux mêmes conclusions (52, 53). La seule étude à ce jour sur les interactions entre les gènes et l'environnement en relation avec les champs magnétiques à basse fréquence des alimentations électriques a rapporté un effet d'amplification significatif chez les enfants présentant un polymorphisme dans un gène de réparation de l'ADN (54). Dans une revue de la leucémie infantile et des ELF MF, Kundi a conclu qu'il existe suffisamment de preuves issues d'études épidémiologiques d'un risque accru d'exposition à des champs magnétiques d'alimentation électrique qui ne peuvent être attribués au hasard, à des biais ou à des facteurs de confusion. Par conséquent, selon les règles du CIRC, ces expositions aux champs magnétiques doivent être classées comme cancérigènes (clairs) du groupe 1 (55).

Le rapport BioInitiative 2012 (56) indiquait: *"Les enfants atteints de leucémie et en convalescence ont un taux de survie inférieur lorsqu'ils sont exposés à un champ magnétique à la maison (ou là où ils se rétablissent) dans une étude entre 0,1 µT et 0,2 µT et dans une autre étude supérieure à 0,3 µT "* (56).

HF

Plusieurs mécanismes d'action ont été identifiés qui peuvent être responsables des effets cancérigènes de la radiofréquence (23). Avant l'augmentation générale de l'exposition aux téléphones portables, les études épidémiologiques sur les radiofréquences étaient assez limitées et peu d'études étaient menées à proximité des stations radio et radar, sur les lieux de travail et parmi les radioamateurs. Après l'introduction des communications mobiles numériques, le nombre d'utilisateurs de téléphones mobiles a considérablement augmenté et dans les années 1990, il a été recommandé de mener des études épidémiologiques axées sur les tumeurs intracrâniennes.

Depuis la première publication en 1999, le groupe de recherche suédois dirigé par le Prof.

Lennart Hardell (57 ans) a publié plus de 40 études. La majorité de ces études ont porté sur les tumeurs cérébrales, mais aussi sur les tumeurs des glandes salivaires, le mélanome de l'uvée, le mélanome, les tumeurs des gaines nerveuses, le cancer des testicules et les lymphomes. Beaucoup de ces études sont contradictoires car leur période d'investigation est généralement trop courte. Cependant, il existe deux séries d'études — l'étude internationale Interphone, à laquelle 13 pays ont participé, et les études suédoises du groupe Hardell — dans lesquelles les utilisateurs de téléphones mobiles de longue date représentaient une proportion importante et qui se prêtent généralement à l'évaluation des risques. En 2011, le CIRC a également classé le rayonnement électromagnétique radiofréquence (RF) comme cancérigène du groupe 2B sur la base de preuves issues d'études épidémiologiques et d'expérimentations animales (24). Depuis lors, d'autres études ont soutenu l'hypothèse d'une relation causale entre l'utilisation du téléphone mobile et le cancer (58-60). Hardell et Carlberg (61) sont arrivés à la conclusion que le rayonnement électromagnétique radiofréquence devait être classé comme clairement cancérigène pour l'homme (CIRC Groupe 1). Les preuves scientifiques d'une relation causale entre l'utilisation à long terme des téléphones mobiles et sans fil et un risque de gliome n'ont cessé d'augmenter: une étude de Carlberg et Hardell (62) de 2014 montre que le taux de survie des patients atteints de glioblastome multiforme (astrocytome grade IV) a été réduite avec l'utilisation du téléphone portable et, en 2015, dans une autre étude cas-témoin groupée de Hardell et Carlberg (63), des périodes de latence > 25 ans ont été incluses.

Le fait que d'autres tumeurs puissent également être associées à l'exposition aux CEM est illustré par des études de cas dans lesquelles des femmes ont porté leur téléphone portable dans leur soutien-gorge pendant longtemps et un cancer du sein s'est développé plus tard précisément à ce stade (64).

La Cour suprême italienne a confirmé l'arrêt précédent de la Cour d'appel de Brescia (n° 614 du 10 décembre 2009), selon lequel l'Association professionnelle italienne (INAIL) doit indemniser un employé qui a développé une tumeur au cerveau à la suite d'années de travail intensif utilisation des téléphones portables au travail. Ce cas concernait une tumeur unilatérale de la gaine nerveuse du nerf trijumeau chez une personne qui avait été exposée professionnellement pendant > 10 ans, avec un total de > 15 000 heures d'utilisation de téléphones mobiles et sans fil.

Le tribunal a reconnu qu'« *il est probable (probabilité raisonnable) que le rayonnement RF ait joué un rôle dans le développement de la tumeur dont souffre la personne, et y ait au moins contribué* » (65).

De nombreux appareils mobiles d'aujourd'hui transmettent simultanément sur différentes fréquences. Les téléphones portables, par exemple, émettent des rayonnements dans les gammes HF, VLF et ELF ainsi que des champs magnétiques statiques, pour une revue de la littérature voir (23). Il est donc important de considérer la combinaison de différentes expositions lors de l'estimation des effets sur la santé.

Effets génotoxiques

Les effets génotoxiques des CEM tels que les dommages à l'ADN, les mutations, la structure de la chromatine et la réparation de l'ADN ont récemment été discutés par Henry Lai dans le rapport BioInitiative (66) et par le groupe de travail du CIRC dans leur évaluation des risques sur la cancérogénicité des rayonnements RF (24). En général, environ la moitié des études disponibles ont montré des effets génotoxiques (résultats positifs), bien que d'autres études n'aient pas non plus montré de tels effets (résultats négatifs) (23). Il convient de noter qu'il existe un rapport similaire de résultats positifs et négatifs dans les études sur l'insuffisance cardiaque pour d'autres paramètres (67–69).

La raison évidente de cette éventuelle contradiction découle de la forte dépendance des effets des champs électromagnétiques sur un certain nombre de paramètres physiques et biologiques qui variaient considérablement d'une étude à l'autre. Ces dépendances ont été documentées à la fois pour les effets dans la gamme ELF (70-72) et dans la gamme HF (24, 27).

Entre autres paramètres, il a été rapporté que les lymphocytes humains présentent une variabilité individuelle dans leur réponse de la chromatine à l'exposition aux champs ELF (ELF), ce qui peut expliquer une forte réponse dans les cellules des individus atteints d'EHS (72).

Le même groupe de recherche a également mené des études comparatives de génotoxicité en utilisant des cellules d'individus atteints d'EHS et des témoins soigneusement sélectionnés (73-75). La réaction des lymphocytes à l'exposition aux RF des téléphones mobiles GSM (915 MHz) et des champs magnétiques du secteur (50 Hz) a été étudiée (73). La protéine 53BP1, impliquée dans la formation de foyers de réparation de l'ADN au niveau d'une cassure double brin (DSB) de l'ADN, a été analysée par immunomarquage in situ. L'exposition aux champs de 915 MHz et de 50 Hz a entraîné un compactage significatif de la chromatine et des effets inhibiteurs sur la formation de foyers de réparation de l'ADN. Les réponses liées aux CEM des lymphocytes de donneurs sains et hypersensibles étaient similaires mais pas identiques par rapport à la réponse au stress provoquée par un choc thermique. Les effets du rayonnement GSM sur la chromatine des lymphocytes et les foyers de réparation de l'ADN chez les personnes atteintes d'EHS ont été reconfirmés (74, 75). Bien qu'une variabilité individuelle ait été observée, les effets de l'exposition aux RF des téléphones portables dépendaient fortement de la fréquence porteuse/du canal de fréquence (74-77). Quel que soit le type de cellule (lymphocytes humains, fibroblastes ou cellules souches), les effets sur les foyers de réparation de l'ADN et la chromatine étaient significativement plus faibles après exposition au rayonnement GSM 905 MHz sur le canal 74 qu'après exposition au rayonnement GSM 915 MHz sur le canal 124. Les données ont également indiqué que les effets de l'exposition au rayonnement des téléphones portables UMTS étaient plus importants à une fréquence de 1947,4 MHz. Avec ces résultats, la preuve a été apportée que les différents canaux de fréquence des différentes technologies de communication mobile devraient être examinés séparément dans les études de provocation sur l'EHS. Bien que des différences mineures aient également été observées, les effets des champs ELF/RF dans les cellules des sujets atteints d'EHS et leurs témoins appariés étaient très similaires. Il est probable que les réponses compensatoires à un niveau plus complexe d'organisation biologique, telles que les réponses des tissus, des organes et des systèmes d'organes, fonctionnent moins efficacement chez les personnes atteintes d'EHS, de sorte que la réponse cellulaire aux expositions aux CEM est plus associée aux symptômes de hypersensibilité.

Effets neurologiques des champs électromagnétiques

Les effets neurologiques et comportementaux ont fait l'objet de premières recherches sur les effets indésirables potentiels des champs électromagnétiques ELF et RF (78, 79). En termes de preuves épidémiologiques, dès 1965, plus d'une décennie avant l'article fondateur de Wertheimer et Leeper (48), Haynal et Regli (80) ont signalé une augmentation d'environ quatre fois de la prévalence chez les patients atteints de sclérose latérale amyotrophique (SLA), s'ils travaillaient dans une profession électrique par rapport au groupe témoin.

Les changements fonctionnels, morphologiques et biochimiques au niveau des cellules, des tissus et de l'organisme, ainsi que les changements de comportement, ont été étudiés dans des conditions expérimentales. Et des études épidémiologiques ont examiné la relation entre l'exposition aux CEM dans le cadre professionnel et quotidien et les maladies neurodégénératives et les symptômes neurologiques.

Des études ont montré que les champs électromagnétiques (RF et ELF) ont des effets délétères sur les neurones et le fonctionnement du cerveau (81). La recherche épidémiologique a également montré que l'exposition à des champs électromagnétiques dans la gamme ELF au travail et à la maison augmente le risque de maladie d'Alzheimer et de démence.

Effets neurologiques du rayonnement radiofréquence (RF)

Les premières études sur les rayonnements RF sont difficiles à évaluer car les conditions d'exposition n'étaient souvent pas suffisamment décrites pour pouvoir en déduire les grandeurs dosimétriques pertinentes. Dès 1932, Schliephake (82) rapporte des effets qu'il ne qualifie pas de thermiques : *« Il apparaît des patients que nous avons l'habitude de voir chez les neurasthéniques : fatigue intense le jour, mais sommeil agité la nuit, d'abord étrange sensation lancinante dans la du front et du cuir chevelu, puis des maux de tête, qui augmentent de plus en plus jusqu'à devenir insupportables. En outre, une tendance aux humeurs dépressives et à l'agitation. »* Ces symptômes, qui sont similaires à ceux regroupés plus tard sous le terme de syndrome des micro-ondes ou des ondes radio, ont été trouvés chez une proportion considérable de personnes exposées professionnellement dans l'ex-Union soviétique (83) et également chez les personnes exposées à une hypersensibilité électromagnétique (voir ci-dessous).

La recherche expérimentale impliquant des humains était assez rare avant l'avènement de la technologie cellulaire numérique. Depuis les premières études (84, 85) sur l'activité électrique du cerveau, le corpus de preuves scientifiques s'est considérablement accru. Cela suggère que de petits changements dans la fonction du SNC se produisent après et pendant des expositions à court terme à différents types de radiofréquences. Les investigations expérimentales ont principalement porté sur les effets sur l'EEG (e.g. 86-96), les potentiels événementiels (e.g. 97-104), le sommeil (e.g. 105-119) et les fonctions cognitives (e.g. 120-131). Quelques études ont utilisé des TEP pour observer les effets sur le métabolisme du glucose (132, 133) et le flux sanguin cérébral régional (134, 135). Les études animales ont examiné un large éventail d'aspects du comportement, allant de l'apprentissage et de la mémoire (par exemple, 136-141) au comportement lié à l'anxiété (142).

La réponse du SNC au rayonnement RF n'est pas limitée au temps d'exposition réelle, mais persiste pendant un certain temps après, ce qui rend les études à court terme avec une conception croisée de peu de valeur. Dans certaines circonstances, le site d'exposition peut être pertinent, mais souvent les effets après une exposition unilatérale sont bilatéraux, suggérant l'implication de structures sous-corticales. Étant donné que les effets sur le sommeil peuvent dépendre de caractéristiques individuelles, il a été conclu que des résultats contradictoires ne constituent pas une preuve solide contre un effet (113). Le rayonnement RF pulsé est plus efficace que les ondes continues, mais il existe également des preuves que les caractéristiques d'exposition, y compris l'emplacement du couplage du rayonnement et la modulation du champ RF, sont importantes.

Dans la mise à jour de 2012 du rapport BioInitiative, Henry Lai a résumé les preuves des études expérimentales comme suit (143) : *« Des effets ont été observés dans presque toutes les études animales, alors qu'aucun effet n'a été observé plutôt que des effets dans les études humaines. Cela pourrait être dû à plusieurs facteurs : (a) Les humains sont moins sensibles aux radiofréquences que les rongeurs et autres espèces animales. (b) Les études sont plus difficiles à mener chez l'homme que chez l'animal, car dans les expérimentations animales, il est généralement plus facile de contrôler les variables et les facteurs de confusion. (c) Dans les études animales, la durée totale d'exposition était généralement plus longue et des investigations ont été menées après l'exposition,*

alors que dans les études chez l'homme, l'exposition a généralement eu lieu à un moment précis et les investigations ont également été menées pendant ce temps d'exposition.

Cela soulève la question de savoir si les effets du rayonnement électromagnétique radiofréquence sont cumulatifs.

Effets neurologiques des champs électromagnétiques à basse fréquence (ELF EMF)

Des investigations neurophysiologiques sur les champs électromagnétiques à basse fréquence ont été menées dès les années 1970. Des études sur des tissus cérébraux de poulets et de chats (par exemple 144-146) ont montré des effets de faibles champs électromagnétiques à basse fréquence (ELF) et de champs RF modulés par ELF qui dépendaient à la fois de l'intensité du champ et de la fréquence (appelés effets de fenêtre). Adey a suggéré en 1981 (147) que les effets observés sont dus à une interaction primaire des champs électromagnétiques à la surface de la membrane cellulaire, déclenchant une cascade de processus intracellulaires. Cette première idée a depuis été confirmée par des études plus récentes sur divers récepteurs émetteurs dans le cerveau, tels que les récepteurs NyméthylDyaspartate, les récepteurs de la dopamine et de la sérotonine (par ex.

148-151). Certaines des études les plus récentes sur le développement du cerveau chez les rats ont également signalé des effets de fenêtre dépendant de la fréquence et de l'intensité du champ (152).

Des études sur les effets comportementaux des champs électromagnétiques ELF (ELF) ont été menées dans les années 1970 et 1980 à des intensités de champ relativement élevées (par exemple 153, 154), tandis que des études plus récentes utilisent également des intensités de champ faibles et des effets comportementaux à différents niveaux de complexité. Ceux-ci comprennent: les changements dans l'activité physique (par exemple, 148, 149, 155, 156), l'anxiété (par exemple, 157-159) et le comportement dépressif (160, 161). *"Parce que différents effets comportementaux ont été observés dans différentes conditions d'exposition, espèces animales et méthodes d'investigation, cela fournit la preuve la plus solide que les CEM peuvent affecter le système nerveux" (Lai, 2012, BioInitiative Report, Section 9 "Evidence for Effects on Neurology and Behavior effets », 143).* Des effets à de faibles intensités de champ ont également été observés dans des études sur l'homme (par exemple 162-164).

Maladies neurodégénératives

La maladie neurodégénérative la plus répandue est la maladie d'Alzheimer. En 2015, il y avait 45 millions de patients dans le monde, suivis de la maladie de Parkinson, de la maladie de Huntington, de la sclérose latérale amyotrophique (SLA) et d'autres maladies du motoneurone (MND).

À ce jour, la physiopathologie de ces maladies n'est pas entièrement comprise. Des assemblages protéiques atypiques, un dysfonctionnement mitochondrial et la mort cellulaire programmée sont impliqués dans bon nombre de ces maladies, et certaines altérations génétiques ont été identifiées. Étant donné que certains de ces changements pourraient être une conséquence du stress oxydatif (voir ci-dessous), de la rupture de l'homéostasie du calcium et des perturbations des voies de signalisation intracellulaires, il existe une possibilité théorique que les CEM contribuent au risque de ces maladies. Depuis les années 1980, plus de 30 études épidémiologiques ont été menées évaluant la relation possible entre l'exposition aux champs électromagnétiques ELF (ELF) et les maladies neurodégénératives. Plusieurs méta-analyses sur ce sujet ont été publiées ces dernières années.

En ce qui concerne la maladie de Parkinson, il existe peu de preuves d'une association (165). Pour la SLA, Zhou et al. (166) résument leurs recherches comme suit: *"Bien qu'il existe des limites potentielles en termes de biais de sélection des études, de classification erronée des expositions et d'impact confondant des études individuelles dans cette méta-analyse, nos données suggèrent qu'un petit Cependant, il y a un augmentation significative du risque de SLA pour les titres de poste associés à une exposition relativement élevée aux champs électromagnétiques ELF (ELF)."* Une revue de Vergara et al. est arrivé à une conclusion différente (167): *"Nos résultats ne soutiennent pas l'hypothèse selon laquelle les MF [champs magnétiques] fournissent une explication de l'association observée entre le titre du poste et les MND [maladies des motoneurones]."*

Cet écart peut s'expliquer en distinguant les différentes méthodes d'évaluation des critères d'évaluation (données d'incidence, de prévalence ou de mortalité) et l'éventuelle mauvaise classification des données d'exposition due aux différentes sources.

Lorsque ces facteurs sont pris en compte, une image cohérente se dégage d'une relation entre l'exposition professionnelle aux ELF et la SLA/MND, et les quelques études sur les expositions résidentielles ont également trouvé un risque accru d'exposition aux champs magnétiques (168).

barrière hémato-encéphalique

Tous les échanges entre le sang et le cerveau sont étroitement régulés par la barrière hémato-encéphalique (BHE). La BHE empêche le passage de diverses molécules du sang vers le cerveau et vice versa. L'augmentation de la perméabilité normalement très faible de la BHE aux molécules hydrophiles et chargées pourrait avoir des effets potentiellement délétères.

Alors que les données sur les effets des champs électromagnétiques ELF (ELF) sont très rares, plusieurs groupes de recherche ont étudié si l'ERF affecte la BHE. Ces résultats de recherche ont été récemment passés en revue (161-171). Bien que certaines études sur la BHE aient rapporté des résultats négatifs, d'autres études, y compris l'étude de réplcation chez le rat par le groupe suédois de Leif Salford et Bertil Persson, ont indiqué que le rayonnement RF des téléphones portables peut affecter la BHE dans des conditions d'exposition spécifiques (171). Des études récentes montrant les effets des CEM dans des conditions d'exposition spécifiques (150, 172, 173) et celles ne montrant aucun effet sur la BHE dans d'autres conditions (174) sont cohérentes avec cette constatation.

CEM et infertilité et reproduction

L'infertilité et les maladies des organes reproducteurs sont en augmentation. Sur la base de l'analyse documentaire du rapport BioInitiative (175), il faut supposer que les hommes qui utilisent un téléphone portable, en particulier si le téléphone portable, l'appareil portable (PDA) ou le téléavertisseur sont portés à la ceinture ou dans la poche d'un pantalon, la qualité, la mobilité et la pathologie du sperme sont affectées. L'utilisation du téléphone portable, l'exposition au rayonnement du téléphone portable ou le fait de porter un téléphone portable près des testicules masculins affectent le nombre, la motilité, la viabilité et la structure des spermatozoïdes (176-184). Les effets suivants ont été documentés dans des études animales: dommages oxydatifs et à l'ADN, modifications pathologiques des testicules des animaux, réduction de la motilité et de la viabilité des spermatozoïdes et autres effets nocifs sur les cellules germinales mâles (182, 185-188).

Il existe également des études sur les résultats défavorables à la naissance chez les femmes exposées aux CEM. Une étude casytémoin (189) et une étude de cohorte prospective (190) en Californie ont montré une association entre la fausse couche et la valeur maximale du champ magnétique mesurée sur 24 heures avec un dosimètre porté sur le corps.

Hypersensibilité électromagnétique (EHS)

Un nombre croissant de personnes sont constamment et de plus en plus exposées dans leur vie quotidienne à une combinaison de champs électromagnétiques : champs électriques et magnétiques statiques à basse fréquence, y compris ELF et VLF (très basses fréquences : généralement de 3 kHz à 3 MHz, dans d'autres cas de 3 kHz à 30 kHz), ainsi que les champs électromagnétiques radiofréquences (HF). Ces expositions sont caractérisées par des schémas de signal, des intensités de champ et des applications techniques différents à des moments différents. Ces différents champs électromagnétiques sont collectivement appelés EMF et familièrement "électrosmog".

Certaines études de cas historiques d'EHS remontant à 1932 (82, 83) sont répertoriées dans le chapitre "Effets neurologiques des rayonnements électromagnétiques radiofréquences".

Dans le cadre d'une enquête par questionnaire en Suisse en 2001, on a demandé à 394 personnes qui attribuaient leurs plaintes spécifiques à l'exposition aux CEM, 58% des participants à l'enquête souffrant de problèmes ou de troubles du sommeil, 41% de maux de tête, 19% de nervosité, 18 % de fatigue et 16 % de problèmes de concentration. Par exemple, les participants à l'enquête ont associé leurs symptômes aux stations de base des téléphones portables (74%), aux téléphones portables (36%), aux téléphones sans fil (29%) et aux lignes électriques à haute tension (27%). Les deux tiers des participants à l'enquête avaient pris des mesures pour soulager leurs symptômes, l'évitement de l'exposition étant l'action la plus courante (191).

En 2001, dans le cadre d'un projet pilote interdisciplinaire de médecine environnementale à Bâle, 63 personnes qui attribuaient leurs symptômes à des expositions environnementales ont été conseillées. Une équipe interdisciplinaire d'experts a évalué les symptômes de chaque patient au moyen d'évaluations médicales, psycho-psychiatriques et environnementales, y compris des visites à domicile et des mesures environnementales à domicile. En ce qui concerne les 25 patients atteints d'EHS, l'équipe d'experts a confirmé que chez un tiers des patients, au moins un symptôme était vraisemblablement lié à l'électrosmog, même si l'exposition aux CEM se situait dans les valeurs limites suisses. Ils ont conclu que les patients atteints d'EHS devraient recevoir des conseils médicaux, psychologiques et environnementaux (192, 193).

Une enquête par questionnaire auprès de Finlandais (n=206) se décrivant comme souffrant d'hypersensibilité électromagnétique (EHS) a montré que les symptômes les plus fréquents étaient liés au système nerveux : stress (60%), troubles du sommeil (59%) et fatigue (57 %). Les sources de champs électromagnétiques les plus souvent citées comme étant à l'origine de l'EHS étaient les ordinateurs (51%) et les téléphones portables (47%). Selon 76 % des participants à l'enquête, réduire ou éviter l'exposition aux champs électromagnétiques (CEM) était en partie responsable de leur rétablissement total ou partiel de leur santé (194).

Une enquête téléphonique représentative menée en Suisse en 2004 (n=2048 ; âge > 14 ans) a révélé une fréquence de 5% (IC 95% 4% à 6%) pour les personnes qui attribuaient leurs symptômes à l'électrosmog, c'est-à-dire aux soi-disant de l'hypersensibilité électromagnétique. Chez n = 107 personnes atteintes d'EHS, les symptômes les plus courants étaient les problèmes de sommeil (43%), les maux de tête (34%) et les difficultés de concentration (10%). Étonnamment, seulement 13 % des personnes concernées ont consulté leur médecin généraliste. Les personnes qui avaient auparavant lié leurs affections aux champs électromagnétiques étaient trois fois plus susceptibles de répondre qu'elles avaient « éteint la source » par rapport à celles qui avaient encore des affections (195).

Dans un questionnaire suisse de 2005, les deux tiers des médecins généralistes déclarent avoir été consultés au moins une fois pour des plaintes attribuées aux CEM au cours de l'année écoulée. Cinquante-quatre pour cent des médecins considéraient une connexion possible. Dans ce questionnaire, les médecins ont demandé des informations supplémentaires sur les CEM et la santé et des directives sur la façon de gérer les patients EHS (196).

Dans un autre questionnaire de 2004, également commandé par le gouvernement suisse et réalisé par l'Université de Berne, les médecins suisses interrogés et proposant des diagnostics et des thérapies de médecine complémentaire ont déclaré que 71% de leurs consultations concernaient les CEM. Remarquablement, non seulement les patients soupçonnaient un lien possible entre leur maladie et les CEM, mais dans une bien plus grande mesure les médecins eux-mêmes. La réduction ou l'élimination des sources de rayonnement dans l'environnement du patient était la mesure thérapeutique la plus importante pour traiter les symptômes associés à l'exposition aux champs électromagnétiques était liée.

Une enquête par questionnaire auprès de médecins autrichiens est parvenue à des conclusions similaires. Dans cette étude, il y avait un écart frappant entre les points de vue des médecins généralistes et les évaluations des risques nationales et internationales établies, avec 96% des médecins généralistes jusqu'à

croyaient dans une certaine mesure possible ou étaient pleinement convaincus que les champs électromagnétiques présents dans le cadre de vie joueraient un rôle pertinent pour la santé (198).

Dans une enquête menée en 2009 dans un groupe de soutien japonais pour l'EHS et le MCS (n = 75), 45% des participants à l'enquête avaient reçu l'EHS comme diagnostic médical et 49% se considéraient comme électrosensibles. Un participant à l'enquête sur deux avait reçu un diagnostic médical de MCS (49%) et 27% avaient posé leur propre diagnostic. Les symptômes les plus courants associés à l'EHS étaient la fatigue, les maux de tête, les difficultés de concentration, les troubles du sommeil et les étourdissements. Les causes les plus courantes étaient les stations de base de téléphones portables, les téléphones portables appartenant à d'autres, les ordinateurs, les lignes électriques, les téléviseurs, votre téléphone portable, les transports en commun, les téléphones sans fil, les climatiseurs et les voitures. Les sources de CEM soupçonnées d'être à l'origine de l'EHS comprenaient: les stations de base des téléphones portables, les ordinateurs, les appareils électroménagers, les appareils médicaux, les téléphones portables, les lignes électriques et les cuisinières à induction (199).

En 2010, Khurana et al. ont constaté que sur dix études épidémiologiques examinant les effets sur la santé des stations de base de téléphonie cellulaire, huit études ont révélé une prévalence accrue de troubles neurocomportementaux ou de cancer dans les populations vivant à moins de 500 mètres d'une station de base. Étant donné qu'aucune des études n'a fait état de niveaux de rayonnement supérieurs aux lignes directrices internationalement acceptées, cela suggère que les lignes directrices actuelles ne suffisent pas à protéger la santé publique (200).

Carpenter a signalé en 2015 (201) une série d'individus en bonne santé qui ont développé une EHS après une brève exposition à des niveaux élevés de rayonnement micro-ondes. Les symptômes typiques comprenaient, par exemple, des maux de tête chroniques, une irritabilité et une labilité émotionnelle, une diminution de la libido et des problèmes de mémoire, qui ont persisté pendant des années chez certains patients.

Hedendahl et al. (19) ont rapporté le cas de deux étudiants de 15 ans et d'un enseignant de 47 ans qui ont développé des problèmes de santé tels que des maux de tête, des difficultés de concentration, de la tachycardie ou des étourdissements après avoir été exposés au WLAN à l'école. Ces études de cas sont mentionnées ici afin d'attirer spécifiquement l'attention sur les conséquences possibles sur la santé de l'exposition croissante aux RF des étudiants et des enseignants. La question de savoir si l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) est causalement liée à l'exposition aux CEM est controversée. D'une part, sur la base d'études de cas, les médecins supposent qu'un lien de causalité avec les CEM est plausible, d'autre part, les évaluations des risques nationales et internationales affirment dans la plupart des cas qu'il n'existe pas un tel lien de causalité, puisque des études de provocation dans des conditions contrôlées pourraient ne trouver aucune connexion dans la plupart des cas. Cependant, ces études présentent de sérieuses lacunes qu'il convient de combler : les sujets ont souvent été soumis à des conditions d'exposition séquentielles, ignorant ainsi les séquelles ; la durée d'exposition et les effets étudiés étaient courts ; l'exposition simulée était souvent réalisée dans des conditions qui déclenchaient déjà des effets chez les personnes sensibles ; la chronologie des expérimentations n'a pas tenu compte de l'ordre chronologique de l'apparition des symptômes à leur disparition et/ou le recrutement des sujets atteints d'EHS n'a pas été médicalement évalué.

L'OMS, par exemple, ne considère pas l'EHS comme un diagnostic et recommande que les médecins, lorsqu'ils traitent des personnes, se concentrent sur leurs symptômes et leur tableau clinique et non sur le besoin perçu par les personnes de réduire ou d'éliminer les CEM au travail ou à la maison (202) . Sur la base des preuves disponibles et des connaissances pratiques, cette approche ignore une relation causale, voir également (203).

Le travail "Electromagnetic Hypersensitivity: Fact or Fiction" de Genius et Lipp (204) donne un aperçu perspicace des études EHS au cours des dernières décennies, y compris les jalons historiques, les revues, la pathogénèse, les marqueurs biochimiques, les approches thérapeutiques et la discussion de la légitimité de EHS.

Une augmentation marquée des mastocytes a été observée dans des échantillons de peau du visage d'individus électrosensibles (205). À partir de cette étude et d'autres études antérieures, dans lesquelles les symptômes EHS se manifestaient souvent lors de l'exposition aux champs électromagnétiques d'un tube à rayons cathodiques (CRT), il est devenu clair que le nombre de mastocytes dans le derme supérieur était augmenté dans le groupe EHS. Le schéma de distribution des mastocytes était également différent dans le groupe EHS. Enfin, dans le groupe EHS, les granules cytoplasmiques étaient plus densément distribués et colorés que dans le groupe témoin, et généralement les mastocytes infiltrants étaient également plus gros dans le groupe EHS. Il convient de mentionner ici qu'une augmentation similaire des mastocytes a ensuite été observée chez des sujets sains placés expérimentalement devant un écran cathodique (CRT) et également devant des écrans de télévision ordinaires (206).

Un groupe de recherche français dirigé par Belpomme (207) a étudié de manière prospective les paramètres cliniques et biologiques d'un groupe de patients EHS et/ou MCS autodéclarés depuis 2009 dans le but d'établir des critères diagnostiques objectifs et d'élucider les aspects physiopathologiques des deux maladies. Sur la base des 727 cas évaluables, l'enquête a révélé un certain nombre de découvertes nouvelles et importantes, telles que :

(a) Aucun des biomarqueurs déterminés jusqu'à présent dans l'étude n'est spécifique à l'EHS et/ou MCS.

(b) Plusieurs biomarqueurs tels que l'histamine, la nitrotyrosine et les anticorps contre l'O-myéline ont été augmentés. Le rapport mélatonine/créatinine a été réduit dans la collecte d'urine de 24 heures. (c) EHS et MCS sont de véritables entités pathologiques somatiques. (d) Une inflammation du système nerveux peut survenir en raison de troubles circulatoires cérébraux/d'un manque d'oxygène sous l'influence de champs électromagnétiques et/ou de produits chimiques.

(e) Les patients atteints d'EHS et/ou de MCS pourraient potentiellement être à risque de développer des maladies neurodégénératives et des cancers.

Bien qu'une étude de Regel et al. de 2006 (208) n'ont enregistré aucun effet dans leur étude post-exposition, deux études de provocation sur l'exposition de sujets "électrosensibles" et de sujets témoins aux signaux des stations de base de téléphonie mobile (GSM, UMTS ou les deux) ont trouvé une réduction significative de bien-être dans le groupe, qui se décrit comme électrosensible, après exposition à l'UMTS (209, 210). La plupart des études dites de provocation avec des personnes électrosensibles n'ont montré aucun effet. Cependant, toutes ces études ont utilisé un ensemble très limité de conditions d'exposition et la plupart de ces études présentent des défauts méthodologiques. Étant donné la mesure dans laquelle les effets des CEM dépendent d'une gamme de paramètres physiques et biologiques (27), les études de provocation disponibles sont difficiles à interpréter scientifiquement et ne sont pas vraiment adéquates pour réfuter une relation causale.

Il existe de plus en plus de preuves dans la littérature scientifique de divers changements physiologiques subjectifs et objectifs, tels qu'une variabilité marquée de la fréquence cardiaque (HRV) chez certaines personnes atteintes d'EHS, qui, selon les personnes concernées, survient après une exposition à certaines fréquences HF telles que DECT ou WLAN (211-215). Une analyse des données disponibles sur l'exposition des personnes vivant à proximité des stations de base de téléphonie mobile fournit des indications claires sur les effets sur la santé tels que l'épuisement, la dépression, les problèmes de concentration, les maux de tête, les étourdissements, etc. (216-220). Dans

30 études sur les stations de base radio mobiles sont résumées dans la "Directive pour la construction d'émetteurs".
résumé (221).

Dans la zone d'habitation, les signaux dans la gamme de fréquences VLF sont principalement causés par une "puissance sale" / "électricité sale" causée par le retour de tension ou de courant d'appareils électroniques tels que les alimentations électroniques pour les téléviseurs, les écrans, les PC, les moteurs d'entraînement, les onduleurs, gradateurs, lampes à économie d'énergie, commandes de contrôle de phase et Des étincelles et des étincelles se produisent lors des opérations de commutation et sur les balais de charbon. Les ondes/transitoires kHz se propagent le long de l'installation électrique et du système de mise à la terre (émissions conduites) et rayonnent des champs électriques et/ou magnétiques dans l'espace (émissions rayonnées), exposant les personnes à proximité.

Les premières indications d'études épidémiologiques montrent un lien entre "l'électricité sale" et la plupart des maladies liées au mode de vie, notamment le cancer, les maladies cardiovasculaires, le diabète, le suicide et les troubles de déficit de l'attention et d'hyperactivité (222). Alors que de nombreux groupes de recherche ont montré que les effets des champs électromagnétiques ELF (ELF) dépendent du champ magnétique local, certaines études indiquent également que les effets du rayonnement radiofréquence dépendent également de légers changements dans le champ magnétique statique local. Dans une revue de la littérature par Belyaev (224), un mécanisme physique est postulé qui explique ces effets (225). Pour de petits changements dans le champ géomagnétique local jusqu'à 10 μ T, qui se produisent principalement en raison d'objets ferromagnétiques dans les bureaux et les bâtiments résidentiels, des effets biologiques ont été observés qui concordent bien avec les prédictions du modèle d'interférence ionique développé par Binhi (226).

Le 8 juillet 2015, un tribunal de Toulouse, en France, a statué en faveur d'une femme diagnostiquée avec le "syndrome d'hypersensibilité aux rayonnements électromagnétiques" et a fixé son invalidité à 85% en raison de la limitation importante et persistante de l'accès à l'emploi (227).

En France, la première zone à faible rayonnement a été créée dans la Drôme en juillet 2009 (228). En Autriche, la construction d'un immeuble d'appartements est prévue pour 2015, qui a été conçu par une équipe d'architectes, de biologistes du bâtiment et de spécialistes en médecine environnementale dans le but de créer un cadre de vie durable et sain. L'emplacement extérieur et la conception de l'intérieur ont été spécialement choisis et planifiés afin de pouvoir répondre aux exigences d'un cadre de vie à faible rayonnement (229). Dans de nombreux pays, des zones à faible rayonnement sont mises en place pour les personnes électrosensibles. La mise en œuvre de tels projets dépend dans une large mesure de la compréhension, des connaissances et de la tolérance des membres d'une communauté choisie.

Mécanismes possibles de l'hypersensibilité électromagnétique (EHS)

Dans la littérature scientifique, plusieurs mécanismes possibles sont discutés pour les interactions des CEM avec les systèmes biologiques (14, 13, 22, 26). Au niveau intracellulaire et intercellulaire, par exemple, des radicaux libres ou un stress oxydatif et nitrosatif se forment, ce qui explique vraisemblablement certaines interactions (230-238). Dans la revue de Georgiu (15), de nombreux articles cités ont rapporté que les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont impliquées dans les réactions de paires radicalaires; pour cette raison, les paires de radicaux doivent être considérées comme l'un des mécanismes possibles capables d'induire un stress oxydatif induit par les CEM.

De plus, bon nombre des changements observés dans les cellules exposées au HF pourraient être prévenus par l'administration (préalable) d'antioxydants et de piègeurs de radicaux (24). Bien que la prudence s'impose dans l'interprétation des données des différentes études en raison des différents paramètres physiques et biologiques, la majorité des études ont montré une influence des champs électromagnétiques basse fréquence (ELF) et haute fréquence (HF) sur le stress oxydatif (239). Au CIRC

la publication déclare : "Même de petits effets sur la concentration de radicaux pourraient potentiellement affecter plusieurs fonctions biologiques" page 103 (24).

Yakymenko et al. (238) ont résumé les preuves actuelles comme suit : « *L'analyse de la littérature scientifique actuellement disponible (examen par les pairs) montre que les effets moléculaires dans les cellules vivantes sont induits par un rayonnement radiofréquence de faible intensité ; ceux-ci incluent une forte activation des voies de signalisation importantes qui génèrent des espèces réactives de l'oxygène (ROS), l'activation de la peroxydation, des dommages oxydatifs à l'ADN et des modifications de l'activité des enzymes antioxydantes. Ainsi, sur 100 études actuellement disponibles (peer review) portant sur les effets oxydatifs des rayonnements radiofréquences de faible intensité, 93 confirment généralement que les rayonnements radiofréquences déclenchent des effets oxydatifs dans les systèmes biologiques. L'énorme potentiel pathogène des ROS induits et leur implication dans les voies de signalisation cellulaire expliquent une gamme d'effets biologiques/ sur la santé induits par le rayonnement radiofréquence de faible niveau, y compris les pathologies cancéreuses et non cancéreuses.*

Dans des revues, Pall (12, 16, 240) fournit des preuves d'une interaction directe entre les champs statiques, les champs magnétiques statiques, les champs électriques et magnétiques à basse fréquence, et le rayonnement radiofréquence et les canaux calciques voltage-dépendants (VGCC). L'augmentation du niveau de Ca²⁺ intracellulaire causée par l'activation de ces canaux calciques voltage-dépendants peut entraîner diverses réactions du système de régulation, par lesquelles, entre autres, les NO synthases Ca²⁺/calmoduline-dépendantes nNOS et eNOS produisent des quantités accrues d'oxyde nitrique. Dans la plupart des situations physiopathologiques, l'oxyde nitrique réagit avec le superoxyde pour former du peroxy-nitrite, un puissant oxydant non radicalaire qui peut cependant former des radicaux tels que les radicaux hydroxyles et les radicaux NO₂.

Le peroxy-nitrite est de loin la molécule la plus nocive produite au cours des processus métaboliques dans notre corps. Bien que le peroxy-nitrite ne soit pas intrinsèquement un radical libre, il est beaucoup plus réactif que sa molécule mère NO et O₂ . La demi-vie du peroxy-nitrite est relativement longue (10-20 ms), traverser les membranes biologiques, diffuser un à deux diamètres cellulaires et communiquer avec la plupart des biomolécules et structures cellulaires cruciales (membranes cellulaires, ADN nucléaire, ADN mitochondrial, cellules organites) et interagissent de manière significative avec un grand nombre de processus métaboliques importants (225). Des niveaux élevés d'oxyde nitrique, la formation de peroxy-nitrite et le déclenchement d'un stress oxydatif peuvent être associés à une inflammation chronique, à des dommages à la fonction et à la structure mitochondriales et à un manque d'énergie, par exemple, par la réduction de l'adénosine triphosphate (ATP).

Une augmentation significative de la 3-nitrotyrosine a été observée dans le foie des rats Wistar exposés aux ELF, suggérant un effet délétère sur les protéines cellulaires suite à la formation possible de peroxy-nitrite (241). Le taux de nitrotyrosine (> 0,9 µg/ml) a été augmenté chez 30 % des 259 personnes atteintes d'EHS (207).

Une étude réalisée en 2014 par De Luca et al., dans laquelle 153 personnes atteintes d'EHS et des témoins appariés ont été examinés, a montré des changements pro-oxydants et pro-inflammatoires tels qu'une activité réduite de la glutathion S-transférase (GST) dans les érythrocytes chez les personnes atteintes d'EHS, un faible niveau de réduction du glutathion (GSH), une activité accrue de la glutathion peroxydase (GPX) dans les érythrocytes, une augmentation du rapport coenzyme Q10 de CoQ10 oxydée/CoQ10 totale dans le plasma et un risque décuplé d'EHS chez les porteurs de la variante génétique de l'allèle zéro pour les enzymes de détoxification glutathion Sγ transférase GSTT1+ (allèle nul) et les variants GSTM1 (allèle nul) (242).

L'importance de l'ATP a été démontrée à la fois pour le syndrome de fatigue chronique (SFC) (243) et les mécanismes de contrôle qui régulent le stress (244). Ces patients décrivent les mêmes symptômes que ceux souffrant de maladies multisystémiques chroniques

(CMI) sont malades. Cela pourrait indiquer des similitudes dans les pathomécanismes. Des perturbations similaires dans l'expression des neurotransmetteurs ont été décrites chez les patients exposés de manière chronique aux CEM (245) ainsi que chez les patients atteints d'IMC (232, 246).

Une étude (247) a suggéré d'étudier une association possible entre l'exposition aux RF et l'intégrité de la myéline en utilisant des marqueurs immunohistologiques classiques pour la myéline saine par rapport à la myéline dégénérée et pour les cellules de Schwann en général.

Les symptômes du syndrome de fatigue chronique (SFC), de la fibromyalgie (FM), de l'intolérance chimique multiple, du trouble de stress post-traumatique (SSPT) et du syndrome de la guerre du Golfe sont très similaires. Elles sont désormais regroupées sous le terme de maladies multisystémiques chroniques (CMI) (246). Diverses perturbations des circuits fonctionnels ont été identifiées dans l'ensemble de ces tableaux cliniques : activation du monoxyde d'azote et du peroxyde d'azote, inflammation chronique par l'activation de NF- κ B, IFN- γ , IL-1, IL-6 et une interaction avec l'expression des neurotransmetteurs (232, 246, 248). Nous recommandons de classer l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) comme un trouble multisystémique chronique (CMI) (232, 249) tout en reconnaissant que la cause profonde est environnementale (voir Figure 1).

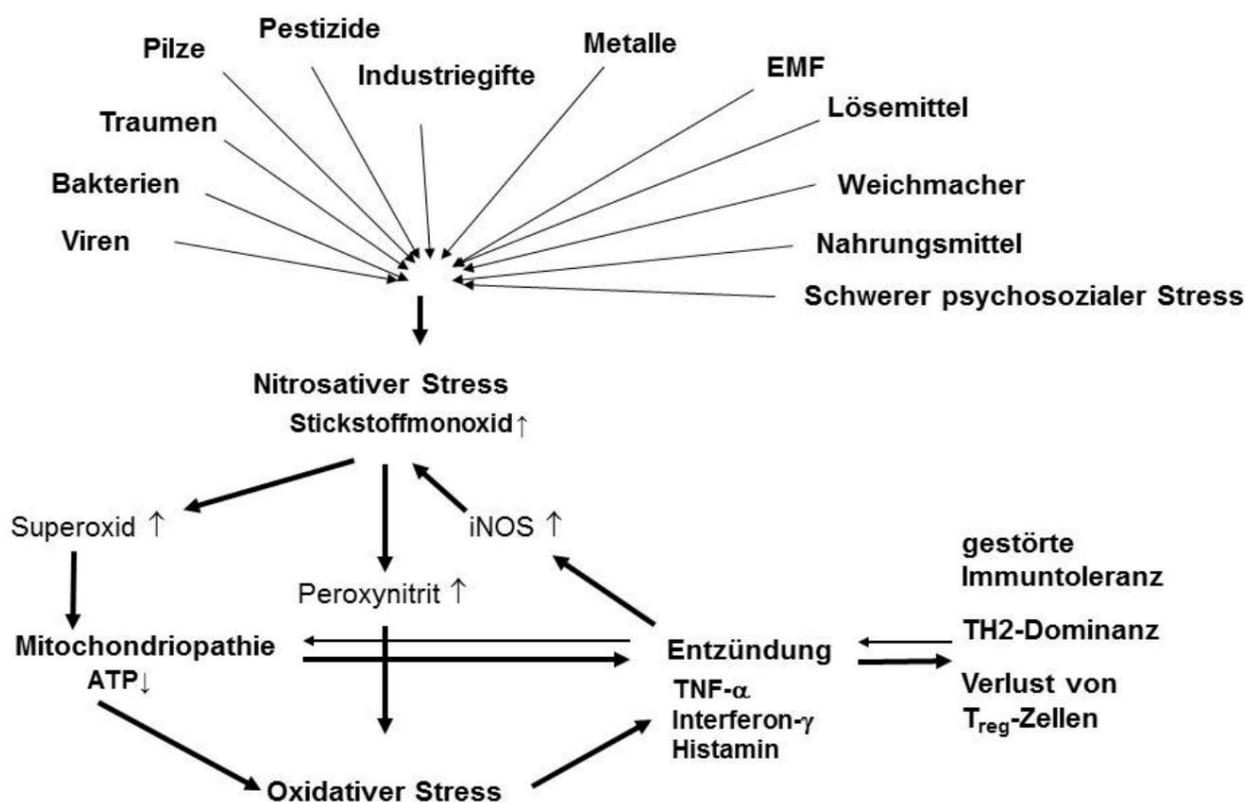


Figure 1 : Pathogenèse de l'inflammation, de la mitochondriopathie et du stress nitrosatif à la suite d'une exposition à des facteurs déclenchants (248)

Autres maladies nécessitant une attention particulière en ce qui concerne les CEM

En raison des interactions entre les expositions aux CEM et les réactions biologiques, qui conduisent, par exemple, à une perturbation de l'homéostasie oxydative/nitrosative, le développement d'un certain nombre de maladies est possible et même attendu. Voici quelques études de cas :

Havas rapportait en 2008 (250) : « *Les champs électromagnétiques transitoires (électricité sale) dans la gamme des kHz, qui peuvent se produire dans les installations électriques, peuvent entraîner une augmentation de la glycémie chez les diabétiques et les prédiabétiques. Lorsque nous avons vérifié les niveaux de glucose dans le sang de quatre diabétiques atteints de diabète de type 1 et de type 2, nous avons découvert qu'ils réagissaient directement à la quantité d'électricité sale dans leur environnement. Dans un environnement électromagnétiquement propre, les diabétiques atteints de diabète de type 1 avaient besoin de moins d'insuline et les taux de glycémie des diabétiques atteints de diabète de type 2 étaient plus faibles. L'électricité sale générée par les appareils électroniques et sans fil est omniprésente dans notre environnement. Courir sur un tapis roulant, qui génère de l'électricité sale, augmente le taux de sucre dans le sang. Ces résultats peuvent expliquer pourquoi les diabétiques dont la glycémie fluctue ont du mal à contrôler leur glycémie.*

Sur la base d'estimations de personnes souffrant de symptômes d'hypersensibilité électromagnétique (3 à 35 %), cela pourrait affecter 5 à 60 millions de diabétiques dans le monde.

En ce qui concerne les expositions aux champs électromagnétiques pendant le développement du fœtus et de la petite enfance, Sage a déclaré dans le rapport BioInitiative 2012 : *"L'exposition des fœtus (dans l'utérus) et des jeunes enfants aux radiations des téléphones portables et des technologies sans fil en général peut être un facteur de risque d'hyperactivité, de troubles d'apprentissage, et les troubles du comportement à l'école."* [&] *"Nous avons besoin de mesures sensées pour réduire l'exposition aux champs électromagnétiques à basse fréquence et à haute fréquence pour ces groupes de population, en particulier en ce qui concerne les expositions évitables telles que celles provenant des incubateurs, qui peuvent être modifiées. De plus, éduquer les femmes enceintes sur ordinateurs portables, téléphones portables et autres Sources de champs électromagnétiques basse fréquence (ELF) et haute fréquence (HF) facilement implémentables.*

Dans une revue de 2013, Herbert et Sage (251, 252) ont rapporté des similitudes frappantes entre les phénomènes physiopathologiques survenant dans les troubles du spectre autistique et les effets physiologiques des champs magnétiques ELF (ELF MF) et des rayonnements radiofréquences (RF) tels que le stress oxydatif, les dommages des radicaux libres, des membranes fonctionnant mal, un dysfonctionnement mitochondrial, des processus inflammatoires, des troubles neuropathologiques et une dérégulation électrophysiologique, des protéines de stress cellulaire et des carences en antioxydants tels que le glutathion.

Dans une étude de 6 ans, les taux sanguins de certaines hormones ont été surveillés chez des volontaires. L'utilisation du téléphone cellulaire et la proximité des stations de base de téléphonie cellulaire étaient associées à une diminution des niveaux de testostérone chez les hommes et à une diminution des niveaux d'ACTH, de cortisol, de T3 et de T4 chez les femmes et les hommes (253).

recommandations d'action

L'EUROPAEM a développé des lignes directrices pour le diagnostic différentiel et les thérapies possibles pour les symptômes liés aux CEM dans le but d'améliorer ou de restaurer l'état de santé individuel et de proposer des stratégies de prévention. Ces recommandations sont développées plus en détail ci-dessous.

Ces recommandations sont de nature préliminaire et, dans une large mesure, ne peuvent pas être considérées comme fondées sur des preuves dans tous les détails, même si elles tiennent compte des preuves disponibles et sont basées sur l'expérience des auteurs.

Preuve de procédures thérapeutiques pour les maladies liées aux CEM, y compris l'EHS

Il n'y a que quelques études évaluant des approches thérapeutiques fondées sur des preuves pour l'EHS. Dans le cadre de l'enquête interdisciplinaire et du conseil des personnes atteintes d'EHS dans le cadre de l'étude pilote suisse sur la médecine environnementale de 2001, un entretien d'évaluation a été réalisé six mois après le conseil, qui a montré que 45% des personnes atteintes

EHS a bénéficié de certaines actions recommandées, telles que le changement de chambre (192, 193).

Dans un questionnaire suisse de 2005, les deux tiers des médecins interrogés qui proposaient des thérapies de médecine complémentaire ont déclaré utiliser la réduction de l'exposition aux CEM comme stratégie principale, alors que les thérapies complémentaires ne sont utilisées qu'en complément (197).

Depuis 2008, les Médecins suisses pour la protection de l'environnement dirigent une petite structure interdisciplinaire de conseil en médecine environnementale pour les patients atteints d'EHS, qui dans leur Des cabinets avec un centre de coordination et de conseil et un réseau de médecins généralistes intéressés par la médecine environnementale selon un protocole standardisé effectuer des investigations et des consultations médicales environnementales. Si nécessaire, des experts en environnement sont consultés et des contrôles internes sont effectués. L'objectif de la clarification est de reconnaître ou d'exclure des maladies courantes et d'analyser le rôle joué par la pollution environnementale suspectée dans les plaintes afin de pouvoir identifier des options thérapeutiques individuelles. L'instrument principal de la clarification est une anamnèse médicale et psychosociale détaillée avec la particularité d'une anamnèse environnementale supplémentaire, comprenant un questionnaire environnemental systématique et des questions clés liées à la médecine environnementale. Au cours des premières années, le projet a fait l'objet d'une évaluation scientifique. Dans un questionnaire un an après la consultation, 70 % des patients ont recommandé la structure de consultation interdisciplinaire et 32 % des patients ont déclaré avoir trouvé la consultation utile. Par conséquent, un modèle basé sur une telle approche interdisciplinaire, intégré dans l'approche holistique des soins du médecin généraliste, semble offrir une approche thérapeutique prometteuse pour l'EHS, tout en soutenant également l'accès aux interventions qui traitent directement les signaux environnementaux (254).

En Finlande, la psychothérapie est officiellement recommandée pour le traitement de l'EHS. Dans une enquête par questionnaire auprès de personnes souffrant d'EHS en Finlande, des questions à choix multiples ont été utilisées pour évaluer les symptômes autodéclarés, les sources de CEM, les traitements et l'efficacité des procédures médicales et de médecine complémentaire et alternative (CAM) en ce qui concerne l'EHS. Selon 76% des 157 participants à l'enquête, la réduction ou l'évitement des champs électromagnétiques (EMF) était en partie responsable de leur capacité à restaurer totalement ou partiellement leur santé. Les meilleurs traitements pour l'EHS ont été notés en fonction de leur effet: changements alimentaires (69,4%), compléments alimentaires (67,8%) et augmentation de l'activité physique (61,6%). La méthode de traitement officiellement recommandée, la psychothérapie (2,6 %), n'était pas particulièrement utile et les médicaments (-4,2 %) étaient même désavantageux. Éviter l'exposition aux champs électromagnétiques a éliminé ou atténué les symptômes chez les personnes souffrant d'EHS (194, 255).

Les réactions des médecins à cette évolution

En général, dans le cas de plaintes non spécifiques (voir le questionnaire du patient) pour lesquelles aucune cause claire ne peut être identifiée - parmi d'autres facteurs tels que les produits chimiques, les métaux non physiologiques et les moisissures - il faut considérer l'exposition aux CEM comme une cause ou un cofacteur possible, en particulier lorsque les patients expriment une suspicion correspondante.

Un problème majeur avec l'attribution causale des symptômes est que les symptômes de santé varient avec le temps, le lieu et la susceptibilité individuelle, en particulier lorsqu'il s'agit de causes environnementales telles que les champs électromagnétiques.

En ce qui concerne des maladies telles que l'infertilité masculine, les fausses couches, la maladie d'Alzheimer maladie, la SLA, les fluctuations de la glycémie, le diabète, le cancer, l'hyperactivité, les troubles d'apprentissage et les problèmes de comportement à l'école, il serait important d'étudier un lien possible avec les champs électromagnétiques.

expositions à considérer. Les personnes atteintes d'EHS sont parfois mal diagnostiquées avec la sclérose en plaques (SEP) car de nombreux symptômes sont similaires. Cela offre la possibilité d'influencer causalement l'évolution de la maladie.

Procédure en cas de plainte suspectée liée aux CEM

La procédure recommandée pour le diagnostic et le traitement est conçue comme une aide et doit bien entendu être adaptée en conséquence dans chaque cas individuel (voir Figure 2).

1. Historique des plaintes et exposition aux CEM
2. Examens médicaux et résultats
3. Mesure de l'exposition aux CEM
4. Réduction et prévention de l'exposition aux CEM
5. Diagnostic
6. Traitement du patient, y compris l'environnement

Antécédents de symptômes et exposition aux CEM

Afin de pouvoir voir les résultats ultérieurs dans un contexte plus large, une histoire médicale générale est nécessaire. Les informations suivantes doivent faire partie des antécédents médicaux :

- traumatisme électrique : chocs électriques multiples, électrocution, foudroiement
- traumatisme chimique : exposition aux pesticides, métaux, chlorés
Hydrocarbures (PCB, DDT, etc.)
- traumatisme biologique sous forme de grandes quantités de parasites, infections fongiques, infections virales, etc...
- traumatisme physique du système nerveux central sous forme de coup de fouet cervical, autres accidents, problèmes de colonne vertébrale
- Maladies auto-immunes

Dans l'étape suivante, nous nous concentrons uniquement sur les plaintes liées aux CEM.

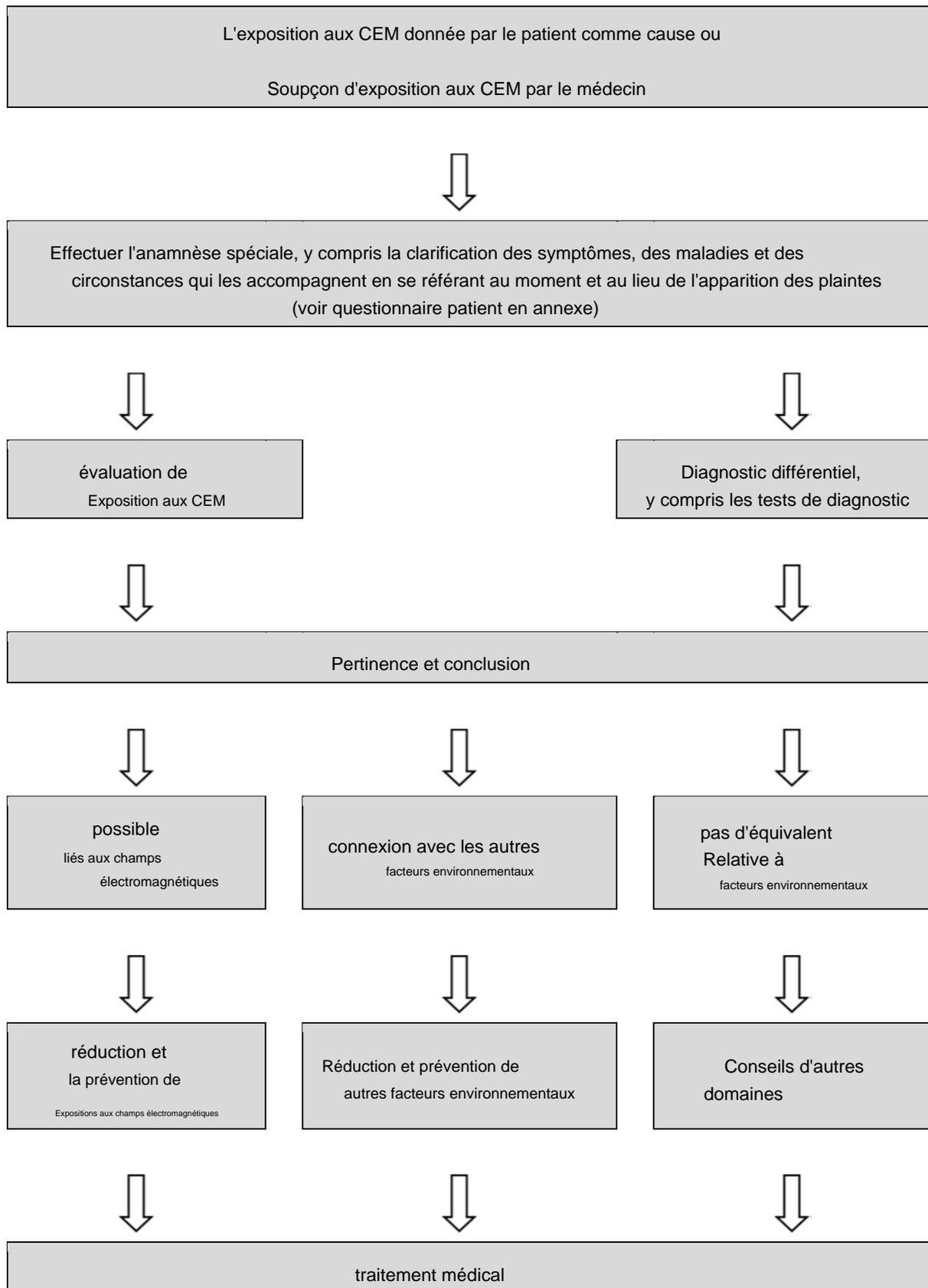


Figure 2 : Organigramme pour la clarification des plaintes liées aux CEM

Un questionnaire préparé par le groupe de travail EUROPAEM EMF est disponible en annexe de la présente ligne directrice sur les CEM pour l'enregistrement systématique des plaintes et de l'exposition aux CEM.

Le questionnaire comprend trois sections :

(a) Liste des

symptômes (b) Modification des symptômes en fonction du temps, du lieu et des

circonstances qui l'accompagnent (c) Estimation de certaines expositions aux CEM, qui sont clarifiées à l'aide d'un questionnaire

être capable

La liste des symptômes du questionnaire quantifie systématiquement les plaintes quelles que soient leurs causes. Il est également demandé quand les plaintes sont apparues pour la première fois. La plupart des symptômes liés aux CEM ne sont pas spécifiques et font partie des plaintes qui peuvent être attribuées à une capacité de régulation insuffisante (décompensation), par exemple, troubles du sommeil, fatigue, épuisement, manque d'énergie, agitation intérieure, palpitations, problèmes de tension artérielle, troubles musculaires. et douleurs articulaires, maux de tête, risque accru d'infection, dépression, manque de concentration, manque de coordination, oubli, anxiété, urgence urinaire, difficulté à trouver ses mots, vertiges, acouphènes et sensation de pression dans la tête et les oreilles.

La gravité des symptômes peut aller de symptômes légers et transitoires, tels que des maux de tête légers ou des paresthésies (engourdissements ou picotements) dans la zone de l'oreille lors de l'utilisation d'un téléphone portable, ou des symptômes pseudo-grippaux après plusieurs heures d'exposition du corps entier aux CEM, à Symptômes graves et débilissants qui se manifestent par une détérioration dramatique de la santé physique et mentale. D'une part, il convient de noter qu'en fonction de la sensibilité individuelle actuelle d'une personne, les symptômes EHS sont souvent peu fréquents au début, mais peuvent augmenter en fréquence et en intensité avec le temps. D'autre part, si l'exposition aux CEM indésirables est suffisamment réduite, le corps a également une chance de récupérer et les symptômes EHS diminueront ou même disparaîtront.

Modification des symptômes en fonction de l'heure, du lieu et des circonstances qui l'accompagnent

Les réponses aux questions de savoir quand et où les symptômes apparaissent ou diminuent et quand et où les symptômes augmentent ou deviennent particulièrement évidents ne peuvent que fournir des indices. Ils doivent être interprétés par le médecin examinateur (par exemple, l'affectation correcte de l'emplacement, les sources de champs électromagnétiques et les plaintes). Les zones de couchage doivent faire l'objet d'une attention particulière en raison du stress constant causé par les influences environnementales existantes et de l'importance du sommeil pour la régénération.

Estimation de certaines expositions aux CEM qui peuvent être clarifiées à l'aide d'un questionnaire

L'enregistrement de l'exposition aux champs électromagnétiques commence toujours par quelques questions sur les sources courantes de champs électromagnétiques. Qu'un patient considère ou non les CEM comme une cause, ces questions doivent être posées pour fournir une estimation approximative de l'exposition actuelle aux CEM. Il convient de noter que seules certaines expositions aux champs électromagnétiques peuvent être étudiées, telles que l'utilisation de lampes fluorescentes compactes, de téléphones portables et de téléphones sans fil. Cependant, d'autres types d'exposition aux champs électromagnétiques tels que les émetteurs ou les champs électriques ou magnétiques des installations électriques nécessitent généralement une mesure. Fondamentalement, des questions doivent être posées sur les expositions aux CEM à la maison, au travail, en vacances et ailleurs. Il convient de noter que les expositions aux CEM peuvent être sujettes à des fluctuations dans le temps.

Examens médicaux et constatations

Il n'y a toujours pas de résultats cliniques spécifiques pour les CEM, ce qui rend le diagnostic et le diagnostic différentiel considérablement plus difficiles.

Il s'est avéré utile de collecter les résultats liés au stress pour le diagnostic et le suivi et de les évaluer ensemble. Dans un premier temps, les diagnostics de base doivent être effectués. Dans un deuxième temps, l'exposition aux champs électromagnétiques doit être enregistrée par mesure. Le diagnostic principal doit porter sur les investigations suivantes: production d'oxyde nitrique (nitrotyrosine), mitochondriopathie (ATP intracellulaire), stress oxydatif et peroxydation lipidique (MDA/LDL), facteurs inflammatoires [TNF α , IFN γ inducible protein 10 (IP γ 10), IL-1b, histamine] et le statut de la mélatonine (quotient mélatonine/créatinine dans les urines de 24 heures).

Ce n'est qu'alors qu'un diagnostic approfondi doit être envisagé. En raison des différentes plages de référence des différents laboratoires et des différentes unités de mesure dans les différents pays, nous ne donnons ici aucune valeur de référence pour les paramètres de laboratoire pertinents pour l'EHS. Il est recommandé de considérer les résultats de laboratoire dans leur contexte et de ne pas se concentrer uniquement sur ceux qui se situent en dehors de la plage normale. Si, par exemple, plusieurs paramètres se trouvent simultanément à la limite inférieure ou supérieure de la plage normale, cela peut être très instructif pour le développement du concept thérapeutique ou le diagnostic.

Investigations fonctionnelles

diagnostic de base

- Mesure de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque (dans tous les cas, fréquence cardiaque au repos au lit le matin) incl. Auto-mesure, si nécessaire plusieurs fois par jour, par exemple pendant une semaine à différents endroits avec enregistrement du bien-être subjectif

Diagnostic étendu

- Mesure de la tension artérielle sur 24 heures (pas de réduction nocturne)
- Mesure de l'ECG sur 24 heures (diagnostic du rythme cardiaque)
- Mesure sur 24 heures de la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV) (diagnostic de la système nerveux)
- Ergométrie sous contrainte physique
- EEG du sommeil à la maison

tests de laboratoire

diagnostic de base

- du sang
 - ACTH
 - bilirubine
 - Numération sanguine et formule sanguine différentielle
 - azote uréique
 - Cholestérol, LDL, HDL, triglycérides
 - Quotient de coenzyme Q10 : CoQ10 oxydée/CoQ10 totale
 - créatine kinase (CK γ MB, CK γ MM) – protéine
 - C réactive hautement sensible (hs γ CRP)
 - Cystatine C (taux de filtration glomérulaire)
 - électrolytes

- glycémie à jeun
- ferritine
- glutathion Sγtransférase (GST) – glutathion réduit (GSH)
- Glutathion peroxydase (GPX)
- HBA1c
- Histamine et diamine oxydase (DAO)
- Protéine 10 inductible par l'IFNγgamma (IPγ10)
- Interleukine-1 (par exemple IL-1a, IL-1b)
- ATP, intracellulaire -
- enzymes hépatiques (par exemple ALT, AST, GGT, LDH, AP)
- Magnésium (sang total)
- Malondialdéhyde (MDA)γLDL – Nitrotyrosine (NTT)
- Potassium (sang total)
- prolactine
- Sélénium (Pur-sang)
- testostérone
- TSH
- T3, T4
- facteur de nécrose tumoraleγγ (TNFγγ)
- Vitamine D3
- Zinc (sang total)
- Test urinaire standard
 - Leucocytes, érythrocytes, albumine, urobilinogène, pH, bactéries, glucose, microalbumine
- deuxième urine du matin
 - Adrénaline
 - la dopamine
 - norépinéphrine
 - Rapport norépinéphrine/adrénaline
 - la sérotonine
 - bêtaγphényléthylamine (PEA)
- Collecte des urines 24h/24
 - Sulfate de 6-OH-mélatonine
 - créatinine
 - Rapport 6γOHγmélatonine sulfate/créatinine
- la salive
 - Cortisol (8h, 12h et 20h)

Diagnostic étendu

- urines
 - Métaux (selon les antécédents médicaux, par exemple mercure, cadmium, plomb, arsenic, aluminium)
- deuxième urine du matin
 - Acide gammaγaminobutyrique (GABA)
 - glutamate
 - les cryptopyrroles

- la salive
 - Déhydroépiandrostérone DHEA (8h et 20h)
 - alpha-amylose
- du sang
 - 8-hydroxy-désoxyguanosine (oxydation de l'ADN)
 - Biotine
 - Profil lipidique différencié
 - acide folique
 - Holo-transcobalamine
 - homocystéine –
 - interféron-gamma (IFN-γ)
 - Interleukine-10 (IL-10)
 - Interleukine-17 (IL-17)
 - Interleukine-6 (IL-6)
 - Interleukine-8 (IL-8)
 - glutathion, intracellulaire - lactate, pyruvate incl. ratio - lipase
 - NF-κB
 - Vitamine B6 (sang total)

tests de provocation

Installations spéciales pour, par exemple, l'exposition au DECT ou au WLAN (par exemple, 20 à 60 minutes en fonction de la capacité de régulation individuelle, de la sensibilité et de la réaction observée)

- Variabilité de la fréquence cardiaque (HRV) (diagnostic du système nerveux autonome)
- Microcirculation
- stress oxydatif (peroxydation lipidique, malondialdéhyde, oxoLDL) – pour les diabétiques, glucose dans le plasma
- Microscopie à fond noir (érythrocytes, viscosité du sang, activités des macrophages, résolution la membrane cellulaire des érythrocytes)
- pour les personnes ayant des problèmes neurologiques et des problèmes de coordination fine et Motricité globale : une vidéo montrant la personne marchant et marchant avant et après le défi
Photo de l'écriture manuscrite avant et après la provocation

Sensibilité individuelle

- Sang (paramètres génétiques et fonction réelle)
- Glutathion S-Transférase M1 (GSTM1) – désintoxication
- Glutathion S-transférase 1 (GSTT1) – détoxification
- Superoxyde dismutase 2 (SOD2) – protection des mitochondries
- Catéchol-O-méthyltransférase (COMT) – régulation du stress

Mesure de l'exposition aux CEM

Le développement de l'espèce humaine s'est fait dans le cadre des champs électromagnétiques naturels (champ magnétique terrestre, champ électrique terrestre, sphériques, résonance de Schumann). Ces influences électromagnétiques font partie de notre biosphère comme la teneur en oxygène de l'air ou la lumière visible et elles ont été intégrées dans les fonctions biologiques (14).

En raison de l'électrification et des technologies de communication (sans fil), la partie non ionisante du spectre électromagnétique est désormais remplie de champs électromagnétiques artificiels et artificiels, mais ceux-ci sont rarement trouvés dans la nature (voir Figure 3).

Les mesures de champs électromagnétiques et/ou les dommages causés par les rayonnements ne sont généralement pas couverts par l'assurance maladie légale.

En principe, une large gamme de sources EMF (champs statiques, ELF, VLF et HF) doit être envisagée.

- Les champs magnétiques basse fréquence (ELF MF) peuvent être générés, par exemple, par des transformateurs 12 V, Sous-stations, courants transitoires sur les fils électriques, conduites d'eau et autres matériaux conducteurs, radiateurs infrarouges, couvertures chauffantes et divers types de lignes électriques.
- Les champs électriques basse fréquence (ELF EF) peuvent par exemple provenir de lignes électriques, L'éclairage et les appareils électriques sont épuisés.
- Champs magnétiques (puissance sale) et champs électriques (électricité sale) dans la gamme VLF peuvent émaner d'appareils tels que des lampes fluorescentes compactes, des ballasts électroniques, des cuisinières à induction, des variateurs de fréquence, des gradateurs et des courants porteurs en ligne (PLC) sur le secteur. Ces dispositifs utilisent du courant et/ou de la tension avec de courtes impulsions qui génèrent des harmoniques et des transitoires dans la gamme VLF sur les circuits électriques, les matériaux mis à la terre et la terre.
- Les causes les plus courantes de rayonnement HF sont, par exemple, les téléphones sans fil (DECT), plus Accès Internet (WLAN), téléphones portables et leurs stations de base, stations de radio et de télévision, radar (militaire, aviation, navigation et météo), Bluetooth et fours à micro-ondes.

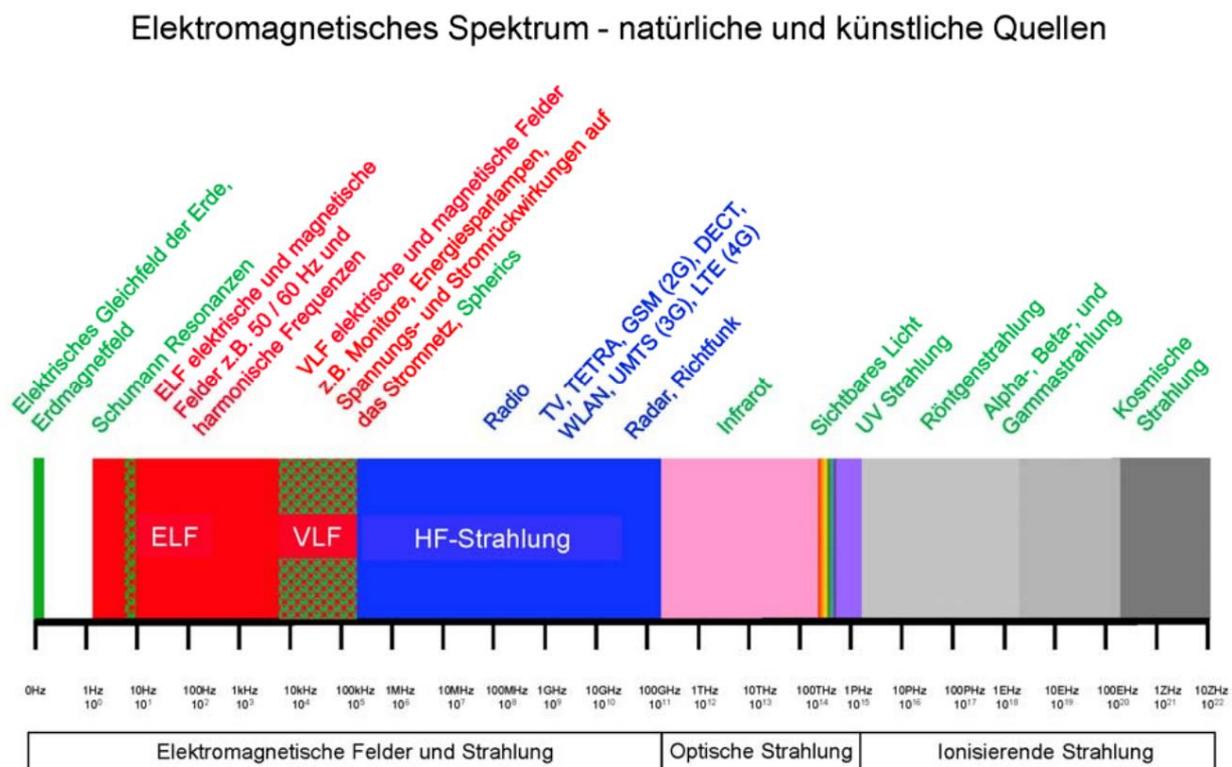


Figure 3 : Exemples de sources CEM naturelles (vertes) et artificielles (rouges et bleues) à travers le spectre électromagnétique (256)

En ce qui concerne l'exposition aux CEM, la tête et le haut du corps sont les plus importants au lieu de sommeil, suivis de tous les autres endroits soumis à un stress continu ou à une forte exposition.

Les mesures EMF doivent être planifiées et effectuées par des techniciens de mesure spécialement formés et compétents. Les réglementations de mesure pertinentes doivent toujours être respectées, telles que les directives VDB de l'association professionnelle des biologistes du bâtiment allemands (257). En plus des valeurs mesurées, le rapport de mesure doit également contenir des suggestions pour une éventuelle réduction de l'exposition. Afin de clarifier certaines situations EMF, des dosimètres personnels avec une fonction d'enregistrement de données peuvent être utilisés pour les enregistrements à long terme des champs magnétiques à basse fréquence et des rayonnements électromagnétiques à haute fréquence.

Une fois que le patient a embauché un technicien de mesure et que les mesures ont été prises, les résultats des mesures doivent être discutés avec un médecin qui connaît bien le problème des champs électromagnétiques.

Directives CEM

Lors de l'évaluation des résultats de mesure, les aspects suivants doivent être pris en compte (26, 27):

- la sensibilité individuelle, qui peut être liée à un traumatisme antérieur, par exemple (électrique, chimique, biologique et physique)
- l'exposition individuelle totale du corps (par exemple, l'exposition au bruit, aux produits chimiques comme les neurotoxines)
- Durée d'exposition aux CEM
- Exposition aux CEM pendant la journée ou la nuit - expositions multiples à différentes sources de CEM
- Puissance du signal : Watts/m² (W/m²), Volts/m (V/m), Ampères/m (A/m)
- Les caractéristiques des signaux radio ont été prises en compte lors de la détermination des valeurs indicatives – voir Supplément 3 (258)
 - fréquence –
 - temps de montée des salves (ȳT), transitoire, etc.
 - Fréquence et périodicité des bursts, par exemple avec certaines stations de base GSM (8,3 Hz), Réseaux WLAN (10 Hz), téléphones sans fil DECT (100 Hz)
 - Type de modulation (modulation de fréquence, modulation d'amplitude, modulation de phase)

Indépendamment des recommandations de l'ICNIRP pour les effets aigus spécifiques, les valeurs de référence suivantes (tableaux 1, 3, 5 et 6) s'appliquent aux lieux à usage sensible où les personnes passent plus de 20 heures par semaine (259). Ils sont basés sur des études épidémiologiques (9, 10, 27, 221, 260-262), des observations empiriques et des mesures pratiques (258, 263) et des recommandations de la Déclaration de Seletun (40) et du Conseil de l'Europe (42). Les valeurs guides proposées ici reposent sur des données scientifiques, notamment de protection préventive de la santé, et visent à aider les patients déjà malades à retrouver santé et bien-être. Toutes les valeurs indicatives énumérées ci-dessous se réfèrent au rayonnement incident et à l'exposition du corps entier.

Champs magnétiques basse fréquence (ELF MF) méthode de mesure

Gamme de fréquences : réseau public 50/60 Hz, jusqu'à 2 kHz. 16,7 Hz

Approvisionnement en énergie ferroviaire en Autriche, Allemagne, Suisse, Suède et Norvège, 400 Hz en avions

Type de mesure : induction magnétique ou densité de flux [T ; mT; μ T; NT]

Sonde de **mesure** : **sonde** de champ magnétique isotrope (trois axes orthogonaux)

Mode détecteur: RMS (moyenne quadratique = valeur efficace)

Volume de mesure : lit : mesures à court terme sur toute la zone de couchage

Lieu de travail: mesures à court terme sur l'ensemble du lieu de travail (par exemple, position assise)

Mesures à long terme: par exemple, point de mesure près de la tête/du haut du corps au lit ou sur le lieu de travail

Période de mesure : **Mesures** à court terme pour déterminer les sources de champ

Mesures à long terme pendant les heures de sommeil et de travail

Base d'évaluation : Mesures à long terme : Maximum (MAX) et moyenne arithmétique (MOY)

repères

Dans les lieux de séjour prolongé (> 4 heures par jour), l'exposition doit aux champs magnétiques basse fréquence (ELF MF) minimisés au maximum ou en dessous des directives données ci-dessous.

Tableau 1 : Valeurs guides pour les champs magnétiques basse fréquence (ELF MF)

basse fréquence champs magnétiques (ELF MF)	exposition pendant la journée	exposition la nuit	sensible groupes de personnes
arithmétique	100 nT	100 nT	30 nT
Moyen (MOY)	(1mG) ^{1), 2), 3)}	(1mG) ^{1), 2), 3)}	(0.3mG) ⁵⁾
Maximum (MAX)	1000 nT	1000 nT	300 nT
	(10mG) ^{2), 4)}	(10mG) ^{2), 4)}	(3mG) ⁵⁾

Basé sur : 5) (264) ; et ¹⁾ BioInitiative (9, 10); 2) champ supérieur (262); ³⁾ Déclaration Seletun (40); 4) VNI
Goodman (17) et
TCO Development (26) précaution est basée sur un facteur de 3 (intensité de champ). Voir aussi IARC 2002 (30), Blank

Directives spécifiques pour la zone de couchage

Les fréquences supérieures à 50/60 Hz et les harmoniques significatives doivent être évaluées de manière plus critique sera. Veuillez également noter les valeurs indicatives pour la plage VLF ci-dessous. Si disponible, si les champs magnétiques de l'alimentation électrique publique (50/60 Hz) et le

L'approvisionnement en énergie ferroviaire (16,7 Hz) peut être enregistré individuellement, mais additionné (moyenne quadratique).

Les mesures à long terme doivent être effectuées surtout la nuit, mais au moins pour 24 heures.

Champs électriques basse fréquence (ELF EF) méthode de mesure

Gamme de fréquences : réseau public 50/60 Hz, jusqu'à 2 kHz. 16,7 Hz

Approvisionnement en énergie ferroviaire en Autriche, Allemagne, Suisse, Suède et Norvège

Type de mesure: intensité du champ électrique [V/m]

Sonde de **mesure** : **sonde** de champ électrique isotrope (trois axes orthogonaux) sans potentiel de masse (flottant)

Mode détecteur: RMS (moyenne quadratique = valeur efficace)

Volume de mesure : Lit : Grille de mesure en neuf points sur l'ensemble du lit

Lieu de travail: sur l'ensemble du lieu de travail (par exemple, grille de mesure à trois ou six points pour

Position assise)

Période de mesure : Mesures individuelles pour déterminer l'intensité du champ et identifier les sources de champ.

Étant donné que la tension des champs électriques à basse fréquence (ELF EF) ne change généralement pas,

Les enregistrements à long terme ne sont pas nécessaires.

Base d' **évaluation** : valeur instantanée (maximale) aux points d'exposition importants

repères

Dans les lieux de séjour prolongé (> 4 heures par jour), l'exposition doit aux champs électriques à basse fréquence sont minimisés autant que possible ou sont en dessous des directives données ci-dessous.

Tableau 2 : Valeurs indicatives pour les champs électriques basse fréquence (ELF EF)

basse fréquence champs électriques (ELF EF)	exposition pendant la journée	exposition la nuit	sensible groupes de personnes
Maximum (MAX)	10V/m ^{1), 2)}	1V/mètre ²⁾	0.3V/m ³⁾

Basé sur : les États-Unis ¹⁾ Projets de recommandations de la Commission nationale de radioprotection (NCRP) : Option 2, 1995 (261) ; 2) champ supérieur (262); Facteur 3 ³⁾ L'approche de précaution est basée sur une (intensité de champ). Voir aussi Développement du coût total de possession (265).

Directives spécifiques pour la zone de couchage

Les fréquences supérieures à 50/60 Hz et les harmoniques significatives doivent être évaluées de manière plus critique sera. Veuillez également noter les valeurs indicatives pour la plage VLF ci-dessous.

Rayonnement électromagnétique de radiofréquence (RF) méthode de mesure

Gamme de fréquences : émetteurs de radio et de télévision, stations de base de téléphonie mobile, par exemple TETRA (400 MHz), GSM (900 et 1800 MHz), UMTS (2100 MHz), LTE (800, 900, 1800, 2500–2700 MHz), stations de base pour téléphones sans fil, par exemple DECT (1900), points d'accès et clients WLAN (2450 et 5600 MHz), WiMAX (3400-3600 MHz). Les fréquences dans la gamme MHz énumérées ci-dessus se réfèrent aux réseaux européens.

Type de mesure : généralement champ électrique [V/m] > puissance surfacique calculée [W/m² ; mW/m²; µW/m²]; voir le tableau 4 pour les conversions d'unités.

Sonde de mesure : antennes isotropes, biconique ou logarithmique-périodique

Mode détecteur : détecteur PEAK avec MAX HOLD

Volume de mesure : Points d'exposition dans toute la zone de couchage et sur le lieu de travail

Période de mesure : généralement des mesures à court terme pour déterminer les sources HF (par exemple, diagnostic acoustique) et les valeurs de crête

Base d'évaluation : mesure instantanée sélective de bande ou de fréquence (détecteur PEAK avec MAX HOLD) de signaux fréquents à des points d'exposition importants (par exemple avec un analyseur de spectre ou au moins un appareil de mesure large bande HF sélectif de bande)

Valeurs indicatives pour les sources RF sélectionnées

Dans les endroits où des personnes sont présentes pendant de longues périodes (> 4 heures par jour), l'exposition aux rayonnements électromagnétiques de radiofréquence (RF) doit être minimisée autant que possible ou maintenue en dessous des valeurs indicatives donnée ci-après. Le choix des fréquences de mesure doit être adapté aux conditions locales. Les directives RF spécifiques tiennent compte des caractéristiques du signal du temps de montée (γT) et des impulsions périodiques basse fréquence (ELF) (258). Remarque : Les formes d'onde carrées ont des temps de montée courts et sont composées d'une large gamme de fréquences. La densité de courant induite dans le corps augmente selon une relation presque linéaire avec l'augmentation de la fréquence (266).

Tableau 3 : Valeurs indicatives pour le rayonnement électromagnétique haute fréquence (HF)

Source HF MAX PEAK / PEAK HOLD	Exposition quotidienne	exposition la nuit	sensible 1) Groupes de personnes
Radio (FM, VHF)	10 000 µW/m ²	1000 µW/m ²	100 µW/m ² 10 µW/m ²
TÉTRA	1000 µW/m ² 1000	µW/m ² 100 µW/	10 µW/m ² 1 µW/m ² 1
DVB-T	µW/m ² 100 µW/m ²	m ² 10 µW/m ²	µW/m ² 1 µW/m ² 1 µW/
GSM (2G) 900/1800MHz	100 µW/m ² 100	10 µW/m ² 10	m ² 0,1 µW/m ² 0,1 µW/
DÉC	µW/m ² 100 µW/m ²	µW/m ² 10 µW/	m ² 0,1 µW/m ²
UMTS (3G)	10 µW/m ² 10 µW/	m ² 1 µW/m ² 1	
LTE (4G)	m ² 10 µW/m ²	µW/m ² 1 µW/m ²	
GPRS (2.5G) avec PTCCCH* (impulsion 8.33Hz)			
DAB+ (impulsion 10,4γHz)			
WLAN 2,4/5,6 GHz (impulsion 10 Hz)			

*PTCCCH = canal de contrôle avancé de la synchronisation des paquets

Basé sur : BioInitiative (9, 10) ; Kundi et Hutter (260); Guide de construction de l'émetteur (221); 1)

PASSE (42) ; Déclaration Seletun (40). un L'approche de précaution est basée sur un facteur 3 (intensité de champ) = et facteur 10 (puissance surfacique). Voir également IARC 2013 (24) et Margaritis et al. (267).

Tableau 4 : Conversion des unités de mesure pour le rayonnement électromagnétique de radiofréquence

conversion	mW/m ² 10μW /	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
la mesure HF	m ² 10 000μW/cm ²	1000	100	dix	1	0,1
unités	1V /m	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001
	1.9	0,6	0,19	0,06	0,019	0,006

Champs magnétiques dans la gamme VLF (VLF MF) méthode de mesure

Gamme de fréquence : 3 kHz - 3 MHz mesures sélectives en fréquence (analyseur de spectre / EMF dispositif de mesure) par exemple alimentation sale, courant porteur en ligne (PLC), émetteur RFID pour l'identification Utilisant des ondes électromagnétiques (RFID), des lampes fluorescentes compactes (CFL)

Type de mesure : champ magnétique [A/m] -> induction magnétique [T ; mT; μT; NT]

Sonde de **mesure** : sonde de champ magnétique isotrope ou anisotrope

Mode détecteur: RMS (moyenne quadratique = valeur efficace)

Volume de mesure: Points d'exposition dans toute la zone de couchage et sur le lieu de travail

Période de mesure : **Mesures** à court terme pour déterminer les sources de champ
Mesures à long terme pendant les heures de sommeil et de travail

Base d'évaluation : Mesures à long terme : détecteur RMS, moyenne et maximum arithmétiques aux points d'exposition clés

Remarque : Si une exposition accrue est mesurée, les analyseurs de qualité de l'alimentation et Les oscilloscopes peuvent être utilisés pour localiser la source d'alimentation sale sur la ligne.

repères

Dans les lieux de séjour prolongé (> 4 heures par jour), l'exposition doit par rapport aux champs magnétiques dans la gamme VLF sont minimisés autant que possible ou sont en dessous des directives données ci-dessous.

Tableau 5 : Valeurs recommandées pour les champs magnétiques dans la gamme VLF (VLF MF)

champs magnétiques dans la gamme VLF (MF VLF)	exposition pendant la journée	exposition la nuit	sensible groupes de personnes
arithmétique	1 nT	1 nT	0.3nT
Moyen (MOY)	(0,01μmG) ¹⁾	(0,01μmG) ¹⁾	(0,003μmG) ²⁾
Maximum (MAX)	10 nT (0,1μmG) ¹⁾	10 nT (0,1μmG) ¹⁾	3 nT (0,03μmG) ²⁾

Basé sur : 1) La densité de courant induite dans le corps augmente avec l'augmentation Fréquent dans une relation presque linéaire (266). Par conséquent, la référence pour les champs magnétiques dans la gamme VLF soient inférieurs à ceux du champ magnétique à 50/60 Hz, par exemple pour 100 nT RMS/100 = 1 nT. Pour la justification de 100 nT (AVG) et 1 μT (MAX) voir Section "Champs électriques à fréquence élevée (ELF EF)".

²⁾ L'approche de précaution est basée sur Facteur 3 (intensité de champ). Voir aussi Développement du coût total de possession (265).

Champs électriques dans la gamme VLF (VLF EF) méthode de mesure

Gamme de fréquences: 3ÿkHz - 3ÿMHz Mesures sélectives en fréquence (analyseur de spectre/EMF-mètre), par exemple électricité sale, courant porteur en ligne (PLC), émetteur RFID pour l'identification par ondes électromagnétiques (RFID), lampes fluorescentes compactes (CFL)

Type de mesure: intensité du champ électrique [V/m]

Sonde de **mesure** : **sonde** de champ électrique isotrope, biconique ou logarithmique-périodique

Mode détecteur: RMS (moyenne quadratique = valeur efficace)

Volume de mesure: Points d'exposition dans toute la zone de couchage et sur le lieu de travail

Période de mesure : **Mesures** à court terme pour déterminer les sources de champ
Mesures à long terme pendant les heures de sommeil et de travail

Base d' **évaluation** : Mesures à long terme : moyenne arithmétique des points d'exposition

Remarque : Lorsqu'une exposition accrue est mesurée, des analyseurs de qualité de l'alimentation et des oscilloscopes peuvent être utilisés pour localiser la source d'électricité sale.

repères

Dans les endroits où des personnes sont présentes pendant de longues périodes (> 4 heures par jour), l'exposition aux champs électriques dans la gamme VLF doit être minimisée autant que possible ou inférieure aux valeurs indicatives indiquées ci-dessous.

Tableau 6 : Valeurs indicatives pour les champs électriques dans la gamme VLF (VLF EF)

champs électriques dans la gamme VLF (VLF EF)	exposition par jour	exposition la nuit	sensible groupes de personnes
arithmétique	0,1ÿV/m ¹⁾	0,01ÿV/m ¹⁾	0.003V/m ²⁾
Moyen (MOY)			

Basé sur : 1) La densité de courant induite dans le corps augmente selon une relation approximativement linéaire avec l'augmentation de la fréquence (266). Par conséquent, la valeur indicative du champ électrique dans la plage VLF doit être inférieure à celle du champ électrique à 50/60 Hz, par exemple pour 10 V/m/100 = 0,1 V/m. Pour la justification de 10 V/m et 1 V/m, voir la section "Champs électriques à fréquence élevée (ELF EF)".

²⁾ L'approche de précaution est basée sur un facteur de 3 (intensité de champ). Voir également

Développement du coût total de possession (265).

Réduction et prévention de l'exposition aux CEM

La prévention ou la réduction de l'exposition aux CEM, en consultation avec le technicien de mesure, est opportune pour plusieurs raisons:

- a) pour la prévention et la réduction des risques au niveau individuel et au niveau public
Santé, (b) pour

clarifier tout lien avec les plaintes, (c) pour traiter les plaintes liées aux CEM de manière causale.

Il existe un grand nombre de causes possibles d'expositions manifestes aux champs électromagnétiques. Seuls quelques exemples peuvent être donnés dans ce guide. Les documents suivants, par exemple, fournissent des informations supplémentaires: "Options to Minimize EMF/RF/Static Field Exposures in Office Environments" (268) et "Elektrosmog in daily life" (269). Pour des informations détaillées sur la physique, les propriétés et les mesures méthodes de champs électromagnétiques, voir Virnich (270); pour la réduction des rayonnements électromagnétiques à haute fréquence (HF) dans les zones résidentielles et les bureaux, voir Pauli et Moldan (271).

Dans la plupart des cas, il est nécessaire de demander l'avis d'experts en mesure (par exemple, des ingénieurs compétents en CEM, des ingénieurs en radiofréquence) et/ou des électriciens qui peuvent recommander les mesures qui conduiront à une réduction de l'exposition aux CEM.

Réduction de l'exposition aux champs électromagnétiques - Premiers pas

Tout d'abord, des recommandations sont données (également à titre de mesures de précaution) qui aident à éliminer ou à réduire les expositions typiques aux champs électromagnétiques. Ces mesures peuvent soulager les symptômes en quelques jours ou semaines. Les actions suivantes peuvent être recommandées.

Comment éviter l'exposition aux rayonnements électromagnétiques de radiofréquence (RF).

- Réduisez les appels téléphoniques avec votre téléphone portable/smartphone et utilisez-les
Fonction mains libres ou dispositif mains libres.
- Évitez de porter le téléphone portable/smartphone directement sur le corps.
- Désactivez toutes les applications non essentielles sur votre smartphone car les applications sont régulières
provoquer une exposition aux rayonnements.
- Si possible, mettez votre téléphone portable/smartphone en mode avion ou désactivez la connexion de données, le WLAN, le
Bluetooth et la communication en champ proche (NFC) dans les paramètres.
- Couper l'alimentation électrique ou brancher le bloc d'alimentation de tous les DECT
téléphones sans fil éteints. Les téléphones sans fil DECT avec la désignation supplémentaire "Mode ECO plus", "Mode Full
ECO", "fulleco" ou DECT "zéro" en veille ne sont recommandés que dans une mesure limitée, car le rayonnement sur le
combiné pendant un appel téléphonique n'est pas réduit pas du tout ou n'est souvent que marginalement réduit. Au lieu de
cela, l'utilisation d'un téléphone filaire conventionnel est recommandée.
- Coupez l'alimentation électrique ou débranchez l'adaptateur secteur de tous les points d'accès WLAN ou routeurs WLAN.
Aujourd'hui, presque tous les routeurs de réseau filaire disposent d'un module WLAN supplémentaire. Appelez le fournisseur
du routeur LAN et demandez-lui de désactiver la connexion WiFi. Il est généralement également possible de le faire vous-
même en ligne si vous suivez les instructions du fournisseur.
- En cas d'exposition externe à des radiofréquences haute fréquence, les pièces – notamment les chambres
- sont choisis, qui sont détournés de la source de rayonnement.
- N'utilisez pas les réseaux PowerLAN (dLAN) pour votre accès et votre utilisation d'Internet
une connexion Ethernet filaire (LAN) pour cela.
- Évitez l'exposition aux fréquences radio à la maison, au bureau et dans la voiture (par ex.

Appareils tels que l'électronique grand public, les casques, les moniteurs pour bébé, les jeux informatiques, les imprimantes, les claviers, les souris, les systèmes de surveillance).

- Évitez d'utiliser des lampes à économie d'énergie (les lampes fluorescentes compactes et certaines lampes à LED produisent des signaux à haute fréquence). Ces types d'éclairage peuvent être remplacés par des lampes à incandescence ou des lampes halogènes à haute tension jusqu'à ce que des lampes à économie d'énergie de haute qualité soient disponibles dans le commerce.

Comment éviter l'exposition aux champs électriques et magnétiques à basse fréquence

- Éloignez votre lit ou votre bureau des cordons d'alimentation et des prises électriques lignes dans le mur. Il est recommandé de garder une distance minimale de 30 cm par rapport au mur.
- Étant donné que les champs magnétiques pénètrent dans les murs, il convient de s'assurer qu'ils se trouvent à proximité immédiate Il n'y a pas de sources de champ magnétique à proximité du lit ou dans une pièce adjacente.
- Une autre mesure simple consiste à couper l'alimentation électrique de la chambre la nuit pendant le sommeil (fusible dans la boîte à fusibles). Essayez-le pendant une phase de test de, disons, deux semaines. Cette mesure n'est pas toujours couronnée de succès, car les circuits des pièces voisines peuvent augmenter la charge de champ. Afin de savoir avec certitude quels fusibles doivent être coupés la nuit, le champ électrique doit être mesuré.

La possibilité d'un accident doit être mise en balance avec les avantages. Il est donc conseillé d'utiliser une lampe de poche pendant la phase de test.

- Éteignez tous les circuits électriques non essentiels, si nécessaire également tout l'appartement ou maison entière. (Remarque: Voir l'explication ci-dessus.)
- S'abstenir d'utiliser une couverture électrique pendant le sommeil : Éteignez la couverture électrique non seulement éteindre, mais aussi débrancher la fiche de la prise.
- Évitez de vous tenir à proximité d'un moteur électrique en marche. En tant que premier Tout d'abord, gardez une distance minimale de 1,5 m. Dans un deuxième temps, gardez une distance de sécurité basée sur les mesures du champ magnétique.

Comment éviter l'exposition aux champs magnétiques statiques et électriques statiques

- Dormez dans un lit et un matelas sans métal.
- Tenez-vous à distance des matériaux ferreux (radiateurs, acier, etc.) lorsque vous dormez.
- Lorsque vous portez des vêtements synthétiques et des chaussures à semelles en caoutchouc et contact régulier avec le sol, une charge électrostatique peut se produire. Les vêtements en coton et les chaussures à semelles en cuir permettent d'éviter les charges électrostatiques.

Réduction de l'exposition aux CEM—Deuxièmes étapes

Dans un deuxième temps, des mesures de champs électromagnétiques et des mesures correctives doivent être effectuées. Voici des exemples typiques:

- Les champs électriques à basse fréquence (ELF EF) doivent être mesurés au lit. Sur la base des résultats de mesure, faites installer des découpleurs de secteur pour les circuits qui augmentent la charge de champ.
- Les champs électriques à basse fréquence (ELF EF) doivent également être mesurés à tous les autres endroits utilisé pendant de longues périodes à la maison et au travail. Si nécessaire, une lampe utilisée à courte distance doit avoir un câble blindé et un luminaire mis à la terre (métal). Surtout dans les bâtiments de construction légère (bois, plaques de plâtre), une ancienne installation électrique sans conducteur de protection peut devoir être remplacée par une installation avec conducteur de protection ou même avec des câbles blindés. Dans des cas particuliers, l'ensemble du bâtiment peut devoir être équipé de câbles blindés et de prises blindées.
- Le champ magnétique basse fréquence doit être mesuré à proximité du lit, par exemple sur 24 heures. Si des courants résiduels sont mesurés, l'installation électrique et le

La mise à la terre du bâtiment doit être rénovée afin de réduire l'exposition aux champs magnétiques associés.

- Pour se protéger contre les chocs électriques, un disjoncteur différentiel (FI) doit être installé (mesure de sécurité).
- L'exposition RF doit être mesurée et si l'exposition est élevée, des matériaux de blindage RF doivent être placés sur les murs, fenêtres, portes, plafonds et sols appropriés. Par exemple, une exposition à haute fréquence peut se produire dans un immeuble d'habitation (copropriétés ou immeubles d'habitation, maisons mitoyennes) en raison de la proximité avec les voisins.
- L'exposition à « Dirty Electricity » / « Dirty Power » (champs électriques et magnétiques dans la gamme VLF) doit être mesurée et leurs sources assignées afin qu'elles puissent ensuite être supprimées.
S'il n'est pas possible d'éliminer vous-même les sources d'interférences, des filtres d'antiparasitage appropriés peuvent être utilisés dans les lignes allant à la source d'interférences.

diagnostic

Nous devons faire la distinction entre l'EHS et d'autres conditions liées aux CEM qui peuvent être déclenchées, favorisées et aggravées par l'exposition aux CEM, telles que certains cancers, la maladie d'Alzheimer, la SLA, l'infertilité masculine, etc. Un examen de l'EHS et d'autres plaintes liées aux CEM est largement basé sur des antécédents médicaux solides. L'accent est mis ici sur les liens entre les symptômes et les circonstances temporelles, locales et autres accompagnant l'exposition aux CEM, ainsi que sur la progression des symptômes dans le temps et la sensibilité individuelle. De plus, les mesures de l'exposition aux champs électromagnétiques et les résultats d'investigations diagnostiques supplémentaires (tests de laboratoire, système cardiovasculaire) étayent le diagnostic. De plus, toutes les autres causes possibles doivent être exclues dans la mesure du possible.

En 2000, le Conseil nordique des ministres (Finlande, Suède et Norvège) a adopté le code CIM-10 non spécifique suivant pour l'EHS: Chapitre XVIII "Symptômes et résultats cliniques et de laboratoire anormaux non classés ailleurs", code R68.8 "Autres symptômes généraux" (272).

Au vu de l'actuelle Classification internationale des maladies (CIM), ICD-10 WHO 2015, nous recommandons actuellement pour :

- (a) Hypersensibilité électromagnétique (EHS) : en utilisant les clés de diagnostic existantes pour les différents symptômes **plus** la clé R68.8 « Autres symptômes généraux précisés » **plus** la clé Z58.4 « Exposition aux rayonnements » et/ou la clé Z57.1 « Exposition professionnelle contre radiation ».
- (b) Réclamations liées aux CEM (autres que EHS) : les clés de diagnostic existantes pour les différentes maladies/symptômes **plus** la clé Z58.4 « Exposition aux rayonnements » et/ou la clé Z57.1 « Exposition professionnelle aux rayonnements ».

Dans la perspective de la prochaine mise à jour de la CIM à paraître en 2018 (CIM-11 OMS), nous recommandons :

- (a) l'introduction de codes CIM pour les maladies multisystémiques chroniques (CMI) liées à l'environnement telles que l'intolérance chimique multiple (MCS), le syndrome de fatigue chronique (SFC), la fibromyalgie (FM) et l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) sur la base de leur description clinique et pathologique (204 , 207);
- (b) l'extension du chapitre XIX « Blessures, empoisonnements et certaines autres conséquences causes externes » (T66-T78) en ajoutant/distinguant les effets liés aux CEM (champs magnétiques statiques, champs électriques statiques, champs magnétiques basse fréquence, champs électriques basse fréquence, champs magnétiques dans le domaine VLF, champs électriques dans le domaine VLF portée, rayonnement radiofréquence (RF), rayonnement infrarouge, lumière visible, rayonnement UV et

rayonnement ionisant;

c) l'élargissement du chapitre XXI "Facteurs influant sur l'état de santé et

Utilisation des soins de santé" (Z00-Z99) en ajoutant/distinguant les effets liés aux CEM (champs magnétiques statiques, champs électriques statiques, champs magnétiques à basse fréquence, champs électriques à basse fréquence, champs magnétiques dans la gamme VLF, champs électriques dans la Gamme VLF, rayonnement haute fréquence (RF)), rayonnement infrarouge, lumière visible, rayonnement UV et rayonnement ionisant.

Traitement du patient y compris l'environnement

La thérapie primaire devrait se concentrer principalement sur la prévention ou la réduction des expositions aux champs électromagnétiques. Toutes les expositions aux CEM à la maison et au travail doivent être réduites ou éliminées. La réduction des expositions aux CEM devrait également être étendue aux écoles, aux hôpitaux, aux transports publics et aux lieux publics tels que les bibliothèques, etc. afin que les personnes atteintes d'EHS puissent les utiliser librement (accessibilité). De nombreux exemples montrent que de telles mesures fonctionnent. En ce qui concerne la charge globale sur le corps due à d'autres influences environnementales, celles-ci doivent également être prises en compte.

Outre la réduction des influences des CEM, d'autres mesures peuvent et doivent être envisagées. Cela inclut une homéostasie équilibrée pour renforcer la "résistance" contre le stress EMF. Il y a de plus en plus de preuves qu'un effet important des champs électromagnétiques chez l'homme est que la capacité de régulation oxydative et nitrosative est restreinte. Cette approche fournit également une explication de l'observation selon laquelle les niveaux de sensibilité aux CEM peuvent changer et de la variété des symptômes qui ont été signalés en association avec l'exposition aux CEM. Du point de vue actuel, une approche thérapeutique semble être recommandée, de plus en plus pratiquée dans d'autres maladies multisystémiques et visant à minimiser les effets néfastes du peroxy-nitrite. Des mesures qui renforcent le système immunitaire et réduisent le stress, associées à des mesures de désintoxication, favorisent la récupération de l'EHS.

Il convient de souligner ici que la psychothérapie a exactement le même statut que dans d'autres maladies. Les produits tels que les autocollants, les puces et autres qui sont proposés avec la prétention qu'ils "neutralisent" ou "harmonisent" l'électrosmog doivent être jugés avec la plus grande prudence. Le stress psychologique déclenché par un manque de compréhension et de soutien de la part de la famille, des amis et des médecins peut augmenter les symptômes de l'EHS, tout comme les inquiétudes concernant les expositions aux CEM. Pour un rétablissement rapide, il est important que le traitement implique le corps, l'esprit et l'âme des personnes concernées.

En résumé, les mesures thérapeutiques suivantes semblent opportunes, compte tenu de la situation individuelle de l'individu :

Réduction de l'exposition aux CEM

Toutes les expositions aux CEM pertinentes pour la situation des personnes concernées doivent être réduites, en particulier dans les lieux de sommeil et au travail - voir le chapitre "Réduction de l'exposition aux CEM". Pour plus d'informations, voir par exemple : "Options pour minimiser les expositions aux champs électromagnétiques/RF/statiques dans les environnements de bureau" (268) et "L'électrosmog dans la vie quotidienne" (269).

Approches thérapeutiques en médecine environnementale

À ce jour, il n'existe aucun traitement spécifique pour l'EHS. Les recommandations dans les sections suivantes sont basées sur l'expérience collective de l'équipe de rédaction. Ils peuvent être compris soit comme des recommandations pour restaurer la pleine capacité de régulation du patient, soit comme des conseils généraux pour une bonne hygiène de vie (qui peuvent et doivent être adaptés à la situation culturelle et individuelle du patient), soit comme une approche plus ciblée basée sur l'expérience de l'équipe des auteurs pour répondre aux problèmes spécifiques des personnes atteintes d'EHS.

Afin d'évaluer les mesures pour un traitement optimal et un accès sans obstacle, des études cliniques contrôlées devraient être menées. Les données disponibles suggèrent que les déficits fonctionnels observés chez les patients atteints d'EHS sont similaires à ceux observés chez les patients atteints d'IMC tels que MCS, CFS et FM. Le but de la thérapie est la régulation des dysfonctionnements physiologiques, qui sont identifiés par des examens diagnostiques (voir chapitre "Examens médicaux et constatations"). Cela comprend à la fois des procédures générales et de soutien et des traitements spécifiques. Les traitements spécifiques peuvent être difficiles et ne doivent être effectués que sous la supervision d'un praticien de la santé environnementale expérimenté en clinique et possédant l'expertise et l'expérience appropriées. Les objectifs thérapeutiques importants incluent :

– Contrôle de la charge totale sur le corps

En plus de réduire l'exposition aux CEM, il est indiqué de réduire l'exposition globale du corps à divers polluants environnementaux (à la maison, au travail, à l'école, passe-temps), aux additifs alimentaires et aux matériaux dentaires.

- Réduction du stress oxydatif et/ou nitrosatif

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les espèces réactives de l'azote (RNS) sont des radicaux libres qui sont naturellement produits dans la cellule. Les piègeurs de radicaux assurent l'équilibre entre la production de radicaux libres et leur neutralisation. De nombreux composés biologiquement importants ayant une fonction antioxydante (AO) ont été identifiés comme des piègeurs de radicaux endogènes et exogènes. Avec l'AO endogène, nous distinguons l'AO enzymatique (catalase, glutathion peroxydase, glutathion réductase, superoxyde dismutase) et l'AO non enzymatique (bilirubine, ferritine, mélatonine, glutathion, métallothionine, N-acétylcystéine, (NAC), NADH, NADPH, thiorédoxine, 1,4-benzoquinone, ubiquinone, acide urique). Ils réagissent avec les AO exogènes d'origine alimentaire ou synthétique (caroténoïdes, rétinoïdes, flavonoïdes, polyphénols, glutathion, acide ascorbique, tocophérols). La régulation et l'application complexes de ces substances constituent un défi thérapeutique (232, 273).

– Régulation des dysfonctionnements intestinaux

Les charognards endogènes et exogènes agissent en synergie pour maintenir l'homéostasie redox. Par conséquent, les antioxydants provenant de l'alimentation ou d'autres sources naturelles jouent un rôle important dans la stabilisation de ces réactions.

Le traitement du syndrome de l'intestin qui fuit, de l'intolérance alimentaire et de l'allergie alimentaire nécessite une expertise et de l'expérience et est une condition préalable au maintien de l'homéostasie redox (274).

– Optimisation de la nutrition

Les aliments bioactifs sont la principale source d'antioxydants tels que la vitamine C, la vitamine E, la NAC, les caroténoïdes, la CoQ10, l'acide alpha-lipoïque, le lycopène, le sélénium et les flavonoïdes (275, 276). Par exemple, la vitamine E doit être régénérée par le glutathion ou la vitamine C pour éviter la peroxydation des lipides. Les antioxydants provenant des aliments ne peuvent avoir un effet positif sur le système redox que s'ils sont présents à des concentrations suffisantes (273). L'acide alpha-lipoïque agit comme un piègeur direct et indirect des radicaux libres, y compris le peroxy-nitrite, l'oxygène singulet, le superoxyde, les radicaux peroxy et les produits de dégradation du peroxy-nitrite (232). Il a été démontré que le nombre d'électrons libres dans les micronutriments détermine leur efficacité.

Dans les aliments issus de l'agriculture biologique, le nombre d'électrons libres est plus élevé que dans les aliments produits de manière conventionnelle (277). Dans le cas d'intolérances alimentaires notamment, il est nécessaire de substituer les micronutriments sous forme de compléments alimentaires.

– Contrôle de l'inflammation (insidieuse)

Une augmentation du niveau de monoxyde d'azote entraîne toujours une augmentation du niveau de peroxydite en raison des réactions avec les radicaux superoxydes, ce qui à son tour augmente le niveau de ROS dans une mesure comme aucune autre substance (cycle NO/ONOO-). Le facteur nucléaire γ B (NF γ B) est alors activé, ce qui libère à son tour des cytokines inflammatoires telles que le facteur de nécrose tumorale γ (TNF γ), l'interleukine γ 1 (IL γ 1), l'interleukine γ 6 (IL γ 6), l'interleukine γ 8 (IL γ 8) et l'interféron gamma (IFN- γ) ainsi que diverses NO synthases (232). Il a été démontré que les tocophérols (278, 279), les caroténoïdes de faible niveau (280), la vitamine C (281, 282), le NAC (283), la curcumine (284), le resvératrol (285, 286) et les flavonoïdes (287) interrompent la cascade inflammatoire en divers points.

– Normaliser le fonctionnement des mitochondries

La fonction mitochondriale peut être perturbée de deux manières. Premièrement, les niveaux élevés de radicaux libres peuvent bloquer la production d'adénosine triphosphate (ATP), entraînant des douleurs musculaires et de la fatigue. Deuxièmement, en cas d'inflammation insidieuse, les besoins énergétiques sont augmentés de 25 % (236), ce qui entraîne une forte consommation d'ATP. Dans ce cas, le NADH, la L-carnitine et le Q γ 10 sont vitaux pour la synthèse d'ATP.

En raison du déficit en ATP, la régulation des catécholamines, en particulier de la noradrénaline, est réduite car le catabolisme de la noradrénaline par la S-adénosylméthionine nécessite de l'ATP (288-290). De plus, de grandes quantités d'acide folique, de vitamine B6 et de méthylcobalamine sont nécessaires pour réguler le stress. Les polymorphismes génétiques de COMT et de MTHFR affectent les besoins individuels de ces substances (244, 291).

– désintoxication

Les toxines environnementales accumulées chez l'homme forment un profil d'exposition individuel composé de diverses substances organiques et inorganiques, qui constituent l'exposition totale de l'organisme (292).

Parmi les substances inorganiques, les métaux et leurs sels jouent un rôle prédominant et peuvent revêtir une importance particulière chez les patients atteints d'EHS. Le mercure élémentaire (Hg 0) et d'autres métaux lourds tels que le plomb (Pb) s'accumulent dans le cerveau (293), en particulier lors d'une exposition chronique à faible dose. Ils peuvent exercer des effets toxiques et provoquer diverses réponses immunitaires (294, 295). Bien qu'il n'y ait généralement pas de substances actives spécifiques pouvant être utilisées pour détoxifier les produits chimiques, il existe deux groupes de substances avec un profil plus spécifique qui peuvent être utilisées pour détoxifier les métaux.

1. Substances à effets physiologiques non spécifiques : glutathion, NAC, acide alpha-lipoïque, vitamine C et sélénium.

2. Agents chélatants pour la détoxification des métaux (296-298) : Les principaux agents chélatants sont le thiosulfate de sodium 10 % DMPS (acide 2,3 dimercapto γ 1 γ propane sulfonique), DMSA (acide méso γ dimercaptosuccinique), EDTA (acide éthylènediaminetétracétique).

Il convient de souligner ici que ces substances ne doivent être utilisées que par des thérapeutes formés à cet effet.

– Thérapies de soutien

1. Eau potable

Un approvisionnement plus élevé en eau stagnante de haute qualité est nécessaire pour le processus de détoxification, tandis que la teneur en minéraux de l'eau doit être faible et l'eau ne doit pas contenir de CO $_2$. L'apport quotidien en eau doit être de 2,5 à 3,0 litres.

2ème feu

La plupart des habitants d'Europe centrale et du Nord ont de faibles niveaux de vitamine D.

Un apport adéquat de lumière du jour pendant les mois de production de vitamine D (du printemps à l'automne) est un facteur important. Dans le même temps, lors d'une exposition au soleil, il faut veiller à éviter les lésions cutanées actiniques. Être capable d'aller au-delà de la lumière naturelle du soleil

La photothérapie et la thérapie au laser à faible intensité favorisent la guérison, réduisent l'inflammation, stimulent la circulation et augmentent la production d'ATP cellulaire.

3. Saunas

Le sauna et l'hyperthermie thérapeutique constituent une thérapie adjuvante pour la désintoxication de presque tous les xénobiotiques. Ces thérapies doivent être utilisées avec précaution. Il y a une interaction avec des substances détoxifiantes. Les séances de sauna aident à régénérer la tétrahydrobioptérine à partir de la dihydrobioptérine, essentielle au métabolisme des catécholamines et de la sérotonine (299). Cependant, il existe des différences dans les saunas. Les saunas traditionnels ou les cabines de chaleur infrarouge à faibles champs électriques et magnétiques qui n'utilisent pas de colles toxiques ou de bois traité chimiquement peuvent être recommandés.

4. Oxygène

Certains patients atteints d'EHS souffrent d'un dysfonctionnement mitochondrial. Une quantité suffisante d'oxygène naturel est utile. Étant donné que l'hypoxie et l'oxygène hyperbare peuvent provoquer un stress oxydatif, les patients qui suivent une oxygénothérapie hyperbare doivent recevoir en même temps des quantités adéquates d'antioxydants.

5. Exercice physique

La quantité optimale d'activité physique est encore débattue. La condition physique d'un patient doit être déterminée de manière ergométrique afin de pouvoir prescrire un programme d'exercices individuel. Les expériences pratiques de la médecine environnementale ont montré que les personnes malades ne devraient faire que des exercices aérobiques avec des mouvements à faible impact. Commencez toujours avec un niveau de charge de 20 à 30 watts, puis terminez souvent l'exercice à 60 à 70 watts. Un vélo d'exercice offre à l'utilisateur un meilleur contrôle sur la dépense énergétique par rapport à la marche ou à la course. L'exercice physique ne doit pas conduire à l'épuisement, ou du moins seulement après une demi-heure.

6. Dormir

Les troubles du sommeil sont très fréquents chez les patients atteints d'EHS. Et les troubles du sommeil sont liés à de faibles niveaux de mélatonine. En cas d'inflammation chronique, l'indolamine-2,3-dioxygénase (IDO) diminue la production de sérotonine et donc les niveaux de mélatonine.

Les expositions aux CEM peuvent bloquer l'activité parasympathique alors que l'activité sympathique persiste. Dans le cas des troubles du sommeil, toute thérapie doit rechercher les causes pathologiques. Un sommeil optimal est nécessaire pour conserver l'énergie et réguler les fonctions du système immunitaire et neuroendocrinien.

7. Protection contre la lumière bleue

Les longueurs d'onde de la lumière visible inférieures à 500 nm sont appelées "lumière bleue".

De petites quantités de lumière bleue peuvent améliorer le bien-être, mais de plus grandes quantités peuvent être nocives pour les yeux. À la lumière du jour, les effets néfastes de la "lumière bleue" sont compensés par l'effet régénérateur de la lumière rouge et infrarouge. Avec l'utilisation croissante des sources lumineuses électroniques, telles que les lampes fluorescentes et fluocompactes, les écrans d'ordinateur, les ordinateurs portables, les tablettes, les smartphones et certaines lampes à LED, notre exposition à la "lumière bleue" a tellement augmenté que cette exposition est suspectée dans le développement de Jouer un rôle dans certaines maladies telles que la dégénérescence maculaire liée à l'âge et les troubles du rythme circadien par la suppression de la mélatonine, qui à son tour est liée aux troubles du sommeil, à l'obésité, au diabète sucré, à la dépression, aux crises cardiaques, aux accidents vasculaires cérébraux et au cancer. Par conséquent, il ne faut pas s'exposer trop longtemps à la "lumière bleue" artificielle le soir. antioxydants,

en particulier, la mélatonine (300, 301) et les filtres anti-lumière bleue (302-304) peuvent être utiles.

8. Exposition aux champs électromagnétiques naturels de la Terre

La plupart des personnes vivant dans les zones urbaines ont perdu le contact avec le champ magnétique naturel de la Terre car elles portent des chaussures à semelles de caoutchouc et des vêtements synthétiques, voyagent dans des boîtes métalliques avec des pneus en caoutchouc et travaillent dans des bâtiments en béton imprégnés de champs électromagnétiques et de radiations anthropiques. Passer du temps dans les bois, marcher pieds nus le long de la plage, s'allonger sur l'herbe ou marcher dehors après une pluie vous aidera à vous ancrer et à drainer les ions positifs souvent en excès associés aux problèmes de santé et à rétablir l'équilibre de la fabrication.

dentisterie

En dentisterie, les matériaux toxiques et immunoréactifs tels que

Mercure, oxyde de plomb, or et titane travaillés. Les dentistes environnementaux demandent l'élimination progressive de ces matériaux toxiques (305-308). Lors du retrait de matériaux dentaires toxiques, les plus grandes précautions de sécurité possibles doivent être prises (évittez l'inhalation !). Dans certaines circonstances, l'élimination de certains métaux lourds est indiquée. En général, les matériaux prothétiques doivent être chimiquement inertes et ne doivent pas provoquer de réponse immunitaire. D'après ce que nous savons aujourd'hui, la zircone semble être un matériau neutre. Cependant, le dentiste doit éviter d'abraser mécaniquement la surface scellée.

Les métaux immunotoxiques présentent une physiopathologie similaire en ce qui concerne le stress oxydatif, la maladie mitochondriale et l'inflammation.

Conseils de style de vie

Une consultation hygiène de vie peut contenir les éléments suivants : programme d'exercices équilibré, nutrition, réduction des substances addictives, modification des habitudes de sommeil, etc. et des mesures de réduction du stress (réduction du stress général et professionnel) ainsi que des méthodes de renforcement de la résistance au stress, par exemple par l'entraînement autogène, le yoga, la relaxation musculaire progressive, les exercices de respiration, la méditation, le Tai Chi et le Qigong.

Thérapie symptomatique

Une thérapie équilibrée des symptômes est justifiée jusqu'à ce que les causes soient identifiées et éliminées. Cependant, il est primordial d'être conscient qu'une réduction des symptômes peut également exposer les individus à un risque accru d'exposition aux CEM, avec un potentiel d'effets à long terme, notamment des dommages neurologiques et des cancers à l'avenir. Le médecin traitant est confronté à la tâche éthique très difficile selon laquelle, lorsqu'il traite les symptômes, il doit également informer le patient concerné des risques associés – de manière équilibrée. Traiter d'abord les symptômes pour apporter un soulagement immédiat est bien sûr un bon point de départ pour des raisons éthiques, mais sans réduction simultanée de l'exposition environnementale et des conseils de style de vie, cela peut s'inverser avec le temps. Pour les médecins formés de manière conventionnelle, ce type de pensée peut sembler très nouveau, mais c'est le seul moyen de soulager efficacement et avec succès les symptômes et d'obtenir un rétablissement complet cliniquement significatif dans le traitement de la maladie multisystémique chronique (CMI) et de l'EHS. Même si les causes ne sont pas connues au départ, il est important à ce stade de faire des recommandations sur la façon de réduire l'exposition aux CEM et autres facteurs de stress environnementaux pour prévenir d'autres dommages et favoriser la guérison.

Littérature

1. Hanninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, et al. Charge de morbidité environnementale en Europe : évaluation de neuf facteurs de risque dans six pays. *Environnement Santé Perspective* 2014;122(5):439-46.
2. Chambre Fédérale des Psychothérapeutes. Étude du BPTK sur l'incapacité de travail – maladies mentales et épuisement professionnel [Internet]. Berlin (DE) : Chambre fédérale des psychothérapeutes, 2012;:29. Rapport 2012. En ligne sur : http://www.bptk.de/uploads/media/20120606_AU-Study-2012.pdf.
3. Chambre Fédérale des Psychothérapeutes. Étude BPTK sur le travail et l'incapacité de gain - maladies mentales et retraite anticipée pour raisons de santé [Internet]. Berlin (DE) : Chambre fédérale des psychothérapeutes, 2013;:66. Rapport 2013. En ligne sur : http://www.bptk.de/uploads/media/20140128_BPTK%20Studie_zur_Arbeits%20und_Erwerbsunfaehigkeit_2013_1.pdf.
4. Fritze J. Prescriptions de médicaments psychotropes : résultats et commentaires sur le rapport 2011 sur les prescriptions de médicaments. *Psychopharmacothérapie* 2011;18:245-56.
5. Institut fédéral des produits pharmaceutiques et médicaux. Pas d'augmentation de la consommation de méthylphénidate pour la première fois en 20 ans [Internet]. Bonn (DE) : Institut fédéral des médicaments et des dispositifs médicaux, 1er avril 2014. Communiqué de presse numéro 05/14 ; En ligne sur : <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/mitteil2014/pm05%2014.html>.
6. Badura B, Ducki A, Schroder H, Klose J, Meyer M, rédacteurs *Absence Report* 2012. Berlin, Heidelberg (DE) : Springer Verlag, 2012; : 528ff.
7. OCDE. Panorama de la santé 2013 : Indicateurs de l'OCDE [Internet]. Paris(FR) : Éditions OCDE, 2013;:212. DOI : 10.1787/health_glance-2013-dans. En ligne sur : http://dx.doi.org/10.1787/health_glance%2013%20en.
8. Pawankar R, Canonica GW, Holgate ST, Lockey RF, sous la direction de WAO *White Book on Allergy 2011-2012* [Internet]. Milwaukee, WI (États-Unis) : Organisation mondiale contre les allergies, 2013;:228. En ligne sur : <http://www.worldallergy.org/UserFiles/file/WAO%20White-Book-on-Allergy.pdf>.
9. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, sous la direction de BioInitiative *Report: A Rationale for a Biologically-based Norme d'exposition publique aux champs électromagnétiques (ELF et RF)* sur www.bioinitiative.org, 31 août 2007.
10. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, sous la direction de BioInitiative *Report: A Rationale for a Biologically-based Norme d'exposition publique aux rayonnements électromagnétiques* sur www.bioinitiative.org, 31 décembre 2012.
11. Levitt B, Lai H. Effets biologiques de l'exposition aux rayonnements électromagnétiques émis par les stations de base des tours cellulaires et autres réseaux d'antennes. *Environ Rev* 2010;18:369-95.
12. Pall M.L. Preuves scientifiques contredisant les conclusions et les hypothèses du comité canadien de sécurité 6 : les micro-ondes agissent par activation des canaux calciques voltage-dépendants pour induire des impacts biologiques à des niveaux non thermiques, soutenant un paradigme décalage pour l'action du champ électromagnétique micro-ondes/basse fréquence. *Rev Environ Health* 2015;30(2):99-116.
13. Binhi VN. Magnétiobiologie : problèmes physiques sous-jacents. San Diego : Academic Press, 2002;:1-473.
14. Binhi VN. Principes de biophysique électromagnétique (en russe). Moscou (RU) : Fizmatlit, 2011;:1-571.
15. Georgiou CD. Dommages biologiques induits par le stress oxydatif par les CEM de bas niveau : mécanisme du spin électronique de la paire de radicaux libres polarisation et amplification biochimique. Dans : Giuliani L, Soffritti M, éd. *Effets non thermiques et mécanismes de interaction entre les champs électromagnétiques et la matière vivante*. Bologne (IT) : Institut Ramazzini, 2010. *European Journal of Oncologie - Bibliothèque Volume 5*. pp 63-113. En ligne sur : <http://www.icems.eu/papers.htm?f=c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL>.
16. Pall M.L. Les champs électromagnétiques agissent via l'activation des canaux calciques voltage-dépendants pour produire des effets bénéfiques ou indésirables. *J Cell Mol Med* 2013;17(8):958-65.
17. Blank M, Goodman R. Les champs électromagnétiques stressent les cellules vivantes. *Physiopathologie* 2009;16(2-3):71-8.
18. Blackman C. Rayonnement des téléphones portables : preuves issues d'études ELF et RF soutenant une identification des risques plus inclusive et évaluation. *Physiopathologie* 2009;16(2-3):205-16.
19. Hedendahl L, Carlberg M, Hardell L. Hypersensibilité électromagnétique - un défi croissant pour la profession médicale. *Rev Environ Health* 2015;30(4):209-15.
20. Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants. Lignes directrices pour limiter l'exposition à des champs magnétiques et électromagnétiques (jusqu'à 300 GHz). *Santé Physique* 1998;74(4):494-522.
21. Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants. Lignes directrices pour limiter l'exposition au temps champs électriques et magnétiques variables (1 Hz à 100 kHz). *Health Phys* 2010;99(6):818-36.
22. Belyaev I. Mécanismes biophysiques des effets micro-ondes non thermiques. Dans : Markov M, éd *Champs électromagnétiques en biologie et la médecine*. Boca Raton, Londres, New York : CRC Press 2015; : 49-68.
23. Belyaev I. Effets des champs électromagnétiques sur les cellules et risques de cancer liés à la communication mobile. Dans : Rosh PJ, éd. *Médecine énergétique bioélectromagnétique et subtile*, 2e édition Boca Raton, Londres, New York : CRC Press 2015;:517-39.
24. Groupe de travail du CIRC sur l'évaluation des risques cancérigènes pour l'homme. *Rayonnement non ionisant, partie 2* : Champs électromagnétiques de radiofréquence. Lyon (FR) : Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), 2013;:480. Groupe de travail du CIRC sur l'évaluation des risques cancérigènes pour l'homme. Tome 102. En ligne sur : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/>.
25. Vecchia P. ICNIRP et normes internationales. Londres (Royaume-Uni) : Conférence EMF and Health, 2008;:28. En ligne sur : http://archive.radiationresearch.org/conference/downloads/021145_vecchia.pdf.
26. Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL. Évaluation du taux d'absorption spécifique en tant que grandeur dosimétrique pour l'électromagnétisme

- bioeffets des champs. PLoS One 2013;8(6):e62663.
- 27 Belyaev I. Dépendance des effets biologiques non thermiques des micro-ondes sur les variables physiques et biologiques : implications pour la reproductibilité et les normes de sécurité [Internet]. Dans: Giuliani L, Soffritti M, éd. Effets non thermiques et les mécanismes d'interaction entre les champs électromagnétiques et la matière vivante. Bologne (IT): Institut Ramazzini, 2010. European Journal of Oncology - Bibliothèque Vol.5.pp.187-218. En ligne sur : <http://www.icems.eu/papers.htm?f=c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL>.
- 28 Grigoriev YG, Stepanov VS, Nikitina VN, Rubtcova NB, Shafirkin AV, et al. Rapport CIST. Effets biologiques de champs électromagnétiques de radiofréquence et les lignes directrices sur les rayonnements. Résultats d'expériences réalisées en Russie/Union soviétique. Moscou (RU): Institut de biophysique, ministère de la Santé, Fédération de Russie, 2003.
- 29 SanPiN 2.2.4/2.1.8. Rayonnement électromagnétique de radiofréquence (RF EMR) dans des conditions de travail et de vie. Moscou (RU): Mint drav. [2.2.4/2.1.8.055-96] 1996.
- 30 Groupe de travail du CIRC sur l'évaluation des risques cancérigènes pour l'homme. Rayonnement non ionisant, partie 1 : statique et Champs électriques et magnétiques à très basse fréquence (ELF). Lyon (FR) : Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), 2002:445. Groupe de travail du CIRC sur l'évaluation des risques cancérigènes pour l'homme. Tome 80. En ligne sur : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/>.
- 31 Oberfeld G. Précaution en action - Conseils de santé publique mondiale suite à BioInitiative 2007. Dans Sage C, Carpenter DO, Ed. BioInitiative Report 2012: A Rational for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF et RF), 2012. Disponible sur : <http://www.bioinitiative.org>.
- 32 Commission internationale pour la sécurité électromagnétique (ICEMS), Résolutions. En ligne sur: <http://www.icems.eu/resolution.htm>.
- 33 Le rayonnement électromagnétique des radiofréquences et la santé des Canadiens. Rapport du Comité permanent de la santé, JUIN 2015, Parlement du Canada, Ottawa, Ontario. En ligne sur: <http://www.parl.gc.ca/content/hoc/Committee/412/HESA/Reports/RP8041315/hesarp13/hesarp13f.pdf>.
- 34 Havas M. Point de vue de l'expert international sur les effets des champs électromagnétiques (EMF) sur la santé et Rayonnement électromagnétique (EMR) [Internet]. Peterborough, ON, (CD): 11 juin 2011 (mis à jour en juillet 2014). En ligne sur: <http://www.magdahavas.com/international-experts-perspective-on-the-health-effects-of-electromagnetic-fields-emf-and-rayonnement-electromagnétique-emr/>.
- 35 Agence européenne pour l'environnement. Évaluation du risque de rayonnement des appareils du quotidien [Internet]. Copenhague (DK) : 17e Septembre 2007. En ligne sur : <http://www.eea.europa.eu/highlights/radiationriskfromeverydaydevicesassessed>.
- 36 Agence européenne pour l'environnement. Risques pour la santé liés aux radiations des téléphones portables – pourquoi les experts ne sont pas d'accord [Internet]. Copenhague (DK) : 12 octobre 2011. En ligne sur : <http://www.eea.europa.eu/highlights/healthrisksfrommobiley> téléphoner.
- 37 Agence européenne pour l'environnement. Leçons tardives des alertes précoces : science, précaution, innovation [Internet]. Copenhague (DK) : 23 janvier 2013. Rapport de l'AEE n° 1/2013. En ligne sur : <http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>.
38. Parlement européen. Rapport sur les problèmes de santé associés aux champs électromagnétiques. Bruxelles (BE): Commission de l'environnement, la santé publique et la sécurité alimentaire du Parlement européen. Rapporteur : Frédérique Ries (2008/2211(INI) [Internet]. En ligne sur: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=//EP//NONSGML+REPORT+A6y2009y0089+0+DOC+PDF+V0//EN>.
- 39 Parlement européen. Résolution du Parlement européen du 2 avril 2009 sur les problèmes de santé liés aux champs [Internet]. Bruxelles (BE) : Parlement européen, 2 avril 2009. Disponible sur : <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=//EP//TEXT+TA+P6yTAy2009y0216+0+DOC+XML+V0//EN>.
- 40 Fragopoulou A, Grigoriev Y, Johansson O, Margaritis LH, Morgan L, et al. Panel scientifique sur la santé des champs électromagnétiques risques : points de consensus, recommandations et justifications. Environ Health 2010;25(4):307-17.
- 41 Aspects de l'évaluation actuelle de la santé des communications mobiles. Recommandation du Conseil supérieur de la santé. Numéro 05/14; Ministère fédéral de la Santé. Vienne (AT). En ligne sur : http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachements/1/9/2/CH1238/CMS1202111739767/mobilfunk_osr_recommandations.pdf.
- 42 Conseil de l'Europe-Assemblée parlementaire. Les dangers potentiels des champs électromagnétiques et leurs effets sur environnement. Résolution, Doc. 1815, Texte adopté par la Commission permanente, agissant au nom de l'Assemblée, le 27 mai 2011 [Web]. En ligne sur : <http://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/XrefXML2HTMLy> en.asp?fileid=17994&lang=en.
- 43 Dean AL, Rea WJ. Recommandations de l'Académie américaine de médecine environnementale concernant les Exposition aux radiofréquences [Internet]. Wichita, KS (États-Unis) : Comité exécutif de l'American Academy of Environmental Médecine 12 juillet 2012. En ligne sur : <https://www.aaemonline.org/pdf/AAEMEMFmedicalconditions.pdf>.
- 44 Service public fédéral (SPF) Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement. Téléphones portables et enfants-Nouveau réglementation pour la vente de téléphones portables à partir de 2014 [Internet]. Bruxelles (BE) : Service Public Fédéral (SPF) Santé, Sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, 12 janvier 2016. En ligne sur : <http://www.health.belgium.be/fr/mobiley> téléphones et enfants.
45. Assemblée Nationale. PROPOSITION DE LOI relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques. Paris (FR): Assemblée Nationale, France, 29.

- Janvier 2015. En ligne sur : <http://www.assemblee.nationale.fr/14/pdf/ta/ta0468.pdf> .
- 46 Blank M, Havas M, Kelley E, Lai H, Moskowitz JM. Appel international des scientifiques CEM [Internet]. 11 mai 2015. En ligne sur : <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>.
- 47 Déclaration scientifique internationale sur l'hypersensibilité électromagnétique et la sensibilité chimique multiple. Suite au 5ème Congrès d'Appel de Paris qui a eu lieu le 18 mai 2015 à l'Académie Royale de Médecine, Bruxelles, Belgique. En ligne sur : <http://appel-de-paris.com/wp-content/uploads/2015/09/Statement-FR.pdf> .
48. Wertheimer N, Leeper E. Configurations de câblage électrique et cancer infantile. *Physiopathologie* 1979;109(23):273-84.
- 49 Robinette CD, Silverman C, Jablon S. Effets sur la santé de l'exposition professionnelle aux rayonnements micro-ondes (radar). *Au J Epidemiol* 1980;112:39-53.
50. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, et al. Une analyse mutualisée des champs magnétiques et de l'enfance leucémie. *Br J Cancer* 2000;83(5):692-8.
51. Groenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. Une analyse groupée des champs magnétiques, des codes filaires et leucémie infantile. Groupe d'étude CEM sur la leucémie infantile. *Épidémiologie* 2000;11(6):624-34.
- 52 Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, et al. Analyse groupée des études récentes sur les champs magnétiques et leucémie infantile. *Br J Cancer* 2010;103(7):1128-35.
53. Zhao L, Liu X, Wang C, Yan K, Lin X, et al. Exposition aux champs magnétiques et risque de leucémie infantile: une méta-analyse basée sur 11 699 cas et 13 194 témoins. *Leuk Res* 2014;38(3):269-74.
54. Zhao L, Liu X, Wang C, Yan K, Lin X, et al. Étude de cas uniquement des interactions entre les gènes de réparation de l'ADN et les champs électromagnétiques de fréquence dans la leucémie aiguë de l'enfant. *Leuc Lymphome* 2008;29(12):2344.
- 55 Kundi M. Evidence pour les cancers infantiles (leucémie). Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de The BioInitiative Report 2012. A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF), 2012, <http://www.bioinitiative.org/>.
- 56 Sage C. Résumé pour le public. Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de The BioInitiative Report 2012. A rationale for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF), 2012. En ligne sur : <http://www.bioinitiative.org/>.
- 57 Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Hallquist A, Hansson Mild K. Utilisation des téléphones cellulaires et risque pour le cerveau tumeurs: une étude cas-témoin. *Int J Oncol* 1999;15(1):113-6.
- 58 Coureau G, Bouvier G, Lebaillly P, FabbroyPeray P, Gruber A, et al. Utilisation du téléphone portable et tumeurs cérébrales Etude cas-témoin CERENAT. *Occup Environ Med* 2014;71(7):514-22.
- 59 Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Mild KH. Étude cas-témoins de l'association entre les tumeurs cérébrales malignes Diagnostiqué entre 2007 et 2009 et utilisation de téléphones portables et sans fil. *Int J Oncol* 2013;43(6):1833-45.
- 60 Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Mild KH. Analyse groupée des études cas-témoins sur le neurinome de l'acoustique diagnostiqué 1997-2003 et 2007-2009 et utilisation des téléphones mobiles et sans fil. *Int J Oncol* 2013;43(4):1036-44.
- 61 Hardell L, Carlberg M. Utilisation des points de vue de Hill de 1965 pour évaluer la force des preuves du risque pour le cerveau tumeurs associées à l'utilisation de téléphones mobiles et sans fil. *Rev Environ Health* 2013;30(28):97-106.
- 62 Carlberg M, Hardell L. Diminution de la survie des patients atteints de gliome avec un astrocytome de grade IV (glioblastome multiforme) associés à l'utilisation à long terme des téléphones portables et sans fil. *Int J Environ Res Public Health* 2014;11(10):10790–805
- 63 Hardell L, Carlberg M. Utilisation du téléphone portable et du téléphone sans fil et risque de gliome - Analyse des cas-témoins regroupés études en Suède, 1997-2003 et 2007-2009. *Physiopathologie* 2015;22(1):1-13.
64. West JG, Kapoor NS, Liao SY, Chen JW, Bailey L, et al. Cancer du sein multifocal chez les jeunes femmes atteintes de contact entre leurs seins et leurs téléphones portables. *Case Rep Med* 2013;2013:354682.
- 65 Levis AG, Gennaro V, Garbisa S. Business bias as usual : le cas de la pollution électromagnétique. Dans : Elsner W, Frigato P, Ramazzotti P, rédacteur Coûts sociaux aujourd'hui. Économie institutionnelle et crises contemporaines. Londres et New York : Routledge (Taylor & Francis Group), 2012;:225-68.
- 66 Lai H. Effets génétiques des champs électromagnétiques non ionisants. Dans : The BioInitiative Report 2012 : A Rationale for a Norme biologique d'exposition du public aux champs électromagnétiques (ELF et RF). Sage C, Carpenter DO, eds. <http://www.bioinitiative.org/>: 1-59.
- 67 Huss A, Egger M, Hug K, HuwilerMüntener K, Rösli M. Source de financement et résultats des études sur les effets du mobile sur la santé utilisation du téléphone: revue systématique des études expérimentales. *Cien Saude Colet* 2008;13(3):1005-12.
- 68 Apollonio F, Liberti M, Paffi A, Merla C, Marracino P, et al. Faisabilité pour l'énergie des micro-ondes d'affecter la biologie Systèmes via des mécanismes non thermiques : une approche systématique. *IEEE Transmicrow Theory Tech* 2013;61(5):2031–45
- 69 Cucurachi S, Tamis WL, Vijver MG, Peijnenburg WJ, Bolte JF, et al. Un examen des effets écologiques de la radiofréquence champs électromagnétiques (RF/EMF). *Environ Int* 2013;51:116-40.
- 70 Belyaev IY, Alipov YD, HarmsyRingdahl M. Effets d'ELF faibles sur les cellules Eycoli et les lymphocytes humains : rôle de la génétique, paramètres physiologiques et physiques. Dans : Bersani F, le rédacteur L'électricité et le magnétisme dans la biologie et la médecine. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ, 1999;:481-4.
- 71 Belyaev IY, Alipov ED. Effets dépendant de la fréquence du champ magnétique ELF sur la conformation de la chromatine chez Escherichia coli

- cellules et lymphocytes humains. *Biochim Biophys Acta* 2001;1526(3):269-76.
- 72 Sarimov R, Alipov ED, Belyaev IY. Les champs magnétiques de cinquante hertz affectent individuellement la conformation de la chromatine chez l'homme lymphocytes : dépendance à l'amplitude, à la température et à l'état initial de la chromatine. *Physiopathologie* 2011;32(7):570-9.
- 73 Belyaev IY, Hillert L, Protopopova M, Tamm C, Malmgren LO, et al. Les micro-ondes de 915 MHz et le champ magnétique de 50 Hz affectent la conformation de la chromatine et les foyers 53BP1 dans les lymphocytes humains de personnes hypersensibles et en bonne santé. *physiopathologie* 2005;26(3):173-84.
- 74 Marková E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR, Belyaev IY. Les micro-ondes des téléphones mobiles GSM affectent 53BP1 et les foyers gamma-H2AX dans les lymphocytes humains de personnes hypersensibles et en bonne santé. *Perspective de la santé environnementale* 2005;113(9):1172-7.
- 75 Belyaev IY, Marková E, Hillert L, Malmgren LO, Persson BR. Les micro-ondes des téléphones portables UMTS/GSM induisent l'inhibition de longue durée des foyers de réparation de l'ADN 53BP1/g-H2AX dans les lymphocytes humains. *physiopathologie* 2009;30(2):129-41.
- 76 Sarimov R, Malmgren LO, Markova E, Persson BR, Belyaev IY. Les micro-ondes GSM non thermiques affectent la chromatine conformation des lymphocytes humains similaire au choc thermique. *IEEE Trans Plasma Sci* 2004;32(4):1600-8.
- 77 Markova E, Malmgren LOG, Belyae IY. Les micro-ondes des téléphones portables inhibent la formation de foyers 53BP1 dans la tige humaine cellules plus fortement que dans les cellules différenciées : lien mécaniste possible avec le risque de cancer. *Perspective de la santé environnementale* 2010;118(3):394-9.
- 78 Organisation mondiale de la santé (OMS). Radiofréquence et micro-ondes. Critères d'hygiène de l'environnement 16, Genève (CH) : OMS, 1981. En ligne sur : <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc016.htm> .
- 79 Organisation mondiale de la santé (OMS). Champs de fréquence extrêmement basse (ELF). Critères de santé environnementale 35, Genève (CH) : OMS, 1984. En ligne sur : <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc016.htm> .
- 80 Haynal A, Regli F. Association de la sclérose latérale amyotrophique avec un traumatisme électrique fréquent. *Confin Neurol* 1964;24:189-98.
- 81 Sahin A, Aslan A, Bağ O, Ykinci A, Özyılmaz C, et al. Impacts délétères d'un champ électromagnétique de 900 MHz sur les neurones pyramidaux hippocampiques de rats mâles Sprague Dawley âgés de 8 semaines. *Brain Res* 2015;1624:232-8.
- 82 Schliephake E. Résultats des travaux dans le domaine des ondes courtes. *Dtsch Med Wochenschr* 1932;58(32):1235-41.
- 83 Sadchikova MN. Etat du système nerveux sous influence UHF. Dans : Letavet AA, Gordon ZV, éd. *Action biologique des ultra-hautes fréquences*. Moscou : Académie des sciences médicales, 1960 : 25-9.
84. Von Klitzing L. Les champs électromagnétiques pulsés à basse fréquence influencent l'EEG de l'homme. *Phys Medica* 1995;11:77-80.
- 85 Reiser H, Dimpfel W, Schober F. L'influence des champs électromagnétiques sur l'activité cérébrale humaine. *Eur J Med Res* 1995;1(1):27-32.
- 86 Röschke J, Mann K. Aucun effet à court terme du radiotéléphone mobile numérique sur l'être humain éveillé électroencéphalogramme. *Bioélectromagnétique* 1997;18(2):172-6.
- 87 Hietanen M, Kovalala T, Hamalainen AM. Activité cérébrale humaine lors de l'exposition aux champs de radiofréquence émis par les cellules Téléphone (s. *Scand J Work Environment Health* 2000;26(2):87-92.
- 88 Croft R, Chandler J, Burgess A, Barry R, Williams J, et al. Le fonctionnement aigu du téléphone mobile affecte la fonction neuronale dans les humains. *Clin Neurophysiol* 2002;113(10):1623-32.
- 89 Kramarenko AV, Tan U. Effets des champs électromagnétiques à haute fréquence sur l'EEG humain : une étude de cartographie cérébrale. *Inter J Neurosci* 2003;113(7):1007-19.
90. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, et al. L'émission de téléphonie mobile module l'interhémisphérique couplage fonctionnel des rythmes EEG alpha. *Eur J Neurosci* 2007;25(6):1908-13.
- 91 Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, et al. L'émission des téléphones portables module l'inter-hémisphérique Couplage fonctionnel des rythmes EEG alpha chez les sujets âgés par rapport aux sujets jeunes. *Clin Neurophysiol* 2010;121(2):163-71
92. Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacviello D, Rossini PM, et al. L'émission des téléphones portables module les événements Désynchronisation des rythmes et des performances motrices cognitives chez l'homme sain. *Clin Neurophysiol* 2012;123(1):121-8.
- 93 Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I. L'effet du rayonnement ELF de type GSM sur la bande alpha de l'humain EEG de repos. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008;1:5680-3.
- 94 Trunk A, Stefanics G, Zentai N, KovácsyBálint Z, Thuróczy G, et al. Aucun effet d'une seule exposition à un téléphone mobile 3G UMTS sur l'activité EEG spontanée, corrélats ERP et détection automatique de déviance. *Bioélectromagnétique* 2013;34(1):31-42.
95. Ghosn R, Yahia-Cherif L, Hugueville L, Ducorps A, Lemarechal JD, et al. Le signal de radiofréquence affecte la bande alpha dans l'électroencéphalogramme de repos. *J Neurophysiol* 2015;113(7):2753-9.
- 96 Roggeveen S, van Os J, Viechtbauer W, Lousberg R. Modifications de l'EEG dues à un téléphone mobile 3G induit expérimentalement radiation. *PLoS One* 2015;10(6):e62663.
- 97 Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Effets des micro-ondes émises par les téléphones portables sur le cerveau humain lent potentiels. *Bioélectromagnétique* 1998;19(6):384-7.
- 98 Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Les micro-ondes émises par les téléphones cellulaires affectent le cerveau lent humain potentiels. *Eur J Appl Physiol* 2000;81(1-2):18-27.

- 99 Hladky A, Musil J, Roth Z, Urban P, Blazkova V. Effets aigus de l'utilisation d'un téléphone portable sur les fonctions du SNC. *Cent Eur J Public Health* 1999;7(4):165-7.
100. Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C. Examen des effets des champs électromagnétiques émis par le GSM
Les téléphones portables sur les potentiels événementiels humains et les performances lors d'une tâche auditive. *Clin Neurophysiol* 2004;115(1):171-8. 101.
Yuasa K, Arai N, Okabe S, Tarusawa Y, Nojima T, et al. Effets de trente minutes d'utilisation du téléphone portable sur le cortex sensoriel humain. *Clin Neurophysiol* 2006;117:900-5.
102. Bak M, Dudarewicz A, Zmyłony M, Sliwinska-Kowalska M. Effets des signaux GSM lors de l'exposition aux potentiels liés aux événements (ERP). *Int J Occup Med Environ Health* 2010;23(2):191-9.
103. Maganioti AE, Hountala CD, Papageorgiou CC, Kyprianou MA, Rabavilas AD, et al. Analyse en composantes principales du P600 forme d'onde: effets RF et de genre. *Neurosci Lett* 2010;478(1):19-23.
104. Trunk A, Stefanics G, Zentai N, Bacskay I, Felinger A, et al. Manque d'interaction entre la caféine simultanée et le mobile
Exposition au téléphone sur détection visuelle de cible : une étude ERP. *Pharmacol Biochem Behav* 2014;124:412-20.
105. Mann K, Röschke J. 1996. Effets des champs électromagnétiques pulsés à haute fréquence sur le sommeil humain.
Neuropsychobiologie 1996;33(1):41-7.
106. Borbely AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, et al. Le champ électromagnétique pulsé à haute fréquence affecte les humains
sommeil et électroencéphalogramme du sommeil. *Neurosci Lett* 1999;275(3):207-10.
107. Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, et al. Exposition à un champ électromagnétique pulsé à haute fréquence
pendant l'éveil affecte l'EEG du sommeil humain. *Neuroreport* 2000;11(15):3321-5.
108. Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, et al. Les champs électromagnétiques, tels que ceux des téléphones portables
téléphones portables, modifient le flux sanguin cérébral régional et l'EEG du sommeil et de l'éveil. *J Sleep Res* 2002;11:289-95.
109. Huber R, Schuderer J, Graf T, Jutz K, Borbély AA, et al. Exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence chez l'homme:
Estimation de la distribution du DAS dans le cerveau, effets sur le sommeil et la fréquence cardiaque. *Bioélectromagnétique* 2003;24(4):262-76.
110. Rule SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, et al. Champs électromagnétiques radiofréquences pulsés : dose
effets dépendants sur le sommeil, l'EEG du sommeil et les performances cognitives. *J Sleep Res* 2007;16(3):253-8.
- 111 Fritzer G, Göder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, et al. Effets des champs électromagnétiques radiofréquences pulsés à court et à long terme
sur le sommeil nocturne et les fonctions cognitives chez des sujets sains. *Bioélectromagnétique* 2007;28(4):316-25.
112. Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, et al. Sommeil après exposition au téléphone portable chez les sujets porteurs
symptômes liés au téléphone. *Bioélectromagnétique* 2011;32(1):4-14.
113. Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ. Différences individuelles dans les effets de l'exposition au téléphone mobile sur le sommeil
humain: repenser le problème. *Bioélectromagnétique* 2012;33(1):86-93.
114. Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, et al. Altérations de l'EEG du sommeil: effets de différents
champs électromagnétiques de fréquence radio modulés par impulsions. *J Sleep Res* 2012;21(1):50-58.
115. Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, et al. Altérations de l'EEG du sommeil: effets des champs magnétiques pulsés par rapport aux
champs électromagnétiques radiofréquences modulés par impulsions. *J Sleep Res* 2012;21(6):620-9.
116. Nakatani Y, Enomoto S, Furubayashi T, Ushiyama A, Groiss SJ, Ueshima K, et al. Effets des champs électromagnétiques émis par les téléphones mobiles de type
W-CDMA sur le sommeil chez l'homme. *Physiopathologie* 2013;34(8):589-8.
117. Lustenberger C, Murbach M, Durr R, Schmid MR, Kuster N, et al. Stimulation du cerveau par radiofréquence
les impulsions de champ électromagnétique affectent l'amélioration des performances en fonction du sommeil. *Brain Stimul* 2013;6(5):805-11.
118. Lustenberger C, Murbach M, Tüshaus L, Wehrle F, Kuster N, et al. Variation inter-individuelle et intra-individuelle de la
effets de l'exposition aux champs électromagnétiques RF pulsés sur l'EEG du sommeil humain. *Bioélectromagnétique* 2015;36(3):169-77.
119. Danker-Hopfe H, Dorn H, Bolz T, Peter A, Hansen ML, et al. Effets de l'exposition au téléphone mobile (GSM 900 et
WCDMA/ UMTS) sur la qualité du sommeil basée sur la polysomnographie: une perspective intra- et inter-individuelle. *Environ Res* 2015;145:50-60.
120. Preece AW, Iwi G, Davies Smith A, Wesnes K, Butler S, et al. Effet d'un signal de téléphonie mobile simulé à 915 MHz
sur les fonctions cognitives chez l'homme. *Int J Radiat Biol* 1999;75(4):447-56.
- 121 Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, et al. Effets du champ électromagnétique de 902 MHz émis par les téléphones
cellulaires sur les temps de réponse chez l'homme. *Neuroreport* 2000;11(2):413-5.
- 122 Edelstyn N, Oldershaw A. Les effets aigus de l'exposition au champ électromagnétique émis par les téléphones portables sur l'attention humaine.
Neuroreport 2002;13(1):119-21.
123. Lee TM, Lam PK, Yee LT, Chan CC. L'effet de la durée d'exposition au champ électromagnétique émis par
téléphones portables sur l'attention humaine. *Neuroreport* 2003;14(10):1361-4.
- 124 Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L, Cristiani R, D'Inzeo G, et al. Évolution dans le temps des effets des champs électromagnétiques sur les
performances humaines et la température tympanique. *Neuroreport* 2004;15(1):161-4.
125. Schmid G, Sauter C, Stepansky R, Lobentanz IS, Zeitlhofer J. Aucune influence sur certains paramètres de la perception visuelle humaine de l'exposition de
type UMTS à 1970 MHz. *Bioélectromagnétique* 2005;26(4):243-50.
- 126 Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E. Effets des champs électromagnétiques des téléphones portables sur une tâche de seuil d'ordre auditif.
Bioélectromagnétique 2007;28(6):493-6.

127. Luria R, Eliyahu I, Hareuveny R, Margalio M, Meiran N. Effets cognitifs des rayonnements émis par les téléphones : l'influence du côté et du temps d'exposition. *Bioélectromagnétique* 2009;30(3):198-204.
128. Leung S, Croft RJ, McKenzie RJ, Iskra S, Silber B, et al. Effets des téléphones mobiles 2G et 3G sur les performances et l'électrophysiologie chez les adolescents, les jeunes adultes et les personnes âgées. *Clin Neurophysiol* 2011;122(11):2203-16.
129. Mortazavi SM, Rouintan MS, Taeb S, Dehghan N, Ghaffarpanah AA, et al. Exposition humaine à court terme à les champs électromagnétiques émis par les téléphones portables diminuent le temps de réaction visuel assisté par ordinateur. *Acta Neurol Belg* 2012;112(2):171-5.
130. Wallace D, Elititi S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, et al. Réponses cognitives et physiologiques chez les humains exposés à un signal de station de base TETRA en relation avec l'hypersensibilité électromagnétique perçue. *Bioélectromagnétique* 2012;33(1):23-39.
131. Sauter C, Eggert T, Dorn H, Schmid G, Bolz T, et al. Les signaux d'un émetteur portable TETRA affectent-ils les performances cognitives, le bien-être, l'humeur ou les plaintes somatiques chez les jeunes hommes en bonne santé? Résultats d'une étude de provocation croisée randomisée en double aveugle. *Environ Res* 2015;140:85-94.
132. Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, et al. Effets de l'exposition aux signaux de radiofréquence des téléphones portables sur le métabolisme du glucose cérébral. *JAMA* 2011;305(8):808-13.
133. Kwon MS, Vorobyev V, Kännälä S, Laine M, Rinne JO, et al. Le rayonnement des téléphones portables GSM supprime le glucose cérébral métabolisme. *J Cereb Blood Flow Metab* 2011;31(12):2293-301.
134. Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, et al. Exposition à la fréquence radio modulée par impulsions les champs électromagnétiques affectent le flux sanguin cérébral régional. *Eur J Neurosci* 2005;21(4):1000-6.
135. Aalto S, Haarala C, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen H, et al. Le téléphone mobile affecte le flux sanguin cérébral chez l'homme. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006;26(7):885-90.
136. Sienkiewicz ZJ, Blackwell RP, Haylock RG, Saunders RD, Cobb BL. L'exposition à faible niveau au rayonnement micro-ondes pulsé de 900 MHz ne provoque pas de déficits dans la performance d'une tâche d'apprentissage spatial chez la souris. *Bioélectromagnétique* 2000;21(3):151-8.
137. Fragopoulou AF, Miliadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, et al. Exposition du corps entier avec GSM 900 MHz affecte la mémoire spatiale chez la souris. *Physiopathologie* 2010;17(3):179-87.
138. Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. Exposition fœtale aux rayonnements radiofréquences des téléphones cellulaires de 800 à 1900 MHz affecte le développement neurologique et le comportement chez la souris. *Sci Re* 2012;2:312.
139. Sharma A, Sisodia R, Bhatnagar D, Saxena VK. Mémoire spatiale et performances d'apprentissage et leur relation avec la synthèse protéique de souris albinos suisses exposées à des micro-ondes de 10 GHz. *Int J Radiat Biol* 2013;90(1):29-35.
140. Shirai T, Imai N, Wang J, Takahashi S, Kawabe M, et al. Effets multigénérationnels de l'exposition du corps entier aux signaux de téléphonie cellulaire W-CDMA de 2,14 GHz sur la fonction cérébrale chez le rat. *Bioélectromagnétique* 2014;35(7):497-511.
141. Hu S, Peng R, Wang C, Wang S, Gao Y, et al. Effets neuroprotecteurs du complément alimentaire Kang-fu-ling contre les puissance micro-ondes grâce à l'action antioxydante. *Fonction alimentaire* 2014;5(9):2243-51.
142. Sokolovic D, Djordjevic B, Kocic G, Babovic P, Ristic G, et al. L'effet de la mélatonine sur la masse corporelle et le comportement des rats lors d'une exposition au rayonnement micro-ondes d'un téléphone portable. *Bratislava Lek Listy* 2012;113(5):265-9.
143. Lai H. Effets neurologiques des champs électromagnétiques non ionisants. Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de The bioinitiative report 2012, a rationale for a biologically based public Exposure Standard for EMC (ELF and RF), 2012. En ligne sur : <http://www.bioinitiative.org>.
144. Adey WR. Preuve de mécanismes coopératifs dans la sensibilité du tissu cérébral aux facteurs environnementaux et intrinsèques champs électriques. Dans: Schmitt FO, Schneider DN, Crothers DM, eds. Lien fonctionnel dans les systèmes biomoléculaires. New York : Raven Press, 1975: 325-42.
145. Bawin SM, Sheppard AR, Adey WR. Mécanismes possibles de couplage de champ électromagnétique faible dans le tissu cérébral. *Bioelectrochem Bioenerg* 1978;5:67-76.
146. Blackman CF, Benane SG, Kinney LS, Joines WT, House DE. Effets des champs ELF sur l'efflux d'ions calcium du tissu cérébral in vitro. *Radiat Res* 1982;92:510-20.
147. Adey WR. Interactions tissulaires avec les champs électromagnétiques non ionisants. *Physiol Rev* 1981;61(2):435-514.
148. Shin EJ, Jeong JH, Kim HJ, Jang CG, Yamada K, et al. L'exposition à des champs magnétiques de fréquence extrêmement basse améliore l'activité locomotrice via l'activation des récepteurs de type dopamine D1 chez la souris. *J Pharmacol Sci* 2007;105(4):367-71.
149. Shin EJ, Nguyen XK, Nguyen TT, Pham DT, Kim HC. L'exposition à des champs magnétiques de fréquence extrêmement basse améliore l'activité locomotrice via l'activation des récepteurs de type dopamine D1 chez la souris. *Exp Neurobiol* 2011;20(3):130-6.
150. Wang LF, Li X, Gao YB, Wang SM, Zhao L, et al. Activation de la barrière hémato-encéphalique induite par la voie VEGF/Fik-1-ERK Blessure après exposition aux micro-ondes. *Mol Neurobiol* 2015;52(1):478-91.
151. Ravera S, Bianco B, Cugnoli C, Panfoli I, Calzia D, et al. Les champs magnétiques ELF sinusoïdaux affectent l'activité de l'acétylcholinestérase dans les membranes synaptosomales du cervelet. *Bioélectromagnétique* 2010;31(4):270-6.
152. Fournier NM, Mach QH, Whissell PD, Persinger MA. Anomalies neurodéveloppementales de l'hippocampe chez des rats exposés à des champs magnétiques complexes de faible intensité tout au long de la gestation. *Int J Dev Neurosci* 2012;30(6):427-33.
153. Gavalas RJ, Walter DO, Hamner J, Adey WR. Effet des champs électriques de bas niveau et basse fréquence sur l'EEG et le comportement de *Macaca nemestrina*. *Brain Res* 1970;18:491-501.

154. Anderson LE, Phillips ED. Effets biologiques des champs électriques : un aperçu. Dans : Gandolfo M, Michaelson S, Rindi A, éditeurs. Effets biologiques et dosimétrie des champs électromagnétiques statiques et EBF. New York: Presse plénière, 1984.
155. Balassa T, Szemerszky R, Bárdos G. Effet de l'exposition à court terme à un champ électromagnétique de 50 Hz sur le comportement des rats. *Acta Physiol Hung* 2009;96(4):437-48.
156. Dimitrijević D, Savić T, Anđelković M, Prolj Z, Janać B. Un champ magnétique de fréquence extrêmement basse (50 Hz, 0,5 mT) modifie les composants de fitness et l'activité locomotrice de *Drosophila subobscura*. *Int J Radiat Biol* 2014;90(5):337-43.
157. He LH, Shi HM, Liu TT, Xu YC, Ye KP, et al. Effets du champ magnétique de fréquence extrêmement basse sur le niveau d'anxiété et la mémoire spatiale des rats adultes. *Chin Med J (Engl)* 2011;124(20):3362-6.
158. Korpınar MA, Kalkan MT, Tuncel H. Le champ magnétique sinusoïdal de 50 Hz (10 mT) : effets sur le comportement lié au stress des rats. *Bratislava Lek Listy* 2012;113(9):521-4.
159. Salunke BP, Umathe SN, Chavan JG. Implication du récepteur NMDA dans l'anxiété induite par le champ magnétique basse fréquence chez la souris. *Electromagn Biol Med* 2014;33(4):312-26.
160. Szemerszky R, Zelena D, Barna I, Bárdos G. Effets endocrinologiques et psychopathologiques liés au stress de l'exposition aux champs électromagnétiques de 50 Hz à court et à long terme chez les rats. *Brain Res Bull* 2010;81(1):92-9.
161. Kitaoka K, Kitamura M, Aoi S, Shimizu N, Yoshizaki K. L'exposition chronique à un champ magnétique de fréquence extrêmement basse induit un comportement de type dépression et une sécrétion de corticostérone sans amélioration de l'axe hypothalamo-hypophysé-surrénalien chez la souris. *Bioélectromagnétique* 2013;34(1):43-51.
162. Stevens P. Réponse affective aux changements physiologiques induits par le champ magnétique ELF de 5 microT. *Bioélectromagnétisme* 2007;28(2):109-14.
163. Ross ML, Koren SA, Persinger MA. Des champs magnétiques faibles à motifs physiologiques appliqués sur le lobe frontal gauche augmentent l'acceptation de fausses déclarations comme vraies. *Electromagn Biol Med* 2008;27(4):365-71.
164. Nishimura T, Tada H, Guo X, Murayama T, Teramukai S, et al. Un champ électromagnétique de très basse fréquence 1-T vs contrôle fictif pour l'hypertension légère à modérée: une étude randomisée en double aveugle. *Hypertens Res* 2011;34(3):372-7.
165. Huss A, Koeman T, Kromhout H, Vermeulen R. Exposition aux champs magnétiques à fréquence extrêmement basse et maladie de Parkinson – une revue systématique et une méta-analyse des données. *Int J Environ Res Public Health* 2015;12(7):7348-56.
166. Zhou H, Chen G, Chen C, Yu Y, Xu Z. Association entre les champs électromagnétiques à très basse fréquence Professions et sclérose latérale amyotrophique : une méta-analyse. *PLoS One* 2012;7(11):e48354.
167. Vergara X, Kheifets L, Greenland S, Oksuzyan S, Cho YS, et al. Exposition professionnelle aux champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence et maladies neurodégénératives: une méta-analyse. *J Occup Environ Med* 2013;55(2):135-46.
168. Kundi M, Hutter HP. Évaluation de l'hygiène environnementale du rapport sur la détermination des intensités de champ des champs magnétiques alternatifs à basse fréquence dans la zone de la ligne à haute tension de 110 kV dans la zone de peuplement de la commune de Kottlingbrunn par le Dr.-Ing. Dietrich Moldan du 20 août 2014 [Internet]. Kottlingbrunn (AT) : Commune de Kottinbrunn, 2014;69-104. En ligne sur : www.kottlingbrunn.or.at/system/web/GetDocument.ashx?fileid=972861.
169. Stam R. Champs électromagnétiques et barrière hémato-encéphalique. *Brain Res Rev* 2010;65(1):80-97.
170. Nittby H, Brun A, Strömlad S, Moghadam MK, Sun W, et al. Effets non thermiques GSM RF et ELF EMF sur le rat Perméabilité BBB. *Environnementaliste* 2011; 31(2):140-8.
171. Salford LG, Nittby H, Persson BRR. Effets des champs électromagnétiques de la communication sans fil sur la barrière hémato-encéphalique. Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de The BioInitiative Report 2012 : A Rationale for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF). En ligne sur : <http://www.bioinitiative.org/> 152.
172. Zhou JX, Ding GR, Zhang J, Zhou YC, Zhang YJ, et al. Effet néfaste de l'exposition aux impulsions électromagnétiques sur la perméabilité de modèle de barrière hémato-encéphalique in vitro. *Biomed Environ Sci* 2013;26(2):128-37.
173. Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, et al. L'exposition à des champs électromagnétiques de 900 MHz active le mKp1/ERK pathway et provoque des dommages à la barrière hémato-encéphalique et des troubles cognitifs chez le rat. *Cerveau Res* 2015;1601:92-101.
174. Masuda H, Hirota S, Ushiyama A, Hirata A, Arima T, et al. Aucun changement dynamique dans la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique ne se produit chez les rats en développement lors de l'exposition locale du cortex aux micro-ondes. *In Vivo* 2015;29(3):351-7.
175. Sage C. Tableau récapitulatif 1-1. Dans : Sage C, DO Carpenter (eds.), The BioInitiative Report 2012: a rationale for a norme d'exposition publique biologique aux champs électromagnétiques (ELF et RF), 2012. En ligne sur : <http://www.bioinitiative.org/>
176. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effet de l'utilisation du téléphone portable sur l'analyse du sperme chez les hommes fréquentant une clinique d'infertilité: une étude observationnelle. *Fertil Steril* 2008;89(1):124-8.
177. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, et al. Effet des ondes électromagnétiques de radiofréquence (RF/EMF) des téléphones cellulaires sur le sperme humain éjaculé : une étude in vitro. *Fertil Steril* 2009;92(4):1318-25.
178. Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Évaluation de l'effet de l'utilisation des téléphones portables sur la fertilité masculine. *Ann Agric Environ Med* 2007;14(1):169-72.
179. De Iulius GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Le rayonnement des téléphones portables induit la production d'espèces réactives de l'oxygène et des dommages à l'ADN des spermatozoïdes humains in vitro. *PLoS One* 2009;4(7):e6446.

180. Fejes I, Zavacki Z, Szollosi J, Koloszar Daru J, Kovacs L, et al. Existe-t-il une relation entre l'utilisation du téléphone portable et le sperme qualité? Arch Androl 2005;51(5):385-93.
181. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM, King BV. Impact du rayonnement électromagnétique de radiofréquence sur l'ADN Intégrité dans la lignée germinale mâle. Int J Androl 2005;28(3):171-9.
182. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Impact des micro-ondes à la bande X dans l'étiologie de l'infertilité masculine. Electromagn Biol Med 2012;31(3):223-32.
183. Aitken RJ, Koopman P, Lewis SEM. Graines d'inquiétude. Nature 2004;432(7013):48-52.
184. Eroglu O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, et al. Effets du rayonnement électromagnétique d'un téléphone cellulaire sur l'homme Motilité des spermatozoïdes : une étude in vitro. Arch Med Res 2006;37(7):840-3.
185. Dasdag S. Exposition aux micro-ondes du corps entier émises par les téléphones cellulaires et la fonction testiculaire des rats. Urol Res 1999;27(3):219-23.
186. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, et al. Effets des émissions de téléphones cellulaires sur la motilité des spermatozoïdes chez le rat. Fertil Steril 2007;88(4):957-64.
187. Otitoloju AA, Obe IA, Adewale OA, Otubanjo OA, Osunkalu VO. Étude préliminaire sur la réduction des anomalies de la tête des spermatozoïdes chez la souris, Mus musculus, exposée aux rayonnements radiofréquence du système global pour les stations de base de communication mobile. Bull Environ Contam Toxicol 2010;84(1):51-4.
188. Behari J, Kesari KK. Effets des rayonnements micro-ondes sur le système reproducteur des rats mâles. Embryo Talk 2006;1(Suppl 1):81-5.
189. Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA. Une étude cas-témoin nichée du champ magnétique résidentiel et personnel mesures et fausses couches. Épidémiologie 2002;13(1):21-31.
190. Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, et al. Une étude de cohorte prospective basée sur la population sur l'exposition personnelle aux champs magnétiques pendant la grossesse et le risque de fausse couche. Épidémiologie 2002;13(1):9-20.
191. Roosli M, Moser M, Baldinini Y, Meier M, Braun-Fahrlander C. Symptômes de mauvaise santé attribués à l'exposition aux champs électromagnétiques - une enquête par questionnaire. Int J Hyg Environ Health 2004;207(2):141-50.
192. Huss A, Kuster Hoff, J, Bircher A, P Heller, H Kuster, et al. Symptômes attribués à l'environnement-a évaluation interdisciplinaire systématique. Int J Hyg Environ Health 2004;207(3):245-54.
193. Huss A, Kuechenhoff J, Bircher A, Niederer M, Tremp J, et al. Champs électromagnétiques et Fardeaux sanitaires - Clarifications de cas interdisciplinaires dans le cadre d'un projet de conseil en médecine environnementale. Umweltmed Forsch Prax 2005;10(1):21-8.
194. Hagstrom M, Auranen J, Ekman R. Finlandais hypersensibles électromagnétiques : symptômes, sources perçues et traitements, une étude par questionnaire. Physiopathologie 2013;20(2):117-22.
195. Schreier N, Huss A, Roosli M. La prévalence des symptômes attribués à l'exposition aux champs électromagnétiques : une enquête transversale représentative en Suisse. Soz Preventivmed 2006;51(4):202-9.
196. Huss A, Roosli M. Consultations en soins primaires pour les symptômes attribués aux champs électromagnétiques - une enquête auprès des médecins généralistes. Santé publique BMC 2006;6:267.
197. AusfeldyHafter B, Manser R, Kempf D, Brandli I. Médecine complémentaire. Une enquête par questionnaire dans Cabinets médicaux suisses proposant des diagnostics et des thérapies médicales complémentaires. Étude commandée par l'Office fédéral de l'environnement. Université de Berne. Autorité Collégiale des Médecines Complémentaires (KIKOM) [L'Internet]. Berne (CH): Office fédéral de l'environnement. 5 octobre 2006. En ligne sur : <https://www.diagnosefunk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=720> .
198. Leitgeb N, Schrottner J, Bohm M. La « pollution électromagnétique » cause-t-elle des maladies ? Une enquête parmi les Autrichiens les médecins généralistes. Vienne Med Wochenschr 2005;155(9-10):237-41.
199. Kato Y, Johansson O. Déficiences fonctionnelles signalées chez les Japonais électrohypersensibles: une enquête par questionnaire. Physiopathologie 2012;19(2):95-100.
200. Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, et al. Preuve épidémiologique d'un risque pour la santé lié au mobile stations de base téléphoniques. Int J Hyg Environ Health 2010;16(3):263-7.
201. Charpentier DO. Le syndrome des micro-ondes ou électrohypersensibilité : rappel historique. Rév Environ Santé 2015;30(4):217-22.
202. Organisation mondiale de la santé. Fiche n°296, Champs électromagnétiques et santé publique - Hypersensibilité électromagnétique (électrosensibilité) [Internet]. Genève (CH) : OMS, déc. 2005. En ligne sur : http://www.who.int/pehjemf/publications/facts/ehs_fs_296_german.pdf .
203. Tresidder A, Bevington M. Électrosensibilité: sources, symptômes et solutions. Dans : Rosch PJ, ed. Bioelectromagnetic and subtil energy medicine, ed.2 Boca Raton, FL, (USA) : CRC Press, Taylor & Francis Group Date de version : 20141107, ISBNy13y: 978y1y4822y3320y 9 (livre électronique – PDF).
204. Genuis SJ, Lipp CT. Hypersensibilité électromagnétique : réalité ou fiction ? Sci Total Environment 2012;414:103-12.
205. Johansson O, Liu PÿY. « Électrosensibilité », « électrosupersensibilité » et « écran dermatite » : préliminaires Observations d'études en cours sur la peau humaine. Dans : Simunic D, éd Actes du COST 244 : Effets biomédicaux des champs électromagnétiques – Atelier sur l'hypersensibilité électromagnétique. Bruxelles/Graz: UE/CE (DG XIII) 1995:y52-57.

206. Johansson O, Gangi S, Liang Y, Yoshimura K, Jing C, et al. Les mastocytes cutanés sont altérés chez des volontaires sains normaux assis devant des téléviseurs/PC ordinaires - résultats d'expériences de provocation en plein champ. *J Cutan Pathol* 2001;28(10):513-9.
207. Belpomme D, Campagnac C, Irigaray P. Biomarqueurs fiables de maladies caractérisant et identifiant l'électrohypersensibilité et la sensibilité chimique multiple comme deux aspects étiopathogéniques d'un trouble pathologique unique. *Rev Environ Health* 2015;30(4):251-71.
208. Rule SJ, Negovetic S, Roosli M, Berdinas V, Schuderer J, et al. Exposition, bien-être et performances cognitives de type station de base UMTS. *Environnement Santé Perspective* 2006;114(8):1270-5.
209. Zwamborn APM, Vossen SHJA, van Leersum BJAM, Ouwens MA, Makel WN. Effets des champs de radiofréquence du système global de communication sur le bien-être et les fonctions cognitives des sujets humains avec et sans plaintes subjectives. La Haye (NL): TNO Physics and Electronics Laboratory, sept. 2003, 86 pp. TNOyreport FELy03yC148. En ligne sur : https://www.salzburg.gv.at/gesundheit_/Documents/tnofel_report_03148_definitief.pdf.
210. Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, et al. L'exposition à court terme aux signaux des stations de base des téléphones portables augmente-t-elle les symptômes chez les personnes qui signalent une sensibilité aux champs électromagnétiques? Une étude de provocation randomisée en double aveugle. *Environnement Santé Perspective* 2007;115(11):1603-8.
211. McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, GonzalezToledo E, et al. Hypersensibilité électromagnétique : preuve d'une nouveau syndrome neurologique. *Int J Neurosci* 2011;121(12):670-6.
212. Havas M, Marrongelle J, Pollner B, Kelley E, Rees CR, et al. Une étude de provocation utilisant la variabilité de la fréquence cardiaque montre que le rayonnement micro-ondes d'un téléphone sans fil de 2,4 GHz affecte le système nerveux autonome [Internet]. Dans : Giuliani L, Soffritti M, eds Effets non thermiques et mécanismes d'interaction entre les champs électromagnétiques et la matière vivante. Bologne (IT): Institut Ramazzini, 2010. *European Journal of Oncology - Library Vol. 5*. pp. 187-218. En ligne sur : <http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL>.
213. Havas M. Le rayonnement de la technologie sans fil affecte le sang, le cœur et le système nerveux autonome. *Rev Environ Santé* 2013;28(2-3):75-84.
214. Tuengler A, von Klitzing L. Hypothèse sur la façon de mesurer l'hypersensibilité électromagnétique. *Electromagn Biol Med* 2013;32(3):281-90.
215. Klitzing L. Influence des champs électromagnétiques sur les maladies cardiovasculaires. *société de médecine environnementale* 2014;27(1):17-21.
216. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Enquête sur la santé des riverains des relais de téléphonie mobile : I/ Incidence selon la distance et le sexe *Pathol Biol (Paris)* 2002;50(6) : 369-73.
217. Navarro EA, Segura J, Portoles M, GomezPerretta de Mateo C. Le syndrome des micro-ondes : une étude préliminaire en Espagne. *Electromagn Biol Med* 2003;22(2-3):161-9.
218. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Symptômes subjectifs, problèmes de sommeil et performances cognitives chez des sujets vivant à proximité de stations de base de téléphonie mobile. *Occup Environ Med* 2006;63(5):307-13.
219. AbdelyRassoul G, ElyFateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, et al. Effets neurocomportementaux chez les habitants autour stations de base de téléphonie mobile. *Neurotoxicologie* 2007;28(2):434-40.
220. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, et al. Stations de base de téléphonie mobile et effets néfastes sur la santé : phase 1 d'une étude transversale basée sur la population en Allemagne. *Occup Environ Med* 2009;66(2):118-23.
221. MollayDjafari H, Witke J, Poistingl G, Brezansky A, Hutter HP, et al. Guider la construction de l'émetteur - principe de précaution Construction, exploitation, conversion et extension d'émetteurs fixes. Vienne (AT) : Doctors for a healthy environment eV (éd.), oct. 2014. 2e édition, 42 pages, en ligne sur : www.aegu.net/pdf/Guideline.pdf .
222. Milham S, Stetzer D. Électricité sale, stress chronique, neurotransmetteurs et maladie. *Electromagn Biol Med* 2013;32(4):500-7.
223. Blackman C. Preuve de perturbation par le signal modulant. Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de The bioinitiative rapport 2007 : une justification pour une norme d'exposition publique basée sur la biologie pour les champs électromagnétiques (ELF et RF), 2007. En ligne sur : <http://www.bioinitiative.org/> : 224. Belyaev I. Evidence for disruption by modulation : role des variables physiques et biologiques dans les effets biologiques des micro-ondes non thermiques pour la reproductibilité, le risque de cancer et les normes de sécurité. Dans : Sage C, Carpenter DO, sous la direction de Bioinitiative report 2012: a rationale for abiologically-based public Exposure Standard for EMC (ELF and RF), 2012, en ligne sur : <http://www.bioinitiative.org/> : 225 .Matronchik AI, Belyaev IY . Mécanisme d'action combinée des micro-ondes et du champ magnétique statique : non lent rotation uniforme du nucléoïde chargé. *Electromagn Biol Med* 2008;27:340-54.
226. Binhi VN, Alipov YD, Belyaev IY. Effet du champ magnétique statique sur les cellules d'E. coli et rotations individuelles des complexes ion-protéine. *Bioélectromagnétique* 2001;22(2):79-86.
- 227e Première reconnaissance d'un handicap du à l'électrosensibilité en France. *Le Monde en avec AFP | 25/08/2015*. En ligne sur : http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/08/25/premiere-reconnaissance-en-justice-d-un-handicap-du-a-l-electrosensibilite_4736299_3244.html .
228. Abelous D. La France a son premier refuge sans rayonnement dans la Drôme [Internet]. *EURRE/Drome (FR) : Agence France Presse (AFP)*, 9 oct. 2009. En ligne sur : <http://www.nextyup.org/pdf/>

AFP_France_possède_son_premier_refuge_libre_de_rayonnement_dans_la_Drome_09_10_2009.pdf .

229. Écoforma. Avec une maison sans pollution contre les troubles du sommeil [Internet]. Sarleinsbach (AT) : Ecoforma, 9 septembre 2014.
En ligne sur : <http://www.ecoforma.co.at/holzbaujacobbaujlehrbaustelle/>.
230. Friedmann J, Kraus S, Hauptmann Y, Schiff Y, Seger R. Mécanisme d'activation ERK à court terme par les champs électromagnétiques aux fréquences de téléphonie mobile. *Biochem J* 2007;405(3):559-68.
231. Simko M. Le statut redox spécifique au type de cellule est responsable de divers effets de champ électromagnétique. *Curr Med Chem* 2007;14(10):1141-52.
232. Pall M.L. Expliquer les «maladies inexplicables»: paradigme de la maladie pour le syndrome de fatigue chronique, la sensibilité chimique multiple, la fibromyalgie, le trouble de stress post-traumatique, le syndrome de la guerre du Golfe, etc. New York, NY (États-Unis), Londres (Royaume-Uni) : Harrington Park Press/Haworth Press, 2007, ISBN 978-0-7890-2388-9.
233. Bédard K, Krause KH. La famille NOX des NADPH oxydases générant des ROS: physiologie et physiopathologie. *Physiol Rev* 2007;87(1):245-313.
234. Pacher P, Beckman JS, Liaudet L. L'oxyde nitrique et le peroxyde nitrique dans la santé et la maladie. *Physiol Rev* 2007;87(1):315-424.
235. Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. Physiopathologie du rayonnement des téléphones portables: stress oxydatif et carcinogenèse avec un accent sur le système reproducteur masculin. *Reprod Biol Endocrinol* 2009;7:114.
236. Straub RH, Cutolo M, Buttgerit F, Pongratz G. Régulation énergétique et contrôle neuroendocrinien-immunitaire dans les maladies inflammatoires. *J Intern Med* 2010;267(6):543-60.
237. Gye MC, Park CJ. Effet de l'exposition aux champs électromagnétiques sur le système reproducteur *Clin Exp Reprod Med* 2012;39(1):1-9.
238. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, et al. Mécanismes oxydatifs de l'activité biologique de faible intensité rayonnement radiofréquence. *Electromagn Biol Med* 2015;19:1-16.
239. Consales C, Merla C, Marino C, Benassi B. Champs électromagnétiques, stress oxydatif et neurodégénérescence. *Int J Cell Biol* 2012;2012:683897.
240. Pall M.L. Les champs électromagnétiques de fréquence micro-ondes (CEM) produisent des effets neuropsychiatriques répandus, y compris la dépression. *J Chem Neuroanat* 2015. pii : S08910618(15)000599. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2015.08.001. [Epub publié avant l'impression].
241. Erdal N, Gurgul S, Tamer L, Ayaz L. Effets de l'exposition à long terme à un champ magnétique de fréquence extrêmement basse sur le stress oxydatif/nitrosatif dans le foie de rat. *J Radiat Res* 2008;49(2):181-7.
242. De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesario E, Caccamo D, et al. Dépistage métabolique et génétique des sujets hypersensibles électromagnétiques comme outil de diagnostic et d'intervention réalisable. *Mediat Inflamm* 2014;2014:924184.
243. Myhill S, Booth NE, McLaren-Howard J. Syndrome de fatigue chronique et dysfonctionnement mitochondrial. *Int J Clin Exp Med* 2009;2(1):1-16.
244. Müller KE. Régulation du stress et fonction mitochondriale. *Zs f Orthomol Med* 2012;1:1-13.
245. Buchner K, Eger H. Modifications des neurotransmetteurs cliniquement significatifs sous l'influence de des champs à haute fréquence - Une enquête à long terme dans des conditions réalistes. *société de médecine environnementale* 2011;24(1):44-57.
246. Hill HU, Huber W, Müller KE. Sensibilité chimique multiple (MCS) - Un tableau clinique des maladies multisystémiques chroniques, de la médecine environnementale, des aspects toxicologiques et sociopolitiques. Aachen (DE) : Shaker-Verlag, avril 2010, 3e édition, 500 pages ISBN : 97833783229046y7.
247. Redmayne M, Johansson O. Les dommages à la myéline causés par l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence pourraient-ils expliquer la déficience fonctionnelle électrohypersensibilité? Une analyse de la preuve. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2014;17(5):247-58.
248. Von Baehr V. Diagnostic de laboratoire rationnel dans les maladies systémiques inflammatoires chroniques. *société de médecine environnementale* 2012;25(4):244-7.
249. Wamke U, Hensinger P. Rising. Incidence de "burn-out" due aux champs magnétiques et électromagnétiques générés techniquement par la radio mobile et de communication. *société de médecine environnementale* 2013;26(1):31-8.
250. Havas M. L'électricité sale augmente la glycémie chez les diabétiques électrosensibles et peut expliquer le diabète fragile. *Electromagn Biol Med* 2008;27(2):135-46.
251. Herbert MR, Sage C. Autisme et CEM? Plausibilité d'un lien physiopathologique – Partie I. *Pathophysiology* 2013;20(3):191-209.
252. Herbert MR, Sage C. Autisme et CEM? Plausibilité d'un lien physiopathologique partie II. *Pathophysiology* 2013;20(3):211-34.
253. Eskander EF, Estéfan SF, Abd-Rabou AA. Comment l'exposition à long terme aux stations de base et aux téléphones portables affecte-t-elle les profils hormonaux ? *Clin Biochem* 2012;45(1-2):157-61.
254. Steiner E, Aufderreggen B, Bhend H, Gilli Y, Kalin P, et al. Expériences du projet pilote "Environmental Medicine Advisory Network" de l'Association des médecins pour la protection de l'environnement (AefU). *Revue thérapeutique* 2013;70(12):739-45.
255. Hagstrom M, Auranen J, Johansson O, Ekman R. La réduction de l'irradiation et des champs électromagnétiques atténuée

risques pour la santé liés au travail sur écran. *Physiopathologie* 2012;19(2):81-7.

256. Oberfeld G. Le changement du spectre EMF et ses conséquences. Dans: *Technologie de mesure des CEM en biologie du bâtiment*. Munich, Heidelberg (DE) : Hüthig et Pflaum Verlag, 2012. ISBN 143878707.
- 257e association professionnelle des biologistes du bâtiment allemands. Directives VDB, investigations physiques, volume 1 : Fürth (DE) : Verlag AnBUS eV, 2006. 2e édition ISBN 3-9808428-6-X.
258. Virnich M. Avis sur l'étude métrologique des caractéristiques des signaux radio [Internet]. Salzbourg (AT): État de Salzbourg, 26 juin 2015, 141 pp. En ligne sur: <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/technik.aspx>.
259. Office fédéral de l'environnement. Emplacements d'utilisation sensibles (OMEN) [Internet]. Berne (CH) : Office fédéral de l'environnement, 4 mars 2010. En ligne sur : <http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/13893/15175/15257/index.html?lang=de>.
260. Kundi M, Hutter HP. Stations de base de téléphonie mobile – Effets sur le bien-être et la santé. *Physiopathologie* 2009;16(2–3):123-35.
261. Conseil national de la radioprotection et de la mesure (NCRP). Projet de rapport du comité scientifique NCRP 89-3 sur les champs électriques et magnétiques à très basse fréquence [Internet]. 13 juin 1995. En ligne sur : https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/Documents/nrcp_draft_recommendations_on_emf_exposure_guidelines_1995.pdf.
262. Oberfeld G. Catalogue d'essais du Département de médecine environnementale pour le projet de ligne aérienne 380kV de St. Peter a. H. à la sous-station de Salzach Neu (ligne de Salzbourg) de Verbundösterreichischer Power Grid AG. [Internet] Salzbourg (AT) : Land Salzburg, 27 février 2006. En ligne sur : <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/Documents/Umweltmedizin/Sbg.pdf>.
263. Biologie du bâtiment Maes/Institut pour la durabilité de la biologie du bâtiment (IBN). Référentiels de biologie du bâtiment pour les aires de repos (SBM2015). Neuss, Rosenheim (DE) : Maes building biology, IBN, mai 2015, 3 pp. En ligne sur : <http://www.baubiologie.de/downloads/richtwerteschlafsbereich-15.pdf>.
264. Le Conseil fédéral suisse. Ordonnance sur la protection contre les rayonnements non ionisants (NISV) du 23. Décembre 1999 [Web]. Berne (CH) : Conseil fédéral suisse, 1er juillet 2012. En ligne sur : <https://www.admin.ch/opc/de/classifiedcompilation/19996141/index.html>.
265. Écrans certifiés TCO 7.0-11. Novembre 2015 [Internet]. Développement du coût total de possession. En ligne sur : <http://tcodevelopment.com/files/2015/11/TCO-Certified-Displays-7.0.pdf>.
266. Vignati M, Giuliani L. Exposition aux radiofréquences près des lignes à haute tension. *Environnement Santé Perspective* 1997;105(Suppl 6): 1569-73.
267. Margaritis LH, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alisis K et al. L'oogenèse de la drosophile en tant que biomarqueur répondant aux sources de CEM. *Electromagn Biol Med* 2014;33(3):165-89.
268. Gustavs K. Options pour minimiser les expositions aux rayonnements électromagnétiques non ionisants (EMF/RF/champs statiques) au bureau environnements [Internet]. Victoria, BC (CA) : Katharina Consulting 14 novembre 2008. En ligne sur : http://www.katharinaconsulting.com/s/2008_Gustavs_Low_EMF_Office_Environment.pdf.
269. Oberfeld G, Gutbier J. L'électrosmog au quotidien [Internet]. Stuttgart (DE) : Diagnose Funk, 10 novembre 2013, 44. Voir en ligne sur : <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/infoblaetter.aspx>.
270. Virnich M. Biologie du bâtiment Technologie de mesure des CEM - bases de la théorie des champs, pratique de la technologie de mesure des champs. Munich, Heidelberg (DE) : Hüthig et Pflaum Verlag, 2012. ISBN 143878707.
271. Pauli P, Moldan D. Réduction du rayonnement haute fréquence dans la construction : matériaux de construction et matériaux de blindage. Fürth (DE): Publié par l'Association professionnelle des biologistes allemands du bâtiment VDB eV, Verlag AnBUS eV 2015. JAMA 978;3(9814025):999.
272. Levy F, Wannag A, eds. Adaptation nordique de la classification des troubles liés au travail (maladies et symptômes) à la CIM10 [Internet]. Oslo (NO) : Conseil nordique des ministres, 2000, 53 pages DIVS : 2000:839, ISBN : 92-893-0559-2. En ligne sur : http://www.nordclass.se/ICD10_Nordic%20Occupational_2000.pdf.
273. Bansal M, Kaushal N. Mécanismes de stress oxydatif et leur modulation. New Delhi (IN): Springer, 2014;167.
274. Brostoff J, Challacombe S. Allergie et intolérance alimentaire. Londres (Royaume-Uni) : Balliere Tindall, 1987.
275. André CM, Larondelle Y, Eners D. Antioxydants alimentaires et stress oxydatif d'un point de vue humain et végétal, op.cit la revue. *Curr Nutr Food Sci* 2010;6(1):2-12.
276. Bouayed J, Bohn T. Antioxydants exogènes épées à double tranchant dans l'état redox cellulaire; effets bénéfiques pour la santé à doses physiologiques versus effets délétères à fortes doses. *Oxy Med Cell Longev* 2010;3(4):228-37.
277. Hoffmann W, Staller B. Prévention par une bonne nutrition. *société de médecine environnementale* 2012;25(2):115–7.
278. Suzuki YJ, Packer L. Inhibition de l'activation du NFκB par les dérivés de la vitamine E. *Biochem Biophys Res Commun* 1993;193(1):277-83.
279. Zingg JM. Modulation de la transduction du signal par la vitamine E. *Mol Aspects Med* 2007;28(5–6):481–506.
280. Yeh SL, Wang HM, Chen PY, Wu TC. Interaction du β-carotène et des flavonoïdes sur la sécrétion de médiateurs inflammatoires chez un système in vitro *Chem Biol Interact* 2009;179(2–3): 386–93.
281. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Golde DW. La vitamine C supprime l'activation du NF kappa B induite par le TNF alpha en inhibant la phosphorylation I kappa B alpha. *Biochimie* 2002;41(43):12995-3002.
282. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Zhang B, Sanchez R, et al. La vitamine C est un inhibiteur de kinase : l'acide déhydroascorbique inhibe l'IkappaB alpha kinase bêta. *Mol Cell Biol* 2004; 24(15):6645-52.

283. Kyaw M, Yoshizumi M, Tsuchya K, Suzaki Y, Abe S, et al. Les antioxydants inhibent l'endothéline γ 1 (1 γ 31) γ induite prolifération des cellules musculaires lisses vasculaires via l'inhibition de la protéine kinase activée par les mitogènes (MAP) et de la protéine activatrice-1 (AP-1). *Biochem Pharmacol* 2002;64(10):1521-31.
284. Lubbad A, Oriowo MA, Khan I. La curcumine atténue l'inflammation par l'inhibition du récepteur TLR-4 dans la colite expérimentale. *Mol Cell Biochem* 2009;322(1-2):127-35.
285. Woo JH, Lim JH, Kim YH, Soh SI, Min DS, et al. Le resvératrol inhibe la matrice induite par le myristate acétate de phorbol Expression de la métalloprotéinase-9 en inhibant la transduction du signal delta JNK et PKC. *Oncogene* 2004;23(10):1845-53.
286. Nonn L, Duong D, Pechl DM. Activités anti-inflammatoires chimiopréventives de la curcumine et d'autres composés phytochimiques à médiation par la MAP kinase phosphatase γ 5 dans les cellules prostatiques. *Carcinogénèse* 2007;28(6):1188-96.
287. Khan N, Mukhtar H. Thérapie multicible du cancer par les polyphénols de thé vert. *Cancer Lett* 2008;269(2):269-80.
288. Roskoski R. *Biochimie*. Philadelphie, Pennsylvanie, États-Unis : WB Saunders Company, 1996 γ : 530ff.
289. Devlin TM, ed. *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*, 5e éd. New York, NY (États-Unis) : Wiley-Liss, 2002.
290. Rassow J, Hauser K, Netzker, Deutzmann R. *Biochimie*. 2e éd.
291. Müller KE. Polymorphismes génétiques de la catéchol γ O γ méthyltransférase (COMT). *société de médecine environnementale* 2007;20(4):282-8.
292. Rea WJ. *Chemical Sensitivity, Volume γ 2 γ : Sources of Total Body Load*, 1re éd. Boca Raton, FL (États-Unis) γ : CRC γ Press/Lewis Éditeurs, 1994 γ : γ 569ff.
293. Schäfer SG, Elsenhans B, Forth W, Schumann K. *Metalle*. Dans : Marquardt H, Schäfer SG, éd. *Toxicologie*. Heidelberg (DE): Spektrum Akademischer Verlag, 1997:504-49 ff.
294. Goyer RA, Cherian GM, sous la direction de *Toxicology of Metals*. Berlin, Heidelberg (DE) γ : Springer-Verlag, 1995 γ : γ 467 et suiv.
295. Müller KE. *Immunotoxicologie des métaux*. société de médecine environnementale 2004;17(4):299-301.
296. Aposian HV, Malorino RM, Gonzales γ Ramirez D, Zuniga γ Charles M, Xu Z, et al. Mobilisation des métaux lourds par nouveaux agents chélateurs thérapeutiquement utiles. *Toxicologie* 1995;97(1-3):23-38.
297. Flora SJ, Pachauri V. Chélation dans l'intoxication aux métaux. *Int J Environ Res Public Health* 2010;7(7):2745-88.
298. Jennrich P. Désintoxication des métaux lourds. *société de médecine environnementale* 2012;25(4):24-7.
299. Pall ML. La thérapie de sauna et l'exercice agissent-ils en augmentant la disponibilité de la tétrahydrobioptérine γ ? *Hypothèses médicales* 2009;73(4):610-3.
300. Rozanowska M, Jarvis γ Evans J, Korytowski W, Boulton ME, Burke JM, et al. Réactivité induite par la lumière bleue du pigment de l'âge rétinien. Génération in vitro d'espèces réactives à l'oxygène. *J Biol Chem* 1995;270(32):18825-30.
301. Tolentino M, Morgan G. Popularité des appareils électroniques, les ampoules « plus vertes » augmentent l'exposition à la lumière bleue. *Soins Optométrie Nouvelles* 2012;18-9.
302. van der Lely S, Frey S, Garbazza C, Wirz γ Justice A, Jenni OG, et al. Des lunettes bleues comme contre-mesure pour effets d'alerte de l'exposition nocturne aux écrans à diodes électroluminescentes chez les adolescents de sexe masculin. *J Adolesc Health* 2015;56(1):113-9.
303. Narimatsu T, Negishi K, Miyake S, Hirasawa M, Osada H, et al. Expression de marqueur inflammatoire induite par la lumière bleue dans l'épithélium pigmentaire rétinien-choroïde de souris et effet protecteur d'un matériau de lentille intraoculaire jaune in vivo. *Exp Eye Res* 2015;132:48-51.
304. Nishi T, Saeki K, Obayashi K, Miyata K, Tone N, et al. L'effet des lentilles intraoculaires bloquant le bleu sur le rythme circadien rythme biologique : protocole d'un essai contrôlé randomisé (étude CLOCK γ lOL color). *BMJ Open* 2015;5(5):e007930.
305. Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B. Mercure et autisme : accélération des preuves ? *Neuro Endocrinol Lett* 2005;26(5):439-46.
306. Mutter J, Naumann J, Guethlin C. Commentaires sur l'article « la toxicologie du mercure et ses composés chimiques » par Clarkson et Magos (2006). *Crit Rev Toxicol* 2007;37(6):537-49; débat 551-2.
307. Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B. Mercure et autisme : accélération des preuves ? Une revue systématique et un mécanisme moléculaire intégré. *J Alzheimers Dis* 2010;22(2):357-74.
308. Vulture DA, King PG, Sykes LK, Vulture MR. Un examen complet du mercure a provoqué l'autisme. *Indian J Med Res* 2008;128(4):383-411. Stuttgart (DE) γ : Thieme, 2008 γ : γ 872 et suiv.

Traduit de l'anglais par Katharina Gustavs, 2016.

Article original et documents supplémentaires en libre accès γ : <http://www.degruyter.com/view/j/reveh.ahead-of-print/reveh-2016-0011/reveh-2016-0011.xml?format=INT>

L'EUROPE γ :

<https://europaem.eu/de/bibliothek/blog/de/98/europaem/emf/leitlinie/2016>