



PUBLICATION DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 8433

Radiations non ionisantes Aperçu avis 2000-2008

1^{er} octobre 2008

1. INTRODUCTION ET QUESTION

Le rayonnement électromagnétique non ionisant est un phénomène naturel (entre autres foudre et rayonnement du soleil) qui existe depuis toujours. La découverte de l'électricité et le développement de technologies qui s'ensuivit ont fait apparaître également des sources artificielles de radiations non ionisantes. En raison des progrès technologiques au cours des vingtième et vingt-et-unième siècle et de la modification des conditions de vie et de travail, l'exposition aux radiations non ionisantes provenant de sources artificielles a augmenté. A l'heure actuelle, chacun est exposé aux champs et rayonnements électromagnétiques non ionisants ce qui soulève la question de leurs éventuelles conséquences sur la santé.

Le Conseil Supérieur de la Santé se penche régulièrement sur l'état de la situation au niveau scientifique en ce qui concerne les effets sanitaires des rayonnements électromagnétiques non ionisants¹. Le but de cette publication est de proposer un cadre général pour les différents avis émis par le Conseil Supérieur de la Santé dans le domaine des radiations non ionisantes depuis 2000. Il n'est en aucune façon question d'approfondir cette matière complexe dans le présent avis; à cet égard nous faisons référence aux avis respectifs présentés en encadré.

Liste des abréviations utilisées

ELF	<i>Extremely Low Frequency</i> , fréquences extrêmement basses
eV	electron volt
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> , système mondial de communication mobile
IF	Fréquences Intermédiaires ou moyennes fréquences
IR	InfraRouge
MRI	<i>Magnetic Resonance Imaging</i> , imagerie médicale au moyen de champs magnétiques
RNI	Radiations non ionisantes
RF	Radio Frequency, radiofréquences, ondes radio
UV	UltraViolet

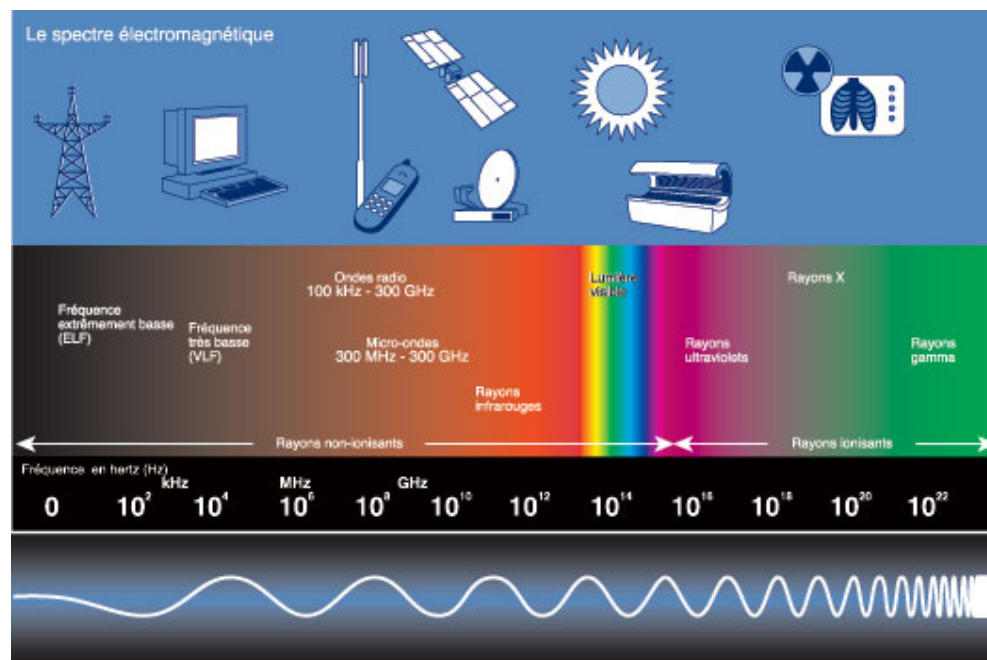
¹ Afin d'informer le grand public au sujet de cette problématique complexe, le service public fédéral Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement a publié en 2008 la brochure « Les champs électromagnétiques et la santé » dans laquelle il est fait référence à différents avis du Conseil Supérieur de la Santé.

2. ELABORATION ET ARGUMENTATION

Les ondes électromagnétiques sont constituées d'un composant électrique et d'un composant magnétique² et transportent l'énergie. Plus la fréquence de l'onde est élevée (nombre d'ondes par seconde, exprimé en hertz), plus l'onde est porteuse d'énergie. Lorsque l'onde est suffisamment chargée en énergie (> 10 eV) pour éjecter les électrons d'un atome ou d'une molécule, processus appelé ionisation, on parle de radiations ionisantes. Contrairement aux radiations ionisantes, les radiations non ionisantes ne comportent donc pas suffisamment d'énergie (< 10 eV) pour éjecter les électrons d'un atome ou d'une molécule.

L'étude des effets biologiques et sanitaires dus aux radiations non ionisantes fait depuis longtemps déjà l'objet de recherches scientifiques et constitue un défi complexe. On parle d'effet biologique lorsqu'une modification physiologique ou biochimique est provoquée dans un organisme, un tissu ou une cellule. Si un effet biologique donné provoque des dommages mesurables chez un individu il est considéré comme ayant un effet sur la santé. L'existence d'un certain nombre d'indications d'effets biologiques voire sanitaires incite à la prudence et rend d'autant plus nécessaire un suivi continu ainsi que des recherches scientifiques.

Le spectre de fréquence des radiations non ionisantes ($1 \text{ Hz} - 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$) est subdivisé³ en fréquences extrêmement basses (ELF) ($> 0 - 300 \text{ Hz}$), fréquences intermédiaires ou moyennes (IF) ($300 \text{ Hz} - 100 \text{ kHz}$), ondes radio (RF) ($100 \text{ kHz} - 300 \text{ GHz}$) et ondes optiques ($300 \text{ GHz} - 3 \text{ PHz}$). En outre, il existe également des champs statiques (0 Hz) qui ne sont toutefois pas pris en considération ici.



Figur 1: Le spectre électromagnétique (source: www.infogsm.be).

² A des fréquences très basses, le composant électrique et le composant magnétique sont considérés séparément, à des fréquences plus élevées, ils sont inséparables et on parle d'ondes électromagnétiques.

³ Il existe de très nombreuses dénominations/subdivisions pour les différents champs de fréquence dans le spectre électromagnétique. Dans le présent document nous avons opté pour la subdivision utilisée par le Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks de la Commission européenne.

A. Fréquences extrêmement basses (0 – 300 Hz)

Des sources naturelles de radiations non ionisantes existent dans le domaine des très basses fréquences (champs magnétosphériques, foudre, etc.). Cependant l'essentiel de notre exposition aux très basses fréquences est d'origine artificielle. Il existe des champs dus aux très basses fréquences partout où de l'électricité est générée, transportée ou utilisée. Etant donné que l'utilisation de l'électricité et des appareils électriques fait partie intégrante de nos habitudes de vie actuelles, ces champs électromagnétiques sont aujourd'hui omniprésents.

A titre d'exemples de sources, on peut citer notamment les lignes à haute tension (aériennes et souterraines), le réseau électrique (également à l'intérieur de l'habitation), les appareils ménagers, les appareils qui fonctionnent sur batteries (GSM, voiture), etc.

Quelques applications médicales des très basses fréquences existent, notamment la stimulation électrique des nerfs et des muscles, la stimulation de la cicatrisation/guérison de plaies et fractures, l'électropuncture, etc.

En **2008**, le Conseil Supérieur de la Santé a émis un avis concernant les **aspects sanitaires des champs électromagnétiques de fréquence extrêmement basse**. Dans cet avis, le Conseil Supérieur de la Santé recommande d'éviter l'exposition prolongée des enfants (jusqu'à 15 ans inclus) à des champs magnétiques d'une valeur moyenne supérieure à 0,4 μ T. Il s'agit principalement de champs magnétiques dans les lieux où les enfants séjournent de manière prolongée, tels que école, institution d'accueil, habitation. Lors de la localisation du lieu de résidence, il faut tenir compte des installations à l'extérieur de celui-ci (lignes, réseaux de distribution, postes de transformation). A l'intérieur de l'habitation, une attention particulière sera accordée à la localisation de la chambre à coucher et en particulier du lit de l'enfant par rapport à certains éléments de l'installation électrique et appareils en fonctionnement continu.

En outre, le Conseil Supérieur d'Hygiène* a attiré en **2002** l'attention du ministre sur le fait que des **indications** existent quant à un **risque accru de leucémie chez les enfants exposés de manière prolongée à de très basses fréquences** (50Hz) provenant notamment des lignes à haute tension et que les champs magnétiques ont été placés en **classe 2B (potentiellement cancérogène)** par l'**International Agency for Research on Cancer**. Le Conseil Supérieur de la Santé recommande dès lors une politique de **prudent avoidance** (éviter les expositions inutilement élevées des enfants).

* Ancienne dénomination du Conseil Supérieur de la Santé

B. Fréquences intermédiaires ou moyennes (300 Hz – 100 kHz)

Il n'existe pratiquement pas de sources naturelles dans ce domaine de fréquence.

Les sources artificielles responsables des champs électromagnétiques de moyenne fréquence sont les systèmes antiviol et d'identification, les plaques de cuisson à induction, les écrans d'ordinateur, les télévisions, etc.

Les applications médicales engendrant des moyennes fréquences sont notamment les systèmes MRI, la stimulation nerveuse électromagnétique, les électrocautères, etc.

Contrairement aux très basses fréquences et aux ondes radio, peu d'études ont jusqu'à présent été menées quant aux effets sanitaires des moyennes fréquences.

En **2002**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a émis un avis concernant la problématique potentielle de l'**exposition aux systèmes antiviol électroniques** (CSH 7669). A la suite d'un article scientifique (Gandhi & Kang, 2001), établissant que les restrictions de base de l'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) sont dépassées lorsque de jeunes enfants (âgés de 5 ans) sont exposés à des dispositifs électroniques antiviol, le CSH a formulé un certain nombre de recommandations. Le Conseil Supérieur d'Hygiène a conseillé au ministre de faire effectuer des études afin de vérifier s'il est possible de faire fonctionner ces dispositifs électroniques de sécurité à des puissances moins élevées en vue d'une plus faible exposition de la population. Si cela s'avère impossible, des modifications devraient exister au niveau de la fabrication.

En **2003**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a émis un avis concernant le **rayonnement magnétique des écrans d'ordinateur** (CSH 7671). Cet avis répondait à deux questions du ministre: le rayonnement magnétique des écrans d'ordinateur a-t-il un effet néfaste sur la santé et, si oui, des écrans filtres peuvent-ils offrir une protection ?

Le Conseil Supérieur d'Hygiène a décidé que, dans des conditions normales d'utilisation, les champs magnétiques des écrans d'ordinateur *low radiation* (obligatoires en Belgique depuis 1996) ne comportent aucun risque pour la santé de l'utilisateur. Des écrans filtres de protection sont dès lors inutiles, d'autant plus qu'ils ont peu d'effets sur le rayonnement magnétique produit.

En **2003**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a rendu un avis (CSH 7668) au sujet de la **lipoatrophie semicirculaire**. La cause de cette affection, également appelée « cuisses à bosses » ou « cuisses striées » est inconnue mais, selon toute vraisemblance, multifactorielle, un de ces facteurs étant peut-être l'exposition au rayonnement électromagnétique. En raison d'un nombre croissant de cas, principalement chez des femmes remplissant une fonction administrative, le CSH a conseillé de lancer **une enquête coordonnée à grande échelle auprès de la population** au sujet de cette problématique.

Entretemps, l'attention s'est portée sur les ondes thermiques afin de fournir une explication éventuelle à ce phénomène (Van Loock, 2007).

C. Ondes radio (100 kHz – 300 GHz)

Il s'agit de la bande de fréquence utilisée spécifiquement pour les télécommunications sans fil par l'intermédiaire d'antennes. On distingue généralement les antennes portées près du corps: GSM et diverses applications sans fil telles que téléphone (y compris les écouteurs sans fil), Internet, ordinateur de poche, des sources à distance telles que les stations de base pour réseaux GSM, radars et applications militaires. Les applications médicales consistent à réchauffer des tissus (effet thermique) ou à inactiver des cellules (traitement du cancer). Les appareils MRI utilisent également, outre les champs magnétiques statiques et variables, les ondes radio.

En **2002**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a publié une brochure au sujet d'un **usage sûr du GSM** (CSH 6605). Cette brochure a été publiée en **2004** en **version révisée**. Les recommandations principales sont les suivantes:

- éviter l'usage du GSM (même mains libres) durant la conduite d'un véhicule;
- limiter l'usage du GSM, en particulier pour les femmes enceintes et les enfants;
- éviter l'usage du GSM en cas de mauvaise transmission (dans des véhicules, train, tram, métro, ascenseur, caves);
- utiliser une oreillette afin d'accroître la distance entre le GSM et la tête;
- si on n'utilise pas d'oreillette: accorder la préférence à un GSM comportant une antenne qui engendre une faible absorption de micro-ondes.

Le Conseil Supérieur de la Santé a émis **trois avis** concernant les **normes pour les antennes** émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz.

En **2000**, l'avis du CSH a été demandé pour la première fois au sujet d'un projet pour un premier arrêté royal concernant les normes pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz.

Dans l'avis CSH 6605, le Conseil Supérieur d'Hygiène recommandait d'appliquer une marge de sécurité plus grande que celle recommandée à ce moment par l'ICNIRP: pour 900 MHz, cela équivaldrait à une densité de puissance maximale de 0,024 W/m² ou, en intensité de champ électrique, 3 V/m en lieu et place des 4,7 W/m² et 42 V/m respectivement, recommandés par l'ICNIRP. Ce facteur sécurité additionnel de 200 tient compte de l'existence de personnes potentiellement plus sensibles ou plus vulnérables parmi la population générale. A cet égard, le Conseil Supérieur d'Hygiène tient compte du principe de précaution, étant donné qu'au-delà de cette valeur, des effets biologiques ont été décrits. En outre, cette valeur correspond à la norme européenne de compatibilité électromagnétique, ce qui apporte une protection supplémentaire aux personnes porteuses d'implants médicaux.

En **2001**, un avis a été demandé concernant un projet modifiant le premier arrêté royal du 29 avril 2001. Il s'agit de compléments ayant pour but de régler l'applicabilité technique du premier arrêté. Le Conseil Supérieur d'Hygiène a, dans cet avis, confirmé son point de vue (CSH 6605).

En **2005**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a, à nouveau, été consulté au sujet d'un nouveau projet d'AR fixant la norme pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène a recommandé l'application du principe ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*) et a de nouveau insisté pour que le facteur de sécurité de 200 recommandé dans l'avis CSH 6605 soit utilisé par rapport à la directive de l'ICNIRP, soit 3 V/m, et non les 20,6 V/m proposés et ce, pour les raisons précitées (CSH 8103).

En **2003**, le Conseil Supérieur d'Hygiène a évalué une étude néerlandaise sur l'influence des ondes radio émises par les GSM sur le **bien-être et les fonctions cognitives** de l'homme. Les résultats complets de cette évaluation sont repris dans l'avis CSH 8035.

En **2007**, à la suite d'une question parlementaire et de différentes questions émanant du secteur hospitalier, le CSS a émis un avis concernant le risque d'interférences avec les appareils médicaux en cas d'usage de **systèmes de communication sans fil et de GSM dans les hôpitaux** (CSH 6605). Il y est conseillé d'interdire, dans les hôpitaux, les appareils à haut risque tels que les talkies-walkies et les mobilophones analogues de même que les systèmes permettant de bloquer la téléphonie mobile. Les appareils comportant un risque moyen ou faible, tels que les GSM, téléphones sans fil, Internet sans fil, etc., peuvent être autorisés pour autant qu'ils soient utilisés à une distance d'au moins 1,5 m minimum par rapport aux appareils sensibles.

Les connexions sans fil aux ondes radio utilisent une technique particulière, à savoir la « modulation »: un signal portant un message est superposé aux ondes radio par l'émetteur. Le signal modulé est démodulé au niveau du récepteur au sein duquel le message devient alors disponible. Les ondes radio peuvent être modulées à de basses fréquences (p. ex. ELF). Si une démodulation existe dans le corps humain, des fréquences basses apparaissent. Les effets potentiels de celles-ci sur la santé constituant alors une incertitude supplémentaire.

Cette problématique spécifique a fait l'objet d'un avis du Conseil Supérieur de la Santé en **2008**: « **Effets biologiques potentiels des micro-ondes modulées** » (CSS 8194). Il a été constaté qu'il n'existe pas de preuve que ces ondes provoquent un effet sur la santé mais qu'il existe un certain nombre d'indications incitant à la prudence.

D. Ondes optiques

Dans le domaine du rayonnement optique, les fréquences sont tellement élevées que leur taille est exprimée en longueurs d'onde (nm) plutôt qu'en fréquence (Hz)⁴. On distingue l'infrarouge (IR) (760 – 10⁶ nm), la lumière visible (400 – 760 nm) et l'ultraviolet (UV) (100 – 400 nm).

Le rayonnement infrarouge et optique se libère principalement lors de processus producteurs de chaleur tels que la production d'acier, de verre et la soudure. Il existe également des lasers à infrarouge.

Outre l'exposition naturelle aux rayons ultraviolets du soleil, l'homme peut aussi être exposé au rayonnement ultraviolet provenant des soudures à l'arc, lampes solaires, lasers UV, lampes stérilisantes, lampes à décharge de basse pression (p. ex. lampe TL) et lampes à décharge de haute pression (p. ex. lampe à vapeur de mercure et lampe halogène à halogénures métalliques). Les applications médicales sont notamment la photothérapie ultraviolette et néonatale, les lasers chirurgicaux et thérapeutiques et les lampes thermiques pour physiothérapie.

Les effets sur la santé des ondes optiques diffèrent en fonction de la longueur d'onde et sont repris dans le Tableau 1.

⁴ Longueur d'onde et fréquence sont liées par la formule $f \cdot \lambda = v$ où f : fréquence (Hz), λ : longueur d'onde (nm) et v : vitesse (dans l'espace vide ~ 300.000 km/s).

Tableau 1: Mécanismes d'interaction et effets nocifs des ultraviolets, de la lumière visible et des infrarouges (adapté de Ng, 2003).

Partie du spectre optique	Mécanisme d'interaction pertinent	Effet nocif
Ultraviolet	Modifications photochimiques des molécules biologiquement actives telles que l'ADN, les lipides et les protéines	Érythème aigu, kératite, conjonctivite, cataracte, photorétinite, vieillissement accéléré de la peau, cancer cutané
Lumière visible	Modifications photochimiques des molécules dans la rétine	Photorétinite
Infrarouge	Activation/inactivation thermique photocoagulation	Brûlures: peau, rétine, cornée Dénaturation des protéines, coagulation tissulaire, nécrose tissulaire

En 2000, le Conseil Supérieur d'Hygiène a émis un avis concernant les **bancs solaires et les rayons UV** (CSH 5783) dans lequel il était recommandé aux décideurs politiques d'une part de conscientiser la population aux risques d'une exposition excessive au rayonnement UV et d'autre part de veiller à ce que les normes internationales relatives à l'exposition au rayonnement UV soient respectées. Pour ce faire, une administration devrait être créée. Celle-ci serait chargée de l'autorisation des pratiques et des centres, du contrôle et de l'approbation des appareils, de la mesure de l'exposition et de la surveillance sur le fonctionnement sécurisé de ces appareils.

3. REFERENCES

- CSH 5783. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant les bancs solaires et rayonnement UV, décembre 2000.
- CSH 6605. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant le projet d'Arrêté Royal fixant la norme pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz, octobre 2000.
- CSH 6605. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène sur la proposition d'Arrêté Royal du 29 avril 2001 fixant la norme pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz, décembre 2001.
- CSH 6605. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant les systèmes de communication sans fil et GSM dans les hôpitaux, février 2007.
- CSH 6605-5. GSM, téléphonie en toute sécurité?, novembre 2002.
- CSH 6605-5. Recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant l'usage du téléphone mobile par la population générale, mars 2004.
- CSH 7668. Lipoatrophie semicircularis, juillet 2003.
- CSH 7669. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant l'éventuelle problématique liée à l'exposition à des dispositifs antivols électroniques, octobre 2002.
- CSH 7671. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène « Magnetische straling van computerschermen », juin 2003 (uniquement disponible en néerlandais).
- CSH 8035. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène relatif à l'étude TNO* - FEL-03-C148: « Effects of Global Communication system radio-frequency fields on Well Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints », septembre 2003.
- CSS 8081. Recommandations concernant l'exposition de la population aux champs magnétiques émanant des installations électriques, octobre 2008.
- CSH 8103. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène concernant le projet d'Arrêté Royal fixant la norme pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz, mars 2005.
- CSS 8194. Avis du Conseil Supérieur de la Santé: Effets biologiques potentiels des micro-ondes modulées, février 2008.
- Ng KH. Non-Ionizing Radiations – Sources, biological effects, emissions and exposures. Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN 20th – 22nd October 2003.
- SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. 21 march 2007.
- Van Loock W. Veiligheid en gezondheid in niet-ioniserende elektromagnetische velden en straling. Gent: Academia Press; 2007.
- W. Van Loock. Avoiding Lipoatrophie Semicircularis in an office environment. Proceedings Asia-Pacific Conf. on Environmental Electromagnetics, CEEM'2006, 1-4 Sept. 2006, Dalian, China, IEEE, ISBN 1-4244-0183-6, pp. 76-81.

* TNO: Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

4. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

Tous les experts ont participé à **titre personnel** au groupe de travail. Les noms des membres et experts du CSS sont annotés d'un astérisque *.

Les experts suivants ont participé à la rédaction de « Radiations non ionisantes: aperçu des avis 2000-2008 »

ADANG Dirk*	(Radiations non ionisantes, UCL)
CRASSON Marion*	(Psychoneuroendocrinologie, ULG)
DECAT Gilbert*	(Electromagnétisme, radiations, biostatistique, VITO)
DE RIDDER Maurits	(Médecine du travail et de l'environnement, UGent)
EGGERMONT Gilbert*	(Radioprotection, radiobiologie, VUB)
MAES Annemie*	(Toxicologie, ISP)
QUAEGHEBEUR Luc	(Médecine du travail, CBMT)
VAN LOOCK Walter*	(Electromagnétisme, électrotechnique, Ugent)
VAN SCHUERBEEK Peter	(Electromagnétisme, UZBrussel)
VANDER VORST André	(Electromagnétisme, électrotechnique, UCL)
VANDERSTRAETEN Jacques	(Médecine, électromagnétisme, ULB)

L'administration est représentée par:

LUKOVNIKOVA Marina	(FOD volkgezondheid, DG5)
--------------------	---------------------------

Le groupe de travail a été présidé par Walter VAN LOOCK et le secrétariat scientifique a été assuré par Katty CAUWERTS & Eric JADOUL.