



Pièce jointe 2 : Mémoire à l'Organisation mondiale de la santé

**Mémoire à l'honorable Rona Ambrose
Ministre de la Santé**

**Objet : Consultation de Santé Canada concernant les révisions proposées au
Code de sécurité 6**

**Titre : Études scientifiques pertinentes (140) omises par Santé Canada dans le cadre
de son examen scientifique de la version provisoire du Code de sécurité 6 (2014)
portant sur les lignes directrices du Canada régissant l'exposition « sans risque » aux
radiofréquences et aux rayonnements hyperfréquences**

présentées par

le groupe Canadiens pour une technologie sécuritaire (le groupe CTS)

15 juillet 2014 ¹

¹ Modifié le 5 novembre 2014 :

L'annexe 3 a été ajoutée, avec des références indiquées pour les études figurant à l'annexe 2.
Pour faciliter les renvois, le tableau 1 comprend maintenant les numéros de référence (annexe 3) des diverses études.

Résumé

Santé Canada est en train d'établir les lignes directrices pour déterminer les niveaux d'exposition « sans risque » aux radiofréquences et aux rayonnements hyperfréquences de chaque Canadien provenant de toutes les sources, y compris les stations cellulaires, les téléphones cellulaires, le Wi-Fi, les compteurs intelligents, les moniteurs pour bébé, les téléphones sans fil et d'autres appareils sans fil.

Le 15 mai 2014, Santé Canada a annoncé une fenêtre de 60 jours pour les avis du public concernant les révisions proposées au Code de sécurité 6. C'est la première fois de son histoire que Santé Canada sollicite l'apport scientifique du public à propos des radiations des appareils sans fil. Officiellement, le Code de sécurité 6 couvre les lieux de travail du gouvernement fédéral, mais en l'absence de toute autre ligne directrice au Canada, ce code est devenu la référence pour tous les paliers de gouvernement, les conseils scolaires, les entreprises de services publics, les hôpitaux, les bureaux et l'exposition aux rayonnements hyperfréquences découlant des compteurs intelligents ou des stations cellulaires à proximité.

Durant notre analyse des aspects scientifiques de la dernière mise à jour de Santé Canada, le groupe CTS s'est rendu compte qu'au moins 140 études scientifiques pertinentes révélant les risques posés par les rayonnements des appareils sans fil avaient été omises.

Les préoccupations en matière de santé vont des effets immédiats sur la santé aux conséquences à long terme du cancer et aux incapacités touchant jeunes et vieux. Dans l'ensemble du pays, les médecins canadiens signalent un nombre croissant de patients présentant des symptômes d'hypersensibilité électromagnétique liée aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences émanant des appareils sans fil. Un nombre incalculable de personnes souffrent et représentent un fardeau pour notre système de soins de santé.

Les études omises (certaines études couvrent de nombreux sujets) ont été regroupées dans les sujets suivants :

- Cancer et dommages génétiques – 25
- Infertilité masculine et féminine – 14
- Effets néfastes sur le développement, l'apprentissage et le comportement, de la conception à la vieillesse – 31
- Effets nocifs sur le cerveau et le système nerveux central – 44
- Effets sur les yeux – 6
- Effets cardiovasculaires – 4
- Hypersensibilité électromagnétique – 9
- Changements biochimiques – 65

Au moins 140 études n'ont pas été incluses dans les documents justificatifs et la revue de la littérature, ainsi que dans le rapport de la Société royale du Canada et de l'examen européen le plus récent et le plus important. De ces 140 études, 103 études (74 %) ont été présentées par le groupe CST à Santé Canada en 2013, sans être incluses par ailleurs.

Le fondement scientifique du Code de sécurité 6 est manifestement chaotique. Dans l'intervalle, le groupe CST entend régulièrement des Canadiens affirmer que l'exposition aux radiofréquences et rayonnements

hyperfréquences leur cause des problèmes de santé et des incapacités. La réponse immédiate devrait consister à prendre des mesures pour s'assurer de reconnaître ces expositions et au *niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre* (ALARA). Cela comprend l'éducation du public, la formation du personnel médical, la minimisation de l'utilisation des technologies sans fil dans les écoles et les lieux de travail, des zones sûres pour les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique (et pour empêcher les réactions d'hypersensibilité électromagnétique), des percées technologies plus sûres, etc. Nous présentons certaines recommandations préliminaires pour y parvenir.

Contexte

Les lignes directrices du Canada régissant l'exposition maximale aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences sont établies par Santé Canada dans le Code de sécurité 6 (CS6). De nos jours, alors que les appareils de communication sans fil et leur infrastructure connexe augmentent de façon exponentielle, c'est aussi le cas des niveaux d'exposition. Il arrivera de plus en plus souvent que la somme des expositions provenant des appareils et de l'infrastructure qui s'y rattache se rapprochera des limites du CS6. Plus que jamais, il est important que ces limites reposent sur les meilleures données scientifiques disponibles afin de protéger tous les Canadiens et leur environnement, notamment les personnes les plus vulnérables. La seule façon de faire en sorte que le CS6 soit fondé sur les connaissances scientifiques actuelles concernant les effets sur la santé de l'énergie radio fréquence (RF) consiste à examiner les ouvrages scientifiques à fond et de façon systématique, et de façon objective et impartiale.

En 2013, Santé Canada a retenu les services de la Société royale du Canada (SRC) pour l'examen du CS6. Le groupe d'experts de la SRC a aussi mené une journée d'audiences publiques en octobre 2013, et a accepté des mémoires. Ceux-ci comportaient une liste exhaustive de documentation potentiellement pertinente intitulée la « Friesen Update ». Un examen systématique approprié tiendrait compte de ces documents, et grâce aux services d'un bibliothécaire spécialiste, pourrait réunir des documents encore plus pertinents. Santé Canada n'a pas examiné ces ouvrages ni mené une revue exhaustive de la littérature.

Santé Canada et la SRC se sont en outre fiés à d'autres « études faisant autorité », de sorte que cette analyse de la rigueur de l'examen du Canada englobait aussi la rigueur d'examen sur lesquels ils se fondaient. Le processus d'examen du CS6 en cours fait suite à un examen de 2009, quoique de qualité inconnue. Pour cette raison, l'examen des citations se limitait à des articles scientifiques publiés en 2009 et ultérieurement, sauf sur le sujet du cancer et des dommages génétiques connexes qui ont été examinés à partir de 2011 parce que le Centre International de Recherche sur le Cancer de l'Organisation mondiale de la santé a publié une monographie examinant les études jusqu'en 2011.

Objectif

Un examen scientifique de qualité est exhaustif, transparent et impartial. Le projet en cours examine la rigueur des revues d'ouvrages scientifiques par Santé Canada et la SRC ainsi que les « revues faisant autorité » antérieures sur lesquels elles reposent.

Méthodes et résultats

L'intégralité de l'examen de Santé Canada sur les effets sur la santé de l'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences a été examinée en comparant les listes de référence dans les documents clés aux références scientifiques (à partir de 2009) disponibles par l'entremise de recherches scientifiques accessibles au public (p. ex. US Library of Medicine).

Les références ont été gérées en utilisant le logiciel ouvert Zotero.

Des comptes rendus des publications scientifiques sont présentés, décrivant les effets biologiques et les effets possiblement néfastes sur la santé, publications qui n'ont été prises en compte dans aucune des listes de référence :

1. Version provisoire du Code de sécurité 6 (2014) de Santé Canada – publiée sur le site Web de Santé Canada le 16 mai 2014. Une version antérieure a été examinée par le groupe d'experts de la SRC, lequel ne recommandait aucun changement de fond;
2. Code de sécurité 6 (2014) de Santé Canada – justification;
3. Chapitre 7 « Effets nocifs sur la santé déclarés » dans le rapport du groupe d'experts de la Société royale du Canada intitulé : Examen de Code de sécurité 6 (2013) : Risques potentiels pour la santé humaine associés aux champs de radiofréquences produits par les appareils de télécommunications sans fil. Printemps 2014 (RSC SC6 (2014));
4. Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux (CSRSEN, en anglais *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*, SCENIHR) : Preliminary Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF) [EN ANGLAIS SEULEMENT]. Décembre 2013 (cité dans la version provisoire du Code de sécurité 6 (2014)).

Des résumés complets sont présentés où les points saillants mis en évidence indiquent des effets importants et potentiellement nocifs sur la santé. La disponibilité de l'étude au moment de la publication et quant à savoir si celle-ci figure parmi les références dans les quatre rapports précités sont indiqués. Les publications sont répertoriées par année (en commençant en 2014) puis classées en ordre alphabétique par nom d'auteur. Le nombre de publications sur chaque sujet, ainsi que le nombre de publications qui ont été fournies à la Société royale du Canada en 2013, sont indiqués au tableau 1 (essentiellement, les publications de 2014 n'ont pas été fournies).

Limites

Les limites de ce travail comprennent le fait que la recherche documentaire n'a pas été effectuée par un spécialiste de l'information. Cela sous-estime incontestablement le nombre de données scientifiques pertinentes qui ne sont pas prises en compte dans l'établissement de lignes directrices canadiennes concernant l'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences. En outre, l'analyse repose sur le contenu des résumés, plutôt que sur le texte intégral des publications.

Tableau 1. Publications (2009 à 2014) révélant les effets importants des radiofréquences et des rayonnements hyperfréquences qui n’ont pas été examinées par Santé Canada, la Société royale du Canada et le Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux de la Commission européenne

| Sujet | Nombre total d'études non examinées dans la mise à jour du Code de sécurité 6 | Nombre de ces études qui n'ont pas été fournies à Santé Canada par le groupe CST en 2013 |
|--|---|--|
| A1. Cancer (2011-2014) | 11 | 7 |
| A2. Dommages génétiques (2011-2014) | 14 | 10 |
| B. Infertilité masculine et féminine | 14 | 10 |
| C. Effets néfastes sur le développement, l'apprentissage et le comportement, de la conception à la vieillesse | 31 | 25 |
| D. Effets sur le cerveau et le système nerveux | 44 | 31 |
| E. Effets sur les yeux | 6 | 5 |
| F. Effets cardiovasculaires | 4 | 2 |
| G. Hypersensibilité électromagnétique | 9 | 8 |
| H. Effets biochimiques | 65 | 47 |
| TOTAL DES PUBLICATIONS UNIQUES¹ | 140 ² | 103 ³ |

Numéro de référence à l'annexe 3.

- A1. 30, 37, 69, 70, 71, 106, 110, 112, 126, 136, 137.
- A2. 8, 20, 23, 26, 46, 50, 59, 61, 72, 87, 91, 124, 129, 132.
- B. 3, 6, 60, 61, 63, 83, 84, 85, 88, 91, 92, 123, 124, 130.
- C. 5, 14, 18, 21, 22, 24, 27, 33, 41, 47, 51, 52, 54, 56, 57, 62, 66, 68, 73, 74, 75, 77, 90, 96, 98, 105, 115, 116, 117, 125, 139.
- D. 1, 5, 7, 11, 13, 14, 22, 25, 27, 28, 29, 33, 36, 41, 42, 43, 46, 48, 53, 57, 66, 68, 75, 76, 77, 80, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 109, 111, 116, 118, 120, 128.
- E. 4, 12, 119, 138, 139, 140.
- F. 49, 94, 108, 113.
- G. 10, 39, 40, 44, 67, 78, 79, 82, 134.
- H. 1, 2, 3, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 57, 58, 59, 64, 65, 66, 72, 76, 77, 80, 81, 86, 87, 89, 91, 93, 95, 96, 98, 101, 102, 103, 105, 107, 113, 114, 118, 120, 121, 122, 127, 131, 132, 133, 135, 138.

¹ Certaines publications couvrent plus d'un sujet

² Pratiquement toutes les publications étaient accessibles à Santé Canada lorsque la version provisoire du Code de sécurité 6 (2014) a été affichée en ligne le 16 mai 2014.

Survol des sujets

A1. Cancer

Au nombre des onze études omises, citons les suivantes :

- une série de cas de cancer du sein envahissant multifocal chez quatre jeunes femmes en 2014, où celles-ci avaient pris l'habitude de glisser leur téléphone cellulaire dans leur soutien-gorge;
- une étude cas-témoins de mai 2014 concernant 253 gliomes, 194 méningiomes et 892 contrôles appariés en France, révélant un risque deux à trois fois plus élevé de tumeurs cérébrales chez les plus grands utilisateurs de téléphones cellulaires, mesuré en nombre d'appels et d'heures cumulatives d'utilisation;
- une étude de 2014 portant sur le neurinome de l'acoustique, indiquant une augmentation du volume tumoral avec l'utilisation des téléphones mobiles;
- deux études du groupe Lennart Hardell en Suède. Il s'agit du seul groupe à évaluer les expositions aux rayonnements émanant des téléphones cellulaires et des téléphones sans fil, ainsi que le côté habituel d'utilisation du téléphone. Ce groupe a observé des risques plus élevés de tumeurs cérébrales que les autres chercheurs. Le risque augmente avec la période d'utilisation et est plus élevé chez les personnes ayant commencé à utiliser un téléphone à un jeune âge;
- nouvelles analyses d'une étude portant sur les tumeurs cérébrales chez les adolescents, soulignant que les données étaient des risques plus élevés, une conclusion opposée à celle des auteurs;
- une critique de l'étude de la cohorte danoise. Il s'agissait d'une recherche foncièrement erronée où les personnes « exposées » avaient un abonnement de téléphonie cellulaire privé dans les années quatre-vingt-dix. Les personnes censément « non exposées » avaient soit un abonnement de téléphonie cellulaire d'entreprise ou commençaient à utiliser un téléphone après s'être abonnées. Cette étude est une des études les plus critiquées sur le site Web du *British Medical Journal* et n'est pas crédible;
- publications traitant de l'incidence des tumeurs cérébrales et de l'utilisation d'un téléphone cellulaire.

La justification de la version provisoire actuelle du Code de sécurité 6 comprend des références à un rapport de l'étude Interphone (qui interprète les conclusions comme ne représentant « aucun risque accru ») ainsi qu'à trois analyses de taux de cancer. La prémisse selon laquelle l'augmentation des tumeurs cérébrales serait un premier indicateur que l'utilisation du téléphone cellulaire cause le cancer est une approche très critiquée pour les raisons suivantes : 1) beaucoup de facteurs peuvent contribuer aux risques de tumeurs cérébrales de sorte qu'une hausse importante du nombre de cancers liés à l'utilisation du téléphone cellulaire peut survenir avant qu'une augmentation importante puisse être détectée; et 2) si d'autres facteurs contributifs (p. ex. expositions à des produits chimiques) diminuent au même moment, une augmentation du taux de cancer émanant des téléphones cellulaires serait masquée par une diminution du taux de cancer découlant d'autres causes.

A2. Dommages génétiques

Quatorze études ont révélé des dommages au matériel génétique.

Chez les personnes exposées aux rayonnements émanant d'un téléphone cellulaire, des dommages au matériel génétique ont été signalés dans :

- les cellules de la racine du cheveu où un téléphone est placé;
- les cellules à l'intérieur de la joue (épithélium oral) des utilisateurs d'un téléphone cellulaire.

À une exposition légèrement supérieure, l'ADN a été endommagé dans le sang des marins.

Chez les animaux, des preuves de dommages génétiques résultant de l'exposition aux rayonnements hyperfréquences ont été observées chez :

- les rats mâles dans deux études (dommage à l'ADN dans les cellules cérébrales et les cellules hépatiques; excrétion d'un élément constitutif de l'ADN);
- les rats de différents âges; le dommage à l'ADN augmentait avec la dose et était plus important chez les jeunes rats comparativement aux rats plus âgés;
- les cellules embryonnaires dans les œufs de caille;
- les œufs (ovocytes) chez les mouches des fruits femelles.

En laboratoire, le dommage à l'ADN découlant d'une exposition aux hyperfréquences de faible intensité a été observé dans:

- le sperme humain exposé aux téléphones mobiles;
- la lignée cellulaire de sperme d'une souris;
- le tissu de thymus de veau.

B. Infertilité masculine et féminine

Quatorze études qui n'ont pas été examinées lors de l'étude par Santé Canada du Code de sécurité 6 établissent de plus en plus clairement que les téléphones transportés dans les poches ne présagent rien de bon pour ceux qui veulent devenir parents.

En 2014, un examen et une méta-analyse d'envergure et de qualité ont conclu que la radiation des téléphones cellulaires réduisait la motilité et la viabilité des spermés humains par un facteur de 4, tandis que les effets étaient deux à quatre fois pires dans les études chez les animaux. Une autre étude de recherche portant sur le sperme humain a ensuite conclu à une fragmentation accrue de l'ADN et à une réduction de la motilité à la suite d'une exposition à un téléphone mobile. Le développement précoce de l'embryon humain était également ralenti à la suite d'une exposition aux rayonnements des téléphones cellulaires.

Chez les animaux :

- les rayonnements des téléphones mobiles ont réduit la viabilité et la motilité des spermés; deux études ont révélé une augmentation du stress oxydatif chez les rats;
- les rayonnements des téléphones cellulaires ont causé des lésions testiculaires chez les rats;
- les rates exposées aux rayonnements in utero avaient moins d'œufs dans leurs ovaires;

- les mouches des fruits ont conçu des œufs comportant des anomalies à la suite d'une exposition aux rayonnements d'un système de téléphonie mobile (GSM).

C. Effets néfastes sur le développement, l'apprentissage et le comportement, de la conception à la vieillesse

Une foule d'événements orchestrent la progression d'un ovule fécondé jusqu'à la naissance, en passant par l'enfance, l'adolescence et les étapes de l'âge adulte. Advenant que le rayonnement change le développement embryonnaire, la trajectoire d'une vie est bouleversée.

Cette collection de 31 publications englobe des recherches portant sur le comportement ou la cognition et/ou sur l'exposition chronique ou prénatale. Le cancer qui découle d'une exposition à long terme est abordé dans la section A1, mais une discussion du risque de tumeurs cérébrales chez les enfants (non abordé dans la section A1) est incluse ici. Cette section comprend aussi deux discussions traitant en particulier de l'évaluation de l'exposition chez les enfants, ainsi qu'un examen exhaustif par une pédiatre de Harvard, la D^{re} Herbert, portant sur le sujet des champs électromagnétiques et de l'autisme, qu'elle a transmis à la SRC.

Chez les humains :

- l'exposition prénatale et postnatale aux téléphones cellulaires a été associée à des problèmes comportementaux au cours de l'enfance. Cette étude reproduit les conclusions antérieures;
- les enfants ayant été davantage exposés aux téléphones mobiles présentaient davantage de symptômes du trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THDA), seulement parmi ceux présentant aussi des taux de plomb plus élevés. On pense que la plus grande perméabilité membranaire aux expositions aux radiofréquences (voir la section H) permet la présence d'un plus grand nombre de toxines dans la cellule, et amplifie donc la toxicité de nombreuses toxines, y compris des métaux comme le plomb, le mercure, etc. L'examen des expositions toxiques en isolement, sans tenir compte des co-expositions, entraîne une sous-estimation des risques.

Chez les animaux :

- dans de nombreuses études, les rats exposés à des radiations in utero présentaient un stress oxydatif plus élevé dans le cerveau et le foie tôt dans la vie, une perte de cellules cérébrales [cellules pyramidales dans l'hippocampe], des résultats d'apprentissage plus faibles et une mémoire de travail moindre, ainsi qu'un évitement passif plus bas (possiblement associé à un comportement antisocial);
- l'injection de sérum provenant de rats exposés aux rates gravides a nui au développement et entraîné une perte fœtale plus élevée dont on pense qu'elle est attribuable aux auto-anticorps;
- le rayonnement des téléphones cellulaires a endommagé le cerveau des rates gravides et des fœtus;
- quatre études ont révélé que l'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences d'un téléphone GSM avait une incidence sur le toilettage et l'élevage des rats adolescents, qu'un mois d'exposition (à raison d'une heure par jour) modifiait le comportement d'évitement passif et la morphologie hippocampique ainsi que l'apprentissage et la mémoire, en plus de diminuer les capacités locomotrices;
- deux études ont révélé que l'exposition à long terme des rats à un téléphone cellulaire nuisait à la mémoire et augmentait les taux d'erreur, en plus de modifier l'hippocampe. Une étude a fait état d'une variation en fonction de l'âge. Une autre étude a révélé la formation d'auto-anticorps;

- l'exposition des rats a réduit l'efficacité d'un médicament antidouleur;
- dans deux études, les souris exposées in utero souffraient de troubles de mémoire et étaient hyperactives en raison d'un dysfonctionnement des neurones. Les embryons des souris exposées avaient une mauvaise formation des os et des cartilages;
- l'exposition aux ondes GSM a eu une incidence sur le système neuro-immunitaire des rats d'âge moyen, de façon distincte des rats plus jeunes;
- la rétine de l'œil des poussins ne s'est pas formée correctement;
- l'exposition aux rayonnements de 900 MHz d'un téléphone GSM a gravement altéré la mémoire des fourmis;
- les abeilles domestiques exposées aux téléphones mobiles manifestaient des signaux de détresse pouvant déclencher l'essaimage.

D. Effets sur le cerveau et le système nerveux

Quarante-quatre études traitent des effets neurologiques. Beaucoup des effets répertoriés ici sont reproduits dans de nombreuses études.

Quatre études de volontaires humains ont conclu que :

- l'exposition à court terme à l'énergie radiofréquence réduisait l'activité cérébrale spontanée dans beaucoup de parties du cerveau, mesuré au moyen de l'IRM fonctionnelle;
- l'exposition aux téléphones mobiles a réduit le potentiel d'action composite du nerf cochléaire lors d'une chirurgie;
- l'exposition aux téléphones mobiles (téléphones cellulaires) GSM a causé une baisse d'amplitude des ondes P300;
- les changements survenus à l'activité des ondes cérébrales par suite d'une exposition ont varié selon le sexe.

Des douzaines d'études menées auprès de rongeurs ont conclu que :

- l'exposition in utero a occasionné des niveaux moindres pour un éventail d'antioxydants, des comptes inférieurs de cellules pyramidales dans l'hippocampe chez les petits d'un mois, une inflammation, des changements nucléaires et cellulaires dégénératifs et un œdème cérébral, une détérioration électrophysiologique des cellules de Purkinje (les plus grandes cellules nerveuses du cerveau), des troubles de transmission dans les synapses, des dommages à l'ADN, une perte neuronale, des changements dans la migration du calcium (un indice de rupture des membranes cellulaires) et une modification des lectures de l'électroencéphalogramme;
- chez les rats, l'exposition quotidienne a entraîné des niveaux moindres de neurotransmetteurs, un dommage à l'ADN, des changements dégénératifs, du stress oxydatif, une concentration plus élevée de bêta-amyloïde, des modifications importantes dans différents taux de protéine, une décharge modifiée des neurones, des changements au niveau du pouvoir de liaison du calcium et de l'immunoréactivité ainsi qu'une perte des cellules;
- l'exposition à court terme a entraîné une mort cellulaire dans le cerveau;

- une seule exposition a eu un effet différent sur la neuro-immunité, le stress et le comportement chez les jeunes rats par rapport aux rats plus âgés, et a perturbé l'intégrité de la barrière hémato-encéphalique une semaine plus tard;
- une modification des cycles de sommeil chez les rats exposés à des signaux radioélectriques modulés;
- chez les souris, l'énergie radiofréquence chronique a réduit les neurotrophines (substances chimiques nécessaires au bon fonctionnement des neurones) et entraîné une perte des cellules pyramidales du cerveau et une modification des échanges calciques dans les membranes cellulaires.

Dans deux études portant sur les insectes, l'exposition à court terme a eu un impact sur le comportement, la mémoire et la physiologie.

Les études en laboratoire des cultures cellulaires ont révélé ce qui suit :

- une exposition de trois minutes aux rayonnements dans la gamme de fréquences des GHz a donné lieu à une diminution réversible de 30 % dans les taux de décharge et d'éclatement du réseau neuronal synthétique;
- la modulation des protéines de choc thermique dans les cellules neuroblastomes différenciées (cellules de type neuronal).

En résumé, l'exposition régulière aux téléphones cellulaires peut entraîner une modification de la structure, de la biochimie et du fonctionnement du cerveau. Le fonctionnement est diminué en raison de la mort cellulaire et des niveaux accrus de composés associés aux maladies génératives chroniques.

E. Effets sur les yeux

Six publications scientifiques soulignent les effets de l'énergie radiofréquence de faible intensité sur les yeux. La formation de cataractes en raison des niveaux plus élevés d'un large éventail de rayonnements électromagnétiques est bien connue, et les yeux sont vulnérables aux effets thermiques en raison de l'absence de flux sanguin nécessaire au refroidissement. La recherche fait maintenant état d'autres effets à des niveaux d'exposition plus faibles qui n'induisent pas de chaleur.

Chez les animaux, la recherche a révélé ce qui suit :

- l'épithélium cornéen des rats (la couche en formation sur la cornée) était plus épais chez les animaux exposés aux rayonnements hyperfréquences de faible intensité pendant deux heures par jour sur une période de trois semaines;
- le rayonnement émanant des écrans d'ordinateur a entraîné des changements au niveau de la cornée et du cristallin des rats, notamment un stress oxydatif et des indices de dommages génétiques;
- le développement de la rétine chez les embryons de poulet a été perturbé par le rayonnement d'un téléphone cellulaire.

Dans deux études en laboratoire portant sur la culture cellulaire, les cellules épithéliales du cristallin montraient des signes de stress oxydatif, de perturbation des protéines et une viabilité cellulaire réduite à la suite d'une exposition à court terme (une demi-heure à deux heures) à des niveaux inférieurs de rayonnements RF de 1,8 GHz.

Cette recherche reproduit les conclusions d'une étude de 2010 selon laquelle l'exposition aux radiofréquences nuit à la transparence des lentilles, à la croissance des cellules et à la mort cellulaire, inhibe la communication intercellulaire et provoque des réactions de stress et des dommages génétiques.

F. Effets cardiovasculaires

Quatre publications de recherche recensent des effets sur le système cardiovasculaire :

- en accord avec des conclusions précédentes concernant l'hypersensibilité électromagnétique (voir ci-dessous), une étude de 2013 a révélé un effet vasodilatateur « non thermique » (faible exposition) à la suite d'une exposition aux rayonnements d'un téléphone cellulaire sur la mâchoire et les joues;
- les rats exposés aux rayonnements de radiofréquences modulés par impulsion de 900 MHz (similaire au « mode dialogue » d'un téléphone) pendant une période de 20 minutes par jour durant trois semaines ont subi des dommages oxydatifs au cœur (ainsi qu'aux poumons, aux testicules et au foie);
- une vaste étude menée auprès de rats, avec un éventail de durées d'exposition, a conclu que les lésions au cœur augmentaient avec la dose, ainsi qu'à une pression sanguine plus élevée et à des taux inférieurs de calcium sanguin;
- en laboratoire, l'exposition aux radiofréquences a modifié la structure de l'hémoglobine et réduit sa capacité de transporter l'oxygène dans le sang.

En résumé, la recherche révèle que le rayonnement de radiofréquences peut faire en sorte que le sang transporte moins d'oxygène, augmente la pression sanguine et ait un effet néfaste sur le cœur et les vaisseaux sanguins. Au nombre des effets répertoriés chez les personnes présentant une hypersensibilité électromagnétique (voir ci-après), mentionnons la variabilité de la fréquence cardiaque.

G. Hypersensibilité électromagnétique

Nous avons tous des forces et faiblesses qui nous sont propres, et certaines personnes présentent divers symptômes qui ont un rapport de façon reproductible avec une exposition à l'énergie électromagnétique. La recherche peut avoir tendance à ne trouver aucun effet (tendre vers l'hypothèse nulle) chez ces personnes en raison de l'apparition tardive et de la disparition des symptômes, ainsi que d'autres sensibilités pouvant être provoquées dans des contextes de recherche.

Neuf publications ont été recensées, dont les suivantes :

- une étude portant sur plus de 400 participants qui a déterminé un ensemble de marqueurs biochimiques pour ceux présentant une hypersensibilité électromagnétique;
- un survol du diagnostic d'hypersensibilité électromagnétique en mesurant la variabilité de la fréquence cardiaque, la microcirculation et les potentiels électriques cutanés;
- la Guideline of the Austrian Medical Association for the diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses (EMF syndrome), un document de consensus du groupe de travail sur les champs électromagnétiques de la Austrian Medical Association;
- une recherche montrant que le fait d'éviter le rayonnement provenant des terminaux à écran permettait aux personnes touchées d'être de nouveau productives;
- une recherche comparant les personnes présentant des symptômes associés expressément aux téléphones cellulaires, les personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique et les témoins en santé a conclu que les personnes touchées par un large éventail d'expositions étaient plus susceptibles d'éprouver une détresse psychologique que les témoins en santé ou celles présentant des symptômes liés strictement aux téléphones cellulaires;

- un aperçu de l'état d'hypersensibilité électromagnétique, comme invalidité prise en charge en Suède. Les différences observées au niveau de la peau peuvent être des marqueurs de cette invalidité;
- une recherche indiquant une prévalence plus élevée de dysfonctionnement de la thyroïde et de troubles hépatiques, et une inflammation chronique chez les patients présentant des symptômes d'hypersensibilité électromagnétique. On recommande de vérifier les maladies traitables chez ces patients.

La recherche évolue en ce qui a trait au diagnostic (caractères, symptômes et marqueurs objectifs), au traitement et à la prise en charge des personnes souffrant d'hypersensibilité électromagnétique; des lignes directrices cliniques sont en place et à l'étude.

H. Effets biochimiques

La recherche comprend souvent des mesures biochimiques, de sorte qu'il n'est guère surprenant que les documents publiés au sujet des effets biochimiques représentent la plus grande collection de publications révélant les effets importants et potentiellement nocifs des rayonnements de radiofréquences. Plusieurs thèmes sont abordés dans les 65 publications examinant les recherches en laboratoire qui ont été recensées, dont certains ont été effleurés ci-dessus.

Dans les études portant sur les animaux, les rayonnements de radiofréquences ont une incidence sur les paramètres biochimiques qui se traduisent en :

- stress oxydatif accru;
- dommage au matériel génétique;
- dommage aux membres cellulaires, accompagné d'une fluidité réduite et d'une perméabilité accrue;
- dommage cellulaire et mort cellulaire dans le cerveau, le cœur, le foie, les testicules, le sang et les cellules reproductrices (spermes et ovules);
- changements au niveau des neurotransmetteurs qui régissent le fonctionnement du système nerveux.

Ces conclusions sont reproduites et examinées plus à fond dans divers systèmes de cultures cellulaires qui stimulent le système nerveux, les globules blancs [lymphocytes], les spermatozoïdes et les tissus.

Conclusions

Cette collection de 140 publications récentes renferme des données pertinentes très importantes liées aux effets sur la santé, allant des études faites sur les phénomènes biochimiques et intracellulaires, en passant par les études sur les modèles animaux et les humains. De nombreuses preuves des risques potentiels n'ont pas été prises en compte dans cette révision du Code de sécurité 6, notamment les risques de cancer, les dangers pour la reproduction et le développement, les risques neurologiques et cardiaques, l'hypersensibilité électromagnétique et le fonctionnement biochimique de ces états.

Dans l'ensemble, il est clair que les ouvrages scientifiques n'ont pas été suffisamment fouillés, colligés, ni évalués. Le groupe CST s'inquiète en particulier du fait qu'environ les trois quarts de ces références ont été fournis lors des consultations. Les documents présentés ici peuvent constituer la pointe de l'iceberg, parce qu'il est très possible qu'un spécialiste de l'information aurait pu découvrir beaucoup plus de travaux de recherche.

Les données probantes actuelles qui sont censées appuyer la version provisoire du Code de sécurité 6 ne fournissent pas les nombreuses informations montrant le risque de dangers importants présentés par de faibles niveaux d'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences. Il est nécessaire de suivre les pratiques exemplaires modernes établies à l'échelle internationale pour entreprendre un examen systématique de la santé environnementale en interprétant de façon informée les forces et les limites de l'étude et en assurant une transparence complète pour que Santé Canada réunisse des données probantes plus exhaustives et actuelles.

En l'absence de données probantes complètes, il est impossible que Santé Canada ait fondé le Code de sécurité 6 sur la « valeur de la preuve » comme il le prétend. Vu l'absence d'études montrant les dangers et les suggestions de partialité dans le choix des données probantes, le Code de sécurité 6 en l'état actuel ne protégera pas la santé des Canadiens.

Le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre (ALARA)

Le groupe CST entend régulièrement des Canadiens affirmer que l'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences leur cause des problèmes de santé et des incapacités. La réponse immédiate à la pagaille scientifique actuelle et au problème de santé publique manifeste devrait consister à s'assurer que les effets sur la santé sont reconnus et que les expositions se situent *au niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre (ALARA)*.

Pour y parvenir, les mesures répertoriées devraient notamment être prises :

- fournir des lignes directrices et des ressources pour aider les médecins canadiens à se familiariser avec l'exposition aux radiofréquences et rayonnements hyperfréquences ainsi qu'avec les problèmes de santé connexes et l'évolution clinique qui pourraient être associés à une surexposition ou à une hypersensibilité;
- recommander aux Canadiens de limiter leur exposition, notamment les enfants;
- utiliser strictement des ordinateurs câblés dans les écoles et les lieux de travail. S'il est impossible de le faire, permettre aux personnes de débrancher le routeur dans la salle de classe ou sur le lieu de travail, et fournir des « zones sûres » pour les personnes présentant une hypersensibilité électromagnétique;
- développer et déployer rapidement des technologies présentant des émissions plus faibles et moins fréquentes :
 - p. ex. les appareils « intelligents » devraient rarement transmettre des signaux et être installés dans des réseaux point à point plutôt que comporter les multiples niveaux d'un « réseau maillé »;
 - mettre au défi et/ou encourager l'industrie à mettre en place des solutions plus sûres (Bell, Rogers et Telus ont tous présenté des solutions ou signé des accords visant des niveaux d'émission nettement en deçà de ceux prévus dans le Code de sécurité 6 qui offrent une couverture complète de téléphonie cellulaire);
 - les appareils présentant des émissions nettement plus faibles disponibles dans d'autres pays devraient être approuvés rapidement par l'Association canadienne de normalisation. Au nombre des exemples de ce genre d'appareils, mentionnons les téléphones sans fil et les moniteurs pour bébé qui transmettent seulement des ondes, lorsque nécessaire, et pas de façon continue.

Annexe 1. Rigueur des « études faisant autorité »

Dans les documents de Santé Canada et de la SRC, il est fait référence à 16 « études faisant autorité ». Le nombre de citations publiées chaque année de 2009 à 2014 dans chacune de ces études ainsi que dans la « Friesen Update » est résumé au tableau 2.

Même si plus d'un millier de publications récentes pertinentes (2009 à 2013) ont été recensées dans la « Friesen Update » et fournies à la SRC, celle-ci a cité moins de 15 % du nombre d'études. De surcroît, parmi les « études faisant autorité », la plus importante et la plus récente, soit le rapport préliminaire 2013 du CSRSSEN, a fait référence à 34 % des études. Même s'il n'existait aucun recoupement entre les citations canadiennes et celles du CSRSSEN (ce qui n'est pas vrai), plus de la moitié des études pertinentes facilement identifiables n'ont pas été examinées. Voir le tableau 2 ci-après.

Tableau 2. Relevé du nombre de références 2009 à 2014 citées dans les documents afférents au Code de sécurité 6 de Santé Canada, dans le rapport de la Société royale du Canada, dans le mémoire « Friesen Update » et dans diverses « études faisant autorité ». Les abréviations sont définies à la page suivante.

| | Rapport | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Nombre de rapports cités |
|--|---|------|------|------|------|------|-------|--------------------------|
| Santé Canada | Version provisoire du CS 6 2013 pour examen de la SRC | 7 | 5 | 2 | 2 | | | 16 |
| | Version provisoire du CS 6 2014 publiée sur le site Web de SC le 16 mai 2014 | 9 | 6 | 2 | 3 | 3 | | 23 |
| | Justification du CS 6 2013 de Santé Canada | 7 | 3 | 4 | 3 | | | 17 |
| | Rapport sur le CS 6 de la SRC 1 ^{er} avril 2014 | 21 | 40 | 36 | 39 | 29 | 3 | 168 |
| | Rapport sur le CS 6 de la SRC 1 ^{er} avril 2014 Chapitre 7 (Effets sur la santé) | 14 | 26 | 26 | 32 | 22 | 4 | 124 |
| | MISE À JOUR FriesenM fournie à la SRC (2013) | 226 | 257 | 233 | 246 | 205 | 3 EAP | 1 170 |
| « Revues faisant autorité » déterminées par Santé Canada | CSRSen préliminaire 2013 | 83 | 94 | 99 | 96 | 28 | | 400 |
| | ANSES 2013 France | 84 | 102 | 104 | 64 | 15 | | 369 |
| | AGNIR 2012 Royaume-Uni | 116 | 101 | 41 | 3 | | | 261 |
| | SSM 2013 Suède | 11 | 31 | 113 | 98 | 4 | | 257 |
| | NIPH 2012 Norvège | 51 | 77 | 63 | 8 | | | 199 |
| | CIRC 2011 Monographie de l'OMS 102 | 78 | 69 | 40 | | | | 187 |
| | EFHRAN 2012 Commission européenne | 38 | 29 | 66 | 3 | | | 136 |
| | La Haye 2013 Pays-Bas | 16 | 14 | 26 | 5 | | | 61 |
| | SSK 2011 Allemagne | 13 | 20 | 18 | | | | 51 |
| | CCARS 2011 Espagne | 29 | 14 | | | | | 43 |
| | Comité d'experts de l'Amérique latine 2010 | 26 | 7 | | | | | 33 |
| | Mugdhal et al 2013 Commission européenne* | 24 | 3 | | | | | 27* |
| | Reuben 2010 | 13 | | | | | | 13 |
| | Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants 2009 | 10 | | | | | | 10 |
| | Victoria Department of Health 2012 Australie | | | 5 | 2 | | | 7 |
| EFHRAN 2009 | 5 | | | | | | 5 | |
| Part&Jarasinski 2013 Commission européenne | 1 | 1 | | | | 2 | 4 | |

EAP = publication électronique avant l'impression

* comprend les erreurs de saisie et les duplicatas.

Abréviations des titres de rapport

- AGNIR (2012)** = Advisory Group on Non-ionising Radiation. “Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields”. Health Protection Agency. UK. http://www.ices-emfsafety.org/documents/publications/AGNIR_report_2012.pdf. 2012.
- ANSES (2011)** = Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail. Radiofréquences et santé. Mise à jour de l’expertise. Maisons-Alfort, France;
- CCARS (2011)** = Scientific Advisory Committee on Radio Frequencies and Health. Report on Radiofrequencies and Health (2009-2010). Madrid, Spain. 2011;
- EFHRAN (2012)** = European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure. Risk analysis of human exposure to electromagnetic fields (revised). European Commission [Internet]. 2012;
- Friesen M. UPDATE 2013** = Selected list of scientific and other literature on wireless radiation including radiofrequency and microwave radiation, for a full evaluation of biological effects by the Royal Society of Canada’s Expert Panel reviewing draft of Safety Code 6 (2013): Update, December 2013. Submitted to the RSC - public consultation process. 2013:108 pp.
- Health Canada SC 6 (2013) Draft** = Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Energy in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz: Safety Code 6: 2013 DRAFT. Health Canada; 2013.
- Health Canada SC6 (2013) - Rationale** . Safety Code 6 (2013) -Rationale. Health Canada. 2013;44.
- Health Canada SC 6 (2014) Draft** = Health Canada. Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Energy in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz: Safety Code 6: 2014 DRAFT. Health Canada; 2014.
- IARC (2013)** = International Agency for Research on Cancer (World Health Organization). Non-ionizing radiation, Part II: radiofrequency electromagnetic fields. IARC Working group on the evaluation of carcinogenic risks to humans. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 102. 2013;
- ICNIRP (2009)** = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). 2009 May 1]; Available from: <http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>
- Latin American (2010)** = Latin American Experts Committee on High Frequency Electromagnetic Fields and Human Health Latin American Experts Committee. Non-Ionizing Electromagnetic Radiation in the Radiofrequency Spectrum and its Effects on Human Health with a Review on the Standards and Policies of Radiofrequency Radiation Protection in Latin America. 2010. Available from: <http://www.wireless-health.org.br/downloads/originals/LatinAmericanScienceReviewreportFinal-2MR.doc>
- Mugdhal et al. 2013** = Mudgal S, Sonigo P, Toni de A, Johansson L, Rualt C, Schütz J, et al. Promoting healthy environments with a focus on the impact of actions on electromagnetic fields. European Commission.
- NIPH (2012)** = Norwegian Institute of Public Health. Low-level radiofrequency electromagnetic fields - an assessment of health risks and evaluation of regulatory practice (English Summary). Oslo, Norway [Internet]. 2012;
- Part P, Jarosinska D 2013** = same authors as in: Electromagnetic fields. In: Environment and human health — Joint EEA-JRC report (EEA Report No 5/2013). European Commission. 2013;Chapter 8:58–9.
- Reuben SH (2010)** = President’s Cancer Panel (PCP). Reducing environmental cancer risk: what we can do now. DIANE Publishing. 2010;240.
- RSC SC6 (2014)** = The Royal Society of Canada Expert Panel: A Review of Safety Code 6 (2013): Health Canada’s Safety Limits for Exposure to Radiofrequency Fields. Spring 2014:164. Released to the public 1 April 2014.
- SCENIHR (2009)** = Health effects of exposure to EMF. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks Opinion, European Commission Directorate General for Health and Consumers, Luxembourg. 2009;
- SCENIHR (2013)** = Preliminary opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks Opinion, European Commission Directorate General for Health and Consumers, Luxembourg. 2013;219.
- SSK (2011)** = German Commission on Radiological Protection. Biological effects of mobile phone use: an overview. German Commission on Radiological Protection. 2011;64 pp.
- SSM (2013)** = Swedish Radiation Health Authority. Eighth report from SSM’s Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2013.
- The Hague (2013)** = The Health Council of The Netherlands. Mobile phones and cancer. Part 1. Epidemiology of tumours of the head. The Netherlands [Internet]. 2013;2013/11.
- Victoria Depart. Health (2013)** = Victoria Department of Health. Radiation Advisory Committee Annual Report 2012.pdf. Australia: 20 pp.