

Antennes de téléphonie mobile et santé publique

ÉTAT DES CONNAISSANCES

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

Antennes de téléphonie mobile et santé publique

ÉTAT DES CONNAISSANCES

Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie

Septembre 2010

AUTEURS

Abdoulaye Diallo

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Denis Gauvin

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

AVEC LA COLLABORATION DE

Daniel Bolduc

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Patrick Levallois

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Patrick Poulin

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Nicole Dubé

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leurs commentaires lors de la consultation :

Rollande Allard

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie/Direction de santé publique

Monique Beausoleil

Agence de la santé et des services sociaux de Montréal/Direction de santé publique

Élyse Brais

Agence de la santé et des services sociaux de Lanaudière/Direction de santé publique

Albert Daveluy

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Jean-Claude Dessau

Agence de la santé et des services sociaux des Laurentides/Direction de santé publique

Marie-Johanne Nadeau

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie/Direction de santé publique

Guy Sanfaçon

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 1^{er} TRIMESTRE 2011

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA

ISBN : 978-2-550-60922-3 (VERSION IMPRIMÉE)

ISBN : 978-2-550-60923-0 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2011)

AVANT-PROPOS

Le réseau de la téléphonie mobile sans fil s'est considérablement développé au cours des dernières années. De nombreuses antennes émettrices-réceptrices sont érigées afin de permettre la transmission des informations sous forme de signaux entre les utilisateurs. La construction de ces antennes de téléphonie ou stations de base¹ suscite certaines préoccupations auprès de la population quant au potentiel des risques à la santé liés aux radiofréquences émises par ces infrastructures.

Bien qu'au Canada les radiocommunications et les télécommunications soient exclusivement de compétence fédérale, les directions régionales de santé publique du Québec (DSP) sont de plus en plus interpellées afin d'émettre des avis de santé publique sur la présence de ces antennes. Dans le but de soutenir les DSP, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) a demandé à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) de procéder à une revue scientifique sur le sujet, notamment en tenant compte des positions prises par les organismes reconnus tels que Santé Canada (SC) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Ce rapport a pour but de présenter un état de situation quant aux risques sanitaires liés aux ondes de radiofréquences émises par les antennes des stations de base de téléphonie mobile en se basant sur la position des grands organismes nationaux et internationaux. Les risques à la santé liés spécifiquement à l'utilisation du téléphone mobile et aux champs de radiofréquences émis par ce type d'appareil ne font pas l'objet du présent mandat tout comme l'évaluation des autres sources d'exposition populationnelle aux autres types de radiofréquences tels que les ondes de radiodiffusion et télédiffusion, les radars, les ondes Wifi et Bluetooth.

¹ Station de base : station d'émission et de réception fixe, composée d'une ou de plusieurs antennes émettrices/réceptrices qui sont utilisées pour acheminer les appels cellulaires.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES.....	V
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	VII
INTRODUCTION.....	1
1 MÉTHODOLOGIE	3
2 GÉNÉRALITÉS SUR LES RADIOFRÉQUENCES ET LES STATIONS DE BASE	5
3 LIMITES D'EXPOSITION	7
4 EXPOSITION AUX RADIOFRÉQUENCES DES STATIONS DE BASE	11
5 CONNAISSANCES SUR LES EFFETS BIOLOGIQUES ET SANITAIRES	13
5.1 Les études in vivo sur les animaux et in vitro	13
5.2 Les études chez l'humain	14
5.2.1 Les études épidémiologiques	14
5.2.2 Exposition des volontaires	15
6 AVIS D'ORGANISMES NATIONAUX ET INTERNATIONAUX	17
6.1 Organisation mondiale de la Santé	17
6.2 Commission internationale de la protection contre les radiations non ionisantes	17
6.3 Commission européenne.....	18
6.4 Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.....	18
6.5 Federal Communications Commission	19
6.6 En Suisse	19
6.7 Au Canada.....	19
6.7.1 Société royale du Canada	19
6.7.2 Santé Canada.....	20
6.7.3 Industrie Canada	20
6.7.4 Ville de Toronto.....	21
6.8 Rapport BioInitiative	21
CONCLUSION	25
RÉFÉRENCES.....	27
ANNEXE 1 ENQUÊTE AUPRÈS DES DIRECTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC SUR LES DEMANDES LIÉES AUX ANTENNES RELAIS – PRINCIPAUX RÉSULTATS	35
ANNEXE 2 LIMITES D'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES	39

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1	Limites d'exposition recommandées pour certaines fréquences associées aux télécommunications.....	8
Tableau 2	Limites d'exposition aux champs électromagnétiques pour les environnements non contrôlés (pour la population) Code de sécurité 6.....	41
Tableau 3	Niveau de référence pour l'exposition de la population générale à des champs électriques et magnétiques alternatifs (valeurs RMS en conditions non perturbées).....	42
Tableau 4	Maximum permissible exposure value (MPE) for the general public when an RF safety program is unavailable.....	43
Figure 1	Les catégories de demandeurs d'informations sur les stations de base aux DSP entre 1999 et 1 ^{er} novembre 2009.....	37
Figure 2	Évolution de la quantité de demandes d'informations sur les stations de base aux DSP entre 1999 et le 1 ^{er} novembre 2009	38

LISTE DES ABRÉVIATIONS

$\mu\text{W}/\text{m}^2$	Microwatt par mètre carré
ACRBR	Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research
Afsset	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
ARN	Acide ribonucléique
CEM (EMF)	Champs électromagnétiques (<i>electromagnetic fields</i>)
COMAR	Committee on Man and Radiation
CS6	Code de sécurité 6
CSRSEN	Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux
CUE	Conseil de l'Union européenne
DAS	Débit d'absorption spécifique
HSEM	Hypersensibilité électromagnétique
CEM-EBF	Champs électromagnétiques d'extrêmes basses fréquences
EMBS	Engineering in Medicine and Biology Society
FCC	Federal Communications Commission
GHz	Gigahertz
Hsps	<i>Heat shock proteins</i>
IC	Industrie Canada
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
InVS	Institut de veille sanitaire
ISPED	Institut de Santé Publique, d'Épidémiologie et de Développement
km	Kilomètre
m	Mètre
MHz	Megahertz
mW/m^2	Milliwatt par mètre carré
NOAEL	<i>No observable adverse effect level</i>
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ORNI	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant – Suisse
SCP (PCS)	Système de communication personnel (<i>Personal communications services</i>)
RF	Radiofréquence
SC	Santé Canada
s. d.	Sans date
SRC (RSC)	Société royale du Canada (Royal Society of Canada)
UE	Union européenne
W/kg	Watt par kilogramme
W/m^2	Watt par mètre carré

INTRODUCTION

En 2006, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) dénombrait plus de 1,4 million de stations de base de téléphonie cellulaire, réparties partout dans le monde (OMS, 2006a). Seulement au Canada, le nombre d'utilisateurs de la téléphonie mobile est passé de près de 100 000 à 22,5 millions entre 1987 et septembre 2009. Cette augmentation est jumelée à l'installation croissante des stations de base où l'on dénombre près de 8 000 antennes cellulaires à travers le pays (ACTS, s. d.). Ces réseaux d'antennes fixes ou stations de base sont nécessaires pour assurer la transmission des données modulées sous forme de radiofréquences entre les différents utilisateurs.

En raison du développement rapide et considérable de ces technologies, on assiste à une montée des préoccupations quant à la localisation des stations de base (ex. : Sauvons nos Enfants des Micro-ondes, SEMO, s. d.). Les risques potentiels pour la santé sont fréquemment évoqués afin de justifier le démantèlement, la relocalisation ou l'implantation de limites d'exposition plus sévères pour ces antennes (Toronto Public Health, 1999, 2007a; BWG, 2007; Aufderreggen *et al.*, 2009). Le processus de localisation des antennes, se faisant bien souvent sans consultation des communautés, suscite également des mécontentements et est possiblement un facteur non négligeable dans l'acceptabilité sociale de ces installations. Le Québec n'échappe pas à cette réalité. Un nombre croissant d'inquiétudes en lien avec ces infrastructures sont exprimées aux municipalités et au réseau de la santé (voir annexe 1). Certaines préoccupations concernent les effets sanitaires en lien avec une exposition chronique aux radiofréquences et des divergences sont exprimées quant à l'interprétation et la gestion de ce risque.

Les sections qui suivent présentent la méthodologie pour la réalisation du rapport suivi de quelques généralités et notions de base sur les antennes relais, l'exposition à leurs radiofréquences émises ainsi que les limites d'exposition qui s'y rattachent. Les effets reconnus ou suspectés liés à ces champs sont abordés ainsi que les avis d'organismes nationaux et internationaux pour terminer avec une conclusion générale.

1 MÉTHODOLOGIE

Ce rapport a été élaboré à la suite d'une analyse détaillée des principaux documents traitant des risques à la santé liés à l'exposition de la population aux radiofréquences émises par les stations de base. Ces documents de référence proviennent principalement d'organisations scientifiques internationales et nationales comme Santé Canada (SC), l'Organisation mondiale de la Santé, la Commission internationale de la protection contre les radiations non ionisantes (ICNIRP), l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset), dont nous présentons les positions et recommandations.

De façon complémentaire, une section consacrée à l'analyse du rapport BioInitiative par la communauté scientifique est également présentée. En plus de la consultation des publications des organismes internationaux et de revues d'articles scientifiques récents, des représentants de Santé Canada et Industrie Canada (IC) ont été contactés afin de compléter notre analyse.

2 GÉNÉRALITÉS SUR LES RADIOFRÉQUENCES ET LES STATIONS DE BASE

Le terme radiofréquences (RF), appelées aussi ondes radioélectriques ou champs radiofréquences et souvent microondes, est employé pour désigner les fréquences comprises entre 100 kHz à 300 GHz qui font partie du domaine des rayonnements non ionisants² (Levallois, 1996; OMS, 2003). L'intensité du champ RF peut être évaluée pour chacune de ses composantes (électriques ou magnétiques) ou par la densité de puissance exprimée en watt par mètre carré (W/m^2 ou $10 W/m^2 = 1 mW/cm^2$) (IC, s. d.). La force du champ électrique est exprimée en volt par mètre (V/m) alors que l'unité de mesure habituellement utilisée pour l'intensité du champ magnétique à ces fréquences est l'ampère par mètre (A/m). L'exposition aux RF est évaluée par la mesure du débit d'absorption spécifique (DAS) exprimé en watt par kilogramme (W/kg). Le DAS correspond au débit avec lequel l'énergie RF est absorbée par unité de masse corporelle (SC, 1999; CUE, 1999). On ne peut le mesurer directement dans les tissus, mais une correspondance entre la densité de puissance de l'onde et le DAS pour l'ensemble des radiofréquences est établie.

Les stations de base de téléphonie mobile, aussi appelées tours de télécommunications, sont des émetteurs/récepteurs de RF indispensables au fonctionnement des appareils de téléphonie mobile (ISPED, 2008). Chaque station de base est constituée d'une ou de plusieurs antennes relais et couvre une partie du territoire appelée « cellule ». La taille de la cellule dépend de la puissance des antennes et varie de quelques centaines de mètres en zone urbaine, à quelques kilomètres en milieu rural (Afsset, 2003).

Les RF sont émises par les antennes sous forme de faisceaux voyageant à la vitesse de la lumière. Ces faisceaux sont habituellement très étroits sur le plan vertical et plus larges sur le plan horizontal. Cette configuration permet au faisceau de parcourir un long corridor au-dessus du sol tout en limitant l'intensité du rayonnement à proximité de la station de base (OMS, 2000; RFcom, s. d.). Au Canada, les fréquences d'émissions principalement utilisées par les stations de base se situent entre 869 et 894 MHz pour la bande analogique et entre 1930 et 1975 MHz pour la bande du service de communications personnelles (SCP) (Santé Canada, 2003). D'autres fréquences pour la téléphonie cellulaire peuvent devenir disponibles au fur et à mesure du développement des technologies.

² Les rayonnements qui ne produisent pas suffisamment d'énergie pour rompre les liaisons intramoléculaires sont dits « non ionisants ».

3 LIMITES D'EXPOSITION

La majorité des pays industrialisés ont adopté des limites d'exposition aux RF afin de protéger leur population, tant les travailleurs que le grand public. Pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 300 GHz, ces limites visent la prévention des effets thermiques et sont fondées sur les risques pour la santé qui sont scientifiquement établis. Les données permettant d'évaluer les autres effets non thermiques étant limitées et non concluantes (ex. : effets à long terme tels que la cancérogénèse), elles ne sont généralement pas retenues pour l'établissement de ces limites.

Les expériences de laboratoire et les études animales ont montré l'existence d'un seuil pour l'apparition d'effet sur le comportement et d'une hausse de la température corporelle d'environ 1 °C lors d'une exposition aux radiofréquences produisant un DAS moyen d'environ 4 W/kg (Santé Canada, 2009b; OMS, 2006a). Ce niveau a été retenu par l'ICNIRP et sert de base aux limites de la plupart des recommandations existantes, auquel sont ajoutés des facteurs de sécurité complémentaires. L'OMS précise que ces limites d'exposition assurent la protection de toute population avec une grande marge de sécurité, contre les effets connus associés à l'énergie des RF (OMS, 2000). Les limites d'exposition associées aux radiofréquences sont établies selon la fréquence de la source et peuvent être exprimées en niveaux de champs électrique, magnétique ou de densité de puissance (voir annexe 2).

Ainsi, considérant un DAS de 4 W/kg pour la bande de 400 à 2000 MHz, soit la bande principalement utilisée dans le domaine de la téléphonie mobile, on applique un facteur de sécurité de 10 pour les travailleurs (DAS = 0,4 W/kg) et de 50 pour le public (DAS = 0,08 W/kg). L'ICNIRP et l'Union européenne (UE) calculent ensuite la densité de puissance (W/m^2) à respecter en divisant la fréquence en MHz par 200 (ICNIRP, 1998; CUE, 1999) (annexe 2). Ces limites sont calculées selon une période d'intégration de six minutes, moyenne temporelle permettant de considérer les facteurs liés à l'énergie absorbée et l'accroissement de la température dans les tissus vivants.

L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) fait le même calcul en utilisant une moyenne temporelle de trente minutes et obtient les mêmes limites d'exposition que précédemment, soit un DAS de 0,4 W/kg pour les travailleurs et de 0,08 W/kg pour le public (IEEE, 2006) (annexe 2).

Les limites d'exposition de Santé Canada pour les travailleurs et le public sont similaires à celles des autres organismes internationaux. Elles sont basées sur une moyenne temporelle de six minutes et un DAS de 4 W/kg auxquels sont appliqués des facteurs de sécurité selon que l'on se situe en environnements contrôlés (milieux non accessibles au grand public) ou en environnements non contrôlés (accessibles au grand public). Elles sont publiées dans le code de sécurité 6 (CS6) qui a été révisé en novembre 2009. Santé Canada a reconduit les mêmes limites d'exposition qu'en 1999 (SC, 2009 b). Ce code a été adopté comme fondement des spécifications de certification par Industrie Canada.

À titre indicatif, le tableau suivant résume les limites d'exposition retenues par Santé Canada, l'ICNIRP et l'IEEE pour les principales fréquences associées aux télécommunications³.

Tableau 1 Limites d'exposition recommandées pour certaines fréquences associées aux télécommunications

Organisation	Densité de puissance (W/m ²)	
	Bande analogique 824 – 894 MHz	Bande SCP* 1850 – 1975 MHz
ICNIRP, 1998	4,1 – 4,5	9,3 – 9,9
IEEE, 2006	4,1 – 4,5	9,3 – 9,9
Santé Canada, 2009b	5,5 – 6,0	10

* Bande du service de communications personnelles.

D'autres limites plus restrictives sont proposées dans certains pays ou par d'autres organisations (ex. : CFS, 2009; BWG, 2007). Les raisons évoquées pour l'adoption de limites plus restrictives sont entre autres : l'existence de certaines études rapportant des effets physiologiques à des niveaux inférieurs aux recommandations proposées par les organisations internationales (voir section 6), le principe de précaution⁴ ou encore l'adoption de limites d'exposition en fonction de ce qui est techniquement atteignable. À titre d'exemple, on peut citer la réglementation suisse sur les RF qui est plus stricte que les recommandations de l'ICNIRP. Elle est basée sur « *l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant* : ORNI » (République française, 2009). L'ORNI divise les lieux accessibles au public en deux : les zones de séjour momentané ou bref (ex. : routes, trottoirs, salles de spectacles, installations sportives) et les lieux à utilisation sensible correspondant à des zones où la période de séjour est élevée (ex. : locaux d'habitation, écoles, hôpitaux, maisons de retraite, postes de travail permanent) (CFS, 2009). Deux types de valeurs limites existent pour ces deux zones : des valeurs limites d'installation correspondant à l'intensité maximale de champ électrique d'une installation ne devant pas être dépassée dans les lieux à utilisation sensible et des valeurs limites d'immission mesurées en un emplacement donné correspondant à l'exposition maximale de la population aux RF provenant de l'ensemble des émetteurs radioélectriques existants (CFS, 2009; ANF, s. d.). Les valeurs limites d'installation sont basées sur des critères de faisabilité technique et économique (CFS, 2009; Aufderreggen *et al.*, 2009). Les valeurs limites d'immission doivent être respectées à la fois dans les lieux à utilisation sensible et les lieux à séjour momentané (République française, 2009; ANF, s. d.).

³ Le domaine des télécommunications étant en constant développement, d'autres bandes de fréquences que celles apparaissant dans ce tableau peuvent être disponibles.

⁴ Le principe de précaution consiste en l'adoption de mesure pour prévenir un risque potentiel, c'est-à-dire un risque mal connu, entaché d'incertitudes et associé à un danger hypothétique, mais jugé plausible.

Ainsi, ces choix de gestion du risque peuvent considérer tant les aspects scientifiques, socioéconomiques et politiques des communautés. L'OMS met néanmoins en garde les autorités qui souhaitent adopter des directives plus restrictives afin de réduire l'exposition. Celles-ci ne devraient pas remettre en cause les fondements scientifiques des critères retenus par l'intégration de facteurs de sécurité arbitraire. Également, l'OMS précise qu'une grande disparité entre les limites d'exposition nationales et les lignes directives internationales peut entraîner de la confusion auprès des décideurs politiques et même accroître l'anxiété de la population. L'OMS a donc publié en 2006 le *Framework for Developing Health-based EMF standards* qui vise à fournir des conseils pour établir des limites d'exposition basées sur les études scientifiques. Il s'adresse aux organismes de réglementation qui sont soit en processus de développement ou en révision de leurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques (OMS, 2006b).

Au Canada, les télécommunications étant sous la responsabilité fédérale, c'est Industrie Canada qui possède le pouvoir d'adopter les normes, les politiques et les procédures en cette matière. Ainsi, selon cette organisation, même si certaines autorités responsables désiraient adopter leurs propres limites d'exposition maximales aux RF, elles n'auraient pas les pouvoirs de les mettre en place et de faire respecter des limites d'exposition maximales différentes de celles prescrites par Santé Canada et adoptées par Industrie Canada comme fondement à sa réglementation (Communication personnelle Industrie Canada, Sylvain Faucher, décembre 2009).

4 EXPOSITION AUX RADIOFRÉQUENCES DES STATIONS DE BASE

L'exposition d'une personne aux rayonnements émis par les stations de base ne peut être estimée uniquement à partir de sa distance à l'antenne (SRC, 1999). En effet, plusieurs facteurs contribuent à la variation du niveau d'exposition d'une population aux RF dont la puissance, la fréquence et le type de transmetteur de l'antenne, la distance entre la personne et le transmetteur, l'orientation du faisceau de transmission, la présence d'autres infrastructures à proximité et le temps passé dans une région particulière du champ de RF (SRC, 1999). Également, la puissance totale émise de l'antenne relais s'ajuste constamment en fonction du nombre d'appels téléphoniques qui sont acheminés (Santé Canada, 2003; Pirard, 2000). Toutefois, bien que l'on ne puisse prédire la densité de puissance en fonction de la localisation des antennes relais, on considère généralement que les densités augmentent à mesure que l'on s'approche d'une station relais, mais que la variation peut être incertaine. Deux mesures réalisées à proximité peuvent varier d'un facteur de 10 ou même davantage.

Santé Canada, Industrie Canada et l'Association médicale canadienne ont réalisé de nombreuses mesures de RF pour les stations de base de téléphonie mobile. Les résultats montrent que l'exposition de la population aux RF est en général bien en dessous des limites recommandées dans le CS6 (Santé Canada, 2003; Nguyen *et al.*, 2002; Thansandote *et al.*, 1999).

En 2002, Industrie Canada a mené une série de mesures de l'intensité du champ magnétique dans la ville de Toronto, l'une des plus denses sur le plan des RF au Canada (Nguyen *et al.*, 2002). Effectuées dans 61 endroits, les mesures ont été prises à la hauteur de la tête d'un piéton (1,75 m au-dessus du sol) et pour des fréquences comprises entre 150 kHz et 3 GHz. Selon le rapport, la contribution de l'exposition liée spécifiquement aux stations de base dans la ville de Toronto varie de 9 à 24 % alors que la contribution associée à la radiodiffusion varie de 44 à 71 % (Nguyen *et al.*, 2002). La moyenne des valeurs maximales était 7194 fois inférieure aux limites d'exposition du CS6 dans les zones résidentielles alors que celle mesurée près des écoles et des parcs ou dans les zones industrielles était respectivement 5154 fois et 4464 fois inférieure au CS6.

En 2003, le Bureau de la protection contre les rayonnements des produits cliniques et de consommation, division d'électromagnétisme de Santé Canada, a procédé aux mesures des niveaux des RF issues des stations de base de téléphonie mobile dans une dizaine de secteurs de la ville d'Ottawa. Le maximum de densité de puissance mesuré a été de 3000 fois inférieur aux limites du CS6 (Santé Canada, 2003). Selon Santé Canada, même si toutes les mesures de cette dernière étude ont eu lieu dans la municipalité régionale d'Ottawa, elles sont probablement représentatives de tous les milieux urbains du Canada (Santé Canada, 2003).

Selon Industrie Canada, il y a déjà eu quelques cas de zones accessibles au public où les limites du CS6 étaient légèrement excédées. Ces situations, qui ont été corrigées il y a plusieurs années, ne mettaient toutefois pas en cause la proximité d'antennes relais de

réseaux cellulaires, mais concernaient généralement de nouvelles stations de radiodiffusion (Communication personnelle, Industrie Canada, Sylvain Faucher, décembre 2009).

L'Organisation mondiale de la Santé confirme que les mesures réalisées à proximité des stations de base, notamment dans les zones autorisées au public, démontrent que les maximums d'exposition sont 100 fois au-dessous des recommandations internationales (OMS, 2000; ICNIRP, 2009 b).

Il est intéressant de préciser que les niveaux et conditions d'exposition résultant des stations de base sont très différents de ceux que l'on observe pour les utilisateurs de téléphone mobile. En effet, le niveau d'exposition d'un utilisateur de téléphone cellulaire est de 100 à 100 000 fois plus élevé que celui d'une personne vivant à proximité d'une station de base (OMS, 2000; OMS, 2003; ANM, ADS, ADT, 2009) du fait que l'antenne du téléphone cellulaire est située à quelques centimètres de la tête de l'utilisateur. Par contre, les types d'exposition diffèrent entre ces équipements, les stations de base émettant continuellement des RF contrairement au téléphone cellulaire où l'exposition est directement reliée à l'utilisation de ce dernier.

5 CONNAISSANCES SUR LES EFFETS BIOLOGIQUES ET SANITAIRES

De nombreuses publications portant sur les effets sur les systèmes biologiques ont été produites au cours des trente dernières années. L'échauffement des tissus, consécutif à une élévation de la température induite par l'énergie des RF absorbée dans les systèmes biologiques, est le mécanisme le plus connu et accepté par la communauté scientifique. Par contre, certains effets non thermiques demeurent non confirmés et nécessitent des recherches complémentaires afin de mieux comprendre et conclure quant aux résultats des études antérieures réalisées sur le sujet. La section suivante présente une synthèse des principales conclusions quant aux effets biologiques résultant de l'exposition aux RF. Elles sont regroupées en deux sous-sections : les études in vivo et in vitro et par la suite, les études chez l'humain.

5.1 LES ÉTUDES IN VIVO SUR LES ANIMAUX ET IN VITRO

Les études in vitro réalisées au cours des dernières décennies ne fournissent pas de preuves cohérentes des effets biologiques des RF associés à un niveau non thermique (ICNIRP, 2009a). Également, à quelques exceptions près, les études sur les animaux (in vivo) n'ont pas fourni de preuve quant aux effets cancérigènes ou aux effets génétiques directs après l'exposition des mammifères aux RF. Quelques études antérieures ont obtenu des résultats positifs, mais elles présentent des lacunes ou des biais méthodologiques (ICNIRP, 2009a). Ainsi, le rapport de l'ICNIRP conclut que les résultats des études sur la prolifération et la différenciation cellulaire, l'apoptose et la transformation cellulaire sont négatifs. Concernant l'effet des RF sur les protéines de stress et plus particulièrement les « Heat shock proteins » (hsps), les résultats des études sont incohérents, même si la plupart suggèrent une absence d'effet (ICNIRP, 2009a). Les études récentes suggèrent que l'exposition aux RF n'a pas ou très peu d'effets sur l'expression des gènes en lien avec le cancer (protooncogènes et gènes suppresseurs de tumeur) (ICNIRP, 2009a).

Concernant les effets rapportés par certaines études dans les bandes de 100 kHz à 300 GHz, à des niveaux de RF inférieurs au seuil de manifestation des effets thermiques, Santé Canada souligne : « À l'heure actuelle, ces effets n'ont pas été scientifiquement établis, et leur incidence sur la santé humaine n'est pas suffisamment comprise. En outre, le manque de preuves de causalité, de vraisemblance biologique et de reproductibilité affaiblit grandement l'hypothèse de l'existence de tels effets. » (SC, 2009b).

En septembre 2009, deux chercheurs de Santé Canada ont publié une revue scientifique sur les effets des RF sur les gènes et protéines. Bien que certaines études rapportent une possibilité d'effets des RF sur les gènes et protéines, les auteurs concluent que pris collectivement, le poids de la preuve des études ne soutient pas l'existence d'un effet à des niveaux non thermiques des RF. La majorité de ces études comportent des lacunes sur leur méthodologie et leurs résultats n'ont pas été validés par d'autres études (McNamee et Chauhan, 2009).

Les avis scientifiques produits en 2003, 2005 et 2009 par les groupes d'experts multidisciplinaires de l'Afsset, basés sur l'analyse des revues scientifiques reconnues par les pairs, ainsi que de plusieurs publications hors de ces revues et divers rapports internationaux, amènent à conclure que l'exposition à des niveaux non thermiques des RF de fréquences supérieures à 400 MHz n'entraîne pas :

- d'effet génotoxique ou cogénotoxique reproductible à court ou à long terme;
- de changement dans les grandes fonctions cellulaires (l'expression génétique, la production de radicaux libres oxygénés, l'apoptose des cellules de gliome ou de neuroblastome humains);
- de stress cellulaire (sauf à des niveaux thermiques);
- d'effet sur le fonctionnement du système immunitaire;
- d'effet cancérigène ou cocancérigène;
- d'effet nocif sur le système nerveux (cognition, bien-être, intégrité de la barrière hématoencéphalique, ou même la fonction cérébrale générale) (Afsset, 2009a).

En décembre 2009, le groupe d'experts formé de membres de l'Académie nationale de médecine, de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies de la France a déposé son avis quant aux ondes des antennes relais. Ce groupe d'experts approuve sans réserve les conclusions du rapport de l'Afsset déposé en octobre 2009. Ainsi, les hypothèses liées aux mécanismes biologiques n'ont pas été confirmées. Ce groupe a analysé plus spécifiquement les études positives ayant été retenues par l'Afsset. Il souligne que les niveaux d'exposition utilisés dans ces études étaient des milliers de fois supérieurs à ceux créés par les antennes relais. De plus, leurs résultats n'ont pas été validés par d'autres études indépendantes.

Grange et Host (2009), de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, suggèrent parmi les hypothèses de certains mécanismes biologiques potentiellement reliés à des effets non thermiques : la génération de radicaux libres, les stress oxydants, la génotoxicité, l'apoptose et l'atteinte du système immunitaire ou de la barrière hématoencéphalique. Tout comme le précise l'Afsset, à l'heure actuelle, aucun de ces mécanismes biologiques n'a pu être confirmé (Grange et Host, 2009).

5.2 LES ÉTUDES CHEZ L'HUMAIN

Cette section présente un résumé des résultats obtenus dans les études épidémiologiques et lors d'exposition de volontaires aux RF.

5.2.1 Les études épidémiologiques

Les études épidémiologiques sur les antennes relais de téléphonie mobile sont peu nombreuses. Le faible niveau d'exposition du public aux RF associés aux stations de base peut expliquer cet état de fait. Il est de plus très difficile de bien caractériser l'exposition individuelle aux diverses sources de RF dans les différentes conditions de la vie quotidienne (radio, télévision, cellulaire, etc.). À cela s'ajoute la difficulté de trouver des sujets non exposés aux RF ou encore des participants n'ayant pas d'opinion préconçue quant aux risques évoqués (Afsset, 2005; Afsset, 2009a).

Les études épidémiologiques recensées (InVS, 2004; Santini *et al.*, 2002; 2003; Hutter *et al.*, 2006; Abdel-Rassoul *et al.*, 2007; Heinrich *et al.*, 2007; Berg-Beckhoff *et al.*, 2009; Thomas *et al.*, 2008a) portent principalement sur des symptômes dits non spécifiques tels que les maux de tête, problèmes de mémoire, vertiges, tremblements, symptômes de dépression, troubles du sommeil ou de l'humeur, nausées, pertes d'appétit, sentiments d'inconfort, problèmes cutanés, baisses de libido, difficultés de concentration, ou encore, moins fréquemment, sur différents problèmes spécifiques tels que le cancer. Selon l'ICNIRP, les résultats des études épidémiologiques disponibles ne donnent aucune preuve cohérente et convaincante d'une relation causale entre l'exposition aux RF et des effets néfastes pour la santé. Cependant, ces études présentent des lacunes et des biais méthodologiques qui ne permettent pas d'exclure toute association de façon définitive (ICNIRP, 2009a).

En ce qui concerne les cas de cancers à proximité des stations de base rapportés par certaines études, l'OMS conclut que « ..., dans toute population, les cancers ont une répartition géographique irrégulière. Compte tenu de l'omniprésence des stations de base dans l'environnement, on peut s'attendre à ce que, par le simple fait du hasard, des groupes de cas puissent se produire à leur proximité. En outre, les cancers signalés dans ces groupes de cas sont souvent de différents types, sans caractéristiques communes et donc, avec peu de probabilité d'avoir une cause commune » (OMS, 2006a).

5.2.2 Exposition des volontaires

La majorité des études effectuées chez des volontaires utilisent un téléphone mobile présent sur le marché pour exposer les sujets (Afsset, 2009a; OMS, 2006a). Ces études sont souvent de très courte durée, le nombre de volontaires est faible et l'hétérogénéité est plus grande entre les volontaires comparativement aux études sur les animaux (ICNIRP, 2009a). Ces facteurs réduisent la puissance de ces études pour détecter des effets sur la santé. De plus, elles font généralement appel à des volontaires en bonne santé, ce qui est peu susceptible de refléter la situation de la population générale (ICNIRP, 2009a).

L'Organisation mondiale de la Santé souligne que les études d'exposition des volontaires évaluant les ondes cérébrales, l'état cognitif et les comportements n'ont pas mis en évidence d'effets indésirables (OMS, 2006a). Les niveaux d'exposition utilisés dans ces études sont 1000 fois supérieurs à ceux auxquels la population est généralement exposée (OMS, 2006a). Selon l'ICNIRP, l'effet le plus constant dans les études chez les volontaires est la réponse de thermorégulation induite par le chauffage (ICNIRP, 2009a).

Certaines personnes rapportant être atteintes d'hypersensibilité électromagnétique (HSEM) attribuent leurs symptômes à diverses sources des CEM. Toutefois, les résultats des études de provocation à double insu suggèrent que les CEM ne sont pas à l'origine des symptômes constatés et ne sont pas liés à l'exposition aux CEM (ICNIRP, 2009a; OMS, 2005; OMS, 2006a; IEEE, 2006; Afsset, 2009a). Il est suggéré que d'autres facteurs environnementaux tels que des problèmes d'éclairage, d'ergonomie, de qualité de l'air ou encore de stress dans l'environnement de travail ou de vie pourraient jouer un rôle dans ces symptômes. La crainte perçue d'éventuels effets sur la santé liés aux CEM plutôt que l'exposition elle-même, pourrait également être un facteur à considérer dans la survenue des symptômes.

L'Organisation mondiale de la Santé souligne que, quelle que soit la source, l'HSEM peut être handicapant pour les personnes touchées. Elle considère qu'il n'y a pas d'éléments scientifiques liant ce problème à l'exposition aux CEM (OMS, 2005). Il n'en demeure pas moins que les inquiétudes liées à l'exposition aux RF, notamment celles des antennes relais, peuvent induire des situations de stress auprès de certaines personnes et être parfois à l'origine de véritables problèmes de santé. Ainsi, tout en précisant qu'il n'existe aucune base scientifique permettant d'établir une relation causale entre les CEM et l'hypersensibilité, l'OMS recommande à l'intention des gouvernements de fournir aux personnes se plaignant d'hypersensibilité à ces champs, aux professionnels de la santé ainsi qu'aux employeurs, de l'information vulgarisée sur l'état actuel des connaissances scientifiques concernant les risques potentiels associés aux CEM (OMS, 2005).

6 AVIS D'ORGANISMES NATIONAUX ET INTERNATIONAUX

Cette section présente un bref survol de la position actuelle de certains organismes reconnus dans la gestion des risques pour la santé liés aux RF. Nous nous sommes limités aux principales organisations considérées crédibles dans le domaine de la santé ou encore certaines positions ayant fait l'objet d'une forte médiatisation.

6.1 ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

Avec l'essor des technologies sans fil et de la téléphonie cellulaire, l'OMS précise que l'inquiétude principale de la population à propos des stations de base est liée aux effets sanitaires éventuels d'une exposition à long terme du corps entier aux RF émises par ces dernières (OMS, 2006a).

Une augmentation de la température corporelle de plus de 1 °C constitue à ce jour le seul effet sanitaire clairement rapporté par les études scientifiques. Il est important de noter que cette augmentation de la température n'est observée que lorsqu'un corps est exposé à des RF de très haute intensité, cette situation ne pouvant être rencontrée qu'en milieu de travail (OMS, 2006a). Les niveaux d'exposition de la population associés à la présence de stations de base sont très faibles. Dans ce contexte, l'augmentation de la température corporelle est négligeable et n'a aucun effet sanitaire (OMS, 2006a). L'OMS est d'avis qu'à l'heure actuelle, aucun élément scientifique convaincant ne permet d'établir d'éventuels effets nocifs pour la santé humaine associés aux stations de base de téléphonie mobile (OMS, 2006a).

6.2 COMMISSION INTERNATIONALE DE LA PROTECTION CONTRE LES RADIATIONS NON IONISANTES

La Commission internationale de la protection contre les radiations non ionisantes est une organisation scientifique indépendante reliée à l'OMS dont les objectifs sont de fournir des orientations et des conseils sur les risques sanitaires liés aux rayonnements non ionisants afin de protéger les personnes et l'environnement contre ceux-ci (ICNIRP, 2009a). En 1998, elle a établi des lignes directrices relatives à cette exposition (ICNIRP, 1998).

En 2009, l'ICNIRP soulignait qu'aucune étude scientifique concluante n'a permis de démontrer que les ondes émanant des stations de base de téléphonie mobile présentent un danger pour la santé (ICNIRP, 2009a). Selon la Commission, en raison du faible niveau d'exposition, il est peu probable que les RF de ces installations aient des effets sur la santé. Néanmoins, la possibilité d'un éventuel effet sur la santé est une préoccupation majeure pour beaucoup de personnes (ICNIRP, 2009a). Dans un autre document publié également en 2009, l'ICNIRP explique qu'il n'existe pas d'argument factuel justifiant la révision des limites d'exposition aux RF qu'elle a définies en 1998. Selon la Commission, de 1998 à nos jours, aucune publication scientifique n'a montré des effets sur la santé pour des expositions inférieures à ces limites (ICNIRP, 2009b).

6.3 COMMISSION EUROPÉENNE

La recommandation du Conseil de l'Union européenne (CUE), datant du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) est basée sur les conclusions de l'ICNIRP (CUE, 1999). En janvier 2009, le Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux de la commission européenne (CSRSEN) conclut dans son rapport que les connaissances actuelles sur l'exposition aux RF ne permettent pas de les lier aux symptômes éprouvés par certaines personnes (maux de tête, fatigue et étourdissements, etc.). Le Comité est d'avis que ces symptômes sont des effets « nocebo », c'est-à-dire une altération inattendue et importante sur la santé de la personne exposée ou croyant être exposée aux RF (SCENIHR, 2009). Présentement, aucun effet sanitaire associé à une exposition aux RF au-dessous des limites recommandées par le CUE n'a été rapporté de façon scientifiquement cohérente (SCENIHR, 2009). Cependant, sur la base du principe de précaution, certains pays de l'Union européenne (Belgique, Italie, Luxembourg, Grèce et Pologne) ont défini des limites plus strictes (République française, 2009). Enfin, selon les données existantes (études épidémiologiques, animales et in vitro), il est improbable que l'exposition aux RF puisse accroître le risque de cancer chez l'humain. Néanmoins, du fait du temps de latence pour le développement de certains cancers, d'autres recherches sont nécessaires avant de conclure.

6.4 AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL

L'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, établissement public étatique dont le but est d'assurer la protection de la santé humaine (Afsset, s. d.), a récemment produit un avis sur la question des RF émises par les stations de base. Selon cet avis, la majorité des études n'ont pas trouvé d'effet associé à des niveaux d'exposition non thermiques. Bien que certaines études aient par ailleurs observé des effets sur le mécanisme cellulaire in vitro pour ces mêmes niveaux de RF, leurs résultats n'ont pu être reproduits (Afsset, 2009b). Toutefois, selon l'Afsset, les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de démontrer formellement l'absence d'un risque sanitaire lié à l'exposition aux RF. Les travaux les plus récents ne permettent pas de déterminer l'existence de mécanismes d'effets non thermiques, ni celui d'actions cumulatives des RF (Afsset, 2009b). En ce qui concerne l'HSEM, aucun mécanisme physiopathologique permettant de décrire un lien entre l'exposition aux RF et les symptômes ressentis par certaines personnes n'a encore été identifié (Afsset, 2009 b). L'Afsset reconnaît par ailleurs que les effets éventuels associés à l'exposition des enfants aux RF sont mal décrits (Afsset, 2009b). Pour l'Agence, la principale source d'exposition aux RF demeure le téléphone mobile comparativement aux stations de base (Afsset, 2009b).

Dans ce contexte d'incertitude, l'Afsset conclut en précisant que « dès lors qu'une exposition environnementale peut être réduite, cette réduction doit être envisagée, en particulier par la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles à des coûts économiquement acceptables » (Afsset, 2009b).

6.5 FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION

La Federal Communications Commission (FCC) certifie les appareils sans fil vendus aux États-Unis et est responsable de la réglementation des stations de base de téléphonie mobile. La FCC s'appuie sur les données provenant de la United State Food and Drug Administration (US-FDA) et des autres principaux organismes de la santé s'étant prononcés sur les questions en lien avec les services de téléphonies mobiles et leurs stations de base (US-FDA, 2009). Les lignes directrices de la FCC pour l'exposition de la population aux RF des stations de base sont identiques à celles du National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) et à celles recommandées par l'IEEE (FCC, 2009a). Pour la FCC, les recherches effectuées par différents groupes de travail sur les RF ont montré que ces ondes ne causent pas d'effet sur la santé si les directives d'exposition sont respectées (FCC, 2009a). Du fait que des niveaux d'exposition qui sont des milliers de fois inférieurs à ceux recommandés par les organismes de réglementation, il n'y a pas de raison de croire que les RF des stations de base représentent un risque sanitaire pour la population résidant à proximité (FCC, 2009b).

6.6 EN SUISSE

Dans leur publication de juillet 2009 *Révision de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI)*, la Fédération des médecins suisses (FMH) et les Médecins en faveur de l'Environnement ont réclamé l'application du principe de précaution dans le but d'abaisser les valeurs limites et de supprimer les dérogations qu'accorde l'ORNI en cas de dépassement de la valeur limite d'installation. Les deux associations réclament plus de recherche sur les radiations non ionisantes, la création d'un registre de cancer et l'inventaire systématique des effets sanitaires éventuels des rayonnements non ionisants pour les populations résidant près des installations émettant ces rayonnements (Aufdereggen *et al.*, 2009).

Pour sa part, la Confédération suisse précise que pour les effets à court terme, les limites recommandées par l'ICNIRP peuvent être suivies et qu'il n'y a pas à craindre d'effet négatif sur la santé provenant des stations de base. Quant aux effets à long terme des RF, cette organisation souligne qu'il n'existe actuellement aucune étude spécifique sur ce sujet et que peu d'études se penchent sur ces effets sanitaires liés à un faible rayonnement de RF (Confédération suisse, 2009).

6.7 AU CANADA

6.7.1 Société royale du Canada

En 1999, la Société royale du Canada a mandaté un groupe de travail afin d'examiner les risques potentiels pour la santé associés à l'exposition aux RF. Bien qu'il existe un nombre croissant d'études scientifiques étayant la possibilité d'effets biologiques non thermiques, ce groupe d'experts concluait que « dans l'ensemble, les résultats des études cliniques et épidémiologiques disponibles ne sont pas constants et ne permettent pas d'établir une relation claire et bien définie entre les effets sur la santé et l'exposition aux champs RF ». Ainsi, devant ce constat, le groupe considérait qu'il n'y avait pas lieu de modifier le CS6 de

façon à tenir compte des niveaux non thermiques pour lesquels des effets biologiques ont été observés. Il précisait, cependant, que « la preuve scientifique n'est pas complète et ne permet pas d'éliminer définitivement l'éventualité que les effets biologiques non thermiques soient accompagnés d'effets nuisibles pour la santé » (SRC, 1999). Du fait des très faibles niveaux d'exposition du public aux RF émises par les stations de base, le groupe de travail était d'avis que les études épidémiologiques évaluant ce type d'infrastructure n'étaient pas à prioriser. Selon ce groupe, ces études rapportaient peu d'informations utiles (SRC, 1999).

Dans les mises à jour du document de la Société royale du Canada produites par Krewski *et al.* (2004) et Habash *et al.* (2009), on précise à nouveau l'absence d'évidence claire que les radiofréquences soient associées à des effets néfastes à la santé, mais également du besoin de recherches complémentaires afin d'exclure ou de clarifier la possibilité d'association entre ces champs et des effets rapportés dans certains rapports. Parmi les recommandations proposées par Habash *et al.* (2009), il est souligné le besoin de réévaluer le risque potentiel sur la santé à mesure que les nouvelles études deviennent disponibles.

6.7.2 Santé Canada

Santé Canada, en collaboration avec d'autres organismes fédéraux, a la responsabilité d'identifier et de gérer les risques à la santé associés aux radiofréquences émises par ces installations et de donner des directives sur l'exposition par les stations de bases de téléphone mobile. Cet organisme est d'avis qu'en respectant le CS6, qui recommande des lignes directrices qui sont 50 fois inférieures au seuil susceptible de provoquer des effets indésirables pour la population, il n'y a aucune raison scientifique de considérer dangereux pour la santé les RF émises par les stations de bases de téléphonie cellulaire (SC, 2009a). Ce ministère fédéral précise que les précautions prises afin de réduire l'exposition aux RF des stations de base sont inutiles, car les expositions maximales sont habituellement des milliers de fois inférieures aux limites du CS6 (SC, 2009a).

6.7.3 Industrie Canada

Industrie Canada a la responsabilité de contrôler l'attribution des licences et l'emplacement des stations de base de téléphonie mobile, d'évaluer les impacts sur l'environnement et l'usage des terres locales avant d'autoriser l'érection de ces stations. Afin d'assurer la protection du public face aux RF provenant des technologies de télécommunications, Industrie Canada a adopté le CS6 comme limites d'exposition (SC, 2009a). Selon ce ministère, les recommandations adoptées pour l'exposition aux RF visent à protéger toute la population, y compris les enfants, les femmes enceintes, les personnes âgées et les personnes souffrant de maladies chroniques.

Tout comme Santé Canada, Industrie Canada est d'avis que si l'exposition aux RF ne dépasse pas les limites établies dans le CS6, il n'y a pas de preuve scientifique démontrant l'existence d'effets néfastes pour la santé (IC, s. d.). Industrie Canada exige des exploitants de tours de télécommunications que leurs appareils respectent en tout temps le CS6 (IC, s. d.). Lorsqu'il soupçonne que les limites d'exposition ne sont pas respectées, IC exige des promoteurs et des exploitants des mesures des champs de RF afin de s'assurer de leurs conformités. Il peut arriver qu'il effectue lui-même ces mesures (IC, s. d.).

6.7.4 Ville de Toronto

En 1999, le Département de santé publique de Toronto précisait que les études scientifiques ne permettaient pas d'établir un lien clair entre l'exposition aux RF et les effets sur la santé humaine et ne pouvaient pas non plus prouver l'inexistence des effets sanitaires associés aux RF (Toronto Public Health, 1999). Les données d'exposition disponibles indiquaient que la population était exposée à des niveaux très bas, beaucoup plus bas que les niveaux autorisés en vertu du CS6. Les responsables de la santé publique de Toronto étaient d'avis qu'il existe des situations pour lesquelles les niveaux d'exposition pourraient se rapprocher de celles du CS6, par exemple sur les toits des immeubles résidentiels et commerciaux, lorsque les antennes sont sur un bâtiment qui est très proche d'un autre bâtiment de taille similaire (Toronto Public Health, 1999). L'organisme précisait que les limites d'exposition aux RF, basées sur les effets thermiques, ne prennent pas en compte les effets sanitaires potentiels liés à une exposition à long terme. Elles demeurent fondées sur des seuils d'effets irréversibles plutôt qu'un niveau d'exposition sans effet. Pour tenir compte de toutes les incertitudes associées à l'exposition aux RF, l'organisme est d'avis que l'utilisation d'un facteur de protection additionnel est justifiée (Toronto Public Health, 1999).

Ainsi, le Département de la santé publique de Toronto recommandait d'appliquer le principe d'évitement prudent dans ce dossier et préconisait un niveau d'exposition 100 fois inférieur à celui recommandé par Santé Canada (Toronto Public Health, 1999). Dans un rapport déposé en novembre 2007, le responsable médical (*medical officer*) de ce département a réaffirmé sa volonté d'utiliser une approche d'évitement prudent afin de minimiser l'exposition de la population aux RF des antennes relais (Toronto Public Health, 2007b). La Ville de Toronto encourage selon ce principe, l'application sur une base volontaire de limites d'exposition plus restrictives que le CS6 de Santé Canada (Toronto Public Health, 2007a).

Santé Canada a fait part de ses commentaires au Département de santé publique de Toronto en indiquant qu'il n'avait pas d'appui scientifique pour justifier ses recommandations pour les antennes relais. De plus, Santé Canada n'est pas en accord d'appliquer des limites d'exposition plus restrictives pour les antennes relais que pour les autres technologies RF, même si l'exposition résultant des antennes relais est habituellement des milliers de fois inférieure au CS6 (Communication personnelle, Santé Canada, Art Thansandote, décembre 2009).

6.8 RAPPORT BIOINITIATIVE

Rendu public en août 2007, le volumineux rapport BioInitiative regroupant plusieurs chapitres (21 sections) rédigés par quatorze scientifiques, traite des risques sanitaires liés à l'exposition aux CEM de diverses sources. Chacun des auteurs a été chargé de rédiger un chapitre distinct du rapport relevant de sa propre compétence. On y traite des risques inhérents à l'exposition aux champs d'extrêmes basses fréquences et aux RF. Relativement aux limites d'exposition aux CEM actuellement recommandées par les organismes internationaux et fondées sur des effets thermiques, on précise dans ce rapport que ces dernières demeurent inadéquates pour protéger la santé de la population et on propose de les abaisser sur la base des effets biologiques observés (BWG, 2007).

Fréquemment cité par les organismes de pression, le rapport BioInitiative attribue aux CEM un très grand nombre d'effets sanitaires tels que la génotoxicité, la leucémie infantile, les maux de tête, la fatigue, les insomnies, les vertiges, les modifications de l'activité cérébrale, la perte de concentration et de mémoire, etc. (BWG, 2007). Selon ce même rapport, ces effets pourraient se manifester même à de très bas niveaux d'exposition si ceux-ci sont produits quotidiennement. Ce rapport a été évalué par plusieurs organismes gouvernementaux et internationaux et les commentaires recensés sont brièvement résumés dans les sections suivantes.

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset)

Le groupe d'experts de l'Afsset précise que souvent la conclusion globale du rapport de BioInitiative ne reflète pas les conclusions des différents auteurs. L'Afsset précise que « le rapport BioInitiative doit être lu avec prudence : il revêt des conflits d'intérêts dans plusieurs chapitres, ne correspond pas à une expertise collective, est de qualité inégale selon les chapitres et est écrit sur un registre militant » (Afsset, 2009a).

Committee on Man and Radiation (COMAR)

Le Committee on Man and Radiation est un comité technique de l'Engineering in Medicine and Biology society (EMBS) de l'IEEE. Il s'intéresse principalement aux effets biologiques liés aux radiations non ionisantes (IEEE, 1998). Selon le COMAR, une des principales faiblesses du rapport BioInitiative est la méthodologie utilisée. Les auteurs ont procédé à un processus sélectif des publications scientifiques sur les RF, plutôt qu'un examen détaillé de la littérature. Le COMAR considère que ce rapport est un plaidoyer plutôt qu'un examen équilibré de la littérature scientifique. Une lecture attentive du rapport ne permet pas de justifier les conclusions rapportées (COMAR, 2009).

EMF-Net

EMT-Net est un comité de coordination de l'Union européenne pour l'étude des effets de l'exposition aux CEM (EMF-NET, 2009). Selon cet organisme, le rapport BioInitiative n'est pas le consensus d'un groupe de travail, mais plutôt un ensemble de chapitres écrit par divers scientifiques et consultants (EMF-NET, 2007). Le sommaire est écrit sur un ton alarmiste et émotif et les arguments ne bénéficient pas du support d'une recherche scientifique bien menée. Les résultats et les conclusions sont très différents de ceux des récentes revues nationales et internationales traitant des CEM (EMF-NET, 2007).

The Netherlands Health Council

Le Netherlands Health Council déclare que le rapport BioInitiative n'est pas une réflexion objective et équilibrée de l'état actuel des connaissances scientifiques. Par conséquent, ce rapport ne fournit aucun motif de révision des points de vue actuels quant aux risques d'exposition aux CEM (Health Council of the Netherlands, 2008).

Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research (ACRBR)

L'Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research est un centre du National Health and Medical Research Council (Australie). Son objectif est de comprendre les effets biologiques et les effets sanitaires probables associés à l'exposition aux CEM (ACRBR,

2008a). Les conclusions de l'ACRBR sur le rapport BioInitiative vont dans le même sens que ceux du Netherlands Health Council. Il ajoute que ce rapport ne fait pas progresser la science et ne fournit pas une analyse qui est assez rigoureuse pour soulever des doutes sur le consensus scientifique (ACRBR, 2008b).

CONCLUSION

Quoique la contribution des antennes relais au bilan de l'exposition aux RF soit faible, les préoccupations de la population se cristallisent souvent au niveau de ces infrastructures, principalement lors de leur implantation. La gestion des télécommunications étant du domaine de juridiction exclusif du fédéral (Santé Canada et Industrie Canada), la gestion des plaintes auprès du réseau de la santé du Québec, bien qu'en augmentation, demeure somme toute assez marginale. Pour protéger la santé de la population quant aux émissions de RF issus des antennes relais, la plupart des pays se basent sur les limites d'exposition proposées par l'ICNIRP ou l'IEEE et il en est de même au Canada. Selon ces organisations, ces limites sont établies en fonction du poids de la preuve scientifique, basées sur les risques d'effets aigus sur la santé. Aucune limite n'a été retenue par ces organisations quant au risque associé à l'exposition chronique, les données scientifiques ne permettant pas d'appuyer de telles recommandations. Il a été jugé néanmoins nécessaire de poursuivre la réalisation d'études approfondies sur la question et de reproduire les études où des effets ont été rapportés.

Plusieurs groupes d'experts indépendants mandatés par des organismes nationaux et internationaux se sont penchés sur les effets des RF. Les avis de ces groupes sont majoritairement concordants et peuvent être résumés comme suit : compte tenu des connaissances actuelles et des faibles niveaux d'exposition aux RF issus des stations de base, la probabilité d'un risque sur la santé de la population générale et celle vivant à leur proximité peut être considérée faible ou inexistante. Cependant, les spécialistes soulignent que le nombre restreint d'études de qualité portant sur l'exposition à de faibles niveaux de RF limite la portée de ces conclusions. Bien qu'ils soient encore mal connus, la plupart des experts croient qu'il y a peu de chance que les effets biologiques engendrés par une exposition aux RF sous les valeurs recommandées aient des conséquences néfastes sur la santé.

Les quelques études épidémiologiques consacrées à cette question sont peu convaincantes, car elles souffrent de plusieurs faiblesses méthodologiques telles que le choix des participants à l'étude, la difficulté de trouver des personnes non exposées, la caractérisation de l'exposition, etc. Les symptômes rapportés par certaines personnes vivant à proximité des stations de base demeurent un sujet néanmoins d'actualité et nécessitent des évaluations plus précises. À l'heure actuelle, les études d'exposition en laboratoire demeurent également peu concluantes. Quant aux personnes rapportant une hypersensibilité aux RF, les principaux groupes d'experts précisent que les données scientifiques ne permettent pas d'établir de relation causale entre l'exposition à ces champs et les effets à la santé signalés.

Devant les incertitudes quant à l'évaluation du risque associé aux RF, les approches de gestion proposées peuvent différer grandement d'une organisation à l'autre. Les enjeux sociopolitiques, économiques ou de faisabilité technique, qui dépassent les considérations sanitaires, peuvent orienter les gouvernements à opter pour des mesures précises de gestion. L'application des plans de gestion variant d'un pays ou d'une organisation à l'autre amène de la confusion et de l'incompréhension auprès des décideurs et de la population quant à l'estimation du risque associé aux RF. La question de l'insécurité de la population face

à ce risque incertain doit également être prise en compte. Ainsi, bien que les expositions liées aux antennes de télécommunications respectent largement les recommandations canadiennes et internationales, il n'en demeure pas moins que les craintes quant à ces infrastructures peuvent créer un niveau de stress pouvant engendrer de réels problèmes de santé. La diffusion de l'information la plus factuelle et la plus accessible possible quant à l'état des connaissances scientifiques liées aux antennes relais et aux RF doit être offerte à l'ensemble de la population. Enfin, le réseau de la santé doit poursuivre sa vigilance quant à l'évolution des connaissances sur les impacts potentiels de l'exposition aux RF.

RÉFÉRENCES

- Abdel-Rassoul, G., El-Fateh, O.A., Salem, M.A., Michael, A., Farahat, F., El-Batanouny, M. and Salem, E. (2007). Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology*, vol. 28, n° 2, p. 434-440.
- Académie nationale de Médecine, l'Académie des sciences et l'Académie des technologies de la France (ANM, ADS, ADT). *Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement*. Groupe de travail sur la téléphonie mobile, 2009. [En ligne] <http://www.academie-medecine.fr/detailPublication.cfm?idRub=26&idLigne=1752>. (Consulté le 8 février 2010).
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) (2003). *Téléphonie mobile et santé : Mars 2003*. Dans Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. [En ligne] http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/472646304908464007511232417151/telephonie_mobile_2003.pdf. (Consulté le 15 septembre 2009).
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) (2005). *Téléphonie mobile et santé : Avril 2005*. Dans Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. [En ligne] http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/184632204692143805342647948037/telephonie_mobile_2005.pdf. (Consulté le 16 septembre 2009).
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) (2009a). *Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences : Octobre 2009*. Dans Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. [En ligne] http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/964737982279214719846901993881/Rapport_RF_20_151009_1.pdf. (Consulté le 30 octobre 2009).
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) (2009b). *Avis de l'Afsset concernant la mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences : Octobre 2009*. Dans Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. [En ligne] http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/403036549994877357223432245780/09_10_ED_Radiofréquences_Avis.pdf. (Consulté le 30 octobre 2009).
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) (s. d.). *L'agence, les missions et actions*. Dans Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. [En ligne] <http://www.afsset.fr/index.php?pageid=769>. (Consulté le 14 septembre 2009).
- Agence nationale des fréquences (ANF) (s. d.). *Exposition du public*. Dans Agence nationale des fréquences. [En ligne] http://www.anfr.fr/index.php?cat=sante&page=val_1_2. (Consulté le 24 septembre 2009).
- Association canadienne des télécommunications sans fil (ACTS) (s. d.). *Le sans-fil canadien : une réussite d'une ampleur croissante*. [En ligne] <http://www.cwta.ca/CWTASite/french/index.html>. (Consulté le 4 février 2010).

- Aufderegg, B., Gilli, Y., Semadeni, C. et Steiner, E. (2009). Rayonnement non ionisant, la FMH et les médecins en faveur de l'environnement réclament des prescriptions plus sévères : Juillet 2009. Dans Bulletin des médecins suisses n° 28/29. *Archives*. [En ligne] http://www.saez.ch/pdf_f/2009/2009-28/2009-28-215.PDF. (Consulté le 28 septembre 2009).
- Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research (ACRBR) (2008a). *About the ACRBR*. Dans Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research. [En ligne] <http://www.acrbr.org.au/About.aspx>. (Consulté le 13 octobre 2009).
- Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research (ACRBR) (2008b). *ACRBR Position Statement on BioInitiative Report: December 2008*. Dans Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research. [En ligne] http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200817E_0.pdf. (Consulté le 13 octobre 2009).
- Berg-Beckhoff, G., Blettner, M., Kowall, B., Breckenkamp, J., Schlehofer, B., Schmiedel, S., Bornkessel, C., Reis, U., Potthoff, P., Schüz, J. (2009). Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. *Occup. Environ. Med.*, vol. 66, n° 2, p. 124-130.
- BioInitiative Working Group (2007). *BioInitiative Report: A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF): August 2007*. Dans BioInitiative. *BioInitiative Report*. [En ligne] <http://www.bioinitiative.org/report/docs/report.pdf>. (Consulté le 2 octobre 2009).
- Committee on Man and Radiation (2009). *COMAR technical information statement: expert reviews on potential health effects of radiofrequency electromagnetic fields and comments on the BioInitiative report: May 2009*. Dans EMF & Health. *Science Criticism of BioInitiative Report*. [En ligne] http://www.emfandhealth.com/12265_COMAR_2009.pdf. (Consulté le 7 octobre 2009).
- Confédération suisse. *Téléphone sans fil (Téléphone DECT)*. Mise à jour le 5 février 2009. [En ligne] <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/00674/index.html?lang=fr>. (Consulté le 15 mars 2010).
- Conseil de l'Union Européenne (1999). *Recommandation du Conseil relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) : Juillet 1999*. Dans EUR-Lex. [En ligne] http://eur-lex.europa.eu/pri/fr/oj/dat/1999/l_199/l_19919990730fr00590070.pdf. (Consulté le 28 septembre 2009).
- Conseil fédéral suisse (2009). *Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant : Septembre 2009*. Dans Les autorités fédérales de la Confédération suisse. [En ligne] <http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/814.710.fr.pdf>. (Consulté le 28 septembre 2009).
- EMF-NET (2007). *Comments on the BioInitiative Working Group Report: October 2007*. Dans EMF-Net. *EFRT Documents*. [En ligne] <http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/doc/efrtdocuments/EMF-NET%20Comments%20on%20the%20BioInitiative%20Report%2030OCT2007.pdf>. (Consulté le 9 octobre 2009).

- EMF-NET. (2009). *Mission: September 2009*. Dans EMF-Net. [En ligne] <http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/aims.cfm>. (Consulté le 9 octobre 2009).
- Federal Communications Commission (2009a). Information on Human Exposure to Radiofrequency Fields from Cellular and PCS Radio transmitters: September 2009. Dans Federal Communications Commission. *Radio Frequency Safety*. [En ligne] <http://www.fcc.gov/oet/rfsafety/cellpcs.html>. (Consulté le 27 octobre 2009).
- Federal Communications Commission (2009b). Frequently asked questions about the safety of radiofrequency (RF) and microwave emissions from transmitters and facilities regulated by the FCC: september 2009. Dans Federal Communications Commission. *Radio Frequency Safety*. [En ligne] <http://www.fcc.gov/oet/rfsafety/rf-faqs.html#Q16>. (Consulté le 28 octobre 2009).
- Grange and Host (2009). *Radiofréquences, santé et société*. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. [En ligne] <http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/radiofrequences.pdf>. (Consulté le 21 juillet 2010).
- Habash, R.W.Y., Elwood, J.M., Krewski, D., Lotz W.G., McNamee J.P., and Prato F.S. (2009). Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2004-2007. *J. Toxicol. Environ. Health*, vol. B, n° 12, p. 250-288.
- Health Council of the Netherlands (2008). BioInitiative report: Septembre 2008. Dans The Health Council of the Netherlands. *Publication Environmental health: 2008*. [En ligne] http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200817E_0.pdf. (Consulté le 12 octobre 2009).
- Heinrich, S., Ossig, A., Schlittmeier, S. and Hellbrück, J. (2007). Electromagnetic fields of a UMTS mobile phone base station and possible effects on health - results from an experimental field study. *Umweltmed Forsch Prax*, vol. 12, n° 2, p. 171-180.
- Hutter H.P., Moshammer H., Wallner P. and Kundi, M. (2006). Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup. Environ. Med.*, vol. 63, n° 5, p. 307-313.
- Industrie Canada (s. d.). *Gestion du spectre et télécommunications: FAQ de Santé Canada et Industrie Canada sur les champs de radiofréquences*. Dans Industrie Canada. [En ligne] <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/fra/sf08792.html#sb> (Consulté le 18 septembre 2009).
- Institut de Santé Publique, d'Épidémiologie et de Développement (2008). Santé et stations de base : Décembre 2008. Dans Université Victor Segalen Bordeaux 2. *Téléphonie mobile & Santé fiches de synthèse*. [En ligne] http://www.isped.u-bordeaux2.fr/CDD/BASES/Telephonie/Fiche_Base_08.pdf. (Consulté le 29 septembre 2009).
- Institut de veille sanitaire (2004). Investigation du signalement d'un agrégat de pathologies diverses à Saint-Cyr-l'Ecole-France : Octobre 2004. Dans Institut de veille sanitaire. *Rapports scientifiques Santé et environnement-2005*. [En ligne] http://www.invs.sante.fr/publications/2005/saint_cyr_280105/rapport_saint_cyr.pdf. (Consulté le 1^{er} octobre 2009).

- Institute of Electrical and Electronics Engineers (1998). IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Committee on Man and Radiation (COMAR): March 1998. Dans IEEE EWH. *Committee charter* [En ligne] <http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/charter.doc>. (Consulté le 7 octobre 2009).
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (2006). IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz (IEEE Std C95.1-2005). *IEEE (SCC 39)*, p. 1-238.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (1998). IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Committee on Man and Radiation (COMAR): March 1998. Dans IEEE EWH. *Committee charter* [En ligne] <http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/charter.doc>. (Consulté le 7 octobre 2009).
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics*, vol. 74, n° 4, p. 494-522.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2009a). *Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz): 2009*. Dans International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. [En ligne] http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/Progress%20report_2008.pdf. (Consulté le 22 septembre 2009).
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2009b). *ICNIRP Statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)"*: September 2009. Dans International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. [En ligne] <http://www.icnirp.de/documents/StatementEMF.pdf>. (Consulté le 23 septembre 2009).
- Krewski, D., Glickman, B.W., Habash, R.W.H., Habbick, B., Lotz, W.G., Mandeville, R., Prato, F.S., Salem, T., and Weaver, D.F. (2007). Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2001-2003. *J. Toxicol. Environ. Health*, vol. B, n° 10, p. 287-318.
- Levallois P., Gauvin D., Lajoie P. et Saint-Laurent J. (1996). *Bilan des normes et recommandations d'exposition aux champs électromagnétiques (0 à 300 Ghz) et au rayonnement ultraviolet – Bilan des connaissances*. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, B-047.
- McNamee, J.P. and Chauhan, V. (2009). Radiofrequency radiation and gene/protein expression: a review. *Radiation research*, vol. 172, n° 3, p. 265-287.
- Nguyen, B., Mohabeer, S., Lai, V. et Lander, E. (2002). Évaluation de l'intensité du champ électromagnétique dans la ville de Toronto : Juin 2002. Dans Industrie Canada. *Gestion du spectre et télécommunications*. [En ligne] [http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/cotr_f.pdf/\\$FILE/cotr_f.pdf](http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/cotr_f.pdf/$FILE/cotr_f.pdf). (Consulté le 28 septembre 2009).

- Organisation mondiale de la Santé (2000). *Champs électromagnétiques et santé publique : téléphones mobiles : Juin 2000*. Dans Organisation mondiale de la Santé. [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/fr/print.html>. (Consulté le 21 septembre 2009).
- Organisation mondiale de la Santé (2003). *Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques : 2003*. Dans Organisation mondiale de la Santé. *Les champs électromagnétiques, publications et sources d'informations*. [En ligne] <http://www.who.int/peh-emf/publications/fr/index.html>. (Consulté le 29 septembre 2009).
- Organisation mondiale de la Santé (2005). *Champs électromagnétiques et santé publique : Hypersensibilité électromagnétique : Décembre 2005*. Dans Organisation mondiale de la Santé. [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs296/fr/index.html>. (Consulté le 2 novembre 2009).
- Organisation mondiale de la Santé (2006a). *Champs électromagnétiques et santé publique : Stations de base et technologies sans fil : Mai 2006*. Dans Organisation mondiale de la Santé. [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/fr/index.html>. (Consulté le 21 septembre 2009).
- Organisation mondiale de la Santé (2006b). *Framework for Developing Health-Based EM F Standards*. Dans Organisation mondiale de la Santé. [En ligne] http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework%5b1%5d.pdf. (Consulté le 21 septembre 2009).
- Pirard, W. (2000). *Champs électromagnétiques à proximité des antennes relais de mobilophone : Mai 2000*. Dans Institut scientifique de service public (ISSeP) Belgique. *Caractérisation de l'environnement > Champs électromagnétiques*. [En ligne] <http://www.issep.be/files/files/CEM%20a%20proximite%20antenne-relais%20rapport%20complet.pdf>. (Consulté le 19 octobre 2009).
- République française (2009). *Table ronde « Radiofréquences, santé et environnement » : Avril 2009*. Dans Ministère de la Santé et des Sports. [En ligne] http://www.sante-sports.gouv.fr/IMG/pdf/Dp_radio_frequence_230409-DEF.pdf. (Consulté le 28 septembre 2009).
- RFcom (s. d.). *Notions élémentaires-Stations de base*. Dans Université d'Ottawa. *RFcom*. [En ligne] <http://www.rfcom.ca/primer/basesfr.shtml>. (Consulté le 16 octobre 2009).
- Santé Canada (1999). *Limites d'exposition humaine aux champs de radiofréquences électromagnétiques dans la gamme de fréquences de 3 kHz à 300 GHz*. Dans Santé Canada. [En ligne] http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/radiation/99ehd-dhm237/99ehd-dhm237-fra.pdf. (Consulté le 17 septembre 2009).
- Santé Canada (2003). *Rapport sur : La mesure des émissions des stations de base cellulaires au moyen d'un nouveau système de cartographie de champs rf : Août 2003*. Dans Santé Canada. *Radiation - Rapports techniques et publications*. [En ligne] http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/cell_base_stations/index-fra.php. (Consulté le 29 septembre 2009).

Santé Canada (2009a). *Sécurité des cellulaires et des stations de base : Mai 2009*. Dans Santé Canada. [En ligne] http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/prod/cell-fra.pdf. (Consulté le 18 septembre 2009).

Santé Canada (2009b). *Limites d'exposition humaine aux champs de radiofréquences électromagnétiques dans la gamme de fréquences de 3 kHz à 300 GHz (Code de sécurité 6 – 2009)*, Bureau de la protection contre les rayonnements des produits cliniques et de consommation, Direction des sciences de la santé environnementale et de la radioprotection, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs.

Santini, R., Santini, P., Danze J.M., LE Ruz, P. et Seigne, M. (2002). Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/Incidences de la distance et du sexe. *Pathol. Biol.*, vol. 50, n° 6, p. 369-373.

Santini, R., Santini, P., Danze J.M., LE Ruz, P. et Seigne, M. (2003). Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : II/incidence de l'âge des sujets, de la durée d'exposition, et de leur position par rapport aux antennes et autres sources électromagnétiques. *Pathol. Biol.*, vol. 51, p. 412-415.

Sauvons nos Enfants des Micro-Ondes (s. d.). *Danger au Québec*. Dans Sauvons nos enfants des Micro-Ondes. [En ligne] http://www.dangersemo.com/semo_011.htm. (Consulté le 15 octobre 2009).

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2009). *Health Effects of Exposure to EMF: January 2009*. Dans European Commission. [En ligne] http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf. (Consulté le 24 septembre 2009).

Société royale du Canada (1999). *Examen des risques potentiels pour la santé humaine associés aux champs de radiofréquences produits par les dispositifs de télécommunication sans fil : Mars 1999*. Dans La Société royale du Canada. [En ligne] http://www.rsc.ca/files/publications/expert_panels/RF//RFreport-fr.pdf. (Consulté le 29 septembre 2009).

Thansandote, A., Gajda, G. B. and Lecuyer, D. W. (1999). Radiofrequency radiation in five Vancouver schools: exposure standards not exceeded. *Canadian Medical Association Journal (CMAJ)*, vol. 160, n° 9, p. 1311-1312.

Thomas, S., Kuhnlein, A., Heinrich, S., Praml, G., Nowak, D., von Kries, R. and Radon, K. (2008). Personal exposure to mobile phone frequencies and wellbeing in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. *Occup. Bioelectromagnetics.*, vol. 29, n° 6, p. 463-170.

Toronto Public Health (1999). *Health concerns of radio frequency fields near base telephone transmission towers: November 1999*. Dans City of Toronto. [En ligne] http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/rf_boh_technical.pdf. (Consulté le 25 septembre 2009).

- Toronto Public Health (2007a). *Prudent Avoidance Policy on Siting Telecommunication Towers and Antennas: November 2007*. Dans City of Toronto. [En ligne] <http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2007/hl/bgrd/backgroundfile-8919.pdf>. (Consulté le 25 septembre 2009).
- Toronto Public Health (2007b). *Update and review of research on radiofrequencies: implications for a prudent avoidance policy in Toronto: November 2007*. Dans City of Toronto. [En ligne] http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/technical_report.pdf. (Consulté le 21 juillet 2010).
- U.S. Food and Drug Administration (US-FDA) (2009). Cell Phones: June 2009. Dans U.S. Food and Drug Administration. *Radiation-Emitting Products*. [En ligne] <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/HomeBusinessandEntertainment/CellPhones/default.htm>. (Consulté le 27 octobre 2009).

ANNEXE 1

ENQUÊTE AUPRÈS DES DIRECTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC SUR LES DEMANDES LIÉES AUX ANTENNES RELAIS – PRINCIPAUX RÉSULTATS

ENQUÊTE AUPRÈS DES DIRECTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC SUR LES DEMANDES LIÉES AUX ANTENNES RELAIS – PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le Québec n'échappe pas aux débats menés sur la question des risques sanitaires liés à l'exposition aux RF des stations de base de téléphonie mobile.

Dans le but de documenter la répartition du nombre de demandes d'information auprès des directions régionales de santé publique du Québec (DSP) relatives aux RF émises par les stations de base ainsi que de connaître les préoccupations majeures exprimées lors de ces demandes, un questionnaire a été adressé aux dix-huit DSP de la province. En plus de cet objectif, le questionnaire a aussi été élaboré pour connaître les approches utilisées par les DSP pour traiter les demandes d'information et les problématiques en lien avec les RF. Le questionnaire a été envoyé par courriel en octobre 2009 aux dix-huit DSP avec un rappel auprès de ceux n'ayant pas répondu après un délai de trois semaines.

Sur un total de dix-huit DSP, quinze ont répondu au questionnaire, soit un taux de participation de 83 %. Le tiers des répondants indiquait n'avoir jamais traité de demandes associées aux RF et aux stations de base. Au total, 31 demandes d'information ont été recensées entre 1999 et le 1^{er} novembre 2009. La majorité (30 %) était des demandes individuelles, 16 % provenaient de groupes de citoyens, un autre 16 % de municipalités, tandis que les hôpitaux et les écoles ont contribué chacun pour 13 % des demandes (figure 1).

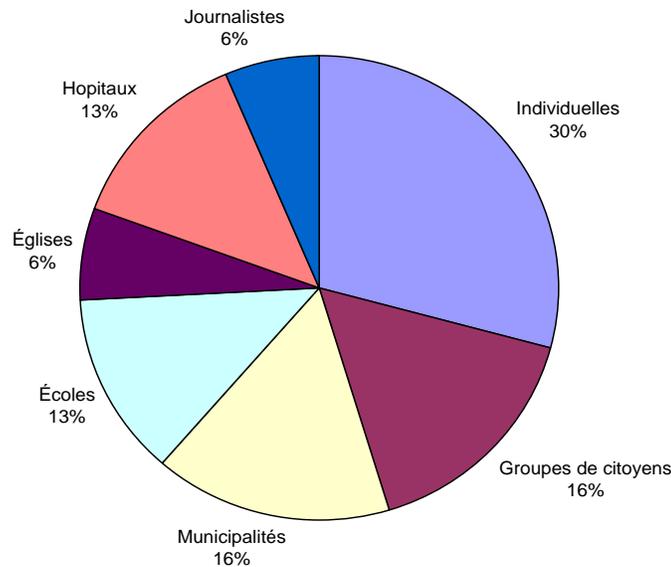


Figure 1 Les catégories de demandeurs d'informations sur les stations de base aux DSP entre 1999 et 1^{er} novembre 2009

À la figure 2, on constate que plus de 74 % des demandes ont été enregistrées en 2008 et 2009.

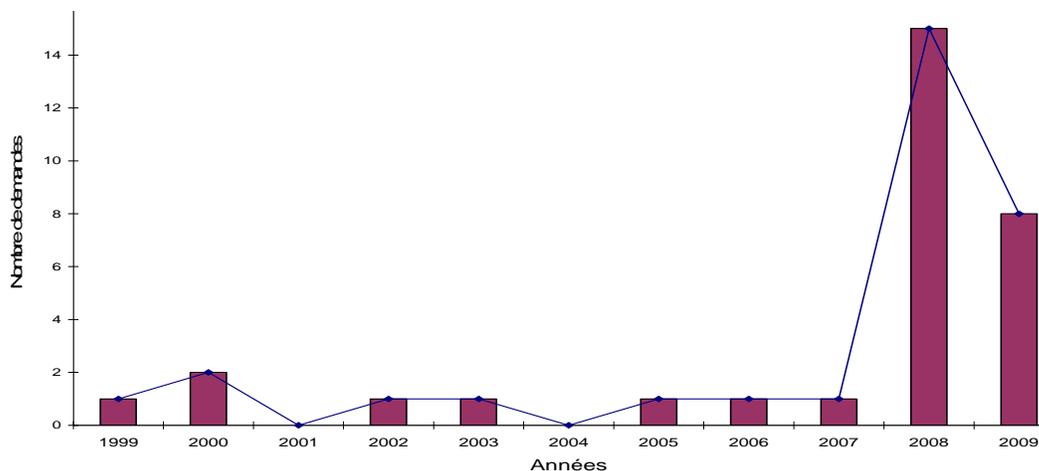


Figure 2 Évolution de la quantité de demandes d'informations sur les stations de base aux DSP entre 1999 et le 1^{er} novembre 2009

Les préoccupations des demandeurs portent essentiellement sur les risques sanitaires liés aux projets d'implantation stations de base. Cependant, d'autres types de préoccupations ont été enregistrées telles que la localisation de l'antenne, les risques pour la santé des travailleurs à proximité des stations de base, la pollution visuelle, la baisse de la valeur des propriétés et des questions sur le CS6.

Huit DSP ont émis des avis sur les stations de base. Ces derniers ont principalement été faits verbalement ou sous forme de lettres adressées aux demandeurs. Les DSP se réfèrent habituellement à la position de l'OMS ou de Santé Canada. En de rares occasions, les DSP ont été sollicitées à participer à des rencontres avec des groupes de citoyens, la municipalité et le promoteur du projet.

Il n'y a eu que trois cas, provenant de trois régions différentes, de personnes se déclarant hypersensibles aux CEM.

ANNEXE 2

LIMITES D'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

LIMITES D'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES**Tableau 2 Limites d'exposition aux champs électromagnétiques pour les environnements non contrôlés (pour la population) Code de sécurité 6**

1 Fréquence (MHz)	2 Intensité du champ électrique; valeur efficace (V/m)	3 Intensité du champ magnétique; valeur efficace (A/m)	4 Densité de puissance (W/m ²)	5 Période d'intégration (période sur laquelle la moyenne est calculée) (min)
0,003 - 1	280	2,19		6
1 - 10	280/ <i>f</i>	2,19/ <i>f</i>		6
10 - 30	28	2,19/ <i>f</i>		6
30 - 300	28	0,073	2	6
300 - 1500	1,585 <i>f</i> ^{0,5}	0,0042 <i>f</i> ^{0,5}	<i>f</i> /150	6
1500 - 15 000	61,4	0,163	10	6
15 000 - 150 000	61,4	0,163	10	616 000 / <i>f</i> ^{1,2}
150 000 - 300 000	0,158 <i>f</i> ^{0,5}	4,21 x 10 ⁻⁴ <i>f</i> ^{0,5}	6,67 x 10 ⁻⁵ <i>f</i>	616 000 / <i>f</i> ^{1,2}

* La limite de densité de puissance est applicable aux fréquences supérieures à 100 MHz.

Nota : 1. La fréquence, *f*, est en MHz.

2. Une densité de puissance de 10 W/m² est équivalente à 1 mW/cm².

3. Une intensité de champ magnétique de 1 A/m correspond à 1,257 microtesla (μT) ou 12,57 milligauss (mG).

Tiré de SC, 2009b.

Tableau 3 Niveau de référence pour l'exposition de la population générale à des champs électriques et magnétiques alternatifs (valeurs RMS en conditions non perturbées) (*)

DOMAINE DE FRÉQUENCES	INTENSITÉ DE CHAMP E (V.m ⁻¹)	INTENSITÉ DE CHAMP H (A.m ⁻¹)	CHAMP B (μT)	DENSITÉ DE PUISSANCE DE L'ONDE PLANE EQUIVALENTE Seq (W.m ⁻²)
Jusqu'à 1 Hz	-	3,2 x 10 ⁴	4 x 10 ⁴	-
1 - 8 Hz	10 000	3,2 x 10 ⁴ / f ²	4 x 10 ⁴ / f ²	-
8 - 25 Hz	10 000	4 000 / f	5 000 / f	-
0,025 - 0,8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f	-
0,8 - 3 kHz	250 / f	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	0,73 / f	0,92 / f	-
1 - 10 MHz	87 / f ^{1/2}	0,73 / f	0,92 / f	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2 000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f / 200
2 - 300 GHz	61	0,16	0,20	10

(*) ● 1° f comme dans la colonne « Domaine de fréquences ».

● 2° A condition que les restrictions de base soient respectées et que l'on puisse exclure les effets nocifs indirects, les valeurs d'intensité de champ peuvent être dépassées.

● 3° Aux fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz, Seq, E², H² et B² doivent être moyennés sur une période quelconque de 6 minutes.

● 4° Pour les valeurs de crête aux fréquences allant jusqu'à 100 kHz, voir tableau IV, note 3°.

● 5° Pour les valeurs de crête aux fréquences supérieures à 100 kHz, voir figures 1 et 2. Entre 100 kHz et 10 MHz, les valeurs de crête des intensités de champ sont obtenues par interpolation de 1,5 fois la valeur de crête à 100 kHz à 32 fois la valeur de crête à 10 MHz. Pour les fréquences supérieures à 10 MHz, il est suggéré que la densité de puissance de crête de l'onde plane équivalente, moyennée sur la largeur d'impulsion, ne dépasse pas 1 000 fois les restrictions Seq ou que l'intensité de champ ne dépasse pas 32 fois les niveaux d'intensité de champ donnés dans le présent tableau.

● 6° Aux fréquences supérieures à 10 GHz, il faut moyennner Seq, E², H² et B² sur une période quelconque de 66/f^{0,05} min (f étant exprimée en GHz).

● 7° Aucune valeur de champ E n'est donnée pour les fréquences inférieures à 1 Hz, qui correspondent en fait à des champs électriques statiques. Les charges électriques de surface ne sont pas perçues à des intensités de champ inférieures à 25 kV.m⁻¹. Il convient d'éviter les décharges d'étincelles, source de stress ou de gêne.

Tiré de ICNIRP, 1998.

Tableau 4 Maximum permissible exposure value (MPE) for the general public when an RF safety program is unavailable

Frequency range (MHz)	RMS electric field strength (E) ^a (V/m)	RMS magnetic field strength (H) ^a (A/m)	RMS power density (S) E-field, H-field (W/m ²)	Averaging time ^b E ² , H ² or S (min)	
0.1–1.34	614	16.3/f _M	(1000, 100 000/f _M ²) ^c	6	6
1.34–3	823.8/f _M	16.3/f _M	(1800/f _M ² , 100 000/f _M ²)	f _M ² /0.3	6
3–30	823.8/f _M	16.3/f _M	(1800/f _M ² , 100 000/f _M ²)	30	6
30–100	27.5	158.3/f _M ^{1.668}	(2, 9 100 000/f _M ^{3.336})	30	0.0636 f _M ^{1.337}
100–400	27.5	0.0729	2	30	30
400–2000	–	–	f _M ² /200	30	
2000–5000	–	–	10	30	
5000–30 000	–	–	10	150/f _G	
30 000–100 000	–	–	10	25.24/f _G ^{0.476}	
100 000–300 000	–	–	(90f _G –7000)/200	5048/[(9f _G –700)f _G ^{0.476}]	
NOTE—f _M is the frequency in MHz, f _G is the frequency in GHz.					
^a For exposures that are uniform over the dimensions of the body, such as certain far-field plane-wave exposures, the exposure field strengths and power densities are compared with the MPEs in the Table. For non-uniform exposures, the mean values of the exposure fields, as obtained by spatially averaging the squares of the field strengths or averaging the power densities over an area equivalent to the vertical cross section of the human body (projected area) or a smaller area depending on the frequency (see NOTES to Table 8 and Table 9 below), are compared with the MPEs in the Table.					
^b The left column is the averaging time for E ² , the right column is the averaging time for H ² . For frequencies greater than 400 MHz, the averaging time is for power density S					
^c These plane-wave equivalent power density values are commonly used as a convenient comparison with MPEs at higher frequencies and are displayed on some instruments in use.					

Tiré de IEEE, 2006.

