

Les champs électriques et magnétiques et la santé



Table des matières

Avant-propos.....	1
Introduction.....	2
Quels facteurs déterminent mon exposition aux CÉM?.....	4
Que sait-on des effets des CÉM sur la santé?.....	12
Opinion de quelques grandes organisations.....	22
Pour en savoir plus sur les CÉM.....	28

Abréviations et symboles

CÉM champs électriques et magnétiques

LHT ligne à haute tension

kV kilovolt. Unité de mesure de la tension d'une LHT;
1 kV = 1 000 volts

μT microtesla. Unité de mesure du champ magnétique;
1 μT = 1 millionième de tesla

V/m volt par mètre. Unité de mesure du champ électrique

Le paysage électrique et magnétique, mieux connu et mieux documenté

Nous imaginons mal un monde sans électricité. Pourtant, partout où elle est utilisée, l'électricité produit autour des fils et appareils des champs électriques et magnétiques (CÉM). Ces CÉM sont généralement invisibles, imperceptibles, mais bien réels. Leurs effets potentiels sur le corps humain ont fait l'objet d'intenses recherches au cours des 35 dernières années.

Qu'est-ce qu'un champ électrique, un champ magnétique? Quels sont les niveaux de champ auxquels nous sommes exposés dans notre environnement quotidien? Et surtout que sait-on de leurs effets sur le corps humain, sur la santé? Qu'en pensent les autorités de la santé publique d'ici et d'ailleurs? La présente brochure vise à répondre à ces questions.

Le paysage électrique et magnétique est maintenant beaucoup mieux connu et documenté qu'il ne l'était il y a quelques années. Comme nous le verrons, malgré leur nombre et leur qualité croissante, les recherches n'ont pas réussi à mettre en évidence un effet clair des CÉM sur la santé humaine tant en milieu de travail qu'en milieu résidentiel – ce qui est rassurant.

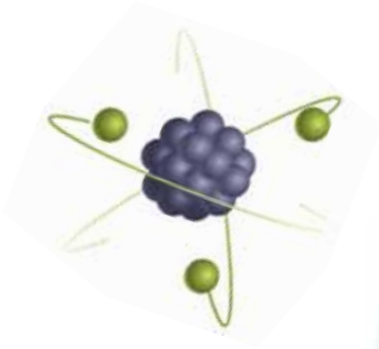
Quant à l'hypothèse d'un lien entre la leucémie de l'enfant et l'exposition au champ magnétique, elle n'a pu être complètement vérifiée malgré la réalisation d'études de grande envergure. La probabilité que cette hypothèse se confirme dans le futur apparaît maintenant de plus en plus faible.

Les chercheurs se sont davantage penchés sur les effets possibles du champ magnétique que sur ceux du champ électrique. C'est pourquoi nous traiterons surtout du champ magnétique dans le présent document. Nous espérons que vous trouverez ici l'information que vous recherchez.

Bonne lecture!

*D' Michel Plante
Direction – Santé et sécurité
Hydro-Québec*

Les champs électriques et magnétiques



Les CÉM sont omniprésents dans la nature

Les CÉM sont présents partout à l'état naturel, dans chacun des atomes constituant la matière. Il existe, à la surface de la Terre, un champ électrique naturel créé par la présence de charges électriques dans la haute atmosphère. De même, un champ électrique intense est nécessaire pour maintenir en vie chacune des cellules des organismes vivants.

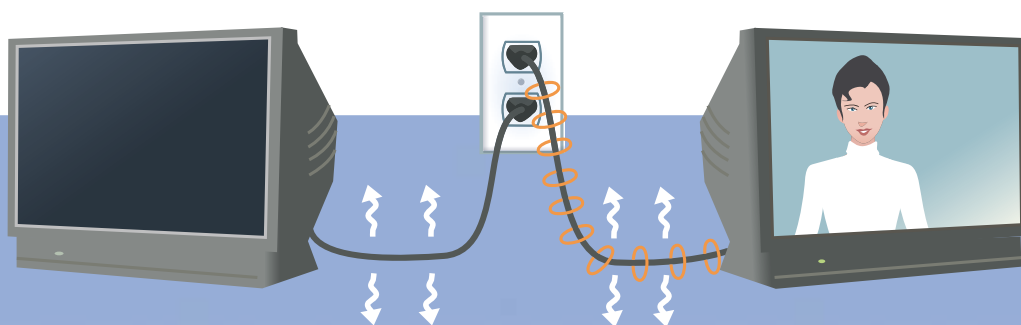
La Terre est entourée d'un champ magnétique permanent décelable à l'aide d'une boussole. Ce champ magnétique est généré par les courants électriques venant du mouvement de la masse de roches en fusion dans le noyau terrestre. Précisons que ces phénomènes sont d'intensité presque constante (courant continu).

Par contre, les courants électriques circulant dans les installations électriques d'Hydro-Québec et nécessaires au fonctionnement des appareils électroménagers sont différents. En effet, les électrons qui se déplacent pour créer le courant électrique changent constamment de direction. Ce mouvement de va-et-vient se produit 60 fois par seconde (60 hertz). On dit que ce courant est alternatif. Les CÉM qui en résultent sont également alternatifs.

Comment définir un champ électrique ou magnétique ?

Toute utilisation de l'électricité génère un champ électrique et un champ magnétique. L'intensité du champ est grande à proximité de sa source et diminue rapidement avec la distance. La notion de champ s'applique aussi à d'autres phénomènes physiques présents dans notre environnement habituel.

Même si la comparaison a ses limites, nous pouvons par exemple dire qu'il existe un champ thermique autour d'un feu de camp. La température est très élevée à proximité du feu et elle diminue à mesure que nous nous éloignons de la source. Ainsi, à une distance plus ou moins grande du feu, selon sa taille, nous ne percevons plus la chaleur.



Téléviseur à l'arrêt,
mais branché, 120 volts

Champ électrique
seulement

Champs électrique
et magnétique

Téléviseur en marche,
120 volts, 1 ampère

Le **champ électrique** est lié à la tension (ou voltage). Il est créé par la **présence** de charges électriques (électrons) et se mesure en **volts par mètre (V/m)**. Plus la tension d'alimentation d'un appareil est grande, plus le champ électrique qui en résulte est intense. Le fil d'un appareil branché dans une prise de courant produit un champ électrique, même s'il n'est pas en marche. L'intensité du champ électrique peut être considérablement réduite par la présence d'objets faisant écran : arbres, clôtures, structure d'un bâtiment, etc.

Le **champ magnétique** est engendré par le courant électrique (mesuré en ampères), c'est-à-dire par le **mouvement** des électrons. Ainsi, lorsqu'un appareil est en marche, il est source de champ magnétique. Lorsque l'appareil n'est pas en marche, le champ magnétique est absent. Contrairement au champ électrique, l'intensité du champ magnétique n'est pas atténuée par les arbres, les clôtures ou la structure des bâtiments. En effet, le champ magnétique traverse assez facilement la matière. L'intensité du champ magnétique s'exprime en teslas. Toutefois, nous mesurons généralement le champ magnétique en fractions de tesla, soit en **microteslas (μT)**.

Quels facteurs déterminent mon exposition aux CÉM ?



Nous sommes tous exposés aux CÉM que produisent les appareils électriques, les circuits domestiques qui les alimentent et les réseaux de transport et de distribution qui acheminent l'électricité jusque dans nos maisons.

Compte tenu du temps passé au domicile, ce sont les champs magnétiques en milieu résidentiel qui constituent la principale source d'exposition. Les champs magnétiques ambiants des habitations du Québec sont généralement de l'ordre de $0,15 \mu\text{T}$. Toutefois, leur intensité varie d'une habitation à l'autre de façon appréciable, passant facilement de $0,05$ à $0,5 \mu\text{T}$.

Nos appareils électriques produisent parfois un champ magnétique de quelques centaines de microteslas. Cependant, l'intensité du champ diminue rapidement dès que nous nous éloignons des appareils. Une utilisation de courte durée fait que ceux-ci contribuent peu à notre exposition globale. Quant aux lignes de transport porteuses de courants élevés, nous mesurons leur influence dans les résidences à proximité, mais rarement dans celles qui sont situées au-delà de 100 m (150 m pour les lignes à 735 kV).

Dans nos maisons

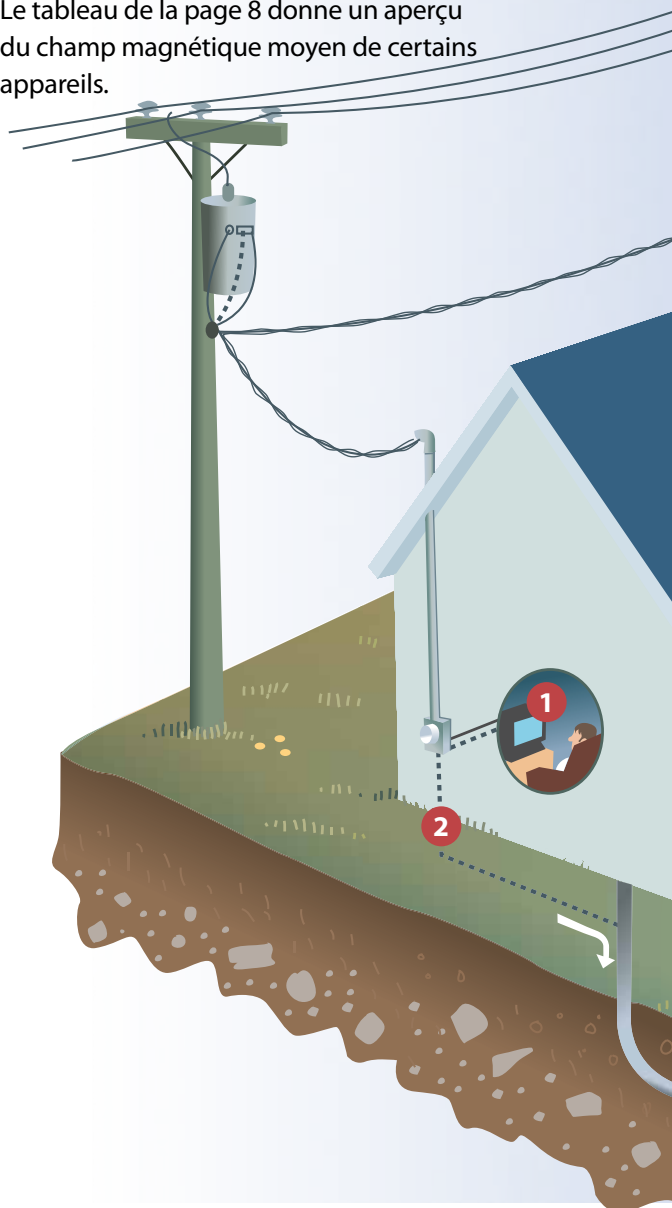
À l'intérieur des maisons, les facteurs qui contribuent au champ ambiant sont nombreux : utilisation des appareils électroménagers, quantité de courant circulant dans la mise à la terre du panneau de distribution électrique, consommation d'électricité dans le quartier, proximité des maisons voisines et du réseau électrique, etc.

Le champ magnétique présente une variation cyclique dans à peu près toutes les maisons. Ce cycle correspond à votre consommation d'électricité et à celle de votre voisinage.

Ainsi, le champ magnétique est généralement à son maximum entre 18 heures et 20 heures et à son minimum lorsque les occupants de la maison dorment et que vos activités sont réduites. Ce qui est vrai pour votre maison est également vrai pour vos voisins immédiats et pour tous les résidents de votre quartier. Le cycle observé connaît des fluctuations journalières, mais aussi des variations saisonnières.

En consultant le tableau de la page 8, nous constatons que certains appareils génèrent un champ magnétique plus intense. La diminution du champ avec la distance est beaucoup plus rapide dans le cas d'un appareil électrique d'usage courant que dans le cas d'une ligne électrique. En effet, le champ magnétique est généralement au niveau

ambiant ($0,15 \mu\text{T}$) lorsque nous nous éloignons de 1 ou 2 m de la plupart des appareils qui sont en marche (de 2 à 3 m pour le four à micro-ondes et pour le branchement électrique de la maison). Le tableau de la page 8 donne un aperçu du champ magnétique moyen de certains appareils.





Le fait d'être près d'un **appareil électrique en fonctionnement** **1** contribue également à nous exposer au champ magnétique. Le temps plus ou moins long passé près de cet appareil en marche est un facteur important. Ainsi, certaines personnes sont exposées fréquemment à un champ magnétique très intense durant de courtes périodes. D'autres sont exposées à un champ faible durant de longues périodes.

La **mise à la terre du panneau de distribution** **2** est le plus souvent raccordée à l'entrée d'eau de votre habitation. Cela constitue une protection contre l'électrisation ou l'électrocution des occupants, en cas de mauvais fonctionnement d'un appareil. Comme toutes les maisons de votre rue ont probablement leur **mise à la terre raccordée au réseau d'aqueduc**, **3** nous pouvons dire que les maisons sont liées entre elles, électriquement parlant.

Cette liaison influence le niveau du champ magnétique. En effet, plusieurs études tendent à démontrer que le courant qui circule dans la mise à la terre est le principal facteur contribuant au champ magnétique ambiant d'une maison.



Champ magnétique moyen de certains appareils (en μT)

	Distance de la source		
	15 cm	30 cm	1,2 m
Téléviseur couleur	-	0,7	-
Fer à repasser	0,8	0,1	-
Écran de micro-ordinateur	1,4	0,5	-
Lave-vaisselle	2	1	-
Rond de poêle	3	0,8	-
Lampe fluorescente en tube	4	0,6	-
Malaxeur	10	1	-
Plinthe chauffante portative	10	2	-
Perceuse	15	3	-
Four à micro-ondes	20	1	0,2
Scie circulaire	20	4	-
Taille-crayon électrique	20	7	0,2
Séchoir à cheveux	30	0,1	-
Aspirateur	30	6	0,1
Ouvre-boîte	60	15	0,2
Photocopieur	90	20	1

	1 cm	moy. corps entier
Couverture chauffante classique	10	1,5
Rasoir électrique	800	-

Source : EMF In Your Environment, Environment Protection Agency, U.S.A., 1992.

Ampoules fluocompactes* (en μT)

	Distance de la source	
	15 cm	30 cm
Sylvania 13 W	0,04	-
Sylvania 14 W	0,04	-
Sylvania 23 W	0,09	-
Globe 13 W	0,11	-
Philips 13 W	0,03	-
General Electric 15 W	0,01	-

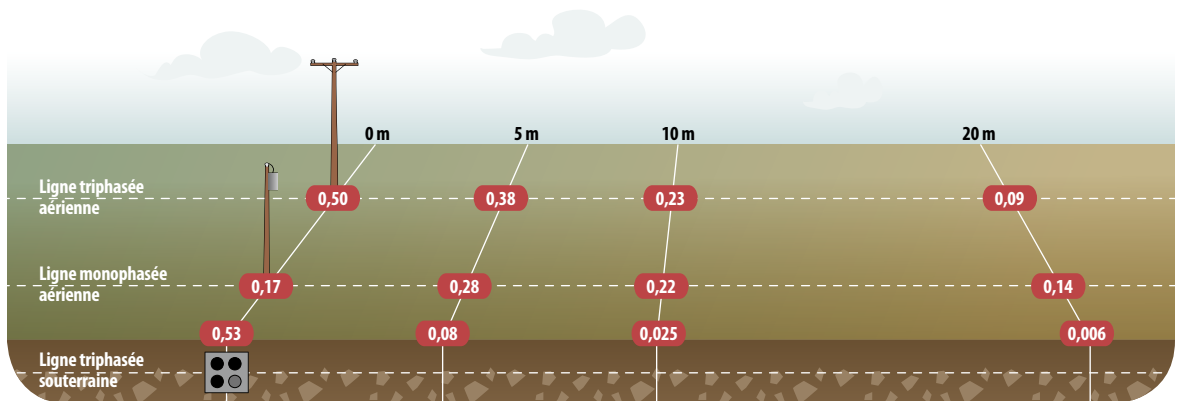
* Mesures effectuées en août 2009 à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec.

Près du réseau de distribution

Le réseau de distribution constitue la principale source de champ en dehors du domicile puisqu'il achemine l'électricité dans votre quartier et dans votre domicile. Les valeurs mesurées à proximité des lignes varient avec les saisons et avec la demande d'électricité. L'intensité moyenne du champ magnétique habituellement

mesurée directement sous une ligne de distribution aérienne triphasée (à trois fils) est d'environ $0,5 \mu\text{T}$, et de $0,2 \mu\text{T}$ à une dizaine de mètres de la ligne. Même à proximité des lignes de distribution souterraines, un champ est mesuré. En effet, le champ magnétique traverse la matière et n'est pas atténué par la terre, la roche ou le béton.

Champ magnétique moyen généré par les lignes de distribution (en μT)



Le « mythe » du transformateur Les transformateurs du réseau de distribution sont souvent perçus comme une source de fort champ magnétique. Pourtant, les mesures effectuées à proximité de ces équipements ont permis de constater que la plupart cessent de contribuer au champ magnétique d'une ligne de distribution à une distance d'environ 2 m. Cela est attribuable au fait que, pour être efficace, le transformateur est justement conçu de façon à concentrer le champ magnétique en son centre.

Lorsque les lignes de distribution sont enfouies dans le sol, nous utilisons des transformateurs sur socle pour abaisser la tension. Ces équipements sont à l'intérieur d'un boîtier vert posé sur une base de béton. À une distance de 1 m, le champ magnétique créé par le transformateur se confond avec le champ ambiant généré par la ligne souterraine qui l'alimente.

Près des lignes à haute tension

L'intensité du champ magnétique dépend de l'intensité du courant électrique, mais aussi de la distance par rapport à la source. Ainsi, le champ magnétique généré par une ligne à haute tension (LHT) est plus élevé sous les fils et son intensité diminue rapidement à mesure que nous nous en éloignons. Note: les fils où circule le courant sont la source du champ. Les **pylônes** qui supportent les fils **ne créent pas** de champ magnétique, parce que le courant n'y circule pas.

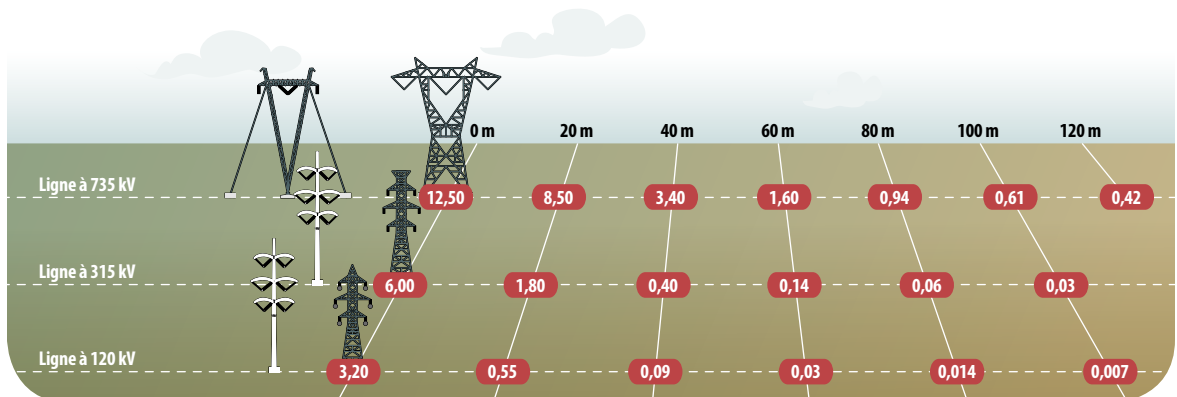
Au-delà d'une centaine de mètres de la bordure de l'emprise* d'une LHT, le champ magnétique se confond généralement avec celui produit par les autres sources de cet environnement.

Les maisons situées immédiatement en bordure d'une emprise de ligne présentent, en moyenne, un champ magnétique supérieur aux autres.

Comme les Québécois utilisent davantage d'électricité en hiver qu'en été, surtout pour le chauffage, la quantité de courant transitant sur les LHT varie considérablement au fil des saisons. Ainsi, le champ magnétique des LHT est à son maximum durant les semaines de grands froids et à son minimum durant la belle saison. Les chiffres du tableau ci-dessous donnent un aperçu du champ magnétique moyen obtenu près de la plupart des LHT, dans des conditions normales d'exploitation.

* Bande de terrain réservée au passage d'une ligne.

Champ magnétique moyen généré par les lignes à haute tension (en μT)



Note : Les valeurs de champ magnétique montrées ci-dessus sont calculées en considérant les courants moyens de la majorité des lignes de chaque type. Le champ peut varier en fonction des caractéristiques techniques de chaque ligne.

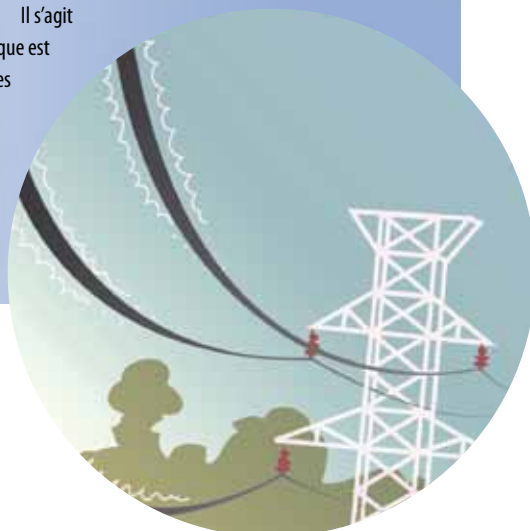
Près des postes



Dans la grande majorité des postes, sauf pour les postes à très haute tension, le champ magnétique mesuré à la clôture ne dépasse pas le niveau ambiant ($0,15 \mu\text{T}$). Les équipements installés dans le périmètre d'un poste contribuent peu au champ magnétique mesuré à l'extérieur de ce poste.

Ce sont les lignes électriques entrant et sortant d'un poste qui produisent l'essentiel du champ que l'on y mesure.

Quel est ce crépitement que nous entendons parfois sous les LHT ? Il s'agit d'un phénomène appelé effet couronne. Tout près des fils, le champ électrique est très intense, ce qui provoque une multitude de petites décharges électriques dans l'air à proximité. L'effet couronne est très local puisqu'il ne se produit qu'à quelques centimètres des fils. Il est amplifié par le mauvais temps et produit un faible bruit. Il peut causer des interférences radio lorsque nous circulons sous la ligne.



Que sait-on des effets des CÉM sur la santé?



Voilà maintenant près de 35 ans que la recherche se poursuit sur la question des effets possibles des CÉM sur la santé humaine. Plusieurs centaines d'études épidémiologiques ont été réalisées auprès de divers groupes, tant chez les travailleurs du domaine de l'électricité que dans la population en général. Également, un très grand nombre d'études expérimentales en laboratoire portaient sur les effets des champs sur les cellules vivantes, sur diverses espèces animales et chez l'humain.

À ce jour, les études n'ont pu mettre en évidence un effet clair des champs pour les intensités existant dans le milieu résidentiel ou de travail. Toutefois, il existe un certain doute sur la possibilité qu'un champ magnétique relativement faible (0,4 microtesla) puisse accroître le risque de leucémie chez l'enfant. Mais les données sur le sujet demeurent contradictoires.

Les effets sur l'état de santé général

« Certaines personnes qui se plaignent d'un ensemble diffus de symptômes les attribuent à une légère exposition aux champs électromagnétiques produits sur leur lieu de résidence. Il s'agit notamment d'anxiété, de céphalées, de tendances dépressives, voire suicidaires, de fatigue et d'une réduction de la libido. Jusqu'à présent, les données scientifiques ne confirment pas l'existence d'un lien entre cette symptomatologie et l'exposition à des champs électromagnétiques. Cette symptomatologie peut, au moins en partie, être attribuée au bruit et à d'autres facteurs environnementaux, ou encore à l'anxiété suscitée par les nouvelles technologies. »

Source : Site Internet de l'Organisation mondiale de la santé.

Effets à long terme : la question du cancer

Comment déterminer si un produit cause le cancer ?

Les scientifiques qui tentent d'évaluer si un produit (ou un agent comme le champ magnétique) est cancérigène s'appuient sur deux types d'études : les études humaines, appelées études épidémiologiques, et les études animales de longue durée.

Les études humaines portent sur des groupes de personnes qui, par leur travail ou leurs habitudes de vie, sont exposés au produit en question. Le taux de cancer d'un groupe est comparé à celui d'un groupe de référence qui est moins exposé ou, mieux encore, à celui d'un groupe qui n'est pas du tout exposé. Ces recherches ont l'avantage d'étudier des populations dans les conditions réelles d'exposition de leur vie de tous les jours.

Toutefois, il est difficile d'isoler l'effet du produit étudié des effets de tous les autres facteurs auxquels les personnes sont exposées dans leur vie courante. Ceci est particulièrement vrai lorsque ces éléments peuvent affecter le risque de cancer : facteurs familiaux (hérédité, génétique), habitudes de vie (régime alimentaire, tabagisme, etc.) et facteurs environnementaux (qualité de l'air, usage de produits chimiques pour les pelouses ou pour maîtriser les insectes, etc.).

Les études animales traitent de l'effet du produit sur des animaux en laboratoire. Contrairement aux études humaines, les études animales permettent de contrôler parfaitement les niveaux d'exposition au produit, d'utiliser des niveaux élevés d'exposition et de minimiser tout autre facteur qui pourrait influencer l'apparition de cancer. Le désavantage : les différences entre les espèces de mammifères. Les résultats obtenus chez l'animal ne sont pas directement transposables à l'humain. C'est pourquoi ces études en laboratoire sont généralement réalisées sur plus d'une espèce animale, à la fois chez les mâles et chez les femelles.

Que disent les études épidémiologiques ?

Le cancer chez l'enfant

Le cancer de l'enfant est une maladie très sérieuse et particulièrement difficile à accepter. Certains facteurs ont été mis en cause : anomalies génétiques ou héréditaires, certains virus et produits chimiques, rayonnement ionisant (par exemple, rayons X, traitements par radiothérapie, diagnostics en médecine nucléaire). Les CEM ne font pas partie de la catégorie du rayonnement ionisant. Leur énergie est beaucoup plus faible.

Il est généralement considéré qu'en présence d'une substance cancérigène, l'enfant développera plus facilement un cancer que l'adulte en raison de son taux plus élevé de divisions cellulaires. Les études épidémiologiques qui se sont intéressées aux risques de cancer chez les enfants exposés aux champs magnétiques sont très nombreuses. Elles portent principalement sur la leucémie. Chez l'enfant, ce cancer est parmi l'un des plus fréquents, même s'il s'agit d'une maladie relativement rare.

Quelles sont les causes de cancer chez les jeunes ?

« Même si les causes de cancer sont complexes et ne sont pas encore tout à fait élucidées, quelques éléments ont retenu notre attention : les rayonnements ionisants (radiations) aggravent le risque de cancer ; une prédisposition génétique semble jouer un rôle important.

« Des arguments solides mettent en évidence un lien de causalité entre la leucémie et une exposition prénatale aux rayonnements ionisants. Un lien étiologique a été établi entre le virus Epstein-Barr et le lymphome de Burkitt. Un manque de connaissance des facteurs de risques modifiables nous empêche d'effectuer une prévention primaire. »

Source : Site Internet de LEUCAN.

Les études épidémiologiques portant sur l'exposition aux champs magnétiques et la leucémie infantile ne sont pas toutes de qualité égale. Les trois plus importantes ont été réalisées aux États-Unis, au Canada et en Grande-Bretagne. Elles ont rassemblé entre 1 250 et 4 000 enfants. Leurs résultats étaient basés sur des dosages réels de champ magnétique, mesurés à l'aide de dosimètres portés par chacun des enfants et/ou placés dans leurs chambres à coucher. Aucune des études n'a rapporté de risque plus élevé de leucémie chez les enfants les plus exposés.

D'autres études, regroupant beaucoup moins d'enfants, ont rapporté une augmentation du risque. Pour estimer l'exposition des enfants aux champs magnétiques, elles ont généralement utilisé, comme substitut à de vraies mesures, un classement tenant compte de la grosseur et du nombre de fils des lignes électriques présentes dans le voisinage des demeures des enfants, et de leur distance par rapport à ces résidences.

Quant aux études qui ont rapporté des résultats basés sur la mesure réelle des champs magnétiques dans les demeures des enfants, elles n'ont pas mis en évidence une telle association.

Conclusions des plus grandes études épidémiologiques

L'étude américaine (1997), réalisée en collaboration avec le National Cancer Institute, a été effectuée dans neuf États. Elle a porté sur 638 cas de leucémie. Conclusion (*New England Journal of Medicine*, numéro 337, p. 1-7) : « ces résultats offrent peu de soutien à l'hypothèse que le fait de vivre dans des habitations ayant des niveaux de champ magnétique élevés ou dans des habitations proches de lignes de transport ou de distribution est lié à une augmentation du risque de la leucémie lymphocytaire aiguë chez les enfants ».

L'étude canadienne (1999), menée avec la British Columbia Cancer Agency, a porté sur 399 cas de leucémie chez des enfants de cinq provinces, dont le Québec. Conclusion (*American Journal of Epidemiology*, numéro 149, p. 831-842) : « cette étude [...] donne peu de crédit à l'hypothèse d'une augmentation du risque de leucémie chez les enfants attribuable au champ magnétique, au champ électrique, ou encore aux configurations des lignes électriques en milieu résidentiel ».

L'étude britannique (1999), réunissant plusieurs chercheurs des *UK Childhood Cancer Study Investigators*, portait sur 995 cas de leucémie chez des enfants d'Angleterre, du Pays de Galles et de l'Écosse. Conclusion (*The Lancet*, numéro 354, p. 1925-1931) : « nous n'avons trouvé aucune preuve que les champs magnétiques associés à l'alimentation

électrique augmentent le risque de leucémie infantile, de tumeurs malignes au cerveau (ou dans d'autres parties du système nerveux central) ou de n'importe quel autre cancer chez l'enfant ».

D'autre part, deux analyses combinées (voir page 20), publiées en 2000, se sont basées sur ces trois études épidémiologiques et sur d'autres de qualité équivalente, mais portaient sur beaucoup moins de sujets. Elles ont trouvé une association statistique entre l'exposition au champ magnétique et le risque de leucémie chez les enfants. Selon ces analyses, le risque doublerait chez les enfants exposés à un champ magnétique de plus de 0,3-0,4 μT en milieu résidentiel.

Les résultats de ces deux analyses combinées ont conduit, en 2001, le Centre international de recherche sur le cancer à revoir sa position sur les champs magnétiques de fréquences extrêmement basses. Par prudence, celui-ci les a classés dans le groupe 2B, soit celui des « *agents peut-être cancérogènes pour l'homme* », où l'on retrouve le café et les gaz d'échappement des moteurs à essence (voir page 21).

Le cancer chez l'adulte

Plus d'une centaine d'études épidémiologiques ont été publiées sur la question du cancer chez l'adulte. Sous la conduite de chercheurs de l'Université McGill, Hydro-Québec a d'ailleurs participé à l'une d'entre elles. Dans l'ensemble, elles n'ont pas rapporté d'augmentation du risque de cancer attribuable à l'exposition aux champs magnétiques en milieu professionnel. Quelques-unes suggèrent cependant que les travailleurs les plus exposés seraient davantage à risque quant à la leucémie et au cancer du cerveau. Toutefois, les résultats de ces études ne concordent pas, et le risque présumé serait relativement faible. En ce qui concerne les cancers de l'adulte liés à l'exposition aux champs magnétiques en milieu résidentiel, les études publiées jusqu'à présent ne rapportent généralement pas de risque de cancer plus élevé chez les adultes habitant près des lignes à haute tension.

Les études animales

Vu que les grandes études épidémiologiques n'ont pu démontrer de lien entre l'exposition au champ magnétique et le risque d'un cancer, les scientifiques ont eu recours aux études animales pour évaluer si, dans les conditions très strictes de laboratoire qui limitent les risques de contamination, les champs magnétiques étaient cancérigènes. À ce jour, les études de longue durée portant sur les animaux de laboratoire (rats et souris, le plus souvent) ont permis d'évaluer le potentiel cancérigène d'au moins 400 produits chimiques. Pour ce qui est des champs magnétiques, les études animales impliquent des recherches d'envergure où l'on mesure l'apparition des cancers chez des groupes d'animaux soumis pendant leur vie entière à différents niveaux d'exposition, souvent très élevés.

Depuis 1997, quatre études animales de longue durée comportant sept expériences sur les champs magnétiques ont été publiées. La première (1997) a été réalisée au Québec par une équipe de l'Institut Armand-Frappier dirigée par le D^r R. Mandeville. Quatre groupes de rats femelles ont été exposés durant 20 heures par jour et pendant toute leur vie à des niveaux de champ magnétique de 2, 20, 200 et 2 000 μT – cette dernière intensité équivaut à environ 13 000 fois le niveau de champ magnétique ambiant d'une résidence. Ces groupes ont été comparés à des groupes témoins vivant dans les mêmes conditions de laboratoire, mais sans exposition importante au champ magnétique. À la fin de la période d'exposition, près d'une cinquantaine d'organes et de tissus biologiques ont été analysés dans le but d'identifier les tumeurs bénignes et malignes (cancers). Conclusion : aucune augmentation de la présence de tumeurs n'a été observée chez les animaux les plus exposés au champ magnétique, par rapport aux animaux non exposés.

La deuxième étude (1997) a été réalisée au Japon par une équipe de l'Institut Mitsubishi Kasei des sciences toxicologiques et environnementales dirigée par le D^r Y. Otaka. Elle portait sur des rats mâles et femelles. Le niveau maximal d'exposition était de 5 000 μT . Conclusion : aucune augmentation de la présence de tumeurs n'a été observée chez les animaux exposés, comparativement aux animaux témoins.

Les deux autres études (1999) ont été réalisées aux États-Unis, en collaboration avec le National Institute of Environmental Health Sciences, et ont utilisé les protocoles traditionnels d'évaluation de la cancérigénicité. Les niveaux d'exposition maximums étaient de 1 000 μT . L'une a exposé des rats mâles et femelles et l'autre, des souris mâles et femelles. Conclusion : peu ou pas d'indice que ces expositions au champ magnétique augmentaient le risque d'apparition de tumeurs.

Autre hypothèse : les champs magnétiques n'augmentent pas en soi le risque de cancer, mais peuvent modifier l'action d'un autre produit cancérigène. Plus de 20 expériences animales ont été réalisées pour tester cette hypothèse, soumettant les animaux à un produit cancérigène connu, puis aux champs magnétiques. Conclusion : dans l'ensemble, les résultats sont négatifs.

Le cancer, en conclusion

À la lumière des nombreuses études réalisées depuis environ 35 ans, il apparaît fort improbable que les CÉM, aux intensités existantes en milieu résidentiel et en milieu de travail, entraînent un quelconque problème de santé, même chez les personnes les plus exposées. Les effets biologiques parfois rapportés dans un environnement contrôlé de laboratoire sont de faibles amplitudes. Ils demeurent dans la gamme des fluctuations physiologiques normales. Il semble que leur intensité soit trop faible pour être détectée chez l'être humain dans des conditions normales d'exposition.

À ce jour, les signes ou les symptômes attribuables à l'action des CÉM n'ont pas été mis en évidence. Les études montrent peu d'indices que les CÉM causent le cancer. Les études *in vitro* n'ont pas montré d'effets génétiques, ni la présence de mécanismes au moyen desquels les CÉM pourraient transformer une cellule normale en cellule cancéreuse. Les études animales de longue durée n'ont pas démontré non plus d'effets cancérigènes. Les résultats de près d'une centaine d'études épidémiologiques menées à travers le monde demeurent équivoques.

Analyses combinées sur les champs magnétiques et le cancer

Une analyse combinée (2000) sur le lien possible entre la leucémie infantile et l'exposition au champ magnétique a été réalisée sous la direction du D^r A. Ahlbom. Elle portait sur neuf études épidémiologiques où l'exposition au champ magnétique avait été soit mesurée, soit calculée. Elle intégrait les trois plus grandes études publiées à ce jour (Linnet, 1997 ; McBride, 1999 ; UKCCSI, 1999).

L'ensemble des neuf études couvre les États-Unis, le Canada, le Royaume-Uni, la Suède, le Danemark, la Finlande, la Norvège, l'Allemagne et la Nouvelle-Zélande, pays qui ont chacun un réseau électrique ayant ses propres caractéristiques. Le regroupement de ces études revenait à comparer les niveaux d'exposition de 3 203 enfants atteints de leucémie et ceux de 10 338 enfants en santé. Conclusion : l'exposition des enfants à des niveaux de champ magnétique inférieurs à 0,4 μT n'augmente pas le risque de développer une leucémie, alors que l'exposition à des niveaux de 0,4 μT et plus double ce risque. Cependant, les auteurs n'ont pas exclu la possibilité qu'un mauvais regroupement des cas atteints de leucémie et des témoins puisse exister dans au moins l'une des neuf études. Ceci pourrait expliquer en partie les résultats de l'analyse combinée.

Le D^r S. Greenland a dirigé une autre analyse combinée (2000) qui portait sur douze études épidémiologiques, dont celles de Linnet (1997) et de McBride (1999). Ces études couvraient les mêmes pays que l'analyse d'Ahlbom. Le regroupement de ces études revenait à comparer les niveaux d'exposition de 2 656 enfants atteints de leucémie et ceux de 7 084 enfants en santé. Conclusion : l'exposition des enfants à des niveaux de champ magnétique inférieurs à 0,3 μT n'augmente pas le risque de développer une leucémie, alors que l'exposition à des niveaux de 0,3 μT et plus augmente ce risque. Ici aussi, les auteurs n'excluent pas la possibilité que le choix arbitraire et la nature différente des mesures de champ magnétique peuvent faire varier ce résultat.

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)

Le CIRC est un organisme de recherche scientifique affilié à l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Sa mission est, entre autres, de réaliser des évaluations critiques de la cancérogénicité des produits chimiques et des facteurs physiques. Chaque évaluation s'appuie sur un schéma méthodologique, à partir des probabilités de cancérogénicité provenant de données issues d'études humaines et animales. Cinq catégories ont été définies :

- Groupe 1 – l'agent est cancérogène pour l'humain
- Groupe 2A – l'agent est probablement cancérogène pour l'humain
- Groupe 2B – l'agent est peut-être cancérogène pour l'humain
- Groupe 3 – l'agent ne peut être classé quant à sa cancérogénicité pour l'humain
- Groupe 4 – l'agent n'est probablement pas cancérogène pour l'humain

En 2001, le CIRC a évalué la cancérogénicité des champs magnétiques de 50/60 Hz. L'association statistique obtenue par Ahlbom et Greenland (voir page 20) entrait en contradiction avec l'absence de risque de leucémie infantile observée dans les plus grandes études épidémiologiques (voir Le cancer chez l'enfant, page 15). De plus, aucun lien n'a été observé entre l'exposition au champ magnétique en milieu résidentiel et le risque des enfants à d'autres types de cancers. Même constat pour l'exposition en milieu de travail et en milieu résidentiel et le risque de cancer chez l'adulte. Le CIRC a alors estimé que les indices de cancérogénicité des champs magnétiques de 50/60 Hz étaient « limités » chez l'humain. Parallèlement, cet organisme a considéré que les résultats fournis par les études animales constituent des indices « insuffisants » de cancérogénicité concernant les champs magnétiques de 50/60 Hz. Selon sa grille d'évaluation, les champs magnétiques de 50/60 Hz appartiennent donc au groupe 2B.

Soulignons que les évaluations faites par le CIRC ne cherchent pas à déterminer des seuils de dangerosité. Ces estimations quantitatives du risque, selon cet organisme, sont de la responsabilité des autorités nationales et internationales.

Opinion de quelques grandes organisations

Plusieurs opinions sur les effets des CÉM sur la santé ont été émises, soit par des groupes d'experts mandatés par des institutions publiques nationales, soit par des organismes internationaux. Voici les plus récentes :

Santé Canada (2005)

Santé Canada est l'organisme fédéral chargé de la santé au Canada. Dans son site Internet, il présente des pages d'information sur plusieurs questions de santé et de sécurité. Une page est consacrée aux types de CÉM auxquels la population est exposée dans la vie quotidienne. Nous pouvons y lire :

« La recherche a démontré que les CÉM produits par les appareils électriques et les lignes de transport d'énergie peuvent induire de faibles courants électriques dans le corps humain. Cependant, ces courants sont beaucoup plus faibles que ceux produits naturellement par le cerveau, les nerfs et le cœur, et ne sont associés à aucun risque connu pour la santé. Il y a eu de nombreuses études sur les effets de l'exposition aux champs électriques et magnétiques de fréquences extrêmement basses. Les scientifiques de Santé Canada sont conscients que certaines études ont suggéré qu'il existe un lien possible entre l'exposition aux [CÉM] et certains types de cancers infantiles. Cependant, lorsqu'on évalue toutes les études, la preuve semble être très faible. [...] Pas besoin de chercher à se protéger de l'exposition quotidienne normale aux champs électriques et magnétiques de fréquences extrêmement basses. Il n'y a aucune preuve concluante de dommages causés par des expositions à des niveaux trouvés normalement dans les environnements domestiques et de travail au Canada. »

Organisation mondiale de la santé (OMS) (2004)

L'OMS est un organisme des Nations Unies spécialisé dans les questions sur la santé. En 1996, il a lancé le Projet CÉM pour l'étude des champs électromagnétiques, qui vise à évaluer les effets de l'exposition aux CÉM sur la santé et l'environnement. Ce projet est mené en collaboration avec des agences et des instituts de recherche nationaux et internationaux. Dans ses pages Internet, l'OMS affirme :

« L'OMS et d'autres organismes ont procédé à une étude portant sur des sources nombreuses et variées de champs électromagnétiques présentes sur le lieu de résidence ou de travail : écrans d'ordinateurs, matelas d'eau, couvertures électriques, machines à souder à radiofréquence, matériel de diathermie, radars, etc. Il apparaît d'une façon générale que l'exposition aux champs le plus souvent présents dans l'environnement n'accroît pas le risque d'une quelconque issue sanitaire défavorable telle qu'avortement spontané, malformations ou maladies congénitales, ou encore faible poids à la naissance. On a parfois fait état d'un lien entre une exposition supposée à un champ électromagnétique et certains problèmes de santé. C'est ainsi que l'on a constaté des cas de prématurité et de faible poids de naissance parmi les enfants de personnes travaillant dans l'industrie électronique. Selon la communauté scientifique, ces cas ne sont pas forcément à mettre au compte d'une exposition à des champs électromagnétiques (contrairement à d'autres facteurs comme l'exposition à des solvants). [...] Il est clair que s'il est prouvé que les champs électromagnétiques accroissent le risque de cancer, l'accroissement correspondant du risque ne peut être qu'extrêmement faible. Les résultats obtenus jusqu'ici présentent de nombreuses incohérences. Quoi qu'il en soit, aucune augmentation importante du risque n'a été mise en évidence chez l'adulte ou l'enfant, quel que soit le type de cancer. Selon quelques études épidémiologiques, il y aurait une légère augmentation du risque de leucémie chez l'enfant en cas d'exposition aux champs électromagnétiques de basse fréquence générés dans la maison. Toutefois, les scientifiques ne sont généralement pas d'avis que ces résultats indiquent l'existence d'une relation de cause à effet entre l'exposition à ces champs et la maladie (contrairement à certains artefacts de ces études ou à des effets sans rapport avec l'exposition aux champs en question). Si l'on est parvenu à cette conclusion, c'est en partie du fait que l'expérimentation animale et les études en laboratoire ont été incapables de mettre en évidence le moindre effet reproductible à l'appui de l'hypothèse selon laquelle les champs électromagnétiques sont la cause ou agissent comme promoteurs de certains cancers. »

National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (1999)

Le NIEHS fait partie des National Institutes of Health, qui sont sous la juridiction du Department of Health and Human Services américain. En 1992, le Congrès des États-Unis a demandé à cet organisme, dans le cadre de l'Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program (EMF-RAPID), de mener une évaluation du risque pour la santé que pourraient représenter les CÉM de fréquences extrêmement basses. En 1999, le NIEHS a rendu public un document qui conclut : « *les preuves scientifiques suggérant que l'exposition aux CÉM pose un risque quelconque pour la santé sont faibles* ».

Source : NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power Line Frequency Electric and Magnetic Fields.

Existe-t-il des normes d'exposition aux CÉM ?

En vertu de la *Loi québécoise sur la qualité de l'environnement*, aucun règlement n'a été adopté pour limiter l'exposition de la population aux CÉM de 60 Hz. Le gouvernement du Québec assure cependant un suivi de l'évolution des connaissances dans ce domaine. En effet, le Comité de suivi des études sur les effets des lignes à haute tension sur la santé, qui relève de la Direction de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux, a pris position en 2000 sur la question des CÉM et la santé publique. Cette position ne comporte pas de recommandation quant aux limites d'exposition ou aux distances minimales à respecter pour les installations électriques.

Comme l'indique Santé Canada dans son site Internet, il n'existe actuellement pas de normes canadiennes sur l'exposition du public et des travailleurs aux CÉM de 60 Hz. Depuis une dizaine d'années, ce ministère assure un suivi des connaissances sur ce sujet en collaboration avec l'OMS.

Limites d'exposition aux champs électriques de 60 Hz

	ICNIRP (kV/m)	IEEE (kV/m)
Travailleurs	8,3	20
Public	4,2	5*

* Maximum permis de 10 kV/m sous les lignes à haute tension.

Limites d'exposition aux champs magnétiques de 60 Hz

	ICNIRP (μ T)	IEEE (μ T)
Travailleurs	420	2 710
Public	83	904

Au niveau international, deux organismes scientifiques influents recommandent des limites d'exposition de la population aux CEM: l'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) et l'Institute of Electric and Electronic Engineering (IEEE). L'ICNIRP, un organisme non gouvernemental, a pour mission d'analyser les risques des rayonnements non ionisants sur la santé humaine. Elle formule des recommandations quant aux limites d'exposition des travailleurs et de la population et agit en collaboration avec l'OMS. Quant à l'IEEE, une association professionnelle internationale, il a notamment la responsabilité d'établir des normes de sécurité. Rappelons que, pour qu'elles entrent en vigueur, les recommandations de l'ICNIRP et de l'IEEE doivent être adoptées par chaque État ou pays sous la forme d'un règlement ou d'une loi nationale.

Les mesures de CEM appliquées au Québec montrent qu'**à l'extérieur** des emprises de lignes à haute tension, la population est rarement exposée à des niveaux non recommandés par l'ICNIRP ou l'IEEE. Cependant, les limites de champ électrique peuvent parfois être dépassées **à l'intérieur** des emprises de certaines lignes. Cela peut se produire lorsque nous nous trouvons sous les fils, à leur point le plus bas, à mi-chemin entre deux pylônes, mais ces situations sont sans conséquence sur la santé, selon le Centre international de recherche sur le cancer, affilié à l'OMS.

Que fait Hydro-Québec dans le dossier des CÉM et la santé?

Même si aucun effet des CÉM sur la santé n'a été établi à ce jour, Hydro-Québec s'engage à maintenir une attitude de vigilance et de prudence dans le dossier des CÉM et la santé. Elle a participé et collaboré avec des partenaires à plusieurs projets de recherche. En outre, elle a élaboré une position d'entreprise sur les CÉM.

Hydro-Québec a également contribué à faire avancer les connaissances sur les CÉM en réalisant ses propres recherches. Elle a mené plusieurs études en collaboration avec des institutions universitaires, Santé Canada et avec d'autres entreprises d'électricité, dont Électricité de France, Ontario Hydro, BC Hydro et la Bonneville Power Administration (Oregon). À cet égard, Hydro-Québec compte parmi les entreprises d'électricité les plus actives.

En 1986, Hydro-Québec adoptait le Plan d'action sur les effets biologiques des CÉM, qui comprenait plusieurs projets de recherche et de communication. La plupart de ces projets sont terminés ; d'autres sont en cours de réalisation. Voici les principales contributions :

Projets de recherche

Hydro-Québec a contribué sur les plans financier et technique à la réalisation de plusieurs projets de recherche. Parmi ceux-ci, la caractérisation et les mesures d'exposition aux CÉM générés par ses installations électriques demeurent une priorité.

De même, Hydro-Québec a soutenu la réalisation d'études d'envergure. Par exemple, l'étude épidémiologique franco-canadienne coordonnée par l'Université McGill a porté sur les travailleurs d'Hydro-Québec, d'Ontario Hydro et d'Électricité de France. Aussi, Hydro-Québec s'est associée à d'autres partenaires, dont Santé Canada et Ontario Hydro, pour réaliser à l'Institut Armand-Frappier une étude du développement de tumeurs chez l'animal de laboratoire exposé aux CÉM.

Hydro-Québec a participé à de nombreuses autres recherches traitant de la production des vaches laitières (Université McGill). Elle contribue également à des études portant sur la perception des humains du champ électrique produit par une LHT (Université de Montréal). En outre, elle participe à une recherche à des fins thérapeutiques sur les mécanismes d'interaction des champs électriques avec des tissus biologiques, réalisée au Laboratoire d'organogénèse expérimentale (LOEX) à Québec.

L'Université de Montpellier (France) étudie actuellement la détection optique des micro-tremblements chez les travailleurs exposés aux champs magnétiques alternatifs. Réalisée avec le soutien d'Hydro-Québec et d'Électricité de France, cette étude vise à mieux évaluer les interactions des champs magnétiques avec le système nerveux, interactions qui sont à la base des limites d'exposition établies par l'ICNIRP et l'IEEE.

Projets de communication

Pour assurer une communication avec le public, Hydro-Québec a ouvert en 1991 l'Électrium, un centre d'interprétation des champs électriques et magnétiques. Situé à Sainte-Julie, sur la rive sud de Montréal, l'Électrium accueille environ 20 000 visiteurs par année. Des guides-animateurs fournissent aux visiteurs des renseignements sur l'électricité en général et sur les CÉM en particulier. L'Électrium fournit au public une information factuelle et régulièrement mise à jour. Grâce à une ligne téléphonique sans frais, le 1 800 267-4558, la clientèle d'Hydro-Québec peut communiquer avec le personnel de l'Électrium.

Le site Internet d'Hydro-Québec présente des informations complètes sur les CÉM. On y trouve de nombreux renvois et références à des sites d'organisations spécialisées en santé publique. Un volet interactif permet également d'en apprendre davantage sur les sources des CÉM et les niveaux d'exposition dans la vie de tous les jours.

Outre la présente brochure et le site Internet, Hydro-Québec a publié plusieurs documents sur les CÉM. Elle met aussi à la disposition du public un répertoire des études et des recherches qu'elle a menées et auxquelles elle a contribué. Vous pouvez obtenir ce répertoire, soit auprès de l'Électrium, soit en ligne : www.hydroquebec.com, section Développement durable. Enfin, les études et les recherches d'Hydro-Québec ont donné lieu à de nombreuses communications scientifiques et ont fait l'objet d'une quarantaine d'articles dans des revues spécialisées.

Sites Internet à consulter pour informations supplémentaires

Hydro-Québec

www.hydroquebec.com/comprendre/champs

Santé Canada

www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/environ/magnet_f.html

Comité fédéral - provincial - territorial de la radioprotection - Canada (hébergé par le BC Centre for Disease Control)

www.bccdc.org/content.php?item=196

Organisation mondiale de la santé

www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/index.html

Commission européenne

www.europa.eu.int/comm/health/ph_determinants/environment/EMF/emf_fr.htm

National Institute of Environmental Health Sciences (en anglais)

www.niehs.nih.gov/emfrapid/

National Radiological Protection Board (en anglais)

www.nrpb.org/radiation_topics/emf/index.htm

Health Protection Agency (en anglais)

www.hpa.org.uk/radiation/faq/emf

LEUCAN

www.leucan.qc.ca

Pour en savoir plus sur les CÉM

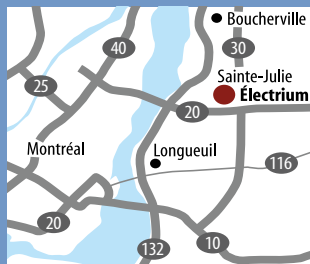


Communiquer avec l'Électrium

Téléphone : 1 800 267-4558 ou
(450) 652-8977 (région de Montréal).

Visiter l'Électrium

Adresse : 2001, rue Michael-Faraday, à
Sainte-Julie. Sur la rive sud, à 20 minutes
du centre-ville de Montréal. Depuis
l'autoroute 30, prenez la sortie 128
et suivez les panneaux de signalisation
bleus.



Jours d'ouverture

De septembre à mai : du lundi
au vendredi, de 9 h 30 à 16 h ;
le dimanche, de 13 h à 16 h.

De juin à août : tous les jours, de 9 h 30
à 16 h.

Visites guidées gratuites

Réservations requises pour les groupes.

Qui est exposé aux CÉM?

Tous les appareils, équipements et fils électriques génèrent des champs électriques et magnétiques (CÉM). Par conséquent, tout le monde est exposé aux CÉM, que ce soit à la maison, au bureau, à l'école, à l'usine ou dans la rue. De même, les personnes vivant à proximité des équipements d'Hydro-Québec y sont exposées. Le présent document vise à décrire les principales sources d'exposition et à faire le point sur l'état des connaissances quant aux effets des CÉM sur la santé.

Ce document a été réalisé dans le cadre du Plan d'action d'Hydro-Québec sur les effets biologiques des champs électriques et magnétiques.

www.hydroquebec.com

© Hydro-Québec
Direction principale – Communications
Dépôt légal – 3^e trimestre 2009
6^e édition, septembre 2009

Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-550-57042-4 (PDF)

2009G233F

This publication is available in English.