

Les champs électriques et magnétiques et la santé



2000

<i>Avant-propos</i>	<i>1</i>
<i>Introduction</i>	<i>2</i>
<i>Section 1</i>	<i>3</i>
<i>Comment définir un champ électrique ou magnétique ?</i>	
<i>Section 2</i>	<i>5</i>
<i>Les équipements d'Hydro-Québec</i>	
<i>Section 3</i>	<i>7</i>
<i>Quels facteurs déterminent mon exposition aux CEM ?</i>	
<i>Section 4</i>	<i>13</i>
<i>Que sait-on des effets des CEM sur la santé ?</i>	
<i>Pour en savoir plus sur les CEM</i>	<i>28</i>

Effets sur la santé : les conclusions se précisent

Depuis une cinquantaine d'années, la consommation d'électricité n'a cessé de croître dans le monde industrialisé. Les réseaux de transport et de distribution d'électricité se sont étendus. L'utilisation d'appareils électriques de toutes sortes a proliféré : radios, téléviseurs, appareils électroménagers, fours à micro-ondes, répondeurs téléphoniques, ordinateurs personnels, jeux vidéo, etc.

Bien que l'électricité soit sans contredit essentielle à notre qualité de vie, la société a commencé à s'interroger sur les effets potentiels liés à sa présence dans notre environnement.

En effet, partout où l'on utilise l'électricité, des champs électriques et magnétiques se manifestent autour des appareils, des fils et des lignes. Comme ces champs interagissent avec ce qui se trouve dans leur environnement immédiat, la communauté scientifique internationale poursuit depuis plus de trente ans des recherches en vue de mieux connaître leurs effets possibles, particulièrement sur la santé humaine et animale.

La présente brochure a pour objet de faire mieux comprendre la nature des champs électriques et magnétiques. Que sont-ils ? Où sont-ils présents ? Comment se comportent-ils ? Elle vise également à faire le point sur les résultats des recherches réalisées jusqu'à maintenant sur les effets possibles des champs sur la santé.

Lors de la première édition de cette brochure il y a cinq ans, de nombreuses questions étaient encore en suspens, notamment en ce qui concerne le risque de leucémie chez

l'enfant. Depuis le milieu des années 90, un certain nombre d'études, impressionnantes par leur ampleur et leur qualité, ont été réalisées chez l'humain et chez l'animal. Ainsi, nous avons grandement amélioré nos connaissances sur toute la question des champs électriques et magnétiques et de leurs effets possibles. De plus, les études ont permis de préciser davantage les niveaux de champs auxquels les Québécois et les Canadiens sont exposés au quotidien. Ces nouvelles données ont été intégrées à la présente édition.

Les recherches les plus récentes nous ont apporté, dans l'ensemble, des réponses fort rassurantes. Les données dont nous disposons aujourd'hui permettent d'affirmer qu'il est peu probable que l'exposition aux champs électriques et magnétiques augmente le risque de cancer.

J'espère que les informations contenues dans les pages qui suivent vous aideront à démystifier ces phénomènes et à mieux vous éclairer sur l'état des connaissances scientifiques dans ce domaine.

Bonne lecture !

D' Michel Plante
Services de santé et sécurité
Hydro-Québec

Les champs sont omniprésents dans la nature

Lexique

Pour alléger le présent document, quelques sigles et symboles sont parfois utilisés :

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)

V/m : volt par mètre (unité de mesure du champ électrique)

μ T : microtesla (unité de mesure du champ magnétique ; 1 μ T = 1 millionième de tesla)

Les champs électriques et magnétiques (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.

Notre planète, la Terre, est, quant à elle, 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. Il faut préciser que

les phénomènes que nous venons de décrire sont d'intensité presque constante (courant continu).

Par contre, les courants électriques circulant dans les installations électriques d'Hydro-Québec et nécessaires au fonctionnement de nos 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.

Par exemple, on pourrait dire qu'il existe un champ thermique autour d'un feu de camp. La température que l'on mesure avec un thermomètre est très élevée à proximité du feu et elle diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source. Ainsi, à une distance plus ou moins grande du feu, selon sa taille, on ne perçoit plus la chaleur.

Champ électrique

Le champ électrique est lié à la tension (que l'on désigne parfois par le terme 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

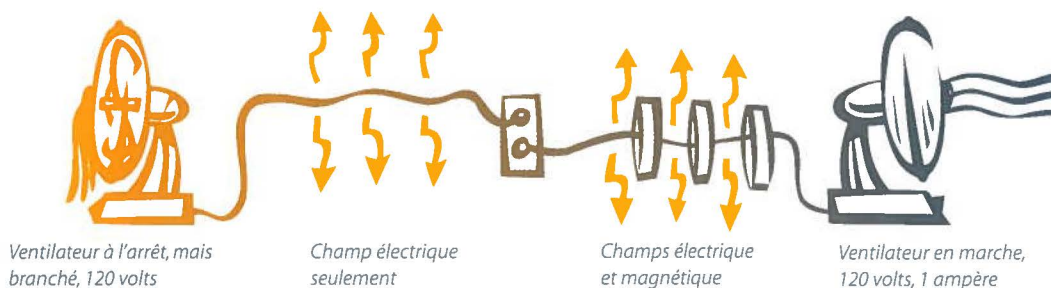
par la présence d'objets faisant écran : arbres, clôtures, structure d'un bâtiment, etc.

Champ magnétique

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)**.*

*1 μT = 1 millionième de tesla





Qui est exposé aux CÉM ?

Tous les appareils, équipements et fils électriques génèrent des champs électriques et magnétiques. Par conséquent, tout le monde est exposé aux CÉM, que ce soit à la maison, au bureau, à l'école, à l'usine, sur les trottoirs ou dans les rues. De même, les personnes vivant à proximité des équipements d'Hydro-Québec y sont exposées. Le type d'équipement, la distance à laquelle cet équipement est situé et le temps passé à proximité sont trois facteurs importants qui permettent d'évaluer l'exposition aux CÉM. Actuellement, les recherches ont tendance à se pencher davantage sur les effets possibles du champ magnétique que sur ceux du champ électrique. En effet, il y a moins d'indices qui suggèrent que le champ électrique soit lié à des problèmes de santé. C'est pourquoi nous traiterons surtout du champ magnétique dans le présent document.

Les équipements d'Hydro-Québec

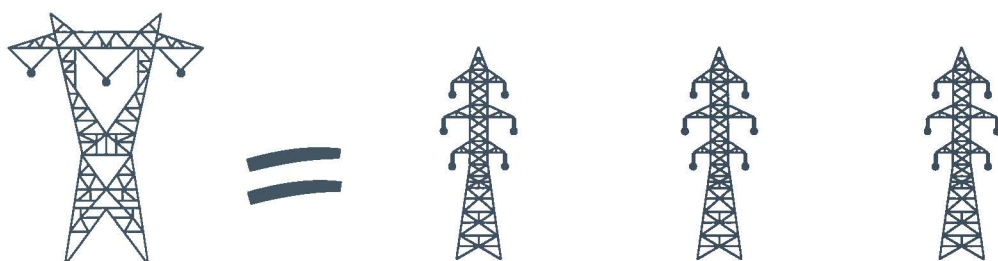
Hydro-Québec doit produire de l'énergie électrique et l'acheminer vers les consommateurs, c'est-à-dire jusque dans votre quartier. Pour ce faire, Hydro-Québec dispose d'un réseau de production, de transport et de distribution de l'électricité.

Les 80 centrales du réseau produisent l'énergie électrique dont nous, les consommateurs, avons besoin. Un réseau de transport à haute tension achemine cette énergie jusqu'aux postes de transformation situés près des villes. Un réseau de lignes de distribution relie ces postes à chacun des clients.

Ces lignes acheminent l'énergie entre des postes. L'emploi de la haute tension diminue le nombre de lignes requises pour transporter une puissance donnée. Ainsi, l'espace occupé par les LHT et les impacts environnementaux sont moindres. La puissance transportée par une ligne à 735 kV équivaut à celle d'environ six lignes à 315 kV.

Réseau de transport

Le réseau de transport de l'électricité est constitué de lignes à haute tension (LHT) qui acheminent l'électricité sur de longues distances tout en minimisant les pertes d'énergie. Les tensions les plus fréquemment utilisées au Québec sont de 120, 315 et 735 kilovolts (kV).



La puissance transportée par une ligne à 735 kV (comportant un circuit) équivaut à celle d'environ trois lignes à 315 kV (comportant chacune deux circuits).

Postes de transformation Réseau de distribution

Les postes d'Hydro-Québec ont pour fonction de répartir l'énergie et d'adapter le niveau de tension aux besoins des clients. Les postes sont tous clôturés. Leur accès est interdit au public en raison des risques d'électrocution.

Le réseau de distribution achemine l'électricité à tous les clients des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel. Les lignes de distribution sont habituellement montées sur des poteaux de bois. La plupart des clients résidentiels peuvent en voir une dans leur cour ou dans la rue, en face de leur maison. Certaines lignes de distribution sont enfouies dans le sol pour des raisons esthétiques. Un transformateur abaisse la tension de l'énergie électrique qui est acheminée jusqu'à votre domicile par les fils de branchement : c'est le cylindre métallique habituellement placé dans le haut des poteaux de bois.



Transformateur de distribution

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, en Amérique du Nord, 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 $0,5 \mu\text{T}$. Les sources de champ magnétique sont nombreuses ; parmi les plus importantes, il y a la mise à la terre de la maison – système qui protège les occupants contre le mauvais fonctionnement des appareils électriques –, qui est reliée au réseau d'aqueduc. Aussi, la présence des lignes de transport ou de distribution tout près des maisons peut contribuer à augmenter les champs magnétiques ambiants de celles-ci.

Nos appareils électriques produisent, parfois, un champ ambiant de quelques centaines de microteslas. Cependant, l'intensité du champ diminuant dès qu'on s'éloigne des appareils et une utilisation de courte durée font que ceux-ci contribuent peu à notre exposition globale aux champs magnétiques. Quant aux lignes de transport porteuses

de quantités de courant élevées, on mesure leur influence dans les résidences à proximité, mais rarement dans celles qui sont situées au-delà de 150 mètres.

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 LHT est plus élevé directement sous les fils et son intensité diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne de la ligne. À noter que ce sont les fils où circule le courant qui sont la source des champs : les pylônes métalliques qui supportent les fils **ne créent pas** de champ magnétique, parce que le courant n'y circule pas.

Types de pylônes habituellement utilisés

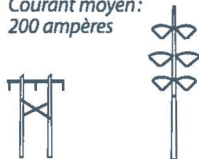
Au-delà d'une centaine de mètres de la bordure d'emprise* d'une LHT, le champ magnétique se confond à celui produit par les autres sources de votre environnement. Les maisons situées immédiatement en bordure d'une emprise de ligne présentent, en moyenne, un champ magnétique supérieur aux autres.

Comme les consommateurs québécois utilisent davantage d'électricité en hiver qu'en été, surtout en raison du 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. Inversement, le champ magnétique est habituellement à son minimum durant les mois où le chauffage n'est plus requis. Les chiffres du tableau ci-contre 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.

Ligne à 120 kilovolts

Courant moyen:
200 ampères



Distance du centre de la ligne (m)	0	20	40	60	80	100
Champ magnétique (μT)	6,0	0,4	0,05	0,02	0,007	0,004

Ligne à 315 kilovolts

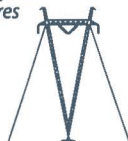
Courant moyen:
300 ampères



Distance du centre de la ligne (m)	0	20	40	60	80	100
Champ magnétique (μT)	8,0	1,7	0,3	0,1	0,04	0,02

Ligne à 735 kilovolts

Courant moyen:
1 000 ampères



Distance du centre de la ligne (m)	0	20	40	60	80	100
Champ magnétique (μT)	15,0	8,7	2,7	1,2	0,7	0,4

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.

Comment expliquer le crépitement que l'on entend 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. Ce phénomène est très local puisqu'il ne se produit qu'à quelques centimètres des fils. L'effet couronne est amplifié par le mauvais temps et produit un faible bruit. Il peut causer des interférences radio lorsque l'on circule sous la ligne.

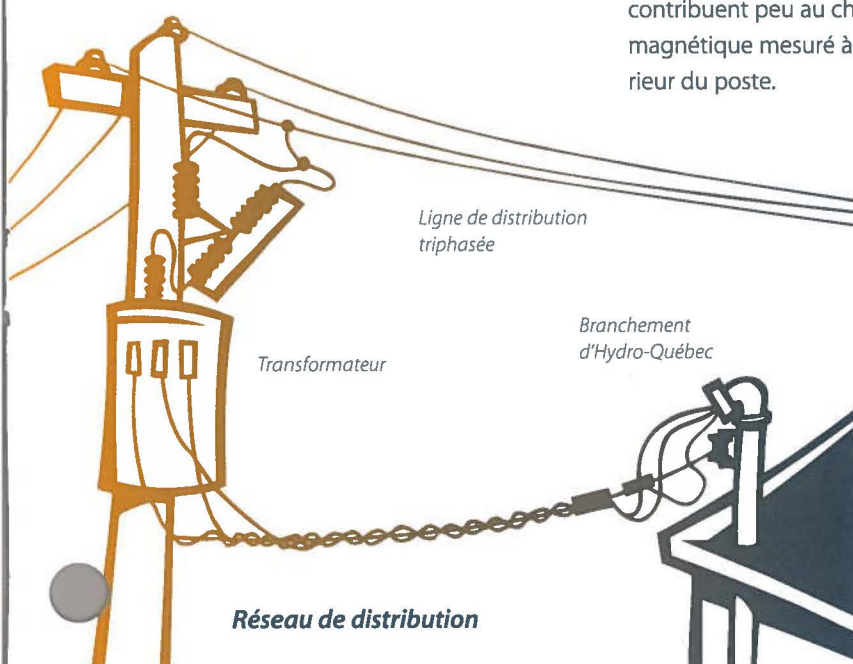
Ce sont les lignes électriques entrant et sortant du poste qui produisent l'essentiel du champ que l'on y mesure.

Près du réseau de distribution

Le réseau de distribution constitue la principale source de champs en dehors du domicile puisqu'il achemine l'énergie électrique dans votre quartier et dans votre domicile. Les valeurs que l'on mesure à proximité de ces lignes varient avec les saisons et avec la demande d'électricité. L'intensité du champ magnétique habituellement mesuré directement sous les fils d'une ligne de distribution aérienne triphasée (à trois fils) est d'environ $1,2 \mu\text{T}$, et de $0,5 \mu\text{T}$ à une dizaine de mètres de la ligne. Même à proximité des lignes de distribution souterraines, on mesure un champ. En effet, le champ magnétique traverse la matière et n'est pas atténué par la terre, la roche ou le béton.

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 ($0,15 \mu\text{T}$). À toutes fins utiles, les équipements installés dans le périmètre du poste contribuent peu au champ magnétique mesuré à l'extérieur du poste.



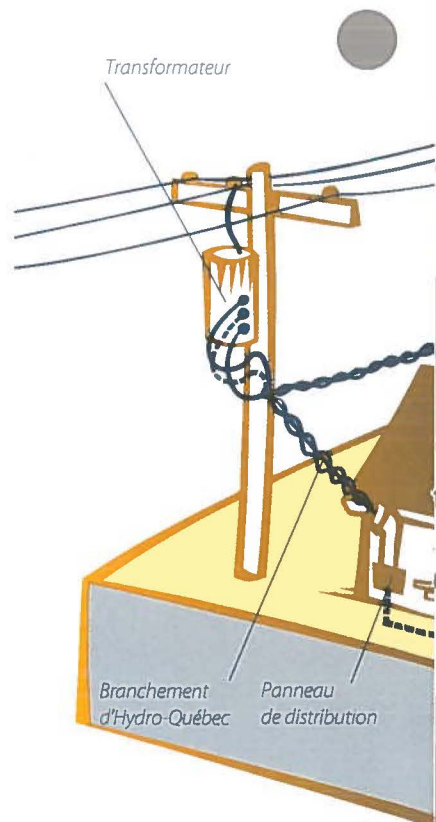
Le « mythe » du transformateur

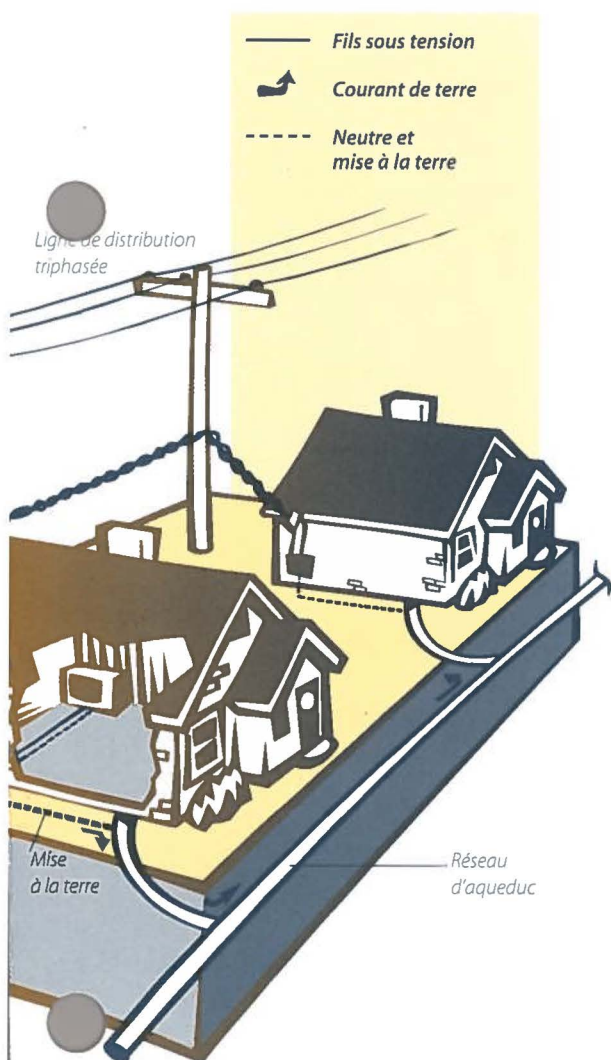
Les transformateurs du réseau de distribution sont souvent perçus comme étant la source d'un fort champ magnétique. Or, des mesures effectuées à proximité des transformateurs qu'Hydro-Québec utilise sur son réseau de distribution ont permis de constater que la plupart des transformateurs cessent de contribuer au champ magnétique d'une ligne de distribution à une distance d'environ 2 mètres. Ceci 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, on utilise des transformateurs sur socle pour abaisser la tension. Ces équipements sont à l'intérieur d'un boîtier vert posé directement sur le sol. À une distance de un mètre, le champ magnétique créé par le transformateur sur socle se confond avec le champ ambiant généré par la ligne souterraine qui l'alimente.

Dans ma maison

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 h et 20 h 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.

Le fait d'être près d'un appareil électrique en fonctionnement 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, il est possible qu'une personne subisse une exposition plus importante si elle est soumise fréquemment à un champ magnétique très intense durant de courtes périodes, que si elle est exposée à un champ faible durant de longues périodes.

En consultant le tableau de la page suivante, vous constaterez que certains appareils génèrent un champ magnétique très important. 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 ($0,15 \mu T$) lorsque l'on s'éloigne de un ou deux mètres de la plupart des appareils qui sont en marche (de deux à trois mètres pour le four à micro-ondes et pour le branchement du client). Le tableau de la page suivante donne un aperçu du champ magnétique moyen de certains appareils.



Distance de la source	15 cm	30 cm	1,2 m
<i>Les valeurs ci-dessous sont en microteslas (μT)</i>			
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	4	0,6	-
Malaxeur	10	1	-
Plinthe chauffante portable	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.

La mise à la terre du panneau de distribution est le plus souvent fixée à l'entrée d'eau de votre habitation (voir illustration pages 10 et 11). Ceci constitue une protection contre l'électrification 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 fixée sur le réseau d'aqueduc, on peut 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.

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

C'est au début des années 70 que les premières études à ce sujet furent publiées. Jusque-là, on connaissait certains risques associés à l'usage de l'électricité, par exemple le choc électrique. Toutefois, l'exposition à ces champs qu'on ne peut ni voir ni sentir n'avait jamais fait l'objet d'une attention particulière. Depuis, une centaine d'études épidémiologiques et un grand nombre d'études expérimentales en laboratoire ont été menées à terme.

Les connaissances acquises sont relativement abondantes. Certaines questions ont fait l'objet de recherches approfondies. Parmi celles-ci, la relation possible entre l'exposition aux CÉM et certains cancers – notamment la leucémie et le cancer du cerveau – est certainement la plus importante. Les travaux réalisés à ce jour ont aussi permis de préciser le degré d'influence des CÉM sur les organismes vivants. En voici les principales conclusions.

Les effets à court et à moyen terme

Il semble maintenant acquis qu'une exposition à court et à moyen terme aux CÉM n'entraîne pas de symptômes ni de signes cliniques décelables tels que maux de tête, difficulté à se concentrer, fatigue chronique, étourdissements.

Cette question a été étudiée à la fois auprès des travailleurs des entreprises d'électricité et en laboratoire où l'on a produit des champs d'intensité élevée (40 μ T et 15 kV/m). Une série de tests ont alors été réalisés et n'ont rien révélé d'anormal. Quelques effets physiologiques ont cependant été rapportés. Par exemple, chez certains individus,

un léger ralentissement temporaire du pouls a été observé. Ce ralentissement durait de 2 à 3 minutes et survenait surtout au tout début ou immédiatement après la période d'exposition.

D'autres effets ont été observés chez l'animal de laboratoire, notamment une diminution de la sécrétion d'une hormone, la mélatonine, chez le rat exposé aux CÉM. Cet effet des champs sur la production de mélatonine est difficile à reproduire d'un laboratoire à un autre, et même à l'intérieur d'un même laboratoire. Dans le cadre d'une étude, des agnelles étaient exposées aux champs de LHT. Aucun effet sur la production de mélatonine n'a été observé. Dans le but de vérifier si l'exposition aux champs magnétiques a une influence sur la sécrétion de mélatonine chez l'humain, des études ont été réalisées en France, aux États-Unis et en Australie. Des personnes volontaires ont été exposées durant plusieurs heures à des champs magnétiques d'une intensité allant jusqu'à 100 μ T. Les résultats ont parfois montré de petites différences dans le profil de sécrétion de certains volontaires. Toutefois, ces études n'ont montré dans l'ensemble aucune diminution

perceptible de la sécrétion nocturne de la mélatonine. Il semble donc peu probable qu'une exposition de courte durée influence de façon mesurable la sécrétion de cette hormone chez l'humain comme le fait, par exemple, la lumière. L'exposition à la lumière diminue en effet la sécrétion de la mélatonine par la glande pinéale, située dans le cerveau.

La mélatonine régularise le cycle nocturne-diurne des animaux. Cette fonction est particulièrement importante pour les animaux qui doivent se reproduire à un moment précis de l'année. Le rôle de cette hormone chez l'humain n'est pas complètement élucidé. Nous savons toutefois que la mélatonine contribue à la régularisation des cycles physiologiques et qu'elle pourrait avoir un effet sur le système reproducteur.

Effets à long terme : la question du cancer

Comment détermine-t-on 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.

La première approche consiste à étudier les populations qui, par leur travail ou leurs habitudes de vie, sont exposées au produit en question. On compare ensuite le taux de cancer de cette population à celui d'une population de référence qui est moins exposée ou, mieux encore, à une population qui n'est pas du tout exposée au produit. Ces recherches ont l'avantage d'étudier les populations dans les conditions réelles d'exposition de leur vie de tous les jours.

Toutefois, il est difficile, par cette approche, d'isoler l'effet du produit étudié de tous les autres facteurs auxquels les personnes sont exposées dans leur vie courante. Et particulièrement lorsque ces facteurs 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 contrôler les insectes, etc.).

En définitive, il serait souhaitable que ce type d'étude ne soit pas nécessaire et que les produits cancérogènes soient tous identifiés avant que les humains n'y soient exposés.

La deuxième approche consiste à étudier le produit sur des animaux en laboratoire. Contrairement aux études humaines, cette méthode permet 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 de cette méthode vient du fait qu'il existe des 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'adulte

En raison de l'exposition souvent fréquente et prolongée que l'on rencontre en milieu de travail, c'est chez les travailleurs que furent découverts la plupart des agents cancérogènes. En ce qui a trait aux CÉM, plusieurs chercheurs se sont intéressés à la question du cancer. Les données recueillies auprès des travailleurs des entreprises d'électricité montrent, qu'en moyenne, les niveaux d'exposition aux CÉM des métiers exposés sont de 10 à 15 fois supérieurs à ceux que l'on retrouve en milieu résidentiel.

Plusieurs dizaines d'études ont été réalisées auprès de ces travailleurs. Tous les cancers ont été étudiés et, dans l'ensemble, on n'observe pas d'augmentation attribuable à l'exposition aux CÉM. Cependant, pour deux groupes de cancers, les leucémies et les cancers du cerveau, certaines études suggèrent un risque plus élevé de ces maladies pour les travailleurs les plus exposés. Toutefois, le risque présumé demeure relativement faible et les résultats ne concordent pas d'une étude à l'autre.

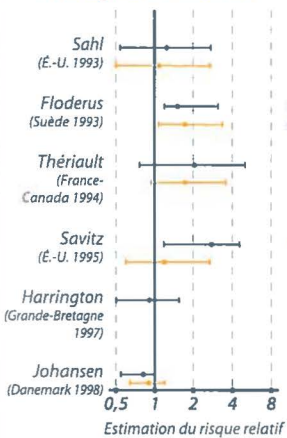
Chaque tableau présente des résultats de recherches. Les études qui suggèrent un risque sont marquées d'un astérisque (*). Pour chaque étude, on retrouve le nom de l'auteur, l'année et le pays où l'étude a été réalisée, le risque relatif mesuré et l'intervalle de confiance.

Le **risque relatif** est représenté par le point. Il correspond au risque des personnes exposées au champ magnétique comparé au risque des personnes non exposées. Un risque relatif de 1 est normal ; un risque relatif de 2 signifie que les personnes exposées sont soumises à un risque deux fois plus grand de contracter la maladie que les personnes non exposées. Plus le point est près de la valeur 1, plus le risque est faible.

L'**intervalle de confiance** est représenté par la ligne horizontale. Il indique le degré de précision avec lequel on a mesuré le risque relatif. Ainsi, plus l'intervalle est petit, plus l'estimation est précise. Lorsque l'intervalle n'inclut pas la valeur 1, l'étude est marquée d'un astérisque et suggère un risque de maladie associé au champ magnétique. Lorsque l'intervalle inclut la valeur 1, l'étude ne montre pas de risque associé au champ magnétique avec suffisamment de certitude. Ces études ne sont pas marquées d'un astérisque.

Tableau 1

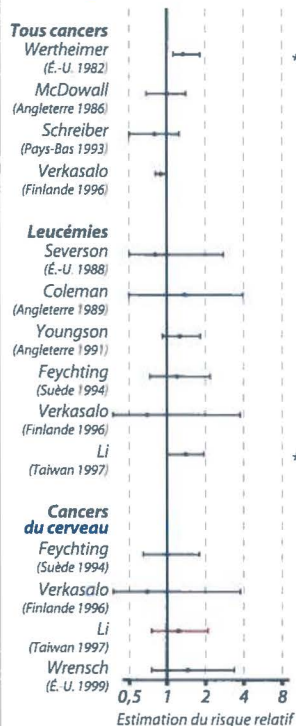
Études les plus récentes chez les travailleurs de compagnies d'électricité



→ Champ magnétique et leucémies
→ Champ magnétique et cancers du cerveau
* Étude suggérant un risque

Tableau 2

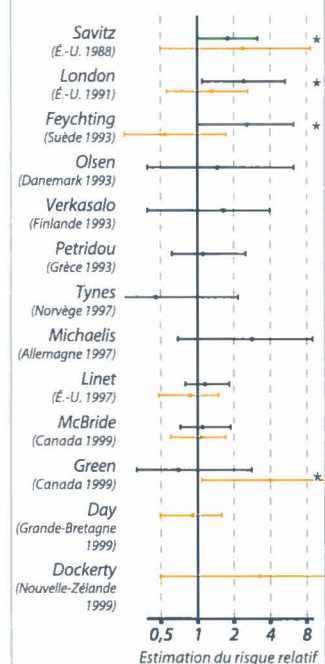
Études chez les adultes habitant à proximité des lignes à haute tension



* Étude suggérant un risque

Tableau 3

Champ magnétique et leucémies chez les enfants



→ Résultats basés sur des mesures de champ
→ Résultats basés sur des estimations théoriques de champ
* Étude suggérant un risque



La vaste majorité des études étaient de nature exploratoire. Elles utilisaient simplement le titre d'emploi pour établir le niveau d'exposition des travailleurs. Cependant, six d'entre elles ont employé des méthodologies de haute qualité : elles incluaient des mesures directes de champs à l'aide de dosimètres et elles étudiaient des groupes homogènes de travailleurs de l'électricité.

Le tableau 1 montre les résultats pour les leucémies et les cancers du cerveau. Les quatre dernières recherches étaient particulièrement importantes en raison du grand nombre de cas étudiés. Elles s'intéressaient à des travailleurs de l'électricité du Canada, de la France, des États-Unis, du Royaume-Uni et du Danemark. Le D^r Gilles Thériault, du Département de santé au travail de l'Université McGill, assurait la coordination scientifique de l'enquête franco-canadienne. Cette dernière a été réalisée auprès des travailleurs d'Hydro-Québec, d'Ontario Hydro et d'Électricité de France. Le professeur David A. Savitz, de l'Université de la Caroline du Nord, a coordonné l'étude américaine effectuée auprès des travailleurs de cinq entreprises. L'étude britannique, dirigée par le professeur

James M. Harrington, a porté sur les employés de la CEGB, la compagnie nationale d'électricité de la Grande-Bretagne (entreprise maintenant dissoute et privatisée). Le D^r Johansen, de la Société danoise du cancer, a dirigé l'étude sur 99 compagnies d'électricité au Danemark.

Malgré leur ampleur peu commune et une nette amélioration dans l'évaluation des niveaux d'exposition des groupes comparés, ces études n'ont pas permis de trancher. Leurs résultats demeurent discordants tant pour les cancers du cerveau que pour les leucémies.

Pour ce qui est du cancer de l'adulte lié à l'exposition en milieu résidentiel, les études publiées jusqu'à ce jour offrent très peu d'indices de risque plus élevé de cancer chez les **adultes** habitant près des LHT (voir tableau 2).

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, rayonnement ionisant (par exemple, rayons X), certains virus et produits chimiques. On considère généralement qu'en présence d'une substance cancérigène, l'enfant

Opinion d'une experte de la leucémie chez l'enfant

« Les seuls facteurs vraiment établis comme étant associés à une incidence accrue de leucémie chez l'enfant sont l'âge (3-4 ans), le sexe (masculin) et l'exposition de la mère pendant la grossesse de l'enfant leucémique aux radiations ionisantes. Cependant, plusieurs facteurs environnementaux sont à l'étude, dont l'exposition de la mère à des substances chimiques pendant la grossesse et l'exposition aux pesticides. La contribution au risque de l'exposition aux champs magnétiques ne semble pas être confirmée dans les dernières études publiées. »

« Les études les plus récentes sur les causes de la leucémie de l'enfant approchent le problème en considérant à la fois l'environnement et des indicateurs de susceptibilité génétique; par exemple, des mutations de certains gènes produisant des enzymes qui débarrassent l'organisme de substances étrangères pourraient augmenter le risque de leucémie, surtout s'il y a en même temps exposition environnementale à divers produits chimiques. »

Claire Infante-Rivard, professeure titulaire, Départements unifiés d'épidémiologie, de biostatistiques et de santé au travail, Université McGill et Hôpital Sainte-Justine, Montréal.

développera plus facilement un cancer que l'adulte en raison de son taux plus élevé de division cellulaire.

Depuis 1979, dix-sept études d'envergure portant sur l'exposition des enfants au champ magnétique ont été réalisées, dont deux au Canada (voir tableau 3). Elles ne sont pas toutes de qualité égale, mais les plus récentes ont utilisé les meilleures méthodologies. Elles ont porté sur de grandes populations dans le but d'en arriver à des résultats plus précis. C'est principalement la leucémie et le cancer du cerveau qui ont fait l'objet de ces études. Chez l'enfant, ces cancers sont parmi les plus fréquents.

Les meilleures études, réalisées aux États-Unis, au Canada et en Grande-Bretagne, n'ont pas démontré de risque plus élevé de leucémie chez les enfants les plus exposés aux CÉM. Les résultats rapportant un risque plus élevé provenaient surtout d'études où l'exposition des enfants était basée sur la **présence** de lignes électriques au voisinage de la maison. Les études qui ont utilisé des **mesures réelles** de champ magnétique dans les domiciles des enfants n'ont pu mettre en évidence une association entre l'exposition au champ et le risque de leucémie.

L'étude américaine, publiée en 1997, a été réalisée dans neuf États américains sous la direction du Dr Martha Linet,



du National Cancer Institute. Elle a porté sur 638 cas de leucémie lymphoblastique, le type de leucémie le plus fréquent chez l'enfant. Au Québec, on dénombre annuellement environ 60 nouveaux cas de cette maladie. Les chercheurs ont utilisé deux approches pour évaluer l'exposition aux champs magnétiques. La première consistait à comparer la densité des lignes électriques (proximité, nombre et taille des conducteurs) au voisinage des maisons. La deuxième approche comparait directement les niveaux de champs magnétiques mesurés dans les maisons des enfants.

Contrairement à plusieurs observations précédentes, l'étude américaine n'a montré aucune association entre la densité de lignes électriques autour de la maison et le risque de leucémie. Sur la base des champs mesurés dans les maisons, les auteurs rapportent une faible augmentation du risque à une intensité intermédiaire (ni faible, ni élevée) de champ magnétique, mais aucun risque pour les niveaux les plus élevés. Ils concluent que leur recherche offre peu d'indices que l'exposition aux champs magnétiques augmente le risque de leucémie chez l'enfant.

L'étude canadienne, dirigée par le Dr Mary McBride de la British Columbia Cancer Agency et publiée en 1999, est similaire à l'étude américaine ; elle est basée sur 399 cas de leucémie infantile, recrutés dans cinq provinces canadiennes dont le Québec. Les chercheurs ont aussi utilisé les deux mêmes approches que l'étude américaine pour estimer l'exposition aux CEM des cas et des témoins. Cette fois-ci, cependant, les enfants ont porté des dosimètres. Enfin, l'étude canadienne, comme l'étude américaine, n'a pas montré de lien évident avec la leucémie.

L'étude britannique, elle aussi publiée en 1999, était dirigée par le Dr Nick Day de l'Université de Cambridge et portait sur 995 cas de leucémies de l'enfant recrutés en Angleterre, au pays de Galles et en Écosse. Les chercheurs se sont servis des mêmes approches que celles de l'étude du Dr Linet pour estimer l'exposition des cas et des témoins. Les résultats de cette étude étaient similaires à ceux des études américaine et canadienne.



Il est intéressant de noter que les huit études ayant examiné le risque de leucémie chez l'enfant par rapport aux champs magnétiques mesurés dans les résidences offrent, dans l'ensemble, très peu d'indices que les champs magnétiques sont un facteur de risque de la maladie. La mesure du champ magnétique dans la résidence représente à la fois le champ produit par les lignes électriques extérieures à la maison et les champs produits par toutes les sources qui se trouvent à l'intérieur de la maison. Or, les risques calculés sur la base des mesures sont certainement plus précis que ceux fondés sur la présence de fils autour des maisons.

Quelques études ont examiné l'effet de l'utilisation d'appareils domestiques sur le risque de leucémie. En général, les résultats sont négatifs ; ces expositions étant généralement minimales, les résultats sont manifestement insuffisants pour réfuter la présence d'un effet relié à une exposition prolongée au champ magnétique. Ces recherches ont donc une portée nettement plus limitée que les études mentionnées plus haut.

L'effet de l'exposition aux champs magnétiques sur le risque de cancer du cerveau

chez l'enfant a également fait l'objet de plusieurs travaux. Les premières recherches avaient rapporté des résultats plutôt contradictoires. Les études les plus récentes ne montrent aucune association avec cette maladie.

Les limites de l'épidémiologie

Il n'est pas rare qu'une situation de doute prévale lorsque l'on étudie les causes du cancer. Il s'agit d'une maladie très complexe qui est le résultat d'une interaction entre des facteurs génétiques et des facteurs environnementaux. Il faut toutefois garder à l'esprit que, dans le cas des CÉM, le doute porte sur un risque faible d'être atteint d'une maladie rare. En effet, les leucémies et les cancers du cerveau représentent environ 5 % de l'ensemble des cancers chez l'adulte.

De la même façon, dans une population de 20 000 enfants entre 0 et 15 ans, environ un cas de leucémie apparaît chaque année*. Seules des études épidémiologiques portant sur de grandes populations permettent de mesurer avec précision un lien possible avec une exposition aux CÉM. À ce jour, un certain nombre d'études épidémiologiques de cette ampleur ont été

* Source : Santé Canada

réalisées et aucune n'a pu mettre en évidence une association formelle entre l'exposition aux CÉM et le risque de développer un cancer. Ces résultats sont certainement rassurants. Il est maintenant acquis que l'exposition aux CÉM n'entraîne pas d'augmentation marquée du risque de cancer. Si les CÉM accroissent le risque, cette augmentation serait de toute évidence très faible et difficilement détectable par les méthodes épidémiologiques.

Les études animales

Les grandes études épidémiologiques ont été incapables de démontrer un lien entre l'exposition aux CÉM et le risque de développer un cancer. Ce sont donc les études en laboratoire qui nous donneront des réponses plus précises sur la cancérogénicité des CÉM.

À ce jour, des études de longue durée sur des animaux de laboratoire (rats et souris, le plus souvent) ont permis d'évaluer le potentiel cancérogène d'au moins 400 produits chimiques, incluant des médicaments. Appliquée aux CÉM, cette méthode implique 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.

Quatre études de longue durée réalisées sur des animaux de laboratoire ont récemment été publiées. La première, produite en 1997, a été réalisée par l'équipe du Dr Rosemonde Mandeville à l'Institut Armand-Frappier, au Québec. Quatre groupes de rats femelles ont été exposés durant 20 heures par jour et pendant toute leur vie à des niveaux de champs magnétiques de 2, 20, 200 et 2 000 μT (2 000 μT égalent environ 13 000 fois le niveau de champ magnétique ambiant d'une maison). Ces groupes de rats ont été comparés à des groupes témoins vivant dans les mêmes conditions de laboratoire, mais sans exposition significative au champ magnétique.

À la fin de la période d'exposition des rats, près d'une cinquantaine d'organes et de tissus biologiques ont fait l'objet d'une analyse, dans le but d'identifier les tumeurs bénignes et malignes (cancers). Aucune augmentation de tumeurs n'a été observée chez les animaux les plus exposés aux champs magnétiques, en comparaison avec les animaux non exposés.

La deuxième étude, publiée elle aussi en 1997 par une équipe japonaise dirigée par le professeur Mitsuru Yasui, portait à la fois sur des rats mâles et femelles. Le niveau maximal d'exposition dans cette étude était plus élevé que celui de l'étude québécoise, soit 5000 μ T. Ici aussi, aucune augmentation du nombre de tumeurs n'a été observée chez les animaux exposés comparativement aux animaux non exposés.

Les deux autres études, publiées en 1999, ont été réalisées aux États-Unis par le D^r Gary Boorman et le D^r David McCormick, en collaboration avec le National Institute of Environmental Health Sciences. Elles ont utilisé les protocoles traditionnels d'évaluation de la cancérrogénicité. Le niveau d'exposition maximal était de 1000 μ T. L'une a utilisé

des rats mâles et femelles et l'autre, des souris, également mâles et femelles. Les résultats montrent encore une fois peu ou pas d'indices selon lesquels ces expositions augmentent le risque de tumeurs.

D'autres chercheurs ont tenté de savoir si les champs magnétiques pouvaient modifier l'effet d'un produit cancérigène chez l'animal. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant demeurent ambigus et difficiles à interpréter. En effet, certaines études suggèrent que les champs pourraient augmenter l'action d'un produit cancérigène auquel l'animal est déjà exposé, alors que d'autres études ne rapportent aucun effet de ce genre.

Le cancer, en conclusion

À la lumière des nombreuses études réalisées depuis plus de trente ans sur le sujet, il apparaît fort improbable que les CEM, 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 en situation contrôlée 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 en situation réelle d'exposition.

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



Opinion de quelques organisations importantes

Plusieurs organismes neutres et reconnus internationalement ont émis des avis concernant les risques soupçonnés d'être associés à l'exposition aux CÉM. Voici quelques-unes des opinions les plus récentes :

Organisation mondiale de la santé, 1999, *Les champs électromagnétiques*, Collectivités locales, environnement et santé, N° 32.

« Malgré le nombre d'études réalisées, les preuves suggérant un effet quel qu'il soit demeurent hautement controversées. Il est néanmoins évident que si les CÉM devaient avoir un effet sur le cancer, l'augmentation du risque que cela représente sera très faible. Les données disponibles ne sont pas concordantes, mais aucune augmentation importante du risque n'a été trouvée pour les cancers tant chez les enfants que chez les adultes. Il est possible que l'exposition aux CÉM au domicile conduise à un risque légèrement plus élevé pour les leucémies infantiles, et l'exposition au travail pourrait accroître de façon très faible les risques de leucémie et de tumeurs du cerveau chez les adultes. D'autres faits pourraient cependant expliquer ces résultats. »

National Institute of Environmental Health Sciences, 1999, *NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields*, NIH Publication N° 99-4493.

« La preuve scientifique suggérant que l'exposition aux champs électromagnétiques de fréquences extrêmement basses pose un risque pour la santé est faible. Les indices les plus probants, quant aux effets sur la santé, proviennent d'associations observées chez l'humain en rapport à deux types de cancer : la leucémie infantile et la leucémie lymphocytaire chronique chez les adultes exposés en milieu de travail. Alors que les preuves apportées par les études, prises individuellement, sont faibles, les études épidémiologiques utilisant certaines méthodes de mesure observent de façon relativement constante une faible augmentation du risque aux niveaux d'exposition élevés. Ce risque est généralement plus faible pour la leucémie lymphocytaire chronique que pour la leucémie infantile. Toutefois, l'étude des mécanismes d'interaction et les études toxicologiques sur des animaux de laboratoire n'ont pas réussi à produire de résultats concluants, même si quelques effets (dont une augmentation du nombre de cancers chez l'animal) ont été rapportés de façon sporadique. Aucun indice, quant à l'augmentation du risque de leucémie, n'a été observé chez l'animal de laboratoire. »

Limites d'exposition professionnelle aux CÉM de 60 Hz de l'ACGIH (1999)			
Champ magnétique	Corps entier	1 000 μ T	
	Bras et jambes	5 000 μ T	
	Mains et pieds	10 000 μ T	
Champ électrique		25 kV/m	
Niveaux de référence de l'ICNIRP pour les CÉM de 60 Hz (1998)			
	Exposition	Champ électrique (kV/m)	Champ magnétique (μ T)
Public	Continue	4,2	83
Travailleurs	Continue	8,3	420

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

Certains pays ont considéré la possibilité d'établir des limites d'exposition pour prévenir le risque appréhendé de cancer. Toutefois, aucun de ces pays n'a encore adopté de limites fondées sur une présumée réduction des risques de cancer. Lorsqu'elles existent, les normes ou recommandations visent plutôt à prévenir les effets immédiats et nocifs qui pourraient survenir à des niveaux de CÉM très élevés.

Au Québec, le règlement sur la qualité du milieu de travail ne fait mention d'aucune limite d'exposition des travailleurs aux CÉM de 60 Hz. De plus, en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, aucun règlement n'a été adopté pour limiter l'exposition du public aux CÉM de 60 Hz.

Le gouvernement du Québec assure cependant un suivi de l'évolution des connaissances sur ce sujet. 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 1994, sur la question des CÉM en rapport avec la santé publique. Cette position, réitérée en 1996, stipule que les données scientifiques existantes ne justifiaient pas de modifier les pratiques courantes de conception et d'exploitation des équipements électriques.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de normes canadiennes sur l'exposition du public et des travailleurs aux CÉM de 60 Hz. Cependant, depuis une dizaine d'années, Santé Canada assure un suivi des connaissances sur ce sujet.

Au niveau international, deux organismes scientifiques influents recommandent des limites d'exposition humaine aux CÉM. Il s'agit de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) et de l'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). L'ACGIH est une société professionnelle qui propose des normes pour les travailleurs. Ses avis

influencent fortement les pratiques nord-américaines d'hygiène du travail. L'ICNIRP, quant à elle, est une organisation non gouvernementale dont la mission consiste à analyser les risques des rayonnements non ionisants sur la santé humaine. Elle formule des recommandations en rapport avec les limites d'exposition des travailleurs et du public. L'ICNIRP est un organisme collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé. Rappelons que ces recommandations n'ont été adoptées ni par le Québec, ni par le Canada, ni par les États-Unis.

Les mesures de CÉM réalisées au Québec montrent qu'à l'extérieur des emprises de lignes à haute tension, le public n'est jamais exposé à des niveaux non recommandés par l'ICNIRP. Cependant, les limites de champ électrique peuvent parfois être dépassées à l'intérieur des emprises de LHT. Cela peut se produire lorsque l'on se trouve directement sous les fils, au point le plus bas de ces derniers, à mi-chemin entre deux pylônes.



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

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

Hydro-Québec a également contribué à faire avancer les connaissances sur le sujet en initiant ses propres recherches. Elle compte parmi les entreprises électriques les plus actives dans le dossier des CÉM. Plusieurs recherches ont été réalisées en collaboration avec des organismes : Université McGill, Institut Armand-Frappier, Centre hospitalier

universitaire de Québec (CHUQ), Université de Montréal, Université de l'Oregon, Association canadienne de l'électricité, Santé Canada, de même que d'autres entreprises d'électricité dont Électricité de France, Ontario Hydro, BC Hydro et la Bonneville Power Administration (Oregon).

En 1986, Hydro-Québec adoptait un Plan d'action sur les effets biologiques des CÉM. Dans le cadre de ce Plan d'action, plusieurs projets de recherche et de communication furent entrepris sur les CÉM et leurs effets sur la santé et l'environnement. Certains de ces projets sont terminés, alors que d'autres sont en cours de réalisation. Voici les principales contributions :



Projets de recherche

Hydro-Québec a contribué financièrement et techniquement à la réalisation de plusieurs projets de recherche. Parmi ceux-ci, l'étude épidémiologique franco-canadienne coordonnée par le Dr Thériault de l'Université McGill, qui a porté sur les travailleurs d'Hydro-Québec, d'Ontario Hydro et d'Électricité de France.

De même, Hydro-Québec a soutenu l'étude réalisée à l'Institut Armand-Frappier en s'associant à d'autres partenaires, Santé Canada et Ontario Hydro. On y analysait l'effet possible des CÉM sur le développement de tumeurs chez l'animal de laboratoire.

L'unité de recherche en santé publique du CHUQ, sous la direction du Dr Patrick Levallois, étudie l'effet des CÉM sur la production de mélatonine chez l'humain résidant au voisinage des LHT. Hydro-Québec et Électricité de France contribuent conjointement à cette étude.

Hydro-Québec participe en outre à de nombreuses autres études portant sur la production des vaches laitières, de même que sur les mesures et les estimations d'exposition aux CÉM dans différents milieux. Elle contribue également à des études sur la perception des humains du

champ électrique produit par une LHT et sur les mécanismes d'interaction des CÉM sur des tissus biologiques.

Par ailleurs, certaines études réalisées aux États-Unis ont permis de constater que les CÉM ne transforment de façon mesurable ni la croissance des cultures agricoles, ni la croissance et la reproduction du bétail. De même, une étude a permis de constater que les CÉM ne modifient pas la production de mélatonine chez l'agneau.

Projets de communication

La diffusion d'information à sa clientèle est une priorité pour Hydro-Québec. C'est pourquoi elle 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 25 000 visiteurs par année. Des guides-animateurs fournissent aux visiteurs des renseignements sur l'électricité en général et sur les CÉM en particulier. L'Électrium permet de transmettre au public une information factuelle et régulièrement mise à jour. Une ligne téléphonique sans frais, le 1 800 267-4558, permet également à la clientèle d'Hydro-Québec de communiquer avec le personnel de l'Électrium.

Outre la présente brochure, 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 en vous adressant à l'Électrium, soit en consultant le site Internet d'Hydro-Québec (<http://www.hydro.qc.ca>) dans la section intitulée *L'Hydro-électricité et l'environnement*. Enfin, les études et recherches réalisées par Hydro-Québec ont donné lieu à de nombreuses communications scientifiques et fait l'objet d'une trentaine d'articles dans des revues spécialisées.

Pour en savoir plus sur les CÉM



Pour avoir plus de détails sur les CÉM, vous pouvez communiquer avec le personnel de l'Électrium en composant le 1 800 267-4558 ou le (450) 652-8977 (région de Montréal).

Le chemin de l'Électrium

L'Électrium est situé sur la rive sud, à 20 minutes du centre-ville de Montréal, au 2001, rue Michael-Faraday, à Sainte-Julie. Depuis l'autoroute 30, prenez la sortie 128 et suivez les panneaux de signalisation bleus.

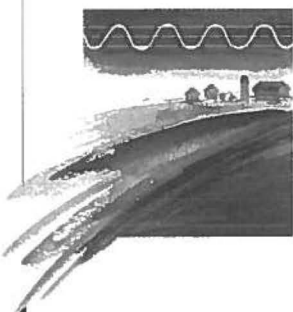


Heures d'ouverture

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.

Entrée libre

Visites guidées. Pour les groupes, il est nécessaire de réserver.



www.hydroquebec.com

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

© Hydro-Québec
Qualité, changement et ressources humaines

Dépôt légal – 3^e trimestre 1995
4^e édition, juin 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-35949-6

2000G137

This publication is available in English.