

# Cancer infantile en lien avec la distance aux lignes hautes tensions de distribution de l'électricité en Angleterre et au Pays de Galles : une étude cas - témoins

**Gerald Draper**, *Directeur de recherche (honorary senior research fellow)*<sup>1</sup>, **Tim Vincent**, *Chargé de recherche (research officer)*<sup>1</sup>, **Mary E Kroll**, *Statisticien (statistician)*<sup>1</sup>, **John Swanson**, *Conseiller scientifique (scientific adviser)*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Groupe de recherche sur le cancer infantile (Childhood Cancer Research Group), University of Oxford, Oxford OX2 6HJ, <sup>2</sup> National Grid Transco plc, London WC2N 5EH

## Résumé

**Objectif :** Déterminer s'il y a une association entre la distance de résidence à la naissance par rapport aux lignes hautes tensions de transport de l'électricité et l'incidence de la leucémie et d'autres cancers infantiles en Angleterre et au Pays de Galles.

**Type d'étude :** Etude cas-témoins

**Bases d'identification :** Registre du Cancer (Cancer registry) et Réseau National d'Enregistrement (National Grid records)

**Sujets :** 29 081 enfants atteints de cancer, incluant 9700 atteints de leucémie. Enfants de moins de 14 ans et nés en Angleterre et au Pays de Galles entre 1962 et 1995. Les sujets témoins étaient individuellement appariés\* sur le sexe, la date de naissance approximative et la zone d'enregistrement de la naissance. Aucune participation active n'a été requise.

**Principal indicateur mesurant l'événement :** La distance de résidence à la naissance avec la ligne aérienne de transport haute tension de l'électricité la plus proche existante au moment de l'étude.

**Résultats :** Comparé aux enfants qui vivent à plus de 600 m d'une ligne à la naissance, les enfants vivant à moins de 200 m ont un risque relatif de leucémie de 1.69 (95 % intervalle de confiance 1.13 à 2.53) ; Pour ceux nés à des distances comprises entre 200 et 600 m, le risque relatif est de 1.23 (1.02 à 1.49). Il y a une variation significative du risque ( $P < 0.01$ ) avec l'inverse de la distance à la ligne. Aucun excès de risque en lien avec la proximité des lignes n'a été trouvé pour les autres cancers infantiles.

**Conclusions :** Il y a une association entre la leucémie infantile et la proximité de résidence à la naissance aux lignes hautes tensions de transport de l'électricité, et le risque apparent s'étend pour des distances plus grandes que ne le laissait attendre les précédentes études. Environ 4% des enfants en Angleterre et au Pays de Galles vivent à la naissance à moins de 600 m d'une ligne haute tension. Si l'association est causale, environ 1% des leucémies de l'enfant en Angleterre et au Pays de Galles seraient attribuable à ces lignes, bien que cette estimation présente de considérables incertitudes statistiques. Il n'y a aucun mécanisme biologique reconnu qui explique ce résultat épidémiologique ; en fait, la relation peut être due au hasard ou aux facteurs de confusion.

**AVIS**  
**de l'Agence française de sécurité sanitaire de**  
**l'environnement et du travail**

**Relatif à la « synthèse de l'expertise internationale sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences »**

extraits:

**Contexte**

La question de l'impact sanitaire des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences est étudiée depuis plusieurs décennies. La publication, en 1979, d'une étude épidémiologique (Wertheimer et Leeper, 1979)<sup>4</sup> associant le risque de développement de cancers parmi des enfants dans certains logements du Colorado (États-Unis) avec la présence de réseaux électriques dans leur environnement a été le point de départ de la controverse sur les impacts sanitaires des champs magnétiques basses fréquences. Par la suite, de nombreux travaux ont été publiés dans le monde, aussi bien dans les domaines de l'épidémiologie que des effets des champs *in vitro* et *in vivo*. En dépit d'associations statistiques claires identifiées par plusieurs études entre l'exposition aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et les leucémies infantiles, aucun mécanisme d'action n'a pu être décrit et aucun lien de cause à effet n'a non plus été clairement identifié. La part d'incertitude qui entoure encore la question concernant les effets sanitaires des champs extrêmement basses fréquences, en particulier à long terme, alimente les préoccupations et les interrogations du public, focalisées notamment autour des ouvrages de transport d'électricité.

Le classement par le Centre international de recherche contre le cancer (Circ), en 2002<sup>5</sup>, des champs magnétiques extrêmement basses fréquences dans la catégorie 2B (cancérogènes possibles pour l'homme), eu égard à l'excès de risque de leucémies infantiles, a marqué un tournant dans l'expertise des risques sur ce sujet.

**En matière d'effets sanitaires**

En ce qui concerne de possibles effets à long terme, il existe une forte convergence entre les différentes évaluations des expertises internationales (organisations, groupes d'experts ou groupes de recherche), qui se maintient dans le temps. Une association statistique entre exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémie infantile a été observée par différentes études épidémiologiques. Ces études montrent même une bonne cohérence entre elles. Elle est statistiquement significative pour une exposition résidentielle, moyennée sur 24 h, à des champs magnétiques dont les niveaux sont supérieurs à 0,2 ou à 0,4  $\mu\text{T}$ , selon les études. Toutefois, à ce jour, les études qui ont été conduites pour déterminer

pathologies autres que les cancers n'a été établie. Cependant, l'hypothèse de l'implication de ces champs dans des pathologies neurodégénératives (Alzheimer et sclérose latérale amyotrophique), a été rapportée, notamment dans une méta-analyse traitant des expositions professionnelles (Garcia *et al.*, 2008)<sup>12</sup>, et ne peut être écartée.

## En matière de valeurs limites d'exposition

L'OMS (OMS, 2007, aide-mémoire n°322), notamment, considère que les preuves scientifiques d'un possible effet sanitaire à long terme sont insuffisantes pour justifier une modification des valeurs limites d'exposition. Le groupe d'experts sollicités par l'Afsset partage ces conclusions.

## S'agissant de la communication au public sur les effets des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences

À titre d'exemple, l'Afsset recommande :

- d'envisager la création d'un site internet de vulgarisation sur le sujet des champs extrêmement basses fréquences, qui pourrait proposer notamment de visualiser des mesures de champs couplées à la localisation des lignes de transport d'électricité et favoriserait l'accès des citoyens français aux documents de l'expertise internationale les plus importants ;

*Concernant l'urbanisme :*

Considérant d'une part, que des associations statistiques ont été trouvées entre l'exposition aux champs extrêmement basses fréquences et les leucémies de l'enfant et d'autre part, que les mécanismes d'action de ces effets n'ont pas été identifiés et que les valeurs limites d'exposition ne peuvent être aujourd'hui recalculées pour prendre en compte des hypothèses d'effets à long terme, l'Afsset estime qu'il est justifié, par précaution, de ne plus augmenter le nombre de

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/fr/index.html>

site OMS

## **Champs électromagnétiques et santé publique/Exposition aux champs de fréquence extrêmement basse**

En octobre 2005, l'OMS a réuni un **groupe spécial constitué d'experts scientifiques afin d'évaluer les risques pour la santé** que pourrait entraîner une exposition aux champs électriques et magnétiques ELF dans la gamme des fréquences comprises entre 0 et 100 000 Hz (100 kHz)

A la suite d'un processus d'évaluation standard des risques sanitaires, le groupe spécial a conclu qu'il n'existe pas de problèmes de santé notables liés aux champs électriques ELF **aux intensités généralement rencontrées par le grand public**

### **Effets potentiels à long terme**

La plupart des recherches scientifiques s'intéressant aux risques qu'entraîne à long terme l'exposition aux champs magnétiques ELF se sont concentrées sur la leucémie infantile. En 2002, le CIRC a publié une monographie dans laquelle il **classait les champs magnétiques ELF comme « peut-être cancérigènes pour l'homme »**. Cette classification est utilisée pour caractériser un agent pour lequel **on dispose d'éléments limités indiquant sa cancérigénicité chez l'homme** et de données insuffisantes relatives à sa cancérigénicité chez les animaux d'expérience

Cette classification était basée sur des analyses groupées d'études épidémiologiques **démontrant un phénomène régulier de multiplication par deux du nombre de leucémies infantiles associées à une exposition moyenne à un champ magnétique du réseau dans les habitations supérieur à 0,3-0,4  $\mu$ T. Le groupe spécial a conclu que les autres études effectuées depuis lors ne permettent pas de modifier cette classification.**

Ainsi, tout bien considéré, les éléments de preuve en rapport avec la leucémie infantile ne sont pas suffisamment probants pour être incriminés en tant que cause.

Les expositions moyennes à des champs magnétiques **dépassant 0,3  $\mu$ T dans les habitations sont rares: on estime que seuls 1 à 4 % des enfants vivent dans de telles conditions.**

**Si l'association entre champs magnétiques et leucémie infantile montrait une relation de cause à effet, ...**

L'association éventuelle d'un certain nombre d'autres effets indésirables pour la santé avec une exposition aux champs magnétiques ELF a été étudiée. On compte parmi eux d'autres cancers infantiles, des cancers de l'adulte, des cas de dépression, des suicides, des troubles cardio-vasculaires, des dysfonctionnements génésiques, des troubles du développement, des modifications immunologiques, des effets neurocomportementaux et des maladies neurodégénératives. Le groupe spécial de l'OMS a conclu que les éléments scientifiques en faveur d'une association entre l'exposition à des champs magnétiques ELF et tous ces effets sanitaires sont beaucoup plus minces que pour la leucémie infantile.

<http://www.icnirp.de/PubEMF.htm#>

## > Guidelines

Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 96(4):504-514; 2009.

[Free download](#)

Text also available in: [Japanese](#), thanks to Japan EMF Information Center and in [Italian](#), thanks to Istituto Superiore di S nita.

Also available the [ICNIRP Fact Sheet](#) summarizing the guidelines.

Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.

[Free download](#)

Text also available in:

[Chinese \(for P. R. China, Singapore\)](#) and [Traditional Chinese \(for Taiwan, Hong Kong, Macao, abroad\)](#), thanks to Hongbo Wang, China Academy of Telecommunications Research of MII.

[French](#), thanks to [INRS](#), Cahiers de Notes Documentaires, France.

## Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et  lectromagn tiques

Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz) (\*)

**Commission internationale  
pour la protection  
contre les rayonnements  
non ionisants (ICNIRP) (1,2)**



Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N  182, 1er trimestre 2001

### **Etudes sur les risques de cancer dans les zones d'habitation**

A ce jour, treize études ont été consacrées aux relations entre le cancer chez l'enfant et l'exposition aux champs magnétiques à la fréquence du réseau en environnement domestique qui sont produits

par les lignes électriques avoisinantes. Ces études ont estimé l'exposition aux champs magnétiques à partir de mesurages à court terme ou sur la base de la distance entre le domicile et la ligne électrique et, dans la plupart des cas, de la configuration de la ligne ; certaines études ont également pris en compte la charge de la ligne. Les données relatives à la leucémie sont les plus cohérentes. Sur ces 13 études [Wertheimer et Leeper, 1979 ; Fulton et coll., 1980 ; Myers et coll., 1985 ; Tomenius, 1986 ; Savitz et coll., 1988 ; Coleman et coll., 1989 ; London et coll., 1991 ; Feychting et Ahlbom, 1993 ; Olsen et coll., 1993 ; Verkasalo et coll., 1993 ; Michaelis et coll., 1997 ; Linet et coll., 1997 ; Tynes et Haldorsen, 1997], huit donnent des estimations de risque relatif comprises entre 1,5 et 3,0.

***Bien que les résultats semblent indiquer que les champs magnétiques pourraient effectivement jouer un rôle dans l'association au risque de leucémie,*** une incertitude demeure du fait du faible nombre de cas et du fait de la corrélation entre champ magnétique et proximité de lignes électriques [Feychting et coll., 1996].

***Le fait que les résultats obtenus pour les leucémies, sur la base de la proximité du domicile par rapport aux lignes électriques, soient relativement homogènes, a conduit le US National Academy of Sciences (NAS) Committee à conclure que les enfants vivant à proximité de lignes électriques semblent être soumis à un risque accru de leucémie [NAS, 1996].*** En

raison du faible nombre de sujets, les intervalles de confiance dans les différentes études sont larges ; néanmoins, dans l'ensemble, les résultats sont cohérents, avec un risque relatif groupé de 1,5 [NAS, 1996].

*Une autre étude, menée en Allemagne,*  
a également fait l'objet d'un rapport  
[Michaelis et coll., 1997] après l'achèvement  
de l'étude bibliographique de la  
NAS. Il s'agit d'une étude cas-témoins sur  
la leucémie chez l'enfant, portant sur 129  
cas et 328 témoins. L'évaluation de l'exposition  
comportait le mesurage du champ  
magnétique sur 24 heures dans la  
chambre de l'enfant, au domicile où l'enfant  
avait passé le plus de temps avant  
l'établissement du diagnostic. **Un risque  
relatif plus élevé, de 3,2, a été observé  
pour des valeurs supérieures à 0,2  $\mu$ T.**

*Aux Etats-Unis, une grande étude cas-témoins*  
(638 cas, 620 témoins), visant à  
vérifier si la leucémie aiguë lymphoblastique  
chez l'enfant est ou non associée à  
l'exposition à des champs magnétiques de  
60 Hz, a été publiée par Linet et coll.  
[1997].....***Pour ce qui est du mesurage des  
champs magnétiques, les résultats sont  
plus surprenants. Avec un point seuil à  
0,2  $\mu$ T, les analyses non appariées et  
appariées ont donné des risques relatifs de  
1,2 et 1,5 respectivement. Avec un point  
seuil à 0,3  $\mu$ T, l'estimation du risque relatif  
non apparié donne 1,7, sur la base de 45  
cas exposés. Ainsi, les résultats de mesurage  
semblent indiquer l'existence d'une  
association positive entre champs magnétiques  
et risque de leucémie.***

### ***Etudes cytologiques et sur l'animal***

*Des*

densités de courant qui ne provoquent  
aucune stimulation des tissus excitables  
peuvent néanmoins perturber l'activité  
électrique normale et influencer sur l'excitabilité  
neuronale.

***A en croire un grand nombre d'auteurs,***  
la transduction de signaux électriques  
faibles du domaine des ELF entraînerait  
des interactions avec la membrane cellulaire,  
d'où des réponses biochimiques du  
cytoplasme qui, à leur tour, impliqueraient  
des modifications des états fonctionnels et  
prolifératifs cellulaires.

***Les données existantes semblent également***  
indiquer que plusieurs caractéristiques  
structurelles et fonctionnelles des  
membranes peuvent se trouver modifiées  
en réponse à des champs ELF induits d'intensité

égale ou inférieure à 100 mV.m-1  
[Sienkiewicz et coll., 1991 ; Tenforde,  
1993]. On a signalé des **altérations neuroendocriniennes**

**(suppression de la synthèse nocturne de la mélatonine**, par exemple) en réponse à des champs électriques induits d'intensité égale ou inférieure à 10 mV.m-1, ce qui correspond à des densités de courant induit égales ou inférieures à 2 mA.m-2 environ [Tenforde, 1991 ; 1996]. Rien ne permet d'établir clairement que ces effets soient nocifs.

On a montré que les champs et courants électriques induits de niveaux dépassant ceux des signaux bioélectriques endogènes dans les tissus entraînaient un certain nombre d'effets physiologiques de gravité croissante au fur et à mesure de l'augmentation de la densité de courant induit [Bernhardt, 1979 ; Tenforde, 1996]. Dans le domaine de densité de courant compris entre 10 et 100 mA.m-2, des effets sur les tissus et des modifications des fonctions cognitives cérébrales ont été signalés [NRPB, 1992 ; NAS, 1996].

On s'est beaucoup intéressé aux effets des champs basses fréquences sur... et sur l'activité d'enzymes, telle l'ornithine-décarboxylase (ODC), qui sont liées à la prolifération cellulaire et à la promotion tumorale [Byus et coll., 1987 ; 1988 ; Litovitz et coll., 1991 ; 1993].

L'augmentation transitoire de l'activité de l'ODC signalée en cas d'exposition à un champ est faible...

Les études sur l'ODC ont été effectuées principalement avec des préparations cellulaires ; d'autres études sont nécessaires pour établir s'il y a ou non des effets sur l'ODC in vivo, bien qu'une étude indique que ces effets auraient été observés lors d'un test de promotion de tumeur de la glande mammaire chez le rat [Mevisen et coll., 1995].

Des études sur le développement de cancers de la glande mammaire chez des rongeurs traités par initiateur chimique donnent à penser que l'exposition à des champs magnétiques à la fréquence du réseau et de densité de flux comprise entre 0,01 et 30 mT entraîne un effet de promotion du cancer [Beniashvili et coll., 1991 ; Löscher et coll., 1993 ; Mevisen et coll., 1993, 1995 ; Baum et coll., 1995 ; Löscher et Mevisen, 1995].

## Effets biologiques et études épidémiologiques (jusqu'à 100 kHz)

A l'exception possible **des tumeurs de la glande mammaire, les études en laboratoire**



n'offrent guère de preuves d'un effet de promotion tumorale dû aux champs magnétiques à la fréquence du réseau. Des études complémentaires sur l'animal sont nécessaires, afin d'élucider les effets possibles des champs ELF sur les signaux produits dans les cellules et sur la régulation endocrinienne - qui tous deux pourraient influencer sur le développement tumoral par promotion de la prolifération des cellules initiées –

Certains rapports ont signalé un risque accru de certains types de cancer (leucémie, tumeurs des tissus nerveux et, dans une certaine mesure, cancer du sein) parmi les travailleurs du secteur de l'électricité.

La plupart des études ont utilisé les intitulés d'emploi pour classer les sujets en fonction des niveaux présumés d'exposition aux champs magnétiques. Cependant, quelques études plus récentes ont utilisé des méthodes plus raffinées d'évaluation de l'exposition ; **dans l'ensemble, ces études semblaient indiquer l'existence d'un risque accru de leucémie ou de tumeurs cérébrales,**

Une diminution de la synthèse nocturne de mélatonine dans la glande pinéale a été notée chez diverses espèces de rongeurs après exposition à des champs électriques et magnétiques faibles

.....  
Il est donc indispensable d'établir et de mettre en application des règles permettant de prévenir :

les interférences avec des dispositifs ou équipements électroniques médicaux (en particulier, les stimulateurs cardiaques) ;  
la détonation de dispositifs électriques de mise à feu (détonateurs) ;  
les incendies et explosions résultant de l'inflammation de produits inflammables par des étincelles produites par un champ induit, un courant de contact ou une décharge disruptive.

### **Effets indirects des champs électriques et magnétiques**

Les effets indirects des champs magnétiques peuvent résulter d'un contact physique (par exemple, toucher ou frottement) entre une personne et un objet, par exemple une structure métallique placée dans le champ, qui se trouvent à un potentiel électrique différent. Ce contact provoque l'écoulement de la charge électrique

(courant de contact) qui a pu s'accumuler  
dans l'objet ou sur le corps de la  
personne.

.....  
[ELF \(Extremely Low Frequency\)](#). Extrêmement basse fréquence ;  
fréquence inférieure à 300 Hz.

**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14**

Tiré à part des Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail, 1<sup>er</sup> trimestre 2001, n°  
182 - ND 2143 - 2 400 ex.

N° CPPAP 804/AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN  
2-7389-0879-9

JOUVE-Paris