

# Études épidémiologiques des effets sur la santé des champs électromagnétiques de très basses fréquences

Dr. Maurits De Ridder  
Médecine du travail et de l'environnement  
Université de Gand

---

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013

## Menu

1. Comment étudier les effets sur la santé?
2. Quels sont les effets qu'on étudie en relation avec les champs EM 50 Hz?
3. Conclusions globales des études.

---

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013

2



## Epidémiologie

L'étude de la fréquence et de la distribution des maladies et leurs déterminants dans une population définie.

- \* Etudes descriptives
- \* Etudes analytiques
  - études de cohorte
  - études cas-témoins



## Etudes de cohorte

Partir de l'exposition.

Comparer un groupe exposé avec un groupe non-exposé.

Calculer la différence entre mortalité et morbidité.

**Risk ratio =  $\frac{\text{incidence chez les exposés}}{\text{incidence chez les non-exposés}}$**

→ Approprié pour les maladies fréquentes

## Etudes cas-témoins

Partir de la maladie ou du décès.

Comparer les cas (avec maladie) avec les contrôles (sans maladie) en ce qui concerne l'exposition dans le passé.

Déterminer l'exposition de manière rétrospective

Odds ratio = risque de maladie en fonction de l'exposition

- Approprié pour les maladies rares
- Approprié pour les expositions rares

## Causes des perturbations des études

- biais dans la sélection
- biais dans l'information
- classification incorrecte de l'exposition
- confounders : des déterminants qui sont associés avec l'exposition et la maladie
- nombre de cas exposés trop faible (puissance statistique trop faible)
- biais dans les publications

## Interprétation des études épidémiologiques

Une association statistique significative entre la maladie et l'exposition ne veut pas toujours dire qu'il y a une association réelle.

- \* biais de sélection
- \* biais dans l'information
- \* 'confounding'

## Interprétation des études épidémiologiques

Absence d'association statistique significative ne veut pas dire qu'il n'y a pas d'association.

- \* étude inadéquate (biais, 'confounding', évaluation incorrecte de l'exposition)
- \* étude prématurée (temps entre l'exposition et la maladie plus long, exemple: cancer)
- \* étude trop petite (puissance statistique faible)

## Interprétation des études épidémiologiques

1. Evaluer la qualité des études
2. Rassembler les bonnes études:
  - revues
  - meta-analyses
  - pooled analysis
  - expert panel

→ evidence based medicine

## Les effets sur la santé des CEM 50 Hz

À court terme: action immédiate  
(recherche expérimentale relativement facile)  
(la base des normes d'exposition)

À long terme: parfois beaucoup d'années entre le  
début de l'exposition et l'effet  
(recherche difficile, épidémiologie)

## Les effets à court terme du 50Hz sur la santé

En cas de champs magnétiques très élevés (très exceptionnel) le courant électrique induit dans le corps peut stimuler le système nerveux

- Picotements jusqu'à douleur
- Contractions inattendues et spontanées des fibres musculaires (fourmillements jusqu'à spasmes)
- Magnétosphères, éclairs ou sensations de lumière clignotante dans les yeux

## La recherche des effets à long terme sur la santé des CEM 50 Hz

### Exposition professionnelle

Cancer: leucémie, cancer du cerveau, cancer du sein,  
Maladies neurodégénératives: Alzheimer, ALS, MS,  
Parkinson

Maladies cardiovasculaires

Anomalies pendant la grossesse, anomalies congénitales

## La recherche des effets à long terme sur la santé des CEM 50 Hz

Exposition résidentielle (enfants/adultes)

Usage d'appareils électriques

Leucémie infantile et adulte

Cancer du cerveau, cancer du sein

Alzheimer, SM, Parkinson

Effets sur la développement et le comportement des enfants

Plaintes de santé aspécifiques

Outcome	Strength of evidence
---------	----------------------

### Cancer outcomes

Leukaemia in children  
Brain tumours in children  
Brain tumours in adults  
Breast cancer in adults  
Other cancer (children or adults)

Limited
Inadequate
Inadequate
Lack of effect
Inadequate

### Neurodegenerative diseases

Alzheimer's disease  
Amyotrophic lateral sclerosis (ALS)  
Other neurodegenerative diseases

Inadequate
Inadequate
Inadequate

### Reproductive outcomes

All outcomes

Inadequate
------------

### Cardiovascular diseases

All diseases

Lack of effect
----------------

### Well-being

Electrical hypersensitivity (EHS)  
Symptoms

Lack of effect
Inadequate

EFHRAN  
10/2012

European Health  
Risk Assessment  
Network on  
Electromagnetic  
Fields Exposure

**Classification**

**Necessary inclusion criteria**

**Sufficient evidence**

- when a positive relationship is observed between the exposure and the effect investigated
- when the effect is replicated in several studies by independent investigators or under different protocols, and when there is a consistent exposure-response relationship
- when confounding factors could be ruled out with reasonable confidence

**Limited evidence**

- when the evidence of the effect is restricted to a few studies, or when there are unsolved questions regarding the adequacy of the design, conduct or interpretation of the study
- when confounding factors could not be ruled out in the studies with reasonable confidence

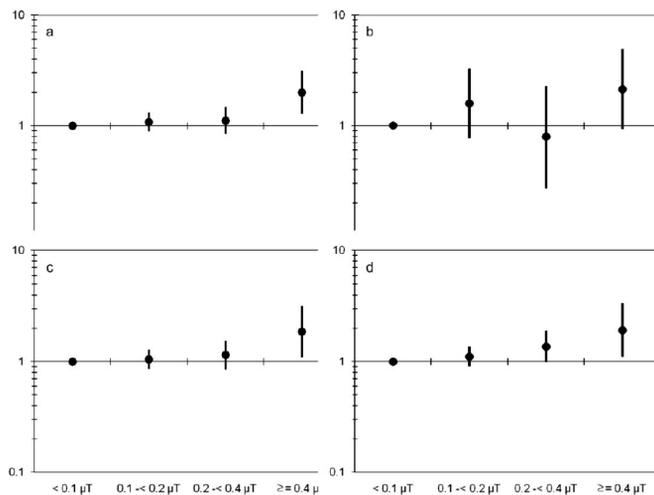
**Inadequate evidence**

- when the studies are of insufficient quality, consistency or statistical power to permit a conclusion

**Evidence suggesting a lack of effects**

- when no effects are reported in several studies by independent investigators under different protocols involving at least two species or two cell types and a sufficient range of field intensities

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013



**Leucémie infantile**

IARC 2002: 2B

Ahlbom:

OR=2 pour  $>0,4 \mu T$

Greenland:

OR=1,7 pour  $>0,3 \mu T$

Update en 2008

par Schüz and

Ahlbom

Figure 3. Relative risk estimates from meta-analyses on magnetic fields and childhood leukaemia, exposures of  $\geq 0.4$ ,  $0.2-0.4$  and  $0.1-0.2 \mu T$  compared with the reference category of  $< 0.1 \mu T$ ; different scenarios: (a) all studies, (b) studies based on calculated fields, (c) studies based on 24/48 h measurements (all from Ahlbom *et al.*<sup>(11)</sup>), (d) studies based on measured night-time exposure (from Schüz *et al.*<sup>(14)</sup>).

## Kheifets et al. 2010 : 'Pooled analysis' des études les plus récentes

**Table 3** Odds ratios (95% CI) for childhood leukaemia by exposure level with adjustment for age, sex and SES

Type of study	0.1 – < 0.2 $\mu$ T	0.2 – < 0.3 $\mu$ T	$\geq 0.3 \mu$ T	O <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>
<i>Measurement studies</i>					
Brazil	0.89 (0.54–1.47)	0.97 (0.43–2.19)	1.26 (0.61–2.62)	11	9.3
Germany	1.02 (0.66–1.59)	1.32 (0.49–3.54)	3.05 (0.68–13.8)	4	1.2
Japan	1.10 (0.59–2.04)	1.50 (0.58–3.88)	1.40 (0.56–3.49)	8	6.2
<i>Calculated field studies</i>					
Italy1	2.36 (0.55–10.1)	0 cases/1 controls	0 cases/1 controls	0	0.2
Italy2	0 cases/1 controls	0 cases/0 controls	2.26 (0.20–25.9)	1	0.4
UK	2.01 (0.50–8.03)	0 cases/1 controls	0.98 (0.14–6.97)	2	1.9
<i>Summary<sup>b</sup></i>					
Measurement studies	1.00 (0.74–1.33)	1.19 (0.71–1.99)	1.49 (0.88–2.51)	23	16.6
Calculated field studies	2.02 (0.75–5.41)	0 cases/2 controls	1.15 (0.25–5.32)	3	2.7
All studies	1.07 (0.81–1.41)	1.16 (0.69–1.93)	1.44 (0.88–2.36)	26	18.9
All without Brazil	1.16 (0.83–1.61)	1.30 (0.67–2.54)	1.56 (0.78–3.10)	15	9.9

Abbreviations: CI = confidence interval; SES = socioeconomic status. Reference level: < 0.1  $\mu$ T. <sup>a</sup>Observed (O) and expected (E) number of cases  $\geq 0.3 \mu$ T, with expected numbers obtained by modelling probability of membership in exposure categories based on the distribution of controls including covariates. <sup>b</sup>Adjusted for study, age, sex and SES.

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
 Department of Public Health – 24/09/2013

17

## Kheifets et al. 2010 : 'Pooled analysis' des études les plus récentes

**Table 6** Odds ratios (95% CIs) for childhood leukaemia and distance from nearest power line, adjusted for study, age, sex and SES

> 200 m		> 100–200 m		> 50–100 m		$\leq 50$ m	
Cases/controls	OR	Cases/controls	OR (95% CI)	Cases/controls	OR (95% CI)	Cases/controls	OR (95% CI)
10/153/11/231	1.0	88/146	1.20 (0.90, 1.59)	49/75	1.30 (0.89, 1.91)	35/51	1.59 (1.02, 2.50)

Abbreviations: CI = confidence interval; OR = odds ratio; SES = socioeconomic status. Reference level: > 200 m.

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
 Department of Public Health – 24/09/2013

18

## Etude Geocap France, 2013

Table 3. Association between childhood acute leukaemia and distance to the closest HVOL by category of voltage (very high (225–400 kV) or high (63–150 kV)) over the period 2002–2007

	Distance to HVOL																	
	225–400 kV HVOL						63–150 kV HVOL						Any HVOL					
	Cases		Controls		OR <sup>a</sup>	95% CI	Cases		Controls		OR <sup>a</sup>	95% CI	Cases		Controls		OR <sup>a</sup>	95% CI
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
Baseline <sup>b</sup>	610	22.0	7061	23.5	1.0	Reference	610	22.0	7061	23.5	1.0	Reference	610	22.0	7061	23.5	1.0	Reference
Unknown	67		203				67		203				67		203			
≥600 m	1924	69.2	20896	69.7	1.0	(0.9–1.2)	1792	64.5	19 168	63.9	1.1	(1.0–1.2)	1665	59.9	17 937	59.8	1.1	(0.9–1.2)
200–599 m	145	5.2	1416	4.7	1.2	(1.0–1.4)	242	8.7	2740	9.1	1.0	(0.8–1.2)	345	12.4	3633	12.1	1.1	(0.9–1.2)
100–199 m	16	0.6	267	0.9	0.7	(0.4–1.2)	33	1.2	461	1.5	0.8	(0.6–1.2)	44	1.6	669	2.2	0.8	(0.5–1.0)
50–99 m	8	0.3	97	0.3	1.0	(0.5–2.1)	21	0.8	203	0.7	1.2	(0.7–1.9)	25	0.9	284	0.9	1.0	(0.7–1.6)
0–49 m	9	0.3	60	0.2	1.7	(0.9–3.6)	14	0.5	164	0.5	1.0	(0.6–1.7)	23	0.8	213	0.7	1.2	(0.8–1.9)
Total	2779		30 000				2779		30 000				2779		30 000			

Abbreviations: CI = confidence interval; HVOL = high-voltage overhead power line; OR = odds ratio.

<sup>a</sup>OR and 95% CIs estimated by logistic regression adjusted for age at the end of the year (5-year age groups for the 0–14-year-old children, 1-year age groups for the 0–4-year-old children) and Département of residence.

<sup>b</sup>Residence in a Commune entirely located ≥600 m from an HVOL.

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013

19

## Conclusions (EFHRAN, SCENIHR, WHO, IARC, ICNIRP)

### Leucémie infantile

Une association statistique cohérente entre leucémie infantile et exposition de longue durée aux champs magnétiques 50 Hz > 0,4  $\mu\text{T}$  avec un risque relatif de 2.

Faible possibilité que l'association = effet de biais ou de facteurs confondants.

Mais l'effet n'est pas retrouvé dans les expériences de longue durée avec des animaux et il n'y a pas de mécanisme biologique connu.

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013

20

## Explications possibles

Observation	Possible explanation	Likelihood	
Epidemiological studies show an association between exposure to magnetic fields above 0.3/0.4 $\mu\text{T}$ and the risk of childhood leukaemia	<b>Statistical artefacts</b>	Chance	Very unlikely due to robust findings
		Selection bias	Definite but unclear whether entire association
		Exposure misclassification	Very unlikely to produce positive association
		Confounding	Unlikely due to requirements
		Mixture of above	Possible
	<b>Alternative explanations</b>	Immune system	Unlikely, few supportive data
		Melatonin	Unlikely, few supportive data
		Contact currents	Unlikely, many assumptions
		Unknown alternative	Theoretically possible, yet to be uncovered
	<b>Causal link</b>	Initiation	Very unlikely due to negative experimental data
		Promotion	Possible, no supportive data
		Epigenetic	Theoretically possible, no supportive data

Figure 4. Possible explanations for the association between extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood leukaemia<sup>(40)</sup>.

21

## Importance sociale: le risque absolu et relatif

Exposition > 0,4  $\mu\text{T}$  : +/- 0,5 % des enfants < 15 ans  
 (moitié: lignes à haute tension, moitié: installations dans les habitations)

Si l'association est causale, le risque de leucémie augmente de 1/3000 à 1/1500

(standardised incidence rate 35/1.000.000 enfants, par an)

Belgique: 90 leucémies infantiles par an

Fraction attributive si l'association est causale: 0,5 à 1 %

0,5 à 1 cas tous les ans.

22



## Le futur

- L'étude Transexpo (transformateurs dans les bâtiments à appartements): une différence d'exposition claire, pas de biais de sélection
- Des études dans des groupes avec une susceptibilité génétique (TEL AML 1 translocation, syndrome de Down)
- Une étude de cohorte est impossible (suivre 1 million d'enfants pendant des années)



## Conclusions pour les autres effets

Pas de preuve d'une association (mais incertitude) pour la relation entre CEM 50 Hz et Alzheimer, ALS, leucémie adulte et tumeur du cerveau.

Aucune association avec les maladies cardiovasculaires, cancer du sein, Parkinson et les plaintes aspécifiques autodéclarées.



FACULTEIT GENEESKUNDE EN  
GEZONDHEIDSWETENSCHAPPEN

Merci de votre attention.

Dr. Maurits De Ridder – Occupational and Environmental Health  
Department of Public Health – 24/09/2013

25

