

# Webinaire du BBEMG

---

# Agenda

De	A	Sujet	Présentateur
14:00	14:05	Mot de bienvenue	Catherine Bouland
14:05	14:15	Recherche sur les CEM et la santé en Belgique :  Une collaboration de 3 décennies avec le secteur de l'électricité	Vincent Du Four
14:15	14:40	EBF : réglementation, modélisation et mesures	Christophe Geuzaine, Véronique Beauvois & Maxime Spirlet
14:40	14:50	Analyse des effets d'une exposition à long terme au champ magnétique 50 Hz (CM) sur une lignée cellulaire TK6	Thi Thu Ha Nguyen
14:50	15:05	Analyse des dommages cytogénétiques dans des échantillons de sang d'employés de l'industrie électrique	Thi Thu Ha Nguyen
15:05	15:15	Étude des expositions individuelles multiples aux nuisances environnementales : Champs électromagnétiques (50Hz), air, bruit et perturbateurs endocriniens (EXPO-HEALTH-1)	Agathe Salmon
15:15	15:20	Méta-analyse sur les relations potentielles entre les champs magnétiques et la leucémie infantile	Christian Brabant & Olivier Bruyère
15:20	15:30	Application du principe de précaution dans le domaine des champs électromagnétiques	Els De Waegeneer
15:30	16:30	Q&R avec les questions du public	Tous les intervenants

# Nos anciens collègues

---



Luc Verschaeve



Annemie Maes



Jolien Van De Maele



Maurits De Ridder



# Recherche sur les CEM et la santé en Belgique

Une collaboration de trois décennies avec le secteur de l'électricité

---

ELIA - VINCENT DU FOUR



NL

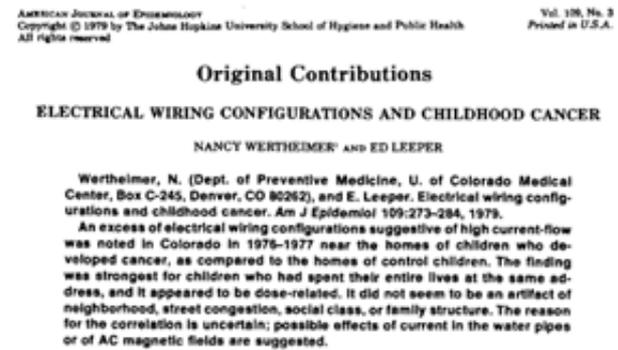


FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# 40 ans de recherche

- **Fin des années 1960** : premières études sur la santé des travailleurs électriques en Union soviétique
- **1979** : première publication suggérant une association entre l'exposition résidentielle et le cancer aux États-Unis (Wertheimer & Leeper)



## Belgique



- **1988** : Une commission interdisciplinaire d'experts a enquêté sur des plaintes relatives aux effets négatifs sur le bétail à proximité des lignes aériennes.
- **1990** : Un contrat de recherche de 3 ans "Effets des CEM sur la santé" est accordé à l'Université de Liège (ULG) par l'Administration fédérale.

Le financement n'ayant pas été poursuivi, le contrat a pris fin en 1994.

# Création du BBEMG

---

- **1995**, 8 équipes de 5 instituts (ULB, RUG, KUL, ULG & Vito) s'associent pour créer le Belgian **BioElectroMagnetics Group** (BBEMG).

Lancement d'un programme de recherche multidisciplinaire pour :

- mieux comprendre les interactions entre les champs électromagnétiques et l'activité biologique ;
- contribuer au développement et à la diffusion des connaissances scientifiques sur les effets potentiels des champs électriques et magnétiques sur la santé.

Donc créer des centres d'expertise et d'information accessibles au public, aux scientifiques, aux autorités gouvernementales et aux compagnies d'électricité.

- Soutien du secteur de l'électricité
  - Absence de financement public
  - Soutien financier du CPTE (Electrabel - SPE) en 1995
  - En 2001, suite à la création d'Elia (dégroupage), signature du premier accord de recherche de 4 ans

# Accord de recherche avec Elia

---

- **20 ans de coopération**

- Renouvellement du contrat tous les 4 ans : en 2021, pour la 6e fois (2021-'25)
- Les sujets de recherche et l'équipe évoluent - progrès scientifique et questions des parties prenantes.
- Nécessité de poursuivre la recherche et de développer l'expertise, car l'utilisation de l'électricité va augmenter.

- **Indépendance et intégrité scientifiques**

- Liberté académique garantie par l'accord
- La publication des résultats dans des revues scientifiques à comité de lecture est requise.
- Accords signés avec les universités/instituts, et non avec les chercheurs individuels.
- Les chercheurs sont tenus au code éthique de la recherche scientifique en Belgique.



# EBF: Règlements, Modélisation et Mesures

V. BEAUVOIS, C. GEUZAINÉ, M. SPIRLET – ULIEGE ACE



NL



FR

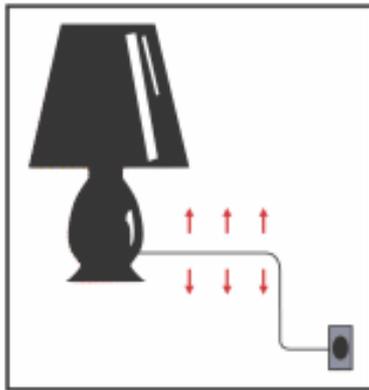
[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# EBF ?

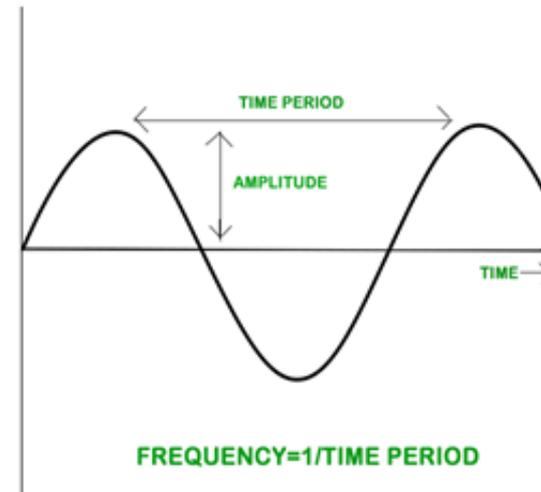
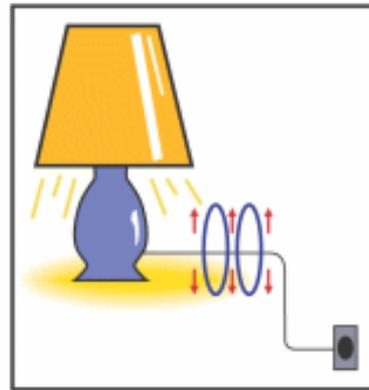
“EBF” : les champs électriques et magnétiques d’**Extrêmement Basse Fréquence** sont :

- Le **champ électrique** est relié à la tension (V), mesurée en Volt par mètre (V/m).
- Le **champ magnétique** est relié au courant (A), mesuré en Ampère par mètre (A/m); le Tesla (T) ou micro Tesla ( $\mu\text{T}$ ) peut être utilisé également, avec une relation directe entre les deux.

ELECTRIC FIELDS

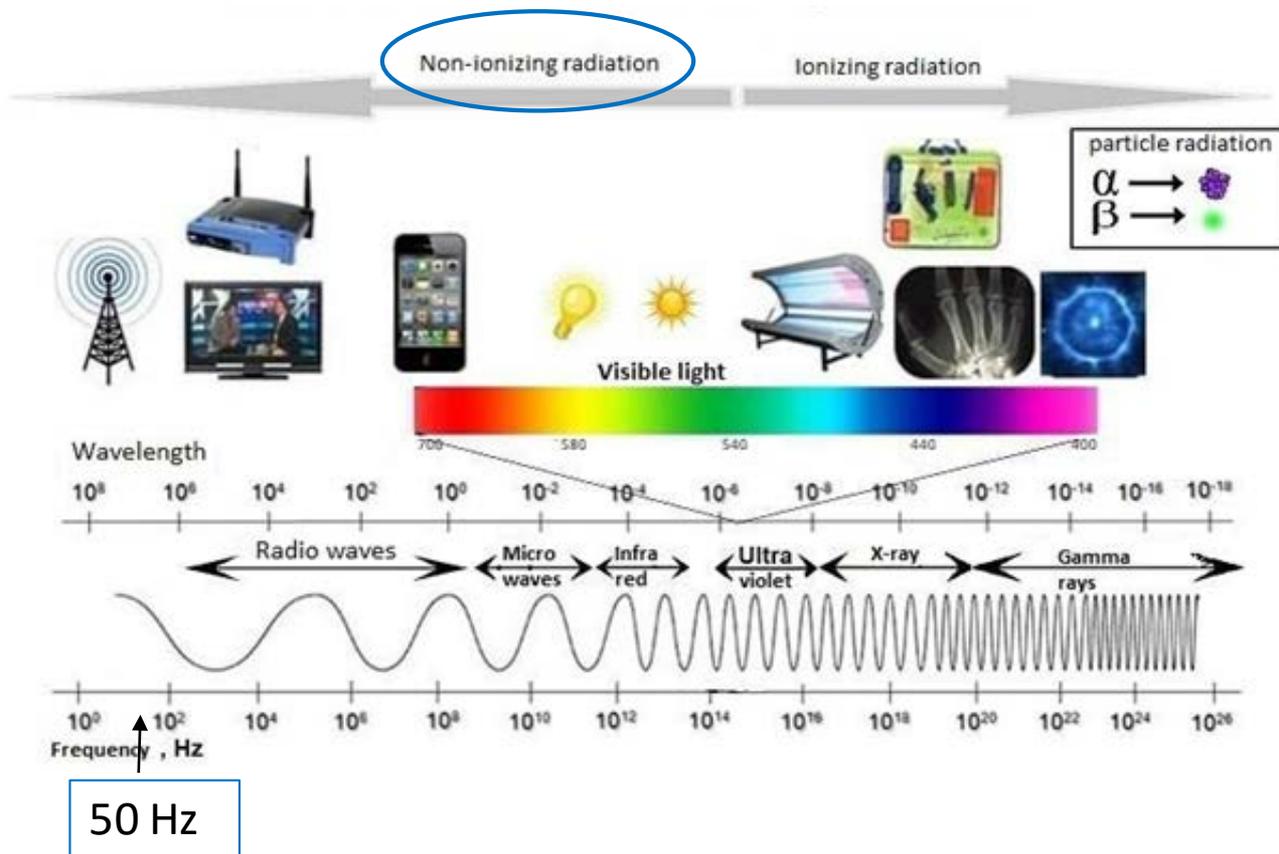


ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS

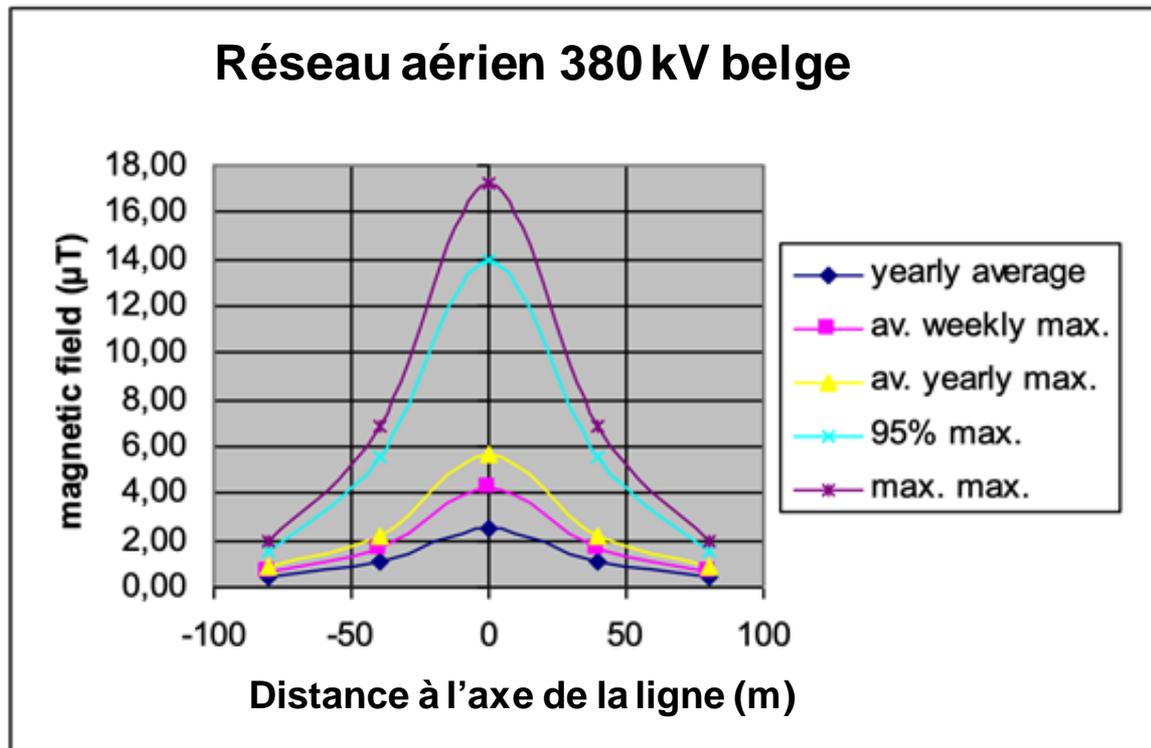


# EBF ?

## Le spectre électromagnétique



# EBF - Ordres de grandeur



# Règlementations

---

La réglementation existe pour l'exposition du **public** et **des travailleurs** et sont différentes. Elles sont principalement basées sur **l'exposition à long terme**.

Différentes réglementations existent :

## 1. Niveau international

ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection)

La dernière édition pour les recommandations en Basse Fréquence date de 2010.

Elles sont définies selon les restrictions de base, soit le champ électrique interne. Celui-ci est impossible à mesurer et donc ce sont les niveaux de référence qui sont donnés :

**Public:** 5 kV/m pour E et 200  $\mu$ T pour B

**Travailleurs:** 10 kV/m pour E et 1000  $\mu$ T pour B

# Règlementations

---

## 2. Niveau européen

**Public** : Recommandation européenne (1999)

5 kV/m pour E et 100 $\mu$ T pour B

**Travailleurs** : Directive 2004/40/CE

Valeurs d'action : 10 kV/m pour E et 1000  $\mu$ T pour B

# Règlementations

---

## 3. Niveau belge

### Public

E > dans les zones habitées, ou prévues pour l'habitat au plan de secteur 5 kV/m, au-dessus des routes 7 kV/m et pour les autres lieux 10 kV/m

B > est défini au **niveau régional**

- Wallonie : seulement à proximité des transformateur statiques, 5 kV/m et 100  $\mu$ T
- Flandre : pollution intérieure, valeur d'intervention 20  $\mu$ T et valeur guide 0,4  $\mu$ T
- Bruxelles : seulement à proximité des transformateur statique, 5 kV/m et 100  $\mu$ T pour une exposition permanente

**Travailleurs** > la législation belge est similaire à la directive européenne 10 kV/m pour E et 1000  $\mu$ T pour B

# Modélisation

---

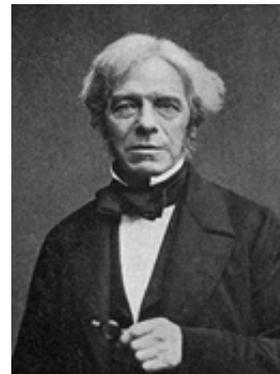
Comme tous les phénomènes électromagnétiques, les champs électriques et magnétiques EBF sont décrits par les **équations de Maxwell**.



James Clerk  
Maxwell  
1831 - 1879



André-Marie  
Ampère  
1775 - 1836



Michael  
Faraday  
1791 - 1867



Carl Friedrich  
Gauss  
1777 - 1855

# Modélisation

---

Comme tous les phénomènes électromagnétiques, les champs électriques et magnétiques EBF sont décrits par les **équations de Maxwell**:

$$\mathbf{curl} \mathbf{H} = \mathbf{J} + \partial_t \mathbf{D} \quad \text{Equation de Maxwell-Ampère}$$

$$\mathbf{curl} \mathbf{E} = -\partial_t \mathbf{B} \quad \text{Equation de Faraday}$$

$$\mathbf{div} \mathbf{B} = 0 \quad \text{Loi de Gauss magnétique}$$

$$\mathbf{div} \mathbf{D} = \rho \quad \text{Loi de Gauss}$$

**H** champ magnétique (A/m)

**E** champ électrique (V/m)

**B** induction magnétique (T)

**D** déplacement électrique (C/m<sup>2</sup>)

**J** densité de courant (A/m<sup>2</sup>)

**$\rho$**  densité de charge (C/m<sup>3</sup>)

# Modélisation

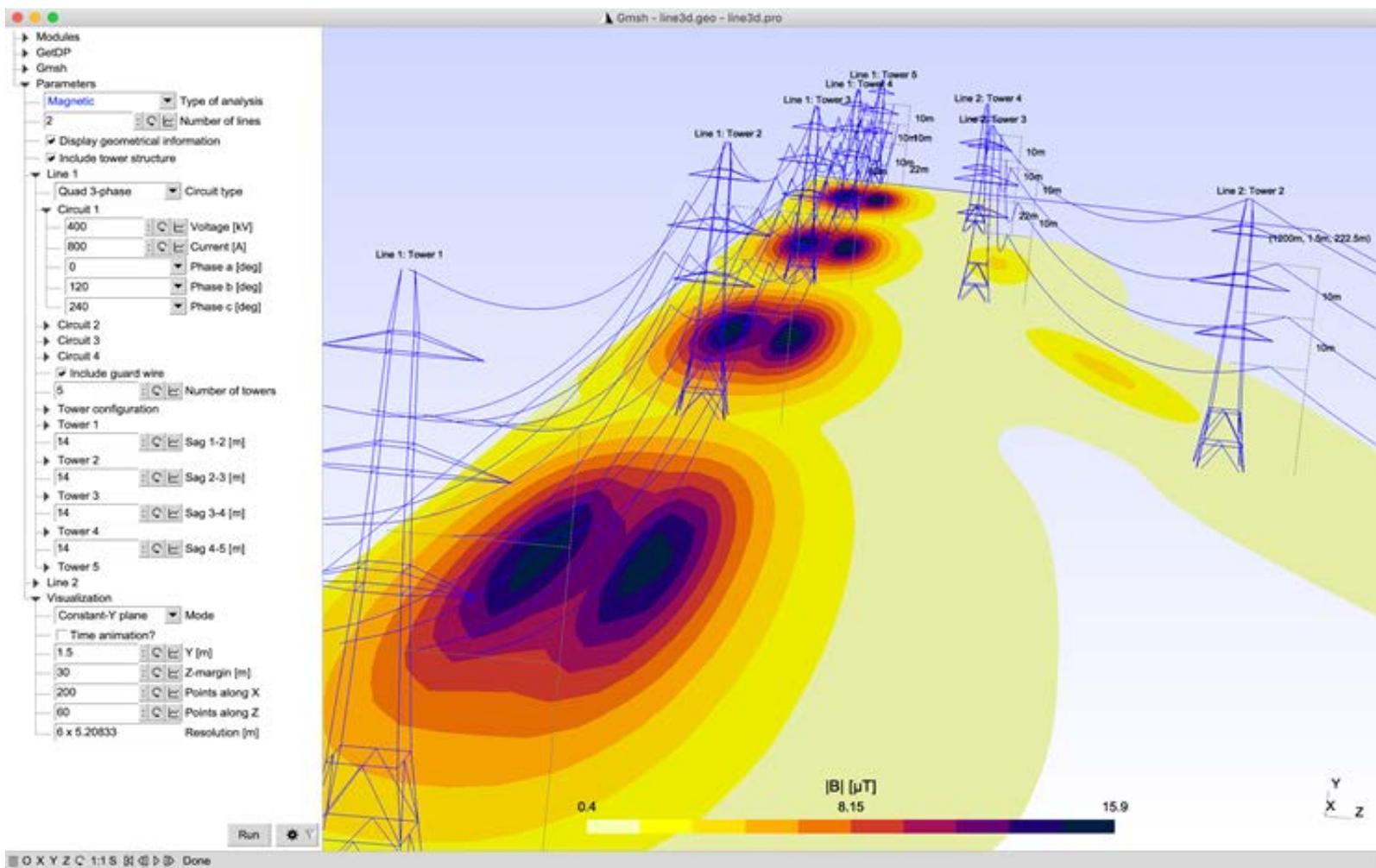
---

Ces équations peuvent être résolues « à la main » dans des cas simples, mais dans des situations plus compliquées, elles sont **résolues par ordinateur**.

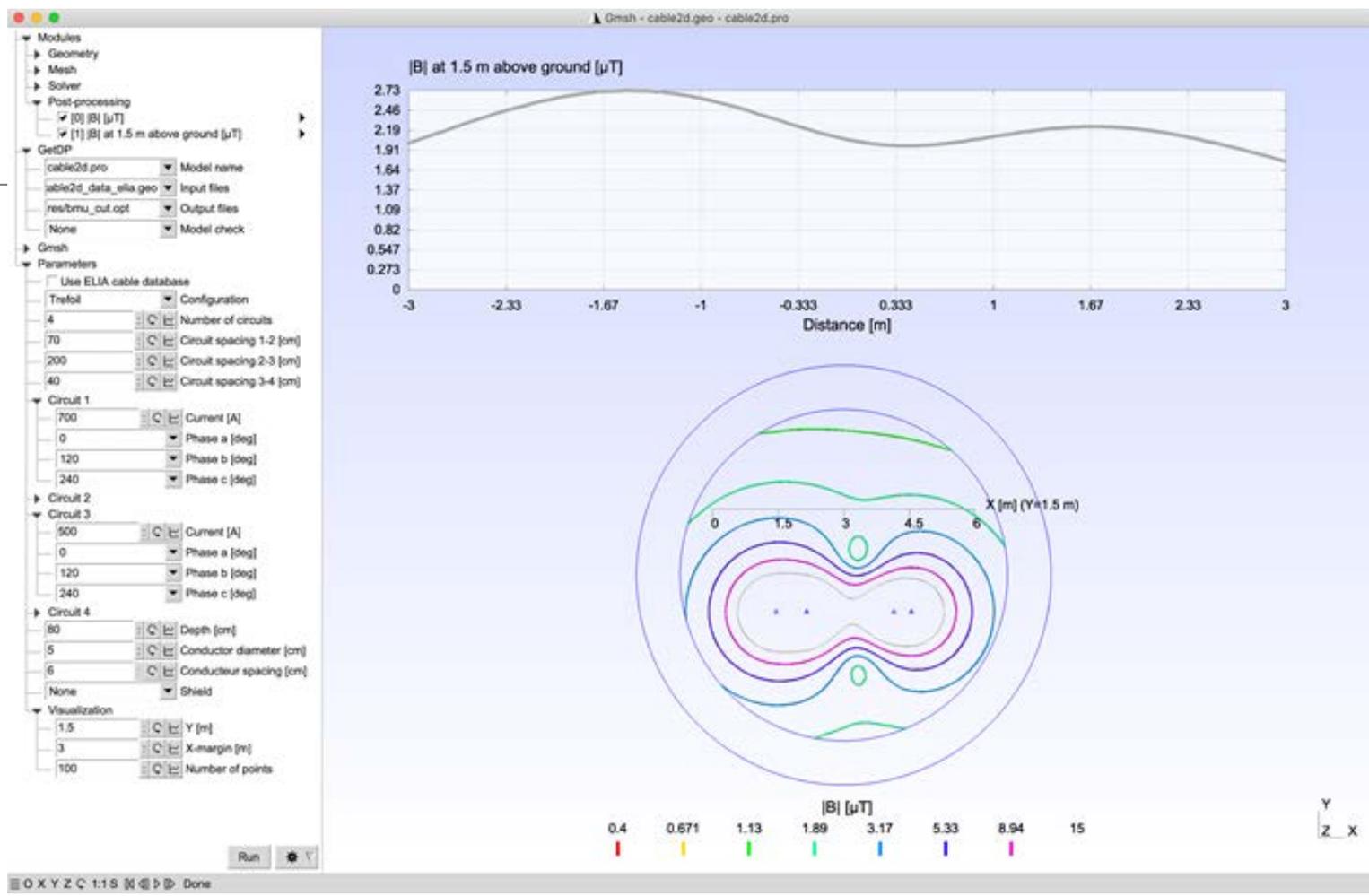
L'équipe BBEMG de l'Université de Liège est reconnue internationalement pour ses outils de simulation électromagnétique:

- Libre et open source
- 20+ thèses de doctorat, 100s d'articles scientifiques
- Modèles spécifiques pour les EBF: lignes aériennes et câbles souterrains

<https://onelab.info>



Capture d'écran d'une configuration 3D avec deux lignes aériennes. Visualisation de l'induction magnétique sur un plan, avec une gamme et une carte de couleurs personnalisées..



Capture d'écran d'une configuration de câbles souterrains à 4 circuits, avec différents courants et espacements relatifs. Visualisation de l'intensité du flux magnétique à 1,5 m du sol sur un graphique, et sous forme de courbes iso-valeurs.

# Modélisation

---

Quasi toutes les configurations peuvent être simulées... cependant il existe une limitation fondamentale:

« Garbage in, Garbage out! »

**Une connaissance précise** des

- géométries (pylônes haute-tension, flèche de la ligne, profondeur des câbles, ...);
- matériaux; et
- sources (valeur des courants dans les lignes et les câbles, ...)

est nécessaire pour obtenir des **résultats précis**.

# Mesures

---

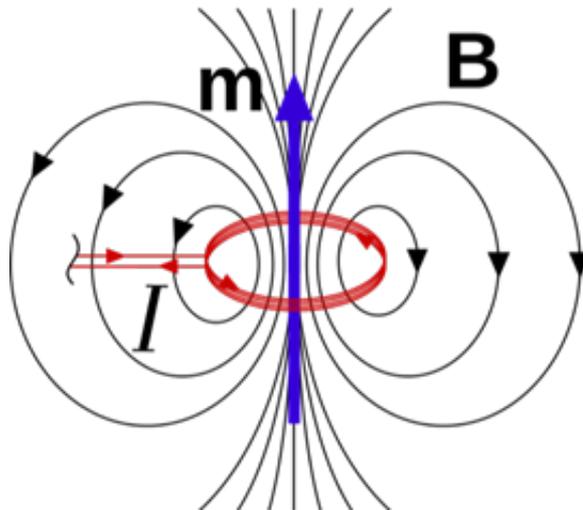
- Les champs électrique et magnétique résultent d'une combinaison complexe des différents sources (connues et inconnues), ce qui peut générer des difficultés à les quantifier par simulation.
- En cas d'incertitude, la seule option est de **mesurer sur site les champs électrique et magnétique résultants**

*Les mesures in-situ sont très utiles, surtout dans les situations complexes.*



# Mesures

Cependant, excepté à proximité des équipements électriques, le champ magnétique EBF est généralement petit et par conséquent compliqué à mesurer (une mesure fortement impactée par le bruit, une faible sensibilité en raison de la petite taille de l'antenne boucle de mesure, à cause des contributions d'autres sources, ...).



# Mesures - Ordre de grandeur

---

*L'intensité du champ décroît rapidement avec la distance de la source.*

Champ magnétique

Source	Ordre de grandeur ( $1\mu\text{T}=10^{-6}\text{ T}$ )
Cerveau humain : champ mesuré à la surface externe du crâne	$10^{-15}\text{ T}$
La Terre : champ mesuré à sa surface externe	$50\ \mu\text{T}$
Fil traversé par un courant de 10A : champ mesuré à 2 cm du fil	$100\ \mu\text{T}$
Aimant permanent : champ mesuré at 10 mm de sa surface	0.1 T – 1T

# Mesures - Ordre de grandeur

---

*L'intensité du champ décroît rapidement avec la distance de la source.*

Champ électrique

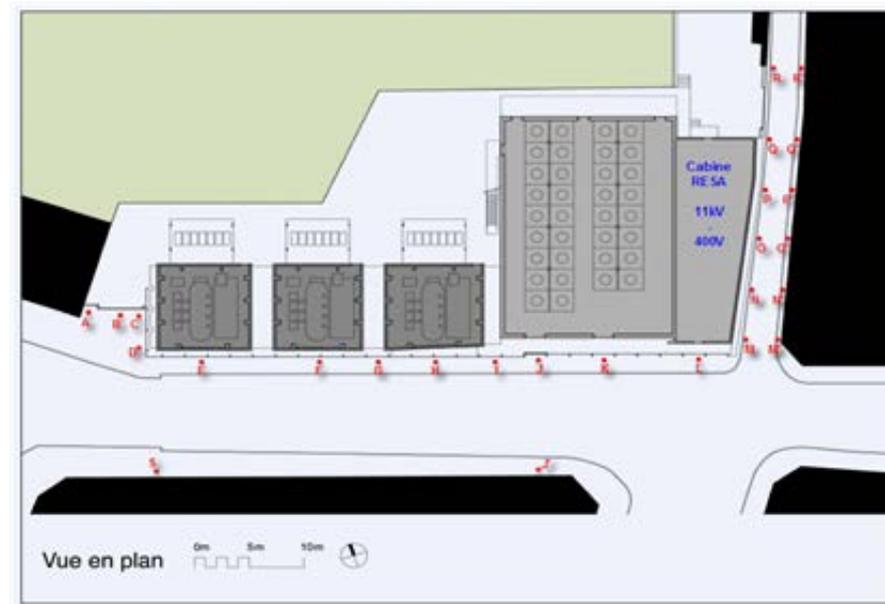
Source	Ordre de grandeur
Ligne haute-tension (400 kV) ; champ mesuré à 1.5 m au-dessus du sol, sous les câbles	4000 V/m
Ordinateur fixe; champ mesuré à 10 cm de l'alimentation	100 V/m

# Mesures

[ $\mu$ T]	30 cm de la clôture	Dos aux maisons
A	0,5	-
B	2,3	-
C	7,7	-
D	1,5	-
E	1,75	-
F	2,1	-
G	0,97	-
H	1	-
I	2,7	-
J	6,1	0,3
K	4,8	-
L	1,9	-
M	0,9	0,7
N	1	0,7
O	1,3	0,85
P	1,5	0,9
Q	1	0,8
R	0,75	0,6
S	-	0,18

Exemple :

Champ magnétique autour d'une cabine 11 kV – 400 V



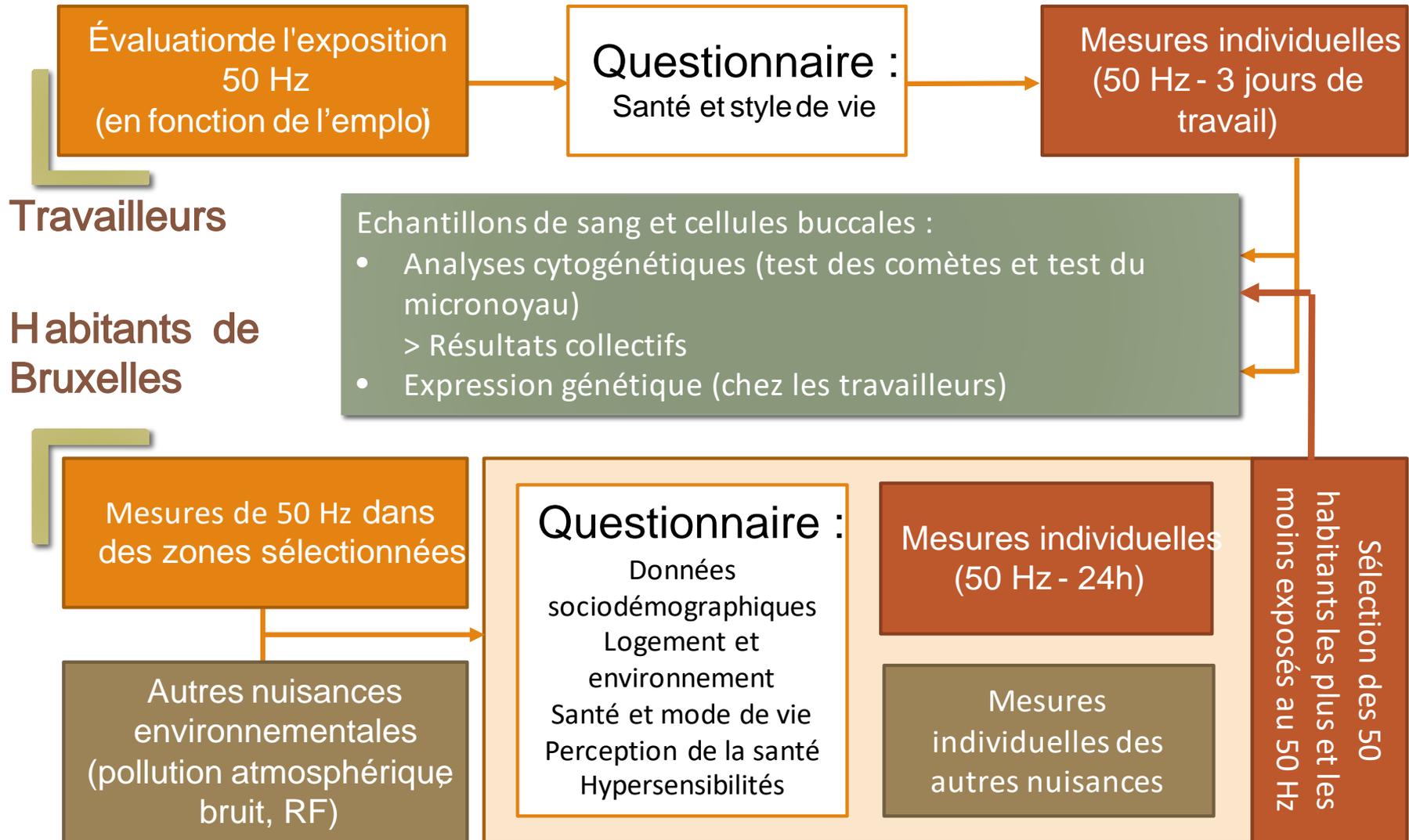
# Conclusions

---

Les champs électrique et magnétique d'extrêmement basse fréquence (EBF) sont régis par des équation bien-connues et peuvent être précisément modélisés si les sources et milieux relatifs sont eux-mêmes précisément connus.

Des mesures sur site (in-situ) restent la meilleure des manières de quantifier les champs EBF en cas d'incertitude dans le modèle.

Des réglementations différentes existent pour le public et les travailleurs, s'appuyant principalement sur l'exposition aux champs EBF à long terme.





# Analyse des effets d'une exposition à long terme au champ magnétique 50 Hz (CM) sur une lignée cellulaire TK6

H. NGUYEN, S. SEGERS, M. LEDENT, R. ANTHONISSEN, JF. COLLARD, M. HINSENKAMP, L. VERSCHAEVE, V. FEIPEL, E. DE CLERCQ, B. MERTENS



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# 1. Introduction

---

- Champ magnétique de fréquence extrêmement basse (CM-EBF) classé comme probablement cancérigène pour l'homme (IARC, 2002)
  - Preuve limitée de cancérogénicité chez l'homme
  - **Pas de réponse claire des études expérimentales**
- La directive actuelle sur les limites d'exposition s'appuie sur des études sur **l'exposition à court terme**



# Objectifs de l'étude

Investiguer les effets d'une exposition à long terme au CM-EBF sur une lignée cellulaire

Effet sur la viabilité des cellules ?

Comparez le nombre de cellules :  
Culture exposée au CM-EBF vs culture non exposée

Augmentation des dommages génétiques ?

Comparez le niveau des dommages génétiques :  
Culture exposée au CM-EBF vs culture non exposée

Réponse adaptative ?

Comparez le niveau des dommages génétiques :  
Culture exposée au CM-EBF + Mutagène vs culture exposée au Mutagène seul

Review

Adaptive response in mammalian cells exposed to non-ionizing radiofrequency fields: A review and gaps in knowledge

Vijayalaxmi<sup>a</sup>, Yi Cao<sup>b,\*\*</sup>, Maria Rosaria Scarfi<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Radiology, University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX 78229, USA

<sup>b</sup> School of Public Health, Medical College of Soochow University, Suzhou, People's Republic of China

<sup>c</sup> CNR – Institute for Electromagnetic Sensing of Environment, Napoli, Italy

## 2. Méthodologies

---

### Cellules et système d'exposition

- **Culture cellulaire** : Cellule lymphoblastoïde humaine (TK6)
- **Système d'exposition au champ magnétique 50 Hz**
  - Solénoïde
  - Bobine de 380 spires, 20 cm de diamètre, 42 cm de longueur
  - Plage d'intensités du CM : 0- 2500  $\mu\text{T}$
  - Champ appliqué : 10, 100 et 500  $\mu\text{T}$
- **Système de protection contre les champs magnétiques** : Cylindre en mu-métal

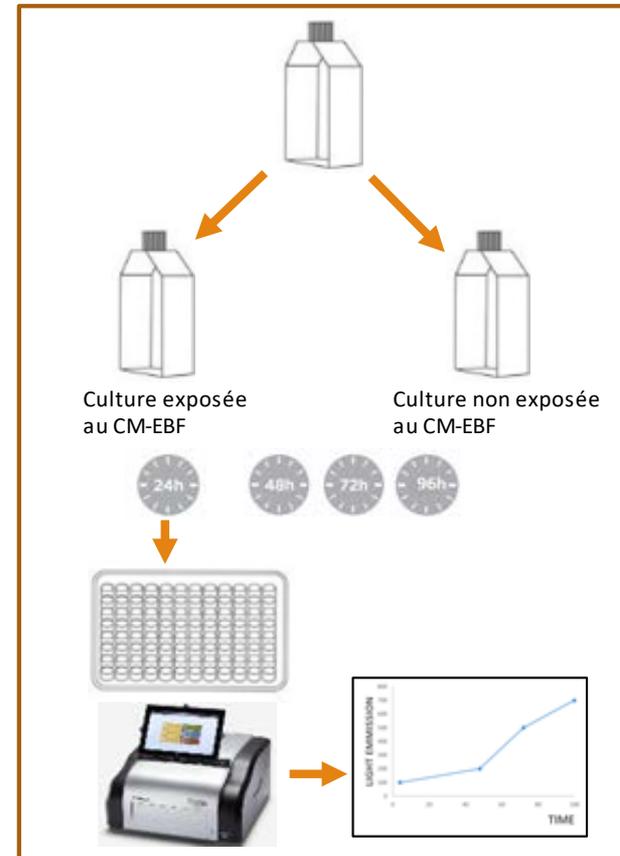


Système d'exposition (à gauche) et du système de protection (à droite) à l'intérieur de l'incubateur.

# 2. Méthodologies

## Test de viabilité cellulaire

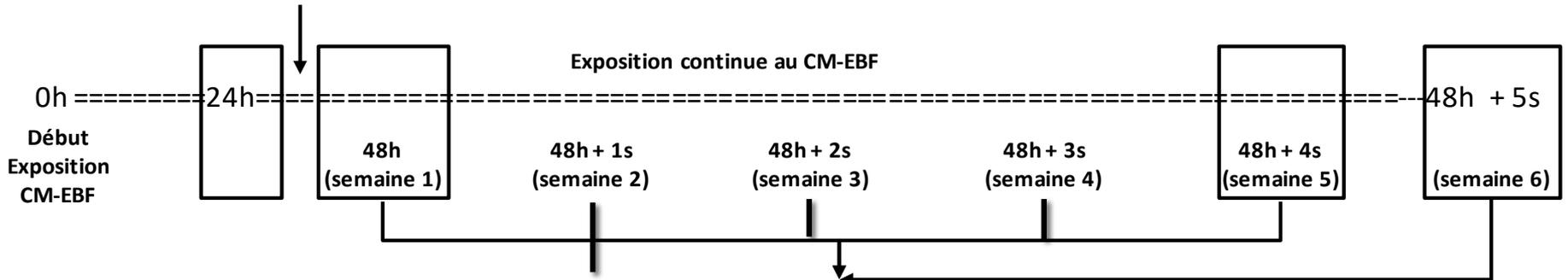
- Test ATP
- Estimer la quantité relative de cellules viables
  - Cellules viables → ATP → **Lumière**
  - Cellules mortes → ATP → Pas de signal
- La luminescence émise est directement proportionnelle au nombre de cellules viables.



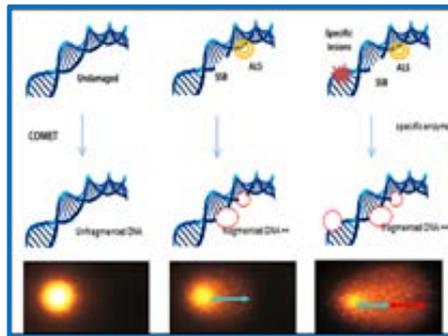
# 2. Méthodologies

## Tests cytogénétiques

Protocole 1 : aucune exposition aux agents chimiques  
 Protocole 2 : exposition à des agents chimiques (MMS/EMS) pendant 24h



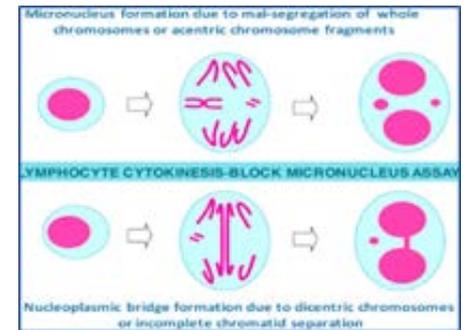
Collecte des cellules TK6



Mesurer le % d'ADN endommagé dans la queue de la comète

*In vitro*  
Test des comètes

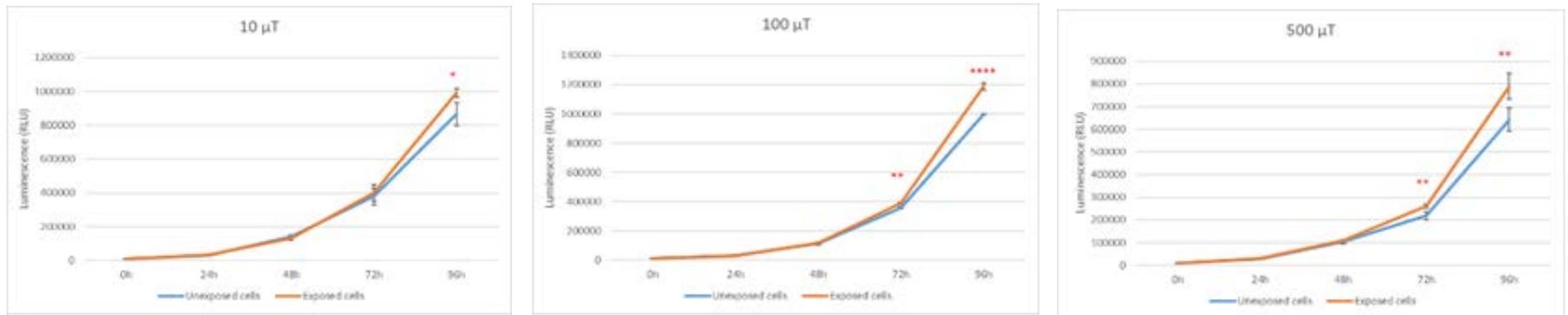
*In vitro*  
Test des micronoyaux (MN)



Score d'incidence des cellules micronucléées/2000 cellules binucléées

# 3. Résultats

## Test de viabilité cellulaire



-> Augmentation de la viabilité cellulaire lors de l'exposition au CM-EBF.

-> Des résultats significatifs ont été observés après 72h et 96h d'exposition au CM-EBF 10, 100, et 500 μT.

-> Effet bénéfique ???

# 3. Résultats

Exemples d'application médicale :

- Régénération tissulaire
- Cicatrisation des plaies
- .....

Review > Cell Prolif. 2014 Dec;47(6):485-93. doi: 10.1111/cpr.12142. Epub 2014 Oct 16.

## Therapeutic potential of electromagnetic fields for tissue engineering and wound healing

T Saliev <sup>1</sup>, Z Mustapova, G Kulsharova, D Bulanin, S Mikhailovsky

Affiliations + expand

PMID: 25319486 PMID: PMC6496472 DOI: 10.1111/cpr.12142

[Free PMC article](#)

### Abstract

Ability of electromagnetic fields (EMF) to stimulate cell proliferation and differentiation has attracted the attention of many laboratories specialized in regenerative medicine over the past number of decades. Recent studies have shed light on bio-effects induced by the EMF and how they might be harnessed to help control tissue regeneration and wound healing. Number of recent reports suggests that EMF has a positive impact at different stages of healing. Processes impacted by EMF include, but are not limited to, cell migration and proliferation, expression of growth factors, nitric oxide signalling, cytokine modulation, and more. These effects have been detected even during application of low frequencies (range: 30-300 kHz) and extremely low frequencies (range: 3-30 Hz). In this regard, special emphasis of this review is the applications of extremely low-frequency EMFs due to their bio-safety and therapeutic efficacy. The article also discusses combinatorial effect of EMF and mesenchymal stem cells for treatment of neurodegenerative diseases and bone tissue engineering. In addition, we discuss future perspectives of application of EMF for tissue engineering and use of metal nanoparticles activated by EMF for drug delivery and wound dressing.

© 2014 John Wiley & Sons Ltd.

# 3. Résultats

## Dommages génétiques et réponse adaptative

Études	Tests cytogénétiques	Expériences avec différentes densités de flux ( $\mu\text{T}$ )					
		10	10	100	100	500	500
Effets génétiques de l'exposition au CM-EBF	MN	-	-	-	-	-	-
	Test des comètes	?	?	?	-	-	-
Test de réponse adaptative	MN	-	-	-	-	-	-
	Test des comètes	?	-	-	-	-	-

( - Aucun résultat significatif ; ? Résultats incohérents)

- Le test des micronoyaux a toujours donné des résultats non significativement différents.
- Quelques résultats incohérents lorsque les cellules ont été exposées à long terme à un champ magnétique de 10  $\mu\text{T}$ .
- Les résultats des tests des comètes n'ont montré aucun effet lorsque les cellules ont été exposées à long terme à 100 ou 500  $\mu\text{T}$

## 4. Conclusion

---

- L'exposition à long terme au CM-EBF affecte la viabilité des cellules TK6
  - → Ainsi, des études portant sur les mécanismes liés à la viabilité cellulaire devraient être menées pour expliquer cette observation.
- Seuls quelques effets génétiques incohérents ont été constatés lorsque les cellules TK6 étaient exposées en continu à long terme à 10  $\mu\text{T}$
- Aucun effet génétique ou réponse adaptative n'a été détecté dans le cas de cellules exposées à long terme à 100 et 500  $\mu\text{T}$ .



# Analyse des dommages cytogénétiques dans des échantillons de sang d'employés de l'industrie électrique

H. NGUYEN, M. LEDENT, G. VANDEWALLE, J. VAN DE MAELE, JF. COLLARD, M. HINSENKAMP, L. VERSCHAEVE, V. FEIPEL, E. DE CLERCQ



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# Introduction

---

## Exposition professionnelle aux CEM-EBF → Radiations non ionisantes → Pas de dommages directs à l'ADN

- Résultats controversés montrés dans des études précédentes en milieu professionnel
- Mais, **les études présentent souvent des lacunes** → non concluantes (Verschaeve & Maes, 2016).

## Objectifs : Étudier les dommages cytogénétiques dans les échantillons de sang des employés exposés professionnellement aux CEM-EBF.

- Nombre suffisamment important d'employés
- Évaluation de l'exposition : Intitulé des emplois + Données d'exposition réelle
- Tests cytogénétiques validés ...

**Hypothèse nulle :** Les employés qui sont professionnellement exposés aux CEM-EBF, en fonction de l'intitulé de leur emploi, ne présentent pas de dommages génétiques accrus dans leurs cellules sanguines.

→ Comparer le niveau des dommages génétiques chez les employés moins exposés par rapport aux employés plus exposés.

# Processus d'étude de biomonitoring

Début  
2019

Echantillons ELIA : avril - déc 2019  
Echantillons de Sibelga : Avril 2021

De décembre 2019  
à aujourd'hui

Recrutement  
&  
Planification

Collecte des données

1. Données exposition CEM
2. Données de santé
3. Données sur les dommages cytogénétiques

Décodage et  
analyse des  
données

Résultats  
préliminaires  
et discussion

## Critères d'inclusion :

- Entre 18 et 55 ans ;
- De préférence des hommes non-fumeurs, mais les fumeurs / femmes pourraient être acceptés ;
- Non soumis à des examens radiographiques récents ;
- Pas d'antécédents médicaux significatifs ni de maladies génétiques ;
- Techniciens : avoir au moins 5 ans d'expérience professionnelle dans les métiers de l'électricité.

## Critères d'exclusion :

- Exposition à la maison
- Problèmes de santé

# Détail de la collecte des données

## Données sur l'exposition aux champs magnétiques

- **Appareils :** Emdex II
- **Période de mesure :** Au moins 3 jours consécutifs pendant une semaine de travail typique
- **Comment le porter ?**
  - Au travail : portez l'appareil dans une pochette autour de la taille ou attaché à la ceinture.
  - À la maison : portez l'appareil le plus souvent possible.
  - Sinon, laissez-le dans sa pochette et placez-le loin de tout appareil électrique ou transformateur.
- **Journal des activités :** délimiter l'exposition professionnelle avec les autres expositions



Dispositif  
EMDEX II

Activity logbook  
Day ...  
Your ID | ...  
Date | ...

Thank you for filling out the activity logbook according to the following form:  
(only working hours)

Code	Activity	Localization
1	Office work	Home (Site location (Site Code))
2	On-site work	Home (Site location (Site Code))
3	Lunch/Break	/
4	Commuting/Leisure activities	/
5	At home	/
6	Sleep time	/

Wake up time: ...  
Bedtime: ...

Time	Code	Localization	Time	Code	Localization	Time	Code	Localization	Time	Code	Localization
6:00	...	...	2:00	...	...	18:00	...	...	0:00	...	...
6:15	...	...	3:15	...	...	18:15	...	...	0:15	...	...
6:30	...	...	2:30	...	...	18:30	...	...	0:30	...	...
6:45	...	...	3:45	...	...	18:45	...	...	0:45	...	...
7:00	...	...	3:00	...	...	19:00	...	...	1:00	...	...
7:15	...	...	3:15	...	...	19:15	...	...	1:15	...	...
7:30	...	...	3:30	...	...	19:30	...	...	1:30	...	...
7:45	...	...	3:45	...	...	19:45	...	...	1:45	...	...
8:00	...	...	4:00	...	...	20:00	...	...	2:00	...	...
8:15	...	...	4:15	...	...	20:15	...	...	2:15	...	...
8:30	...	...	4:30	...	...	20:30	...	...	2:30	...	...
8:45	...	...	4:45	...	...	20:45	...	...	2:45	...	...
9:00	...	...	5:00	...	...	21:00	...	...	3:00	...	...
9:15	...	...	5:15	...	...	21:15	...	...	3:15	...	...
9:30	...	...	5:30	...	...	21:30	...	...	3:30	...	...
9:45	...	...	5:45	...	...	21:45	...	...	3:45	...	...

Journal des activités

# Détail de la collecte des données

## Consentement et données de santé

- Questionnaires

- Les habitudes tabagiques
- Consommation d'alcool
- Maladie récente
- Radiographie
- ....

Titel onderzoek: Humane cytogenetische biomonitoringstudie bij Elia werknemers  
Opdrachtgever: Belgian BioElectroMagnetics Group, Elia System Operator  
Verantwoordelijke onderzoekers: Prof. Dr. L. Verschaeve, Dr. G. Vandewalle  
Contactpersoon Elia: Vincent Du Four

### VRAGENLIJST

Dit blad moet van het informatieformulier en de toestemmingsverklaring worden losgemaakt. Alleen het codenummer zal worden gebruikt als identificatie op de volgende pagina's.

Lees de volgende vragen zorgvuldig door en beantwoord ze zo volledig en nauwkeurig mogelijk. Indien nodig kan de achterkant van een pagina gebruikt worden om een antwoord te vervolledigen. Vermeld hierbij dan ook het nummer van de vraag. De antwoorden die u geeft, kunnen een directe invloed hebben op de interpretatie van onze resultaten. Bij twijfel kunt u dit vermelden op de vragenlijst en dan nemen we met u contact op. Bedankt voor uw interesse en deelname aan deze studie.

#### 1. Beroepsinformatie

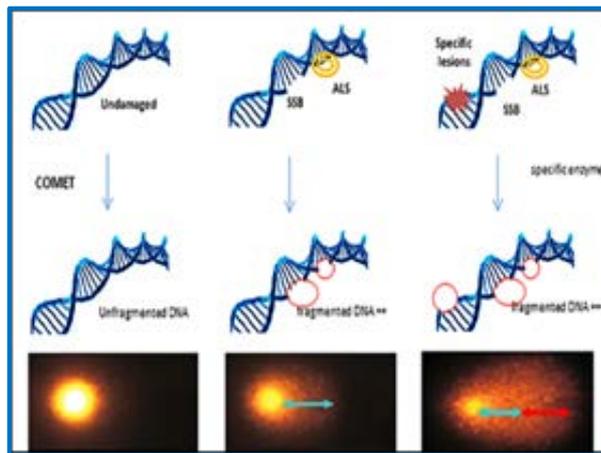
In dit deel van de vragenlijst wordt geïnformeerd naar de mate en de frequentie van beroepsmatige blootstelling aan 50HZ-elektromagnetische velden. Werknemers die niet werkzaam zijn in de nabijheid van 50-HZ velden beantwoorden alleen deel B.

**A. Werknemers werkzaam in de nabijheid van elektrische installaties.**

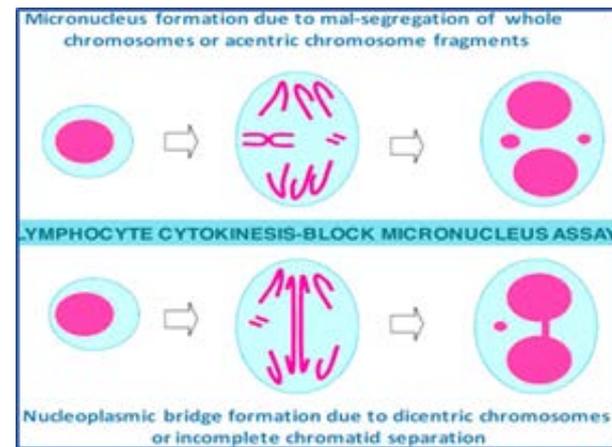
# Détail de la collecte des données

## Données sur les dommages cytogénétiques

- Les échantillons de sang ont été collectés par ponction veineuse
- Immédiatement utilisé pour le test des comètes et le test des micronoyaux.



Mesurer le % d'ADN endommagé dans la queue de la comète (intensité de la queue).



Score du nombre de cellules présentant des micronoyaux pour 2000 cellules bi-nucléées (fréquence des MN)

# RÉSULTATS

---

# Population étudiée

---

- **126 employés d'ELIA** (67 employés de bureau et 59 techniciens) + **6 employés de Sibelga** (3 employés de bureau et 3 techniciens) intéressés à participer à l'étude.
- Sur la base des différents critères d'exclusion définis avant l'étude et après l'analyse des données d'exposition, **l'ensemble des données est composé de 67 employés** (30 employés de bureau et 37 techniciens).

*Note : comme certaines données des échantillons de Sibelga sont encore manquantes, les analyses sont basées sur les données des employés d'Elia uniquement.*

# Caractéristiques de la population étudiée

---

- Dans le groupe Bureau, nous avons **6 femmes** et 24 hommes.
- L'âge moyen est assez similaire entre le groupe des employés de bureau (36,9) et celui des techniciens (37,1).
- Le nombre d'examens radiologiques au cours des 5 dernières années est également similaire entre le groupe Bureau(1,3) et celui des techniciens (1,2).
- Dans le groupe Technicien :
  - Nombre de mois de travail sur site (par exemple, à proximité de lignes électriques ou transformateurs) : 60 - 360 mois
  - Les pourcentages de temps de travail sur site varient de 30 à 100%.

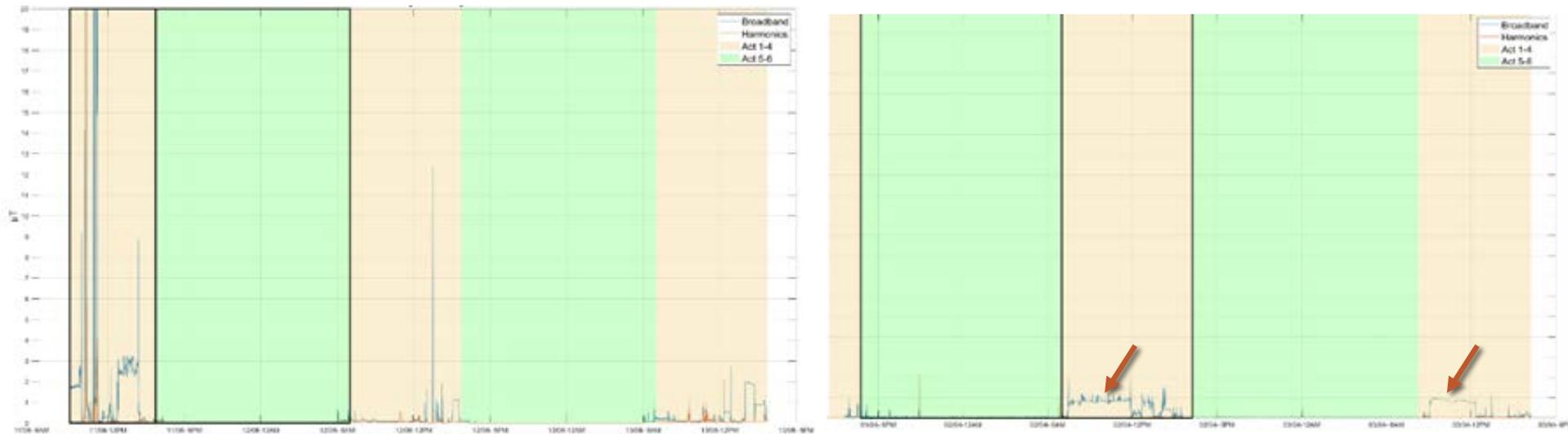
# Caractérisation de l'exposition

Jusqu'à 400  $\mu\text{T}$



Exemple de courbe d'exposition au champ magnétique dans un technicien sur 3 jours de mesure

# Caractérisation de l'exposition

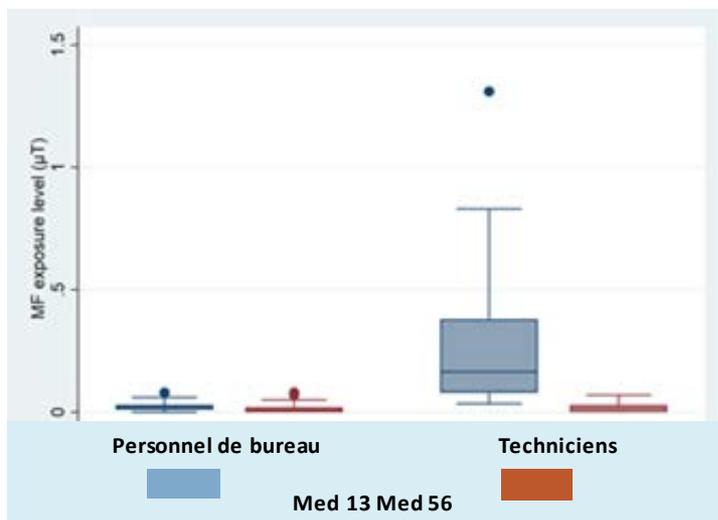


Exemple d'exposition au champ magnétique d'un autre Technicien

- L'exposition aux champs magnétiques varie selon les employés
- L'exposition aux champs magnétiques varie selon les jours
- Pic élevé du niveau d'exposition au champ magnétique, mais sur une courte période de temps

# Niveau d'exposition aux champs magnétiques dans la population étudiée

Exposition professionnelle médiane au CM (Med13)



Distribution des niveaux d'exposition professionnelle et résidentielle dans le groupe Bureau (n= 30) et le groupe Technicien (n= 37) en utilisant Med13 et Med56

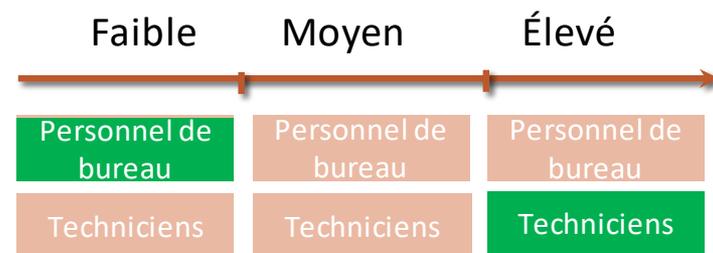
Tableau : Résumé des niveaux d'exposition professionnelle ( $\mu\text{T}$ ) dans les groupes Bureau et Technicien

Groupe de travail	n	Moyenne	Médiane	Min	Max
Personnel de bureau	30	0.02	0.02	0.00	0.08
Techniciens	37	0.27	0.17	0.04	1.31

Les niveaux d'exposition dans les deux groupes sont faibles !

# Stratégies d'analyse des données

- Comparer des groupes ayant des niveaux d'exposition différents aux champs magnétiques
- Comment définir les groupes ?
  - Sur la base de l'intitulé des fonctions ?
  - Sur la base des données d'exposition ?
- ⇒ **Sur la base de ces deux paramètres**
- ⇒ **Tout d'abord, diviser la population étudiée en 3 groupes en fonction des niveaux d'exposition (faible, moyen, élevé).**
  - Basé sur des seuils (0,1 et 1  $\mu$ T) ;
  - Percentile (p50, p75) ;
  - **Regroupement** (clustering)
- ⇒ Répartition des intitulés des fonctions dans chaque groupe
- ⇒ Dans les analyse, sélection des employés de bureau dans le groupe faiblement exposé et des techniciens dans les groupes fortement exposés



# Distribution des résultats des tests cytogénétiques selon les employés

## Test des comètes

Niveau **moyen** de dommages à l'ADN dans le grand public

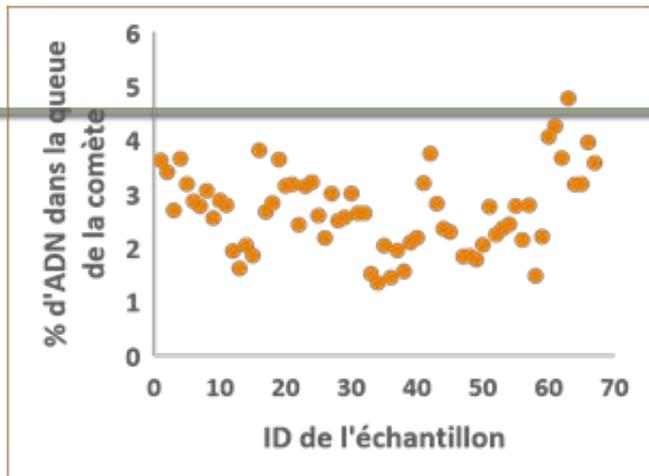


Figure 1 : Pourcentage d'ADN endommagé observée dans les échantillons provenant des 67 employés

## Test des micronoyaux

Fréquence **moyenne** des MN dans le grand public

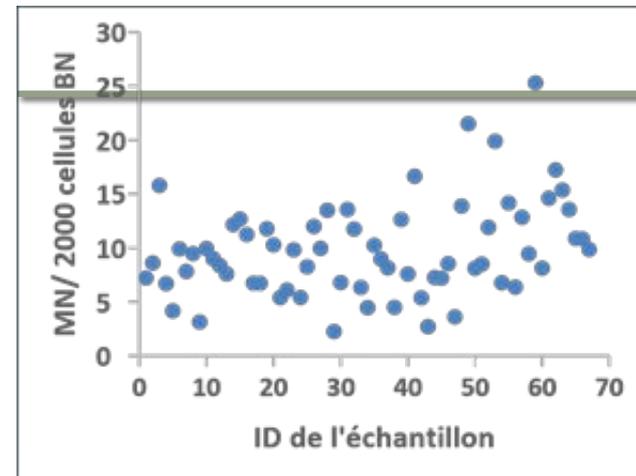


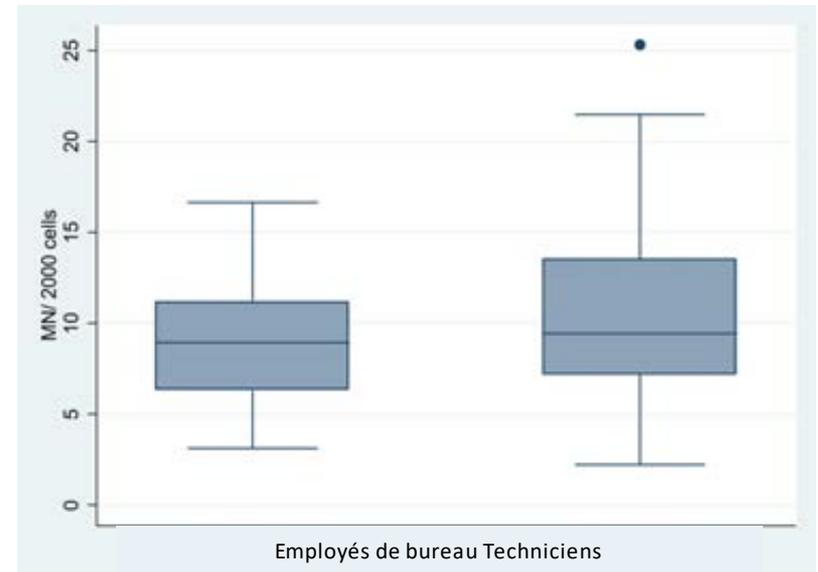
Figure 2 : Fréquences des micronoyaux observée dans les échantillons provenant des 67 employés

→ Les résultats cytogénétiques sont tous dans la fourchette normale.

# Comparaison des résultats des tests cytogénétiques selon l'intitule des fonctions - Première hypothèse



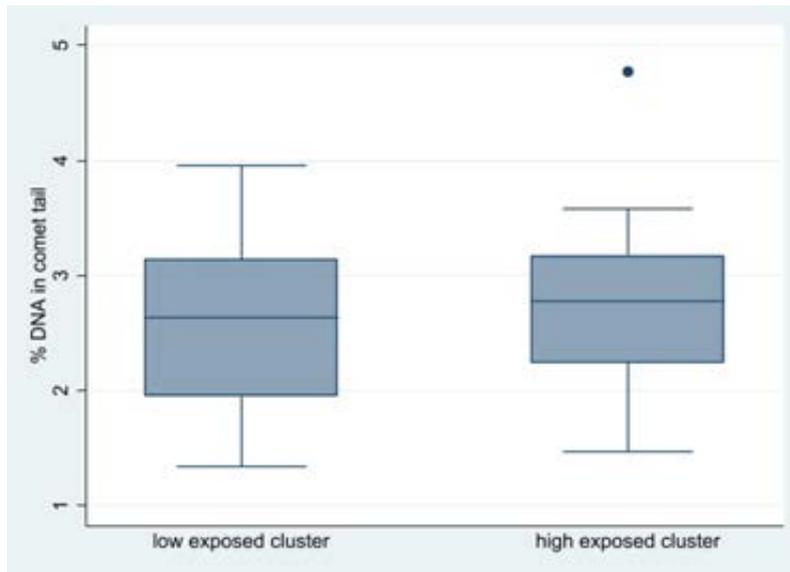
Résultats du test des comètes  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0,6582$ )



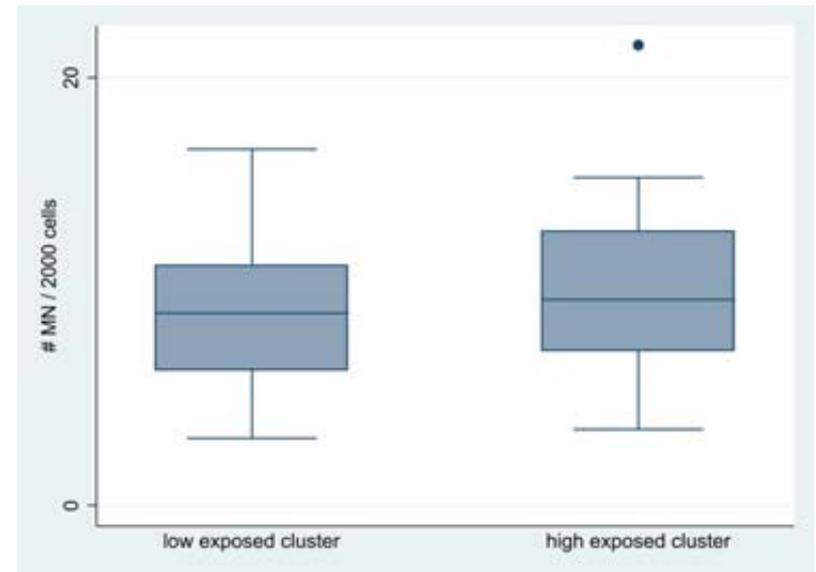
Résultats du test des micronoyaux  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0.2384$ )

**=> Pas de différence significative observée entre les groupes**

## Comparaison des résultats des tests cytogénétiques dans les groupes à faible et à forte exposition



Résultats du test des comètes  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0,9283$ )

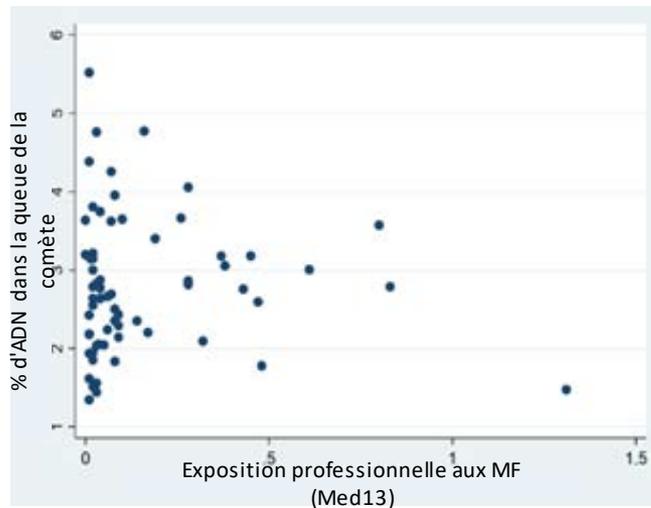


Résultats du test des micronoyaux  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0,5455$ )

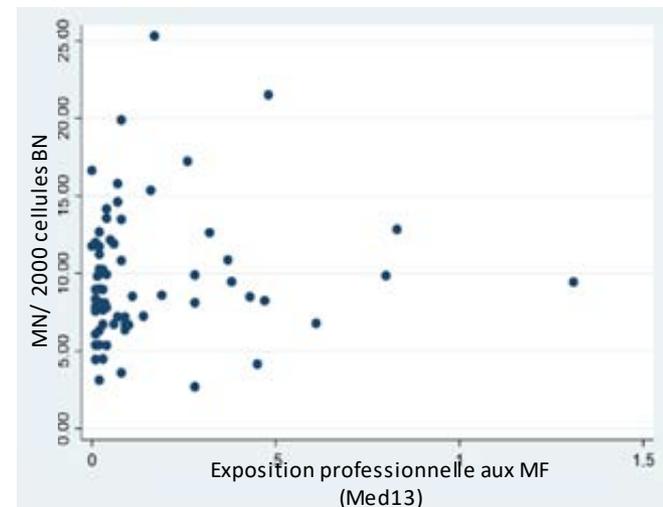
→ Aucune différence significative entre les groupes à faible et à forte exposition.

# Corrélation entre l'exposition et les résultats des tests cytogénétiques (population entière)

Corrélations incluant l'ensemble de la population étudiée  
(67 employés)



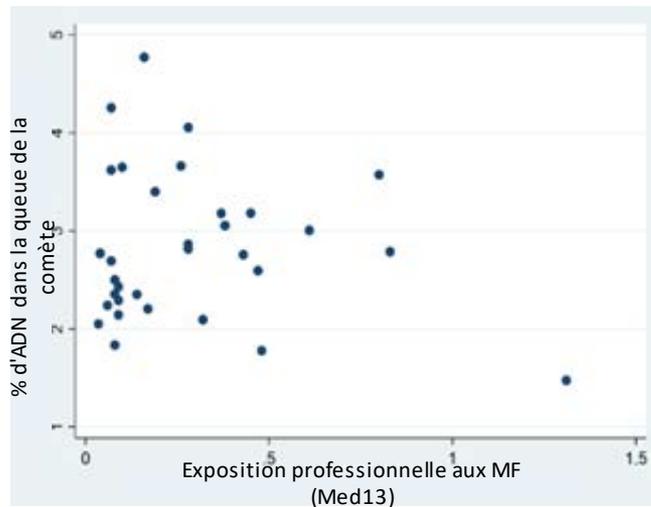
Résultats du test des comètes en fonction du niveau d'exposition au champ magnétique



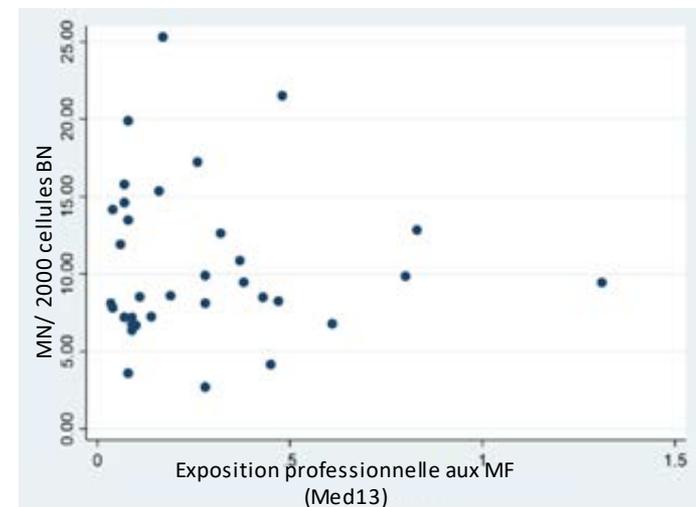
Résultats du test des micronoyaux en fonction du niveau d'exposition aux champs magnétiques

# Corrélation entre l'exposition et les résultats des tests cytogénétiques (groupe Technicien uniquement)

Corrélations incluant uniquement les techniciens  
(37 employés)



Résultats du test des comètes en fonction du niveau d'exposition au champ magnétique



Résultats du test des micronoyaux en fonction du niveau d'exposition aux champs magnétiques

# Analyse exploratoire : Analyse multivariée

---

- L'analyse multivariée permet de combiner plusieurs variables explicatives possibles dans l'analyse → permet d'explorer dans quelle mesure ces variables sont associées au résultat du test.
- Variables explicatives considérées :
  - Âge (ajustement)
  - Mois d'expérience dans l'emploi (ajustement)
  - Sexe (ajustement)
  - Nombre d'examens radiologiques (ajustement)
  - Habitudes tabagiques (Ajustement)
  - Clusters améliorés (groupes définis à la fois par l'analyse de cluster et par l'intitulé des emplois) comprenant les employés de bureau dans le groupe faiblement exposé et les techniciens dans le groupe fortement exposé.

# Analyse exploratoire : Analyse multivariée

---

- **Analyse multivariée pour les résultats du test des comètes**

- L'âge et les habitudes tabagiques ont une association significative avec le résultat du test des comètes.
- Les intitulés d'emplois et les clusters (niveau d'exposition) ne montrent pas d'association significative.

- **Analyse multivariée pour les résultats du test des micronoyaux**

- Le sexe et l'âge ont une association significative avec le résultat du test.
- Les intitulés des emplois ont montré une association à peine significative avec le résultat du test (valeur p de 0,056).
- Aucune association significative entre les clusters (niveau d'exposition) et les résultats des tests MN n'a été relevée.

# Conclusion

---

- **Aucun lien entre l'exposition professionnelle aux champs magnétiques et les dommages cytogénétiques n'a été détecté.**
- Le niveau d'exposition professionnelle au champ magnétique dans notre population étudiée était inférieur à celui rapporté ailleurs (10-20 fois).

*La médiane des VME13 du personnel de bureau et des techniciens est de 0,02 et 0,17  $\mu$ T.*

*Les VME13 moyennes chez les employés de bureau et les techniciens sont de 0,02 et 0,27  $\mu$ T.*

- Dans les analyses multivariées exploratoires, **l'âge, le sexe et le tabagisme, plutôt que l'exposition aux champs magnétiques,** pourraient avoir un impact sur les résultats des tests cytogénétiques.



# Étude des expositions individuelles multiples aux nuisances environnementales : Champs électromagnétiques (50Hz), air, bruit et perturbateurs endocriniens [ExpoHealth-1]

SALMON AGATHE, LEDENT MARYSE, ENNAMSA ZINEB, BRUNIN FANNY, DE CLERCQ EVA, BOULAND CATHERINE



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# Objectifs principaux

---

1. Evaluer la perception de santé/ les impacts des CEM-EBF dans la population

Etude de cas en milieu urbain, à Bruxelles, via:

- L'évaluation de la perception individuelle de l'exposition aux CEM-EBF (en fonction de la visibilité ou non des sources potentielles de pollutions)
- Des tests d'associations entre le rapportage individuel de symptômes non-spécifiques et (1) l'exposition réelle, (2) la connaissance d'exposition, (3) les préoccupations de santé (*modern health worries*)

2. Caractériser l'exposition aux pollutions multiples (CEM-EBF, bruit, particules fines et perturbateurs endocriniens) par type d'environnement

3. Analyser et comparer les expositions résidentielles dans les zones d'intérêt entre rues "présentant" vs. "ne présentant pas" des sources de pollutions (ex.: équipements électriques, trafic routier, ...)

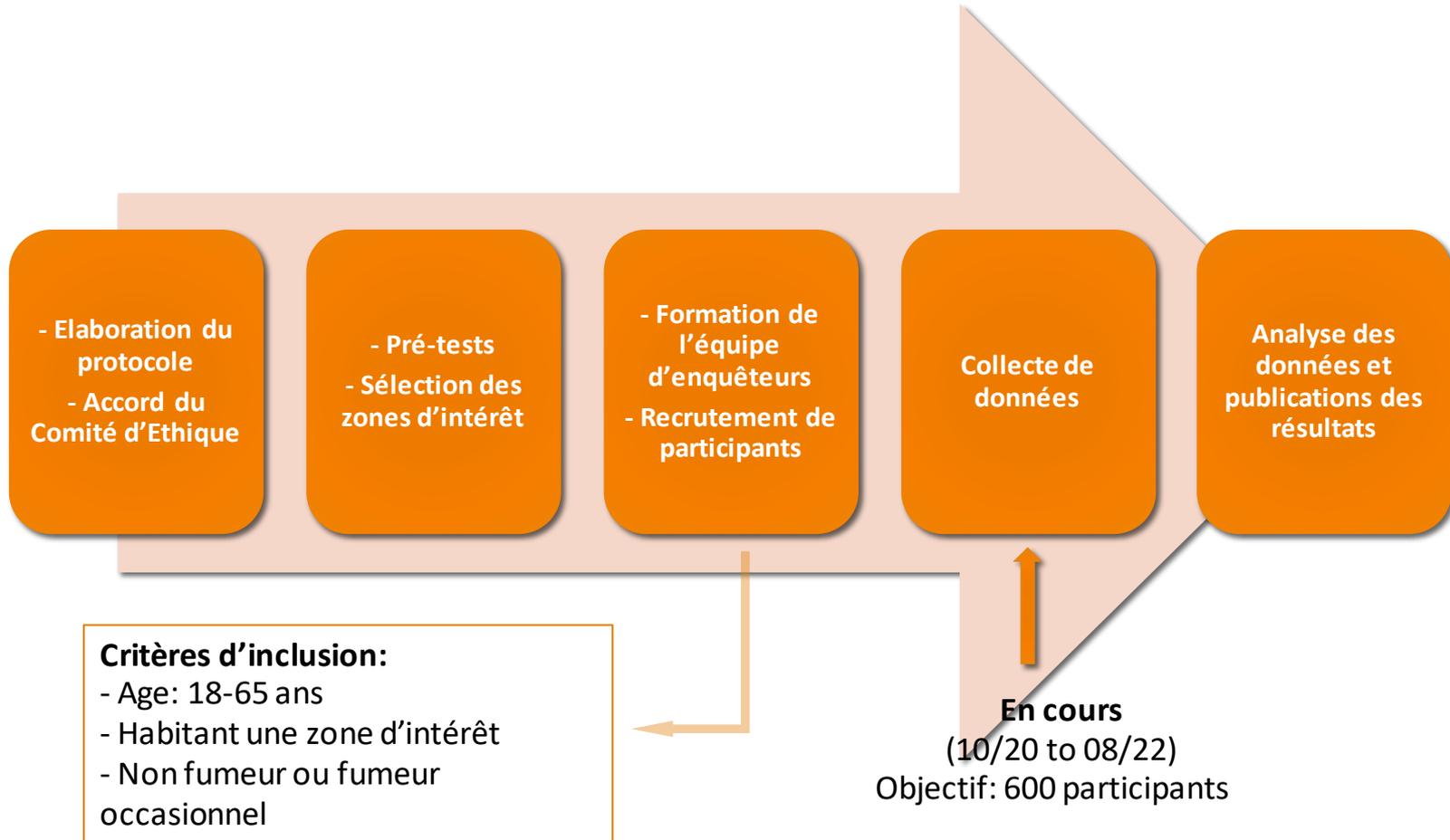
4. Evaluer la contribution des expositions cumulées sur la santé et les symptômes non-spécifiques

# Exposition aux CEM 50Hz: Objectifs

---

1. Comparer la contribution de la perception d'exposition par rapport aux expositions réelles dans la déclaration de symptômes non-spécifiques (SNS) et d'électro-hypersensibilité (EHS)
2. Evaluer la contribution de la visibilité des équipements électriques (LHT, câbles souterrains, transformateurs, ...), pour des environnements soumis aux mêmes niveaux d'exposition, dans la déclaration de SNS et EHS
3. Evaluer la contribution de l'exposition environnementale -due à la présence de câbles électriques souterrains- sur l'exposition au domicile

# Etapes de l'étude



# Implications pour les participants

- 24 heures de mesurages :
  - CEM-EBF
  - Bruit
  - Particules Fines
- Journal d'environnement (24h)
- Questionnaire
- Echantillon d'eau de distribution pour tests PE



# Résultats préliminaires

## Zones d'intérêt



*Provision de charge (MW) par secteur statistique  
(données fournies par Elia)*

## Mesures en rue



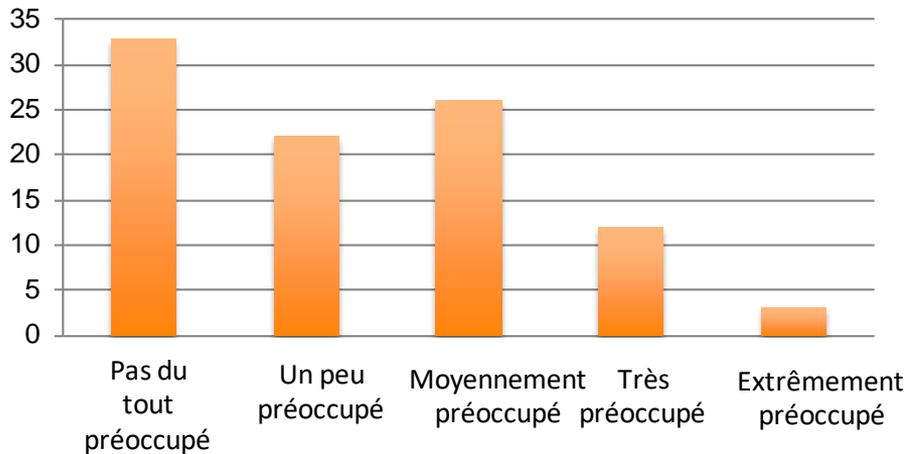
ELF-EMF  
( $\mu$ T) :

- 0 - 0,1
- 0,1 - 0,4
- 0,4 - 1,55

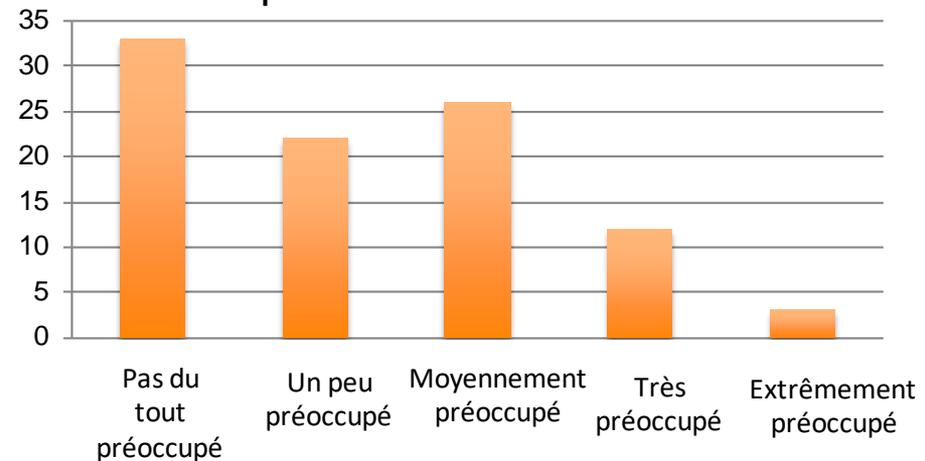
# Résultats préliminaires: Perception des participants sur leur exposition aux CEM-EBF

Évaluez dans quelle mesure vous êtes préoccupés par l'impact des agents suivants sur la santé :

Lignes à haute tension

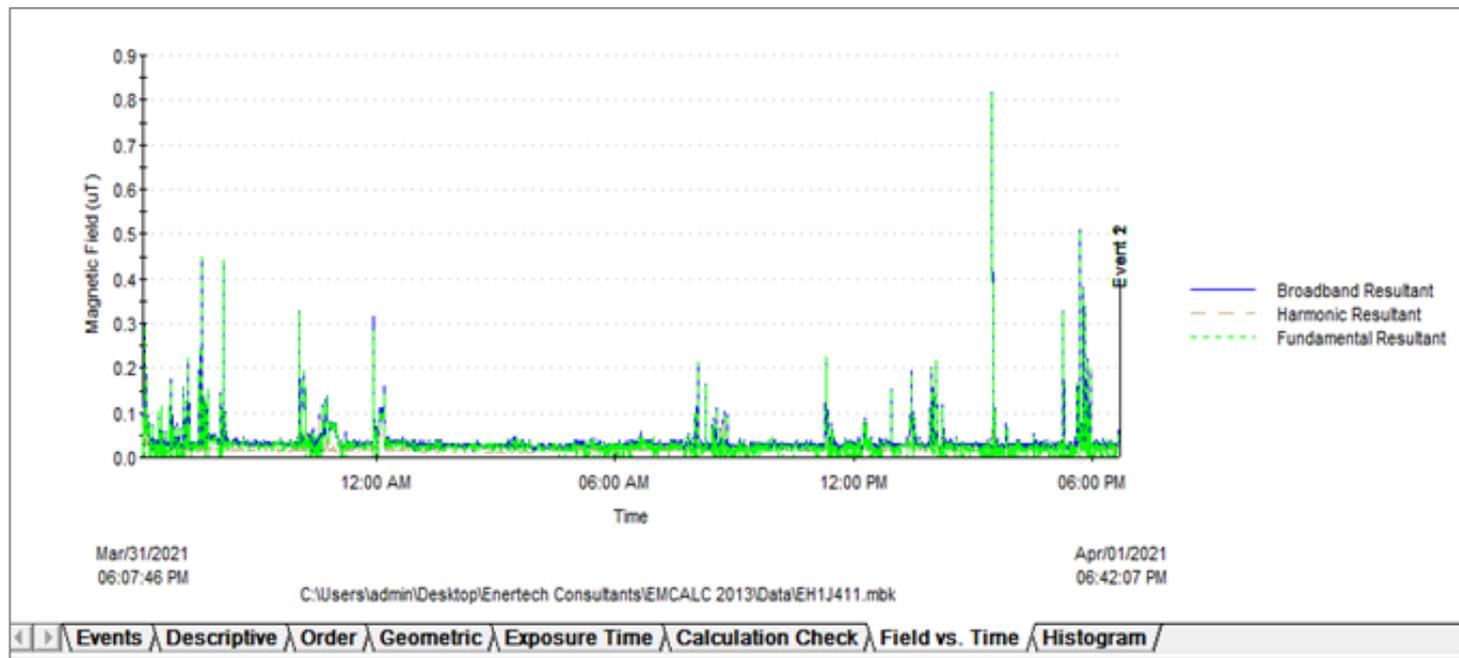


CEM générés par des appareils électriques



# Données environnementales collectées: Exemple pour un participant

Champs électromagnétiques -50Hz- ( $\mu\text{T}$ )



# Données environnementales collectées: Exemple pour un participant

## Particules Fines (PM 2,5 en $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )



## Bruit (dB)



# Journal: Exemple pour un participant

Type of environment	Time spent in each environment (min)	Brd mean ( $\mu\text{T}$ )	Hrm mean ( $\mu\text{T}$ )
1a Kitchen	165	0.04	0.015
1b Living room	1095	0.029	0.013
1d Bathroom	45	0.044	0.014
1h Basement	15	0.035	0.015
1l Library	45	0.032	0.013

## Objectifs

Associer les moyennes d'expositions par type d'environnement

Pour chaque type d'exposition (Air, Bruit, CEM)



# Méta-analyse sur les relations potentielles entre les champs magnétiques et la leucémie infantile

DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA SANTÉ PUBLIQUE

Dr. Christian Brabant  
Prof. Olivier Bruyère  
Dr. Charlotte Beaudart  
Dr. Anton Geerinck  
Prof. Christophe Geuzaine  
Prof. Ezio Tirelli



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

- En 1979, Wertheimer et Leeper ont montré une association entre vivre près de lignes à haute tension et leucémie chez l'enfant (American Journal of Epidemiology, 109, 273-84)
- Ils pensaient que les champs magnétiques de fréquence extrêmement basse des lignes à haute tension étaient responsables du cancer

## Spectre électromagnétique

Ondes radio		Lumière visible	Radiations ionisantes
EBF	RF		
Ex: Lignes à haute tension	Ex: Téléphonie mobile		Ex: Rayons X et gamma
~ 3 - 100 Hz	~ 20 KHz – 300 GHz	~ 300 THz	~ 30 PHz – 300 EHz

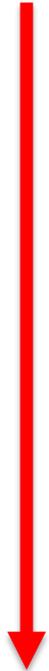


Fréquence (Hz)

- Les champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence

(EBF) sont inférieurs à 100 Hz et peuvent être générés par les lignes à haute tension

- Après 1979, beaucoup d'études ont étudié la relation entre champs magnétiques et leucémie infantile mais avec des résultats contradictoires
- Nous avons donc réalisé une méta-analyse



Ondes radio		Lumière visible	Radiations ionisantes
<b>EBF</b>	RF		
Ex: Lignes à haute tension	Ex: Téléphonie mobile		Ex: Rayons X et gamma
~ 3 - 100 Hz	~ 20 KHz – 300 GHz	~ 300 THz	~ 30 PHz – 300 EHz

Fréquence (Hz)

## Méta-analyse = analyse statistique qui combine les résultats de plusieurs études

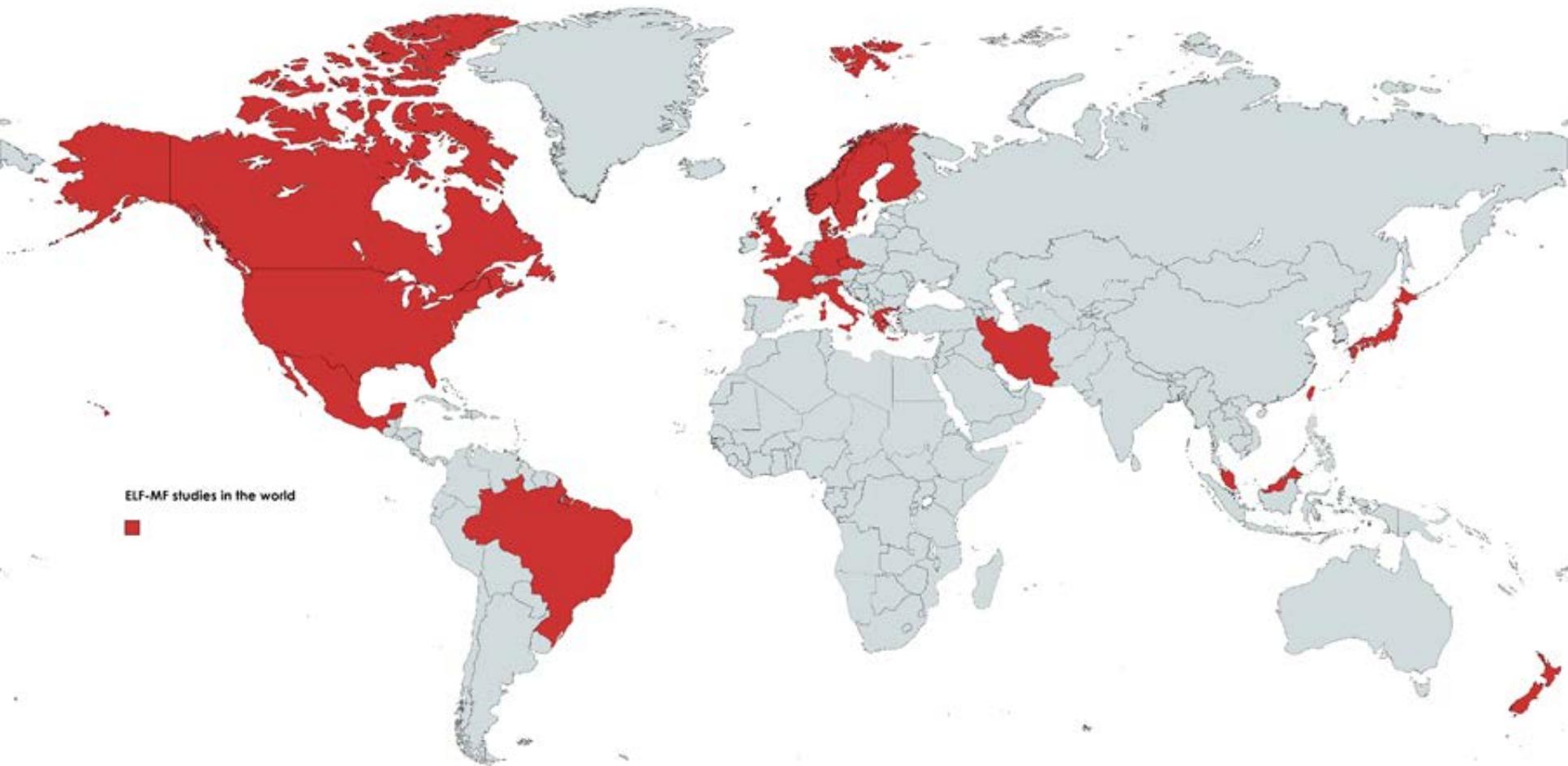
---

- Objectif de notre méta-analyse = synthétiser toutes les études qui ont examiné la relation entre champs magnétiques EBF et leucémie infantile
- Notre méta-analyse est limitée aux champs magnétiques inférieurs à 100 Hz: 50 Hz en Europe, 60 Hz aux USA
- Toutes les études examinant 50-60 Hz sont incluses dans notre revue systématique
- 29 articles ont été inclus dans les méta-analyses

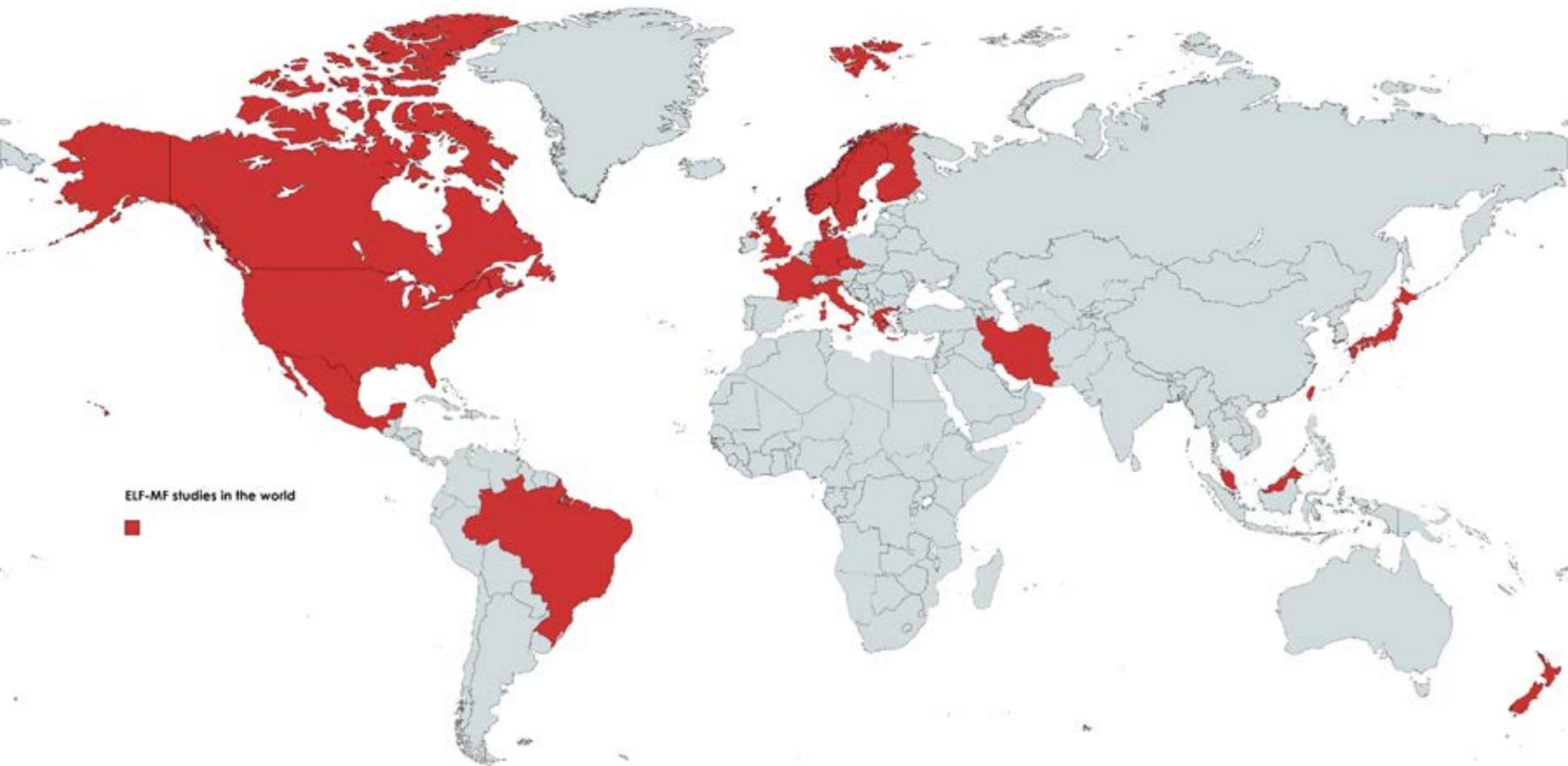
# Notre méta-analyse inclut toutes les études publiées entre 1979 et 2020 et inclut l'étude pionnière de Wertheimer et Leeper.

Wertheimer and Leeper (1979)	American Journal of Epidemiology 109, 273-84.
Savitz et al. (1988)	American Journal of Epidemiology, 128, 21-38.
Savitz et al. (1990)	American Journal of Epidemiology, 131, 763-73.
London et al. (1991)	American Journal of Epidemiology, 134, 923-37.
Feychting and Ahlbom (1993)	American Journal of Epidemiology, 138, 467-81.
Linet et al. (1997)	New England Journal of Medicine, 337, 1-7.
Hatch et al. (1998)	Epidemiology, 9, 234-45.
Dockerty et al. (1998)	Cancer Causes & Control, 9, 299-309.
Dockerty et al. (1999)	Lancet, 354, 1967-8.
McBride et al. (1999)	American Journal of Epidemiology, 149, 831-42.
Green et al. (1999)	Cancer Causes & Control, 10, 233-43.
UK Childhood Cancer Study Investigators	Lancet, 354, 1925-31.
Schüz et al (2001)	International Journal of Cancer, 91, 728-35.
Kabuto et al. (2006)	International Journal of Cancer, 119, 643-50.
Mejia-Arangure et al. (2007)	Epidemiology, 18, 158-61.
Malaqoli et al. (2010)	Environmental Health: A Global Access Science Source, 9, 16.
Wunsch-Filho et al. (2011)	Cancer Epidemiology, 35, 534-9.
Does et al. (2011)	Radiation Research, 175, 390-6.
Jirik et al. (2012)	Biomedical & Environmental Sciences, 25, 597-601.
Abdul Rahman et al. (2008)	Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: Apjcp, 9, 649-52.
Sermage-Faure et al. (2013)	British Journal of Cancer, 108, 1899-906.
Salvan et al. (2015)	International Journal of Environmental Research & Public Health, 12, 2184-204.
Pedersen et al. (2014)	Cancer Causes & Control, 25, 171-7.
Pedersen et al. (2015)	British Journal of Cancer, 113, 1370-4.
Bunch et al. (2014)	British Journal of Cancer, 110, 1402-8.
Bunch et al. (2015)	Journal of Radiological Protection, 35, 695-705.
Crespi et al (2016)	British Journal of Cancer, 115, 122-8.
Kheifets et al (2017)	Cancer Causes & Control, 28, 1117-1123.
Nunez-Enriquez et al (2020)	Bioelectromagnetics, 41, 581-597.

Cette figure indique en rouge les pays dans lesquels les champs magnétiques et la leucémie infantile ont été étudiés.

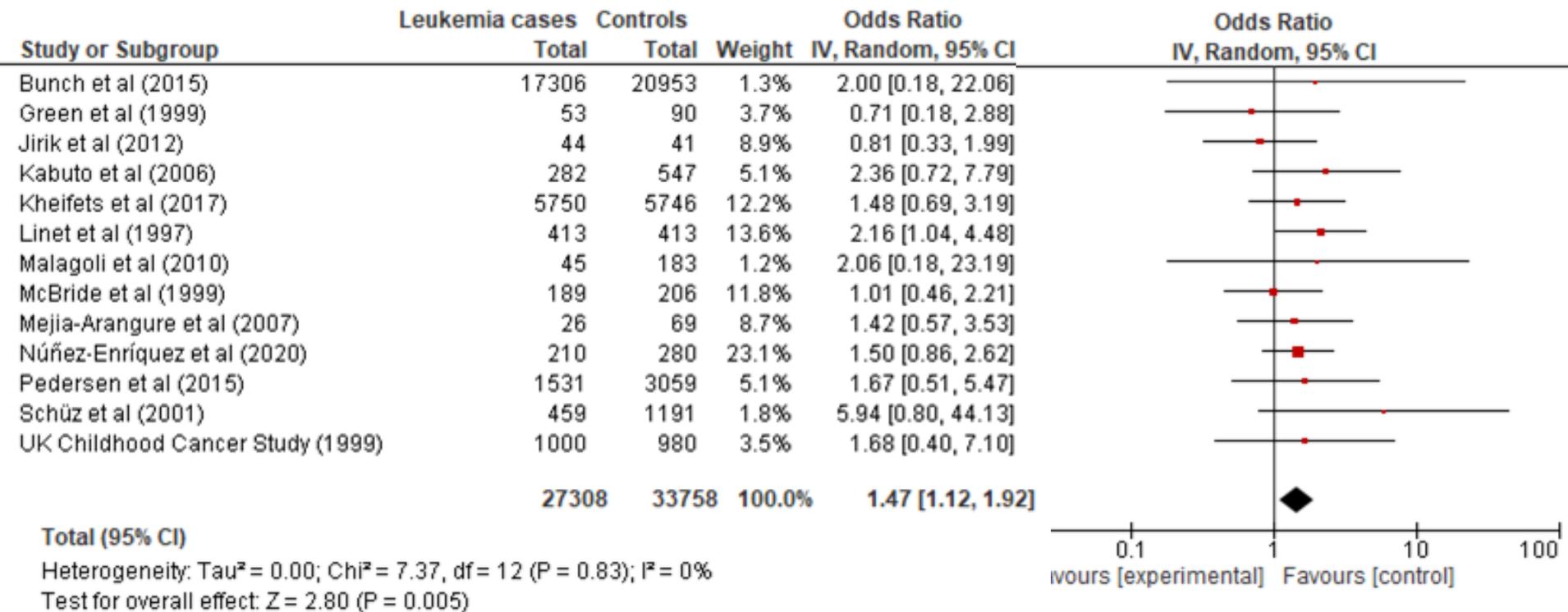


Les champs magnétiques et la leucémie ont surtout été étudiés en Europe (GB, Allemagne, Italie) et en Amérique (USA) mais aussi en Asie (Japon) et en Nouvelle-Zélande



# Méta-analyses basées sur des mesures de flux d'induction magnétique

L'exposition à un champ magnétique supérieur à 0.4  $\mu\text{T}$  est associé à un risque plus élevé de leucémie infantile



OR = 1.47 [1.12, 1.92]; P = 0.005; 13 études

**Les catégories magnétiques inférieurs à 0.4  $\mu\text{T}$  ne sont pas associées à un risqué plus élevé de leucémie infantile.**

Magnetic field category	Number of studies	OR (95% CI)	Overall effect
0.1 – 0.2 $\mu\text{T}$	14	1.05 [0.88, 1.24]	P = 0.61
0.2 – 0.3 $\mu\text{T}$	6	0.93 [0.69, 1.24]	P = 0.62
0.3 – 0.4 $\mu\text{T}$	4	1.10 [0.72, 1.66]	P = 0.67

**$\Rightarrow$  Nos méta-analyses soutiennent une relation entre champs magnétiques et leucémie infantile mais uniquement si le champs magnétique dépasse 0.4  $\mu\text{T}$**

# Conclusions

---

- Nos méta-analyses montrent que les champs magnétiques supérieurs à  $0.4 \mu\text{T}$  pourraient augmenter le risque de leucémie chez l'enfant (OR = 1.47; 95% CI 1.12 – 1.92)
- Les champs magnétiques supérieurs à  $0.4 \mu\text{T}$  sont généralement présents à moins de 50 m des lignes à haute tension et très rarement à moins de 200 m des lignes à haute tension

# Conclusions

- En 2002, le Centre International de Recherche sur le Cancer a classé les champs magnétiques EBF dans le groupe 2B, c'est à dire “peut-être cancérrogènes pour l'homme” (CIRC, 2002)
- Nos résultats soutiennent les effets cancérrogènes des champs magnétiques EBF supérieurs à  $0.4 \mu\text{T}$
- Nos résultats sont en accord avec le Conseil Supérieur de la Santé de Belgique (mai 2020) qui recommande de limiter l'exposition aux champs magnétiques EBF à  $0.4\mu\text{T}$ .



# Application du principe de précaution dans le domaine des champs électromagnétiques

---

UNIVERSITÉ DE GAND

DR. ELS DE WAEGENEER, PROF. DR. LUTGART BRAECKMAN



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# Vue d'ensemble

---

1. Gérer l'incertitude scientifique et le risque
2. Le principe de précaution : Prêt à l'emploi ?
3. Application du principe de précaution aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquences : avantages, lacunes et préoccupations
4. Conclusion

# 1. L'incertitude scientifique et la gestion du risque

---

- **L'incertitude scientifique** : un élément inhérent "faisant partie du jeu".

Incertainité épistémologique : les hypothèses peuvent être confirmées comme vraisemblables, compte tenu des preuves, mais jamais comme vraies avec une certitude absolue.

- **Gestion du risque** : aucune mesure / évitement / minimisation / atténuation / diverses combinaisons

# 1. L'incertitude scientifique et la gestion du risque

---

- **Ce que nous voulons éviter lorsque nous autorisons** une nouvelle technologie/activité/agent :- nuisance à la santé publique/société/environnement
  - ici et maintenant, ainsi qu'à l'échelle mondiale et dans les générations futures
  - Par exemple, "trop peu, trop tard" : amiante, PCB,...
- **Ce que nous voulons éviter lorsque nous mettons des limites à une** nouvelle technologie/activité/agent :
  - Freiner les avantages et opportunités sociales et économiques qui en découlent
  - Freiner le progrès scientifique

## 2. Le principe de précaution

---

### 2.1 Définition du principe de précaution (PP)

- L'idée de bon sens de "mieux vaut prévenir que guérir".
- Développée comme une alternative aux approches fondées sur des preuves, telles que l'évaluation des risques, pour gérer les risques.
- Plusieurs interprétations différentes (de faible à très forte)
- Idée maîtresse : nous pouvons être amenés à prendre des mesures pour faire face à des préjudices éventuels, même lorsque les preuves scientifiques concernant ces préjudices font défaut ou ne sont pas concluantes (Resnik, 2021).

## 2. Le principe de précaution

---

### 2.2. Éléments critiques

- **Stratégie proactive** : la volonté d'agir avant que la preuve du préjudice soit établie, au lieu de la stratégie réactive (OMS, 2004)
- **Proportionnalité** : les mesures de précaution doivent être proportionnées dans l'équilibre entre les risques et les avantages possibles (Commission européenne, 2000)
- **Déplacement de la charge de la preuve** vers les promoteurs de l'activité potentiellement nuisible (Commission européenne, 2000 & 2017)
- Recherche d'un large éventail d'**alternatives** à l'éventuelle activité nuisible
- **Participation accrue du public** au processus décisionnel

## 2. Le principe de précaution

---

### 2.3 Application

- En cas d'"incertitude scientifique"
- Principalement utilisé en Europe
- Par exemple, les champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence (CM-EBF) : facteurs de sécurité au-delà des directives de l'ICNIRP.

# 3. Application aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence

---

## Avantages

- Portée large : le PP prend en compte plus que les preuves scientifiques.
- Prise en compte et participation d'un plus grand nombre de parties prenantes
- Favorise une approche multidisciplinaire
  - > BBEMG : équipe multidisciplinaire
  - suivi cytogénétique, méta-analyse, épidémiologie, EHS, ...

# 3. Application aux champs électromagnétiques d'extrême basse fréquence

---

## Lacunes et critiques (1)

- L'application pratique est vague, par exemple la proportionnalité : les risques et les avantages ne sont pas quantifiés.
- Critiqué pour son opposition au progrès scientifique, technologique et économique : dans de trop nombreux cas, le PP est utilisé pour légitimer un parti pris contre le changement (Conko, 2003).

# 3. Application aux champs électromagnétiques de basse fréquence extrême

---

## Lacunes et critiques (2)

- Peut servir d'excuse pour bloquer le libre-échange entre pays/continents : protectionnisme caché.
- Coût des faux positifs (erreur de type I)
- Alimente la crainte : il n'y a pas de fumée sans feu

# 3. Application aux champs électromagnétiques de basse fréquence extrême

---

## Préoccupations (1)

? Les **CEM-ELF** peuvent-ils encore être considérés comme une nouvelle technologie : quand y a-t-il suffisamment de preuves pour passer de la notion de "gestion du risque dans l'incertitude" à celle de "gestion du risque connu" ?

? Quand/comment le PP est-il ajusté en cas de nouvelles preuves : manque de critères/directives/procédures claires pour la révision de l'action de précaution.

# 3. Application aux champs électromagnétiques de basse fréquence extrême

---

## Préoccupations (2)

? Influence sur la répartition des ressources financières pour différents types de recherche scientifique lors de l'application du PP : quand cesser de se concentrer sur certaines incertitudes/certains risques ?

Par exemple, les **risques possibles/supposés des CEM-EBF autres** que la leucémie infantile font encore l'objet de recherches à grands frais.

# 3. Application aux champs électromagnétiques de basse fréquence extrême

---

## Préoccupations (3)

? Le PP en tant que processus démocratique

- qu'en est-il de l'influence des groupes de pression, de l'industrie, ...
- participation du public : influence des groupes idéologiques, fake news,...
- participation du public : nécessité d'une culture scientifique ? Dans quelle mesure ?
- l'inégalité : les populations les plus touchées sont souvent moins représentées/impliquées dans les processus décisionnels

# 3. Application aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence

---

## Préoccupations (4)

? Gérer le désaccord des experts dans la définition de l'incertitude et dans la mise en évidence des preuves

- Jordan & O'Riordan (2004) : "*Même si les avis scientifiques sont soutenus par une fraction minoritaire de la communauté scientifique, il convient de tenir dûment compte de leurs opinions, pour autant que la crédibilité et la réputation de cette fraction soient reconnues.*"
- **s'applique aux CEM-EBF** : débat en cours parmi les scientifiques
- **Contribution du BBEMG : Projet Expo-Health**

# 3. Application aux champs électromagnétiques de basse fréquence extrême

---

## Préoccupations (5)

- Mais que penser des scientifiques qui profitent de cette "opinion minoritaire" ?

Sont-ils "crédibles" et leurs points de vue doivent-ils pouvoir justifier une action de précaution ?

par exemple, en proposant une thérapie (coûteuse) pour l'électrohypersensibilité basée sur leurs propres recherches sur les CEM-EBF.

## 4. Conclusion

---

- Le PP a une valeur certaine pour guider la prise de décision lors de l'introduction d'une nouvelle technologie, mais cela ne doit pas signifier qu'il faut éviter ou freiner le progrès et le changement.
- Le niveau de conclusion des preuves doit être précisé au cas par cas.

CEM-EBF : quand considère-t-on que les effets/risques sont établis ?

## 4. Conclusion

---

- La gestion des risques doit être considérée comme un processus dynamique, permettant de réévaluer et d'appliquer le PP ou des approches alternatives dans différentes phases et différents contextes.
- La légitimité et l'avantage d'impliquer le public dans l'approche PP ne peuvent être justifiés que si une plus grande attention est accordée à la culture scientifique des profanes.

Par exemple, des connaissances sur les limites de la science, le traitement des sources d'information, la signification des affirmations statistiques, etc.

CEM-EBF : il incombe à la fois à la science et au gouvernement de guider ce processus par l'éducation et la sensibilisation des citoyens.

BBEMG : site web pour informer le public

# 5. Contact

---

Els De Waegeneer

Département de la santé publique et des soins primaires

Université de Gand

[Els.dewaegeneer@ugent.be](mailto:Els.dewaegeneer@ugent.be)

# Remerciements

---



Les participants à  
l'étude ExpoHealth

Les employés  
participants à l'étude  
de biomonitoring