

Exposition de la population française au champ magnétique 50 Hz

M. Bedja, I. Magne¹, L. Le Brusquet, G. Fleury², M. Souques, J. Lambrozo³, F. Deschamps⁴, A. Carlsberg⁵

1- EDF R&D - 2- Supélec - 3- EDF SEM - 4- RTE - 5- MV2

sommaire

- Introduction
- Recrutement des volontaires et recueil des données
- Analyse de la base de données
- Description et comparaison des expositions moyennes
- Caractérisation des expositions moyennes
- Conclusion

Introduction et objectif

- 1979: étude Wertheimer
- 2001: classification II B du champ magnétique ELF par le CIRC (*peut-être cancérigène pour l'homme*)
- 2007: expertise collective OMS
 - Association statistique observée entre leucémie de l'enfant et exposition au champ magnétique supérieure à $0,4\mu\text{T}$ en moyenne sur 24h
 - Pas de relation causale démontrée
- Objectif de l'étude: quelle est l'exposition de la population française?
 - 2007: étude EXPERS initiée par le ministère de la Santé

Recrutement des volontaires

- Recruter 1000 adultes et 1000 enfants représentatifs de la population française
- MV2 Conseil chargé du recueil des données
 - Méthode de tirage aléatoire
 - Fichier de départ 95 362 n° de téléphone (hors n° professionnels)
 - Recrutement par téléphone, puis enquêteur sur place
 - Critère de répartition selon la répartition de la population française par région
 - Trois campagnes de mesures (février-avril 2007, octobre 2007-avril 2008 et octobre 2008-janvier 2009).

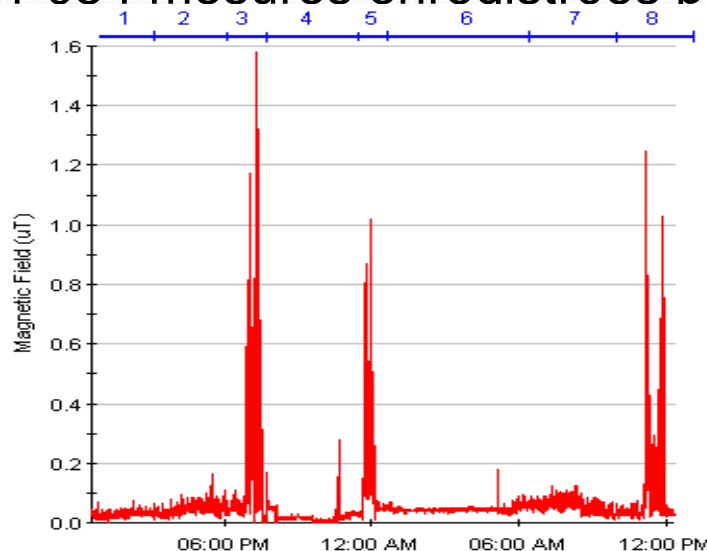
Recueil des données

- Mesures pendant 24h avec un EMDEX II porté par le volontaire
 - une mesure toutes les 3 s
 - Mesure large bande (40-800 Hz) et harmoniques (100-800 Hz)
 - Gamme de mesure: 0,01 à 300 μ T
 - Non perturbé par GSM
- Emploi du temps rempli par le volontaire
 - Activités
 - Lieux
 - Horaires
- Questionnaire rempli à la fin avec l'enquêteur
 - Informations sur le volontaire (âge, code socioprofessionnel, etc..)
 - Information sur le logement (année de construction, chauffage, etc...)
- Mesure des coordonnées GPS à l'entrée du domicile
 - Recherche ultérieure des réseaux électriques à proximité



Analyse de la base de données

- 2048 mesures validées par MV2 Conseil
- Saisie des emplois du temps et des questionnaires
 - 16 séries supprimées pour diverses raisons
 - 2032 mesures analysées
 - 978 mesures enregistrées par des enfants (0-14 ans).
 - 1 054 mesures enregistrées par des adultes (15 ans et plus)

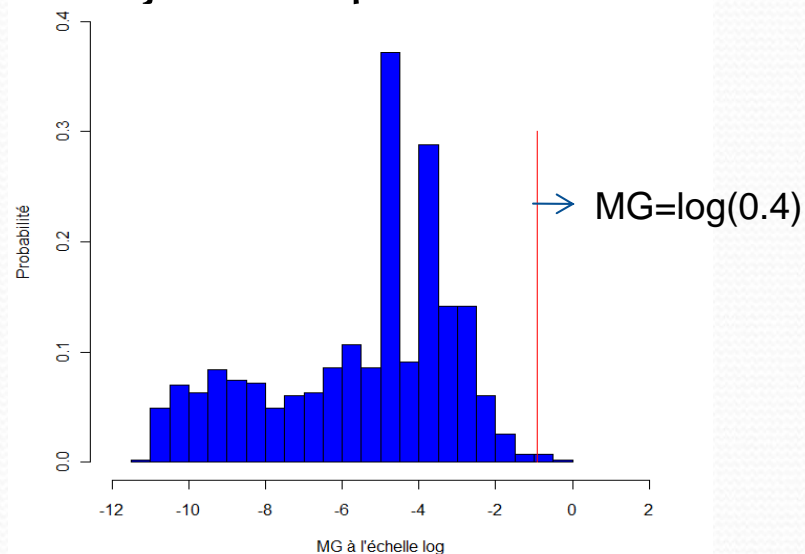
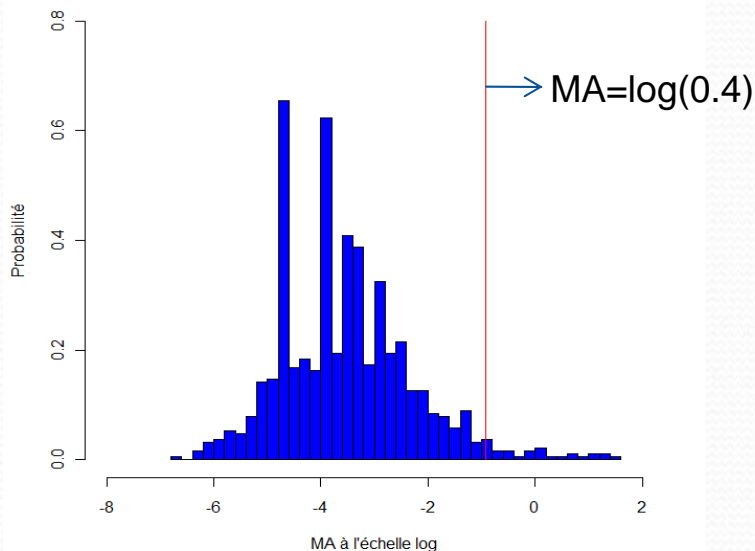


- 1- Domicile
- 2- Travail sur ordinateur/ Domicile
- 3- Transports ferroviaires/ RER
- 4- Salle de réunion/ Bureau
- 5- Transports non électriques/ Bus
- 6- Repos/ Domicile
- 7- Activités ménagères/ Domicile
- 8- Faire de courses/ Centre commercial

Découpage temporel affiné

Expositions moyennes sur 24h - enfants

- Moyennes arithmétiques (MA)
 - Bmoyen = 0,09 μ T
- Moyennes géométriques (MG)
 - Bmoyen=0,02 μ T



Proportion (%)	25	50	75	99
Quantile en μ T	0.01	0.03	0.06	1.22

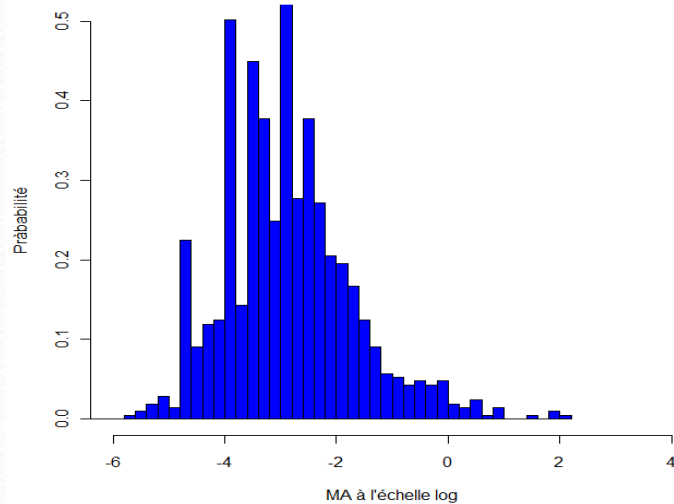
Proportion (%)	25	50	75	99
Quantile en μ T	0.00	0.01	0.02	0.20

- 30 enfants avec $MA > 0,4 \mu T$ (3,1%)

- 2 enfants avec $MG > 0,4 \mu T$

Expositions moyennes sur 24h - adultes

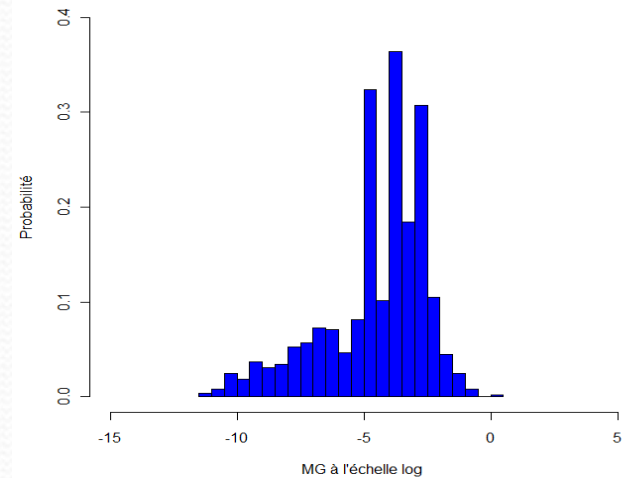
- Moyennes arithmétiques (MA)
 - $B_{moyen} = 0,14\mu T$
- Moyennes géométriques (MG)
 - $B_{moyen} = 0,03\mu T$



Proportion (%)	25	50	75	99
----------------	----	----	----	----

Quantile en μT	0.03	0.05	0.11	1.54
---------------------	------	------	------	------

- 11 adultes avec $MA > 1,54\mu T$

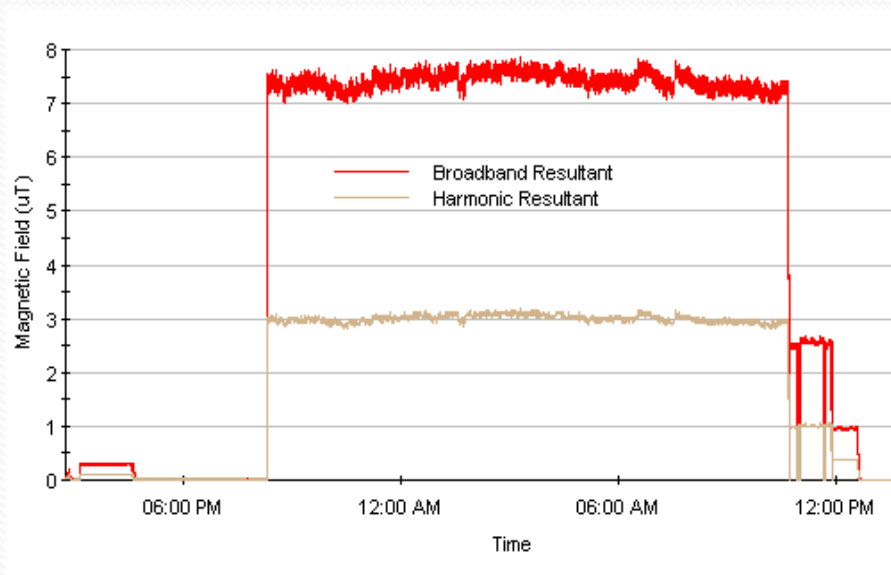


Proportion (%)	25	50	75	99
----------------	----	----	----	----

Quantile en μT	0.00	0.02	0.04	0.26
---------------------	------	------	------	------

Expositions de type “radio-réveil” (1/2)

- Proportion plus forte d’enfants avec une MA > 0,4μT que dans la littérature
- Recherche d’explications de ces expositions élevées



- Signal élevé la nuit
- 1/3 d’harmonique
- Correspond au champ mesuré à proximité d’un radio-réveil

Expositions de type “radio-réveil” (2/2)

- Investigations complémentaires
 - Forte variation de B selon radio-réveil
 - Source = transformateur
 - B décroît très vite avec la distance
 - B émis par radio-réveil est négligeable à 50 cm
- Ces mesures sont-elles représentatives de l'exposition des personnes?
 - Demande de respecter une distance de 50 cm entre l'EMDEX et tout appareil électrique la nuit
 - Question posée dans le questionnaire pour vérifier
 - Les mesures sur 24h surestiment l'exposition
- Distinguer exposition sur 24h et exposition hors sommeil

Expositions moyennes hors sommeil

- Enfants

- $MA=0,05\mu T$
 - 11 enfants avec une $MA>0,4\mu T$ (1,1%)
- $MG=0,02\mu T$

- Adultes

- $MA=0,10\mu T$
- $MG=0,03\mu T$

Comparaison des expositions (1/2)

- Enfants / adultes
 - Les enfants sont moins exposés que les adultes (sur 24h et hors sommeil)
- Domicile / extérieur
 - Les enfants sont plus exposés au domicile qu'à l'extérieur, alors que c'est le contraire pour les adultes (sur 24h et hors sommeil)
- Jour / nuit
 - Au domicile, les deux populations sont plus exposées le jour que la nuit (c'est le contraire pour les adultes en MG)
- Région
 - les personnes habitant en Ile-de-France sont plus exposées que dans les autres régions (sur 24h et hors sommeil)

Comparaison des expositions (2/2)

- Résultats réseaux électriques
 - les expositions moyennes (au domicile et sur 24h) sont plus élevées pour les volontaires habitant à proximité des réseaux électriques que pour ceux qui habitent loin de ces réseaux
 - les MA (au domicile et sur 24h) ne sont pas différentes pour les enfants habitant près des réseaux haute tension et pour ceux habitant près des réseaux ferrés
 - les MG (avec ou sans période de sommeil) sont plus élevées pour les enfants habitant près des réseaux haute tension que pour ceux habitant près des réseaux ferrés au domicile (c'est le contraire sur 24h)
 - les MA et les MG (au domicile et sur 24h) ne sont pas différentes pour les adultes habitant près des réseaux haute tension et pour ceux habitant près des réseaux ferrés

Caractérisation des expositions

Nom de la variable	Enfants sur 24h		Enfants hors sommeil	
	MA	MG	MA	MG
Densité de population du département	x	x	x	x
Avoir posé l'EMDEX près d'un radio-réveil	+	+		
Domicile proche de lignes aériennes THT	+	+	+	+
Domicile proche de réseaux ferrés électrifiés	+	+	+	+
Population ville (> 2 000 habitants)	+	+	+	+
Age	+		x	
Habitation = immeuble	+	+	+	+
Energie de chauffage = électrique	-	-		-
Temps passé sur l'ordinateur		+	+	+
Temps passé dans les centres commerciaux				x
Temps passé dans les transports ferroviaires		x	x	x
Temps passé devant la télévision				+
Temps passé dans les transports non électriques		x		x
Temps passé à l'école	-	-	x	-
Taux de la variance expliquée	17,2%	27,2%	17,7%	29,8%

Conclusion et perspectives (1/2)

- Première étude d'exposition personnelle d'une population à l'échelle d'un pays.
- 3,1% des enfants ont observé une MA > 0,4 μ T
 - principales sources = radioréveils
 - l'exposition réelle de la personne a été surévaluée
- Hors période de sommeil, 1,1% des enfants ont observé une MA > 0,4 μ T
 - cohérent avec la littérature.
- Les enfants sont moins exposés que les adultes
- L'analyse des expositions moyennes a montré que les variables retenues ne permettent pas à elles seules de caractériser ces moyennes.

Conclusion et perspectives(2/2)

- Des facteurs d'exposition ont été identifiés
- Ces facteurs dépendent de la population considérée (adulte ou enfant), du type de moyenne (arithmétique ou géométrique), et du scénario (sur 24h ou hors période de sommeil).
- Poursuivre l'analyse en améliorant la description des réseaux électriques
 - Inclure les ouvrages électriques de distribution
 - Distinguer réseaux ferrés à courant continu et à 50 Hz
 - Amélioration de la caractérisation des expositions moyennes ?
- Autre utilisation possible de ces données
 - validation de modèles physiques d'estimation des champs magnétiques.

Cette étude est subventionnée par le Ministère de la Santé et des Solidarités et réalisée par Supélec avec la collaboration technique et le soutien financier de EDF et RTE.



MERCI DE VOTRE ATTENTION !