



# EXPOSITION DE LA POPULATION FRANÇAISE AU CHAMP MAGNÉTIQUE 50 HZ : MISE À JOUR DE L'ÉTUDE EXPERS

Martine Souques<sup>1</sup>, Isabelle Magne<sup>2</sup>, Anne Duburcq<sup>3</sup>, Isabelle Bureau<sup>3</sup>

1 - EDF Service des Etudes Médicales, France

2 - EDF R&D, France

3 – Cemka-Eval, France

SFRP, Effets biologiques et sanitaires des RNI, Limoges 16 octobre 2014

# SOMMAIRE

1. OBJECTIF
2. MÉTHODOLOGIE ET DIFFICULTÉS
3. ANALYSE DESCRIPTIVE
4. PREMIERS RÉSULTATS STATISTIQUES
5. PERSPECTIVES

# OBJECTIF DE L'ÉTUDE EXPERS

- **2001 : champ magnétique d'extrêmement basse fréquence (ELF) classé II B (cancérigène possible) par le CIRC**
- **Conclusion reprise depuis par d'autres expertises collectives (OMS, SCENIHR, ANSES, etc...) :**
  - Association statistique trouvée dans certaines études épidémiologiques entre risque de leucémie de l'enfant et exposition moyenne à un champ magnétique supérieur à 0,4  $\mu$ T
  - Association statistique non confirmée par les résultats expérimentaux
- **Etude EXPERS initiée en 2006 par le Ministère de la Santé :**
  - Objectif = étudier l'exposition personnelle de la population française au champ magnétique 50 Hz (n'est pas une étude épidémiologique)
  - Taille de la base de donnée prévue : 1000 enfants (0 – 14 ans) et 1000 adultes (15 ans et plus)
  - Quelques résultats publiés en 2010
  - Nouvelles données plus précises sur l'environnement des sujets obtenues depuis
  - Réanalyse de l'ensemble des données

# RECRUTEMENT DES SUJETS

- Objectif : échantillon représentatif de la population française
- Critère de répartition selon la répartition de la population française par région
  
- Recrutement réalisé par MV2 Conseil
- Méthode de tirage aléatoire à partir des n° de téléphone
- Recrutement par téléphone, puis enquêteur sur place pour les mesures
- 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 $\mu$ T
- Non perturbé par GSM

- **Emploi du temps rempli par le volontaire :**

- Activités
- Lieux

- **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...)
- Information sur le lieux de travail (adresse et chauffage)

- **Mesure des coordonnées GPS à l'entrée du domicile :**

- Recherche ultérieure des réseaux électriques à proximité



# DONNÉES DISPONIBLES PAR SUJET

## ■ Le sujet :

- Date des mesures
- Age
- Sexe
- CSP / profession

## ■ Les mesures :

- Large Bande, 50 Hz et harmoniques
- MA, MG, médiane, min, max, écart type, 95%, durée
- Pour les activités suivantes :
  - 24h
  - Domicile :
    - Avec sommeil / hors sommeil
    - Technologies de l'info
  - Travail :
    - Travail
    - Dans un bâtiment / en extérieur / en véhicule
  - Transports :
    - Ferrés / non ferrés (voiture) / A pied (vélo)
  - Autres

## ■ Le domicile :

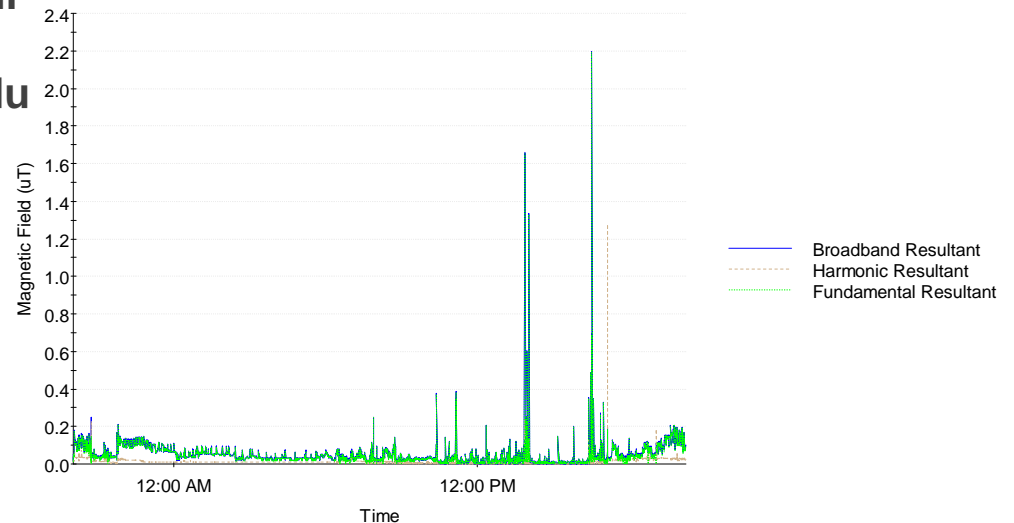
- Géolocalisation (à partir adresse)
- Type (appartement / pavillon)
- Nombre de personnes (adultes/enfants)
- Année construction
- Nombre d'années passées dans logement
- Nombre d'étages / étage
- Population commune (INSEE 2008)
- Type et énergie chauffage / chauffage eau + équipements particuliers
- Réveil + appareil électrique chambre / à moins de 50 cm
- Réseaux électriques à proximité
- Réveil identifié sur les mesures la nuit
- Ligne électrique identifiée sur mesures

## ■ Le travail :

- Géolocalisation (à partir adresse)
- Chauffage électrique
- Réseaux électriques à proximité

# CRÉATION ET VALIDATION DE LA BASE DE DONNÉES

- 2048 mesures validées par MV2 conseil
- Saisie des questionnaires et emplois du temps
- 26 sujets supprimés (ex : données manquantes, EMDEX non porté)
- Reste 2026 sujets (977 enfants et 1049 adultes)
- Calcul des indicateurs en fonction de l'emploi du temps
- Vérification de la cohérence des données et corrections



Mar/27/2008  
08:01:39 PM

Mar/28/2008  
08:14:42 PM

Début	Fin	Activité	AppareilElec	Lieu	IndiceDébut	IndiceFin
20:01	20:40	Tele	TV	Domicile	1	768
20:40	21:30	Diner	TV	Domicile	769	1768
21:30	22:00	Douche		SalleBain	1769	2368
22:00	07:30	Sommeil		Chambre	2369	13768
07:30	07:40	Toilette		SalleBain	13769	13968
07:40	08:15	Dejeuner		Domicile	13969	14668
08:15	08:35	Jeu	NDS	Domicile	14669	15068
08:35	08:40	Divers		Domicile	15069	15168
08:40	08:45	Transport	Voiture	Voiture	15169	15268
08:45	17:00	Travail		Ecole	15269	25168
17:00	17:10	Transport	Voiture	Voiture	25169	25368
17:10	17:40	Gouter		Domicile	25369	25968
17:40	20:14	Tele	TV	Domicile	25969	29062

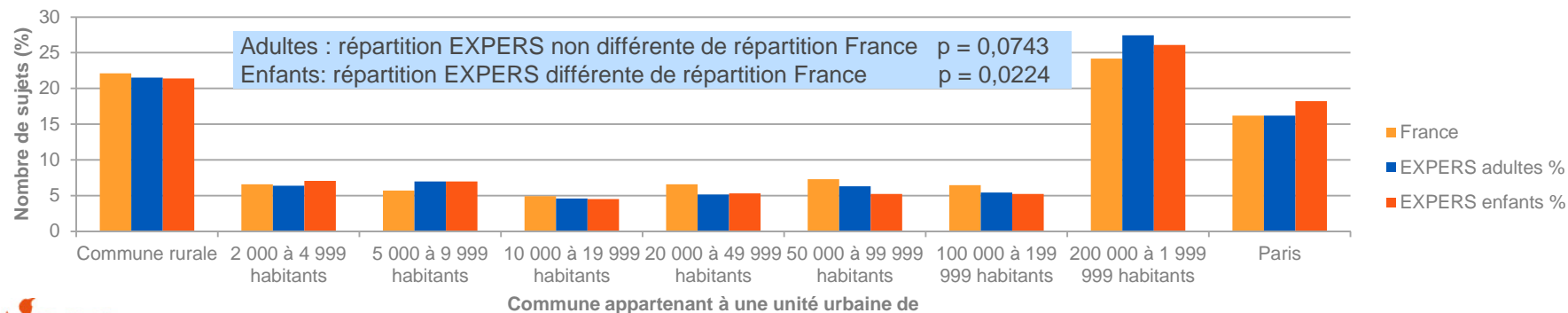
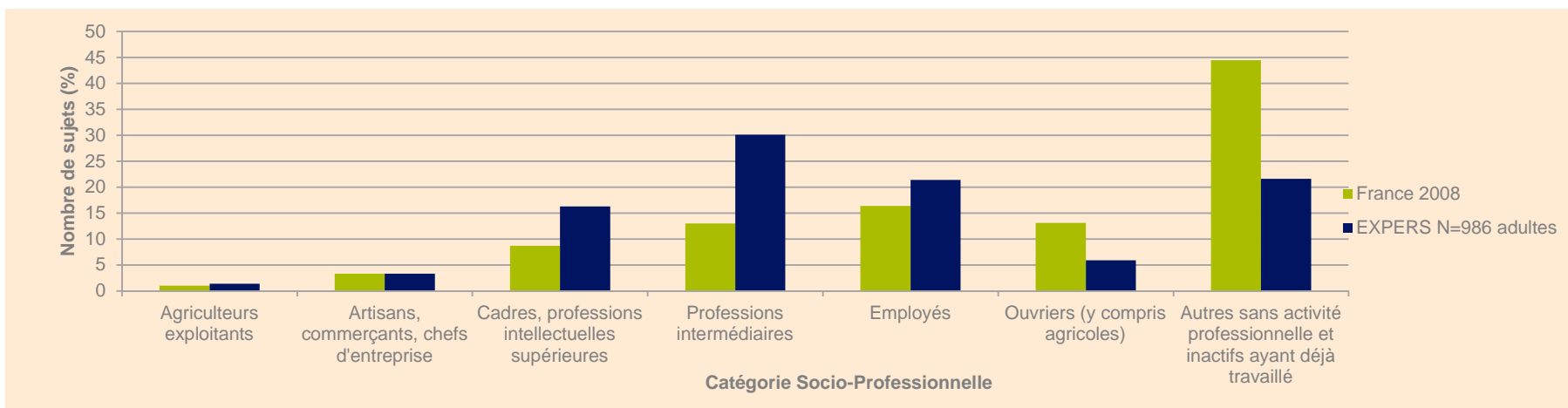
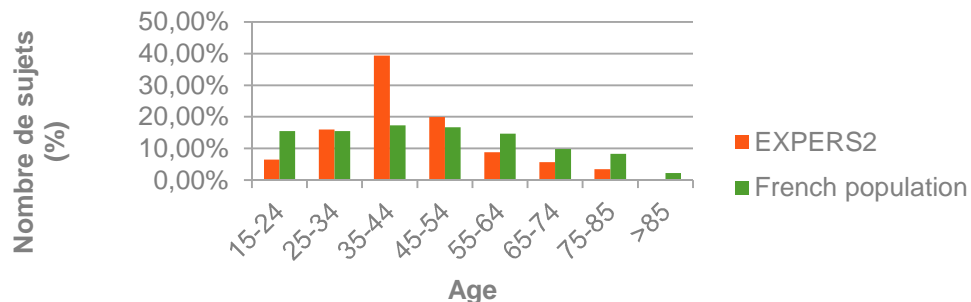
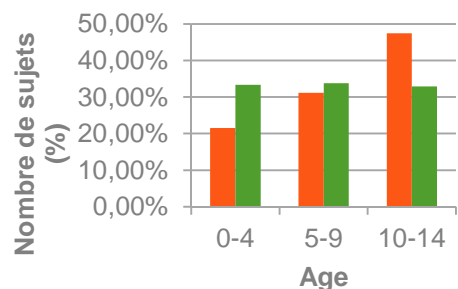


# DIFFICULTÉS LIÉES À LA NATURE DES DONNÉES

- **Peu de consignes sur la manière de remplir l'emploi du temps :**
  - Emplois du temps très divers en termes de détails et de qualité
  
- **Base de données de taille importante, nécessitant de nombreux intervenants :**
  - Différences d'interprétation des activités
  - Nombreuses corrections nécessaires
  
- **Questions pas assez bien formulées dans les questionnaires :**
  - Réponses diverses et difficiles à interpréter (ex : rez-de-chaussée codé 0 ou 1)
  
- **Respect du protocole de mesure :**
  - Consigne des 50 cm la nuit : question posée à 1481 sujets
    - 322 n'ont pas respecté la consigne



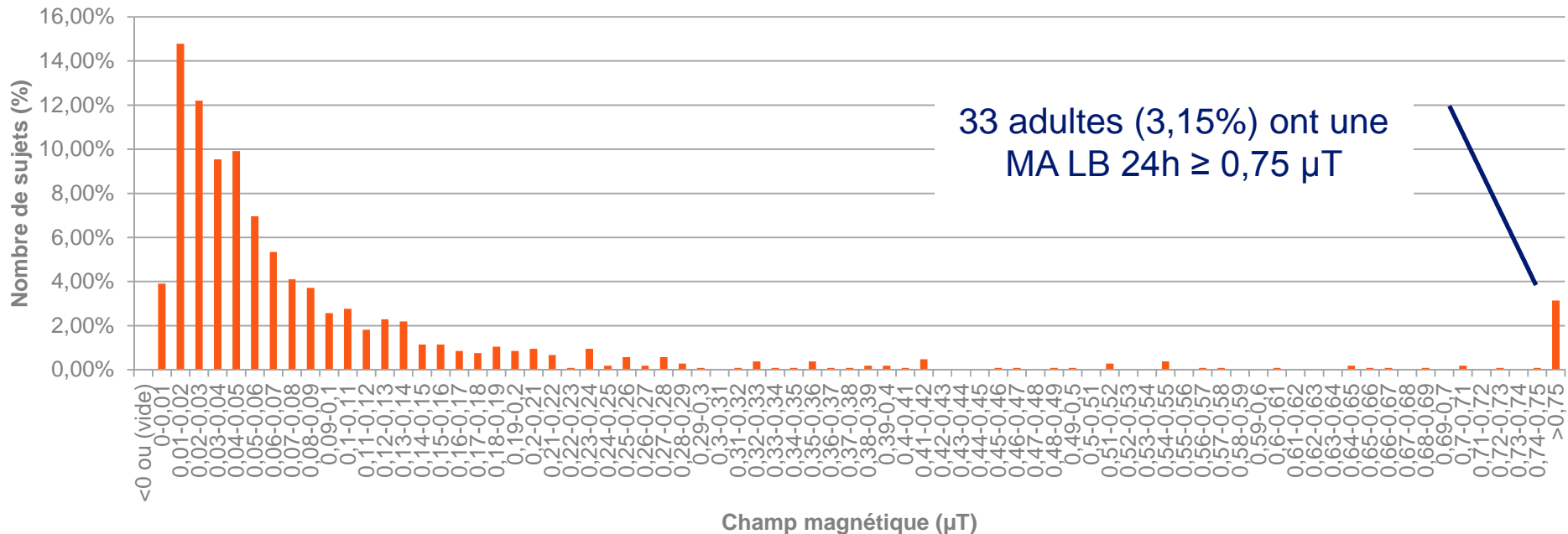
# CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SUJETS



# ADULTES – MOYENNE ARITHMÉTIQUE LARGE BANDE SUR 24H

- Durée moyenne des mesures : 24,61 h (écart-type 0,83 h)

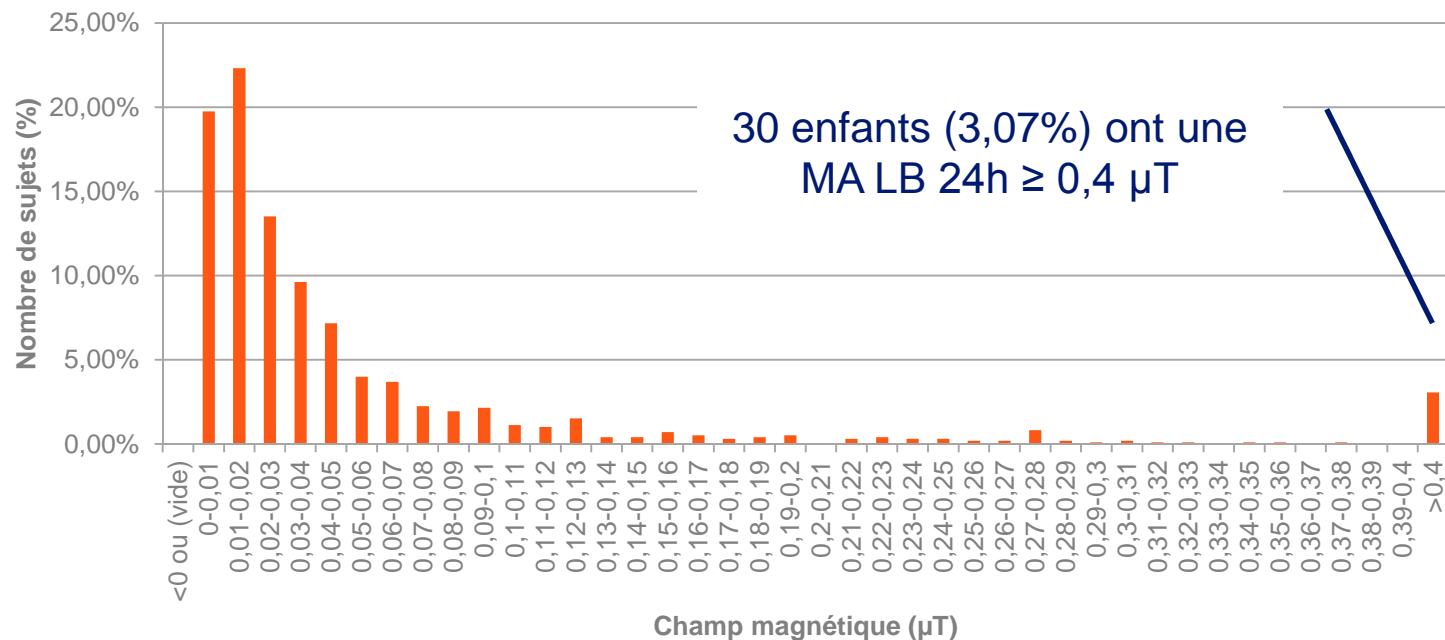
- Résultats sur 1049 adultes :



Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,14 $\mu$ T	0,46 $\mu$ T	0,03 $\mu$ T	0,05 $\mu$ T	0,11 $\mu$ T	7,46 $\mu$ T

# ENFANTS – MOYENNE ARITHMÉTIQUE LARGE BANDE SUR 24H

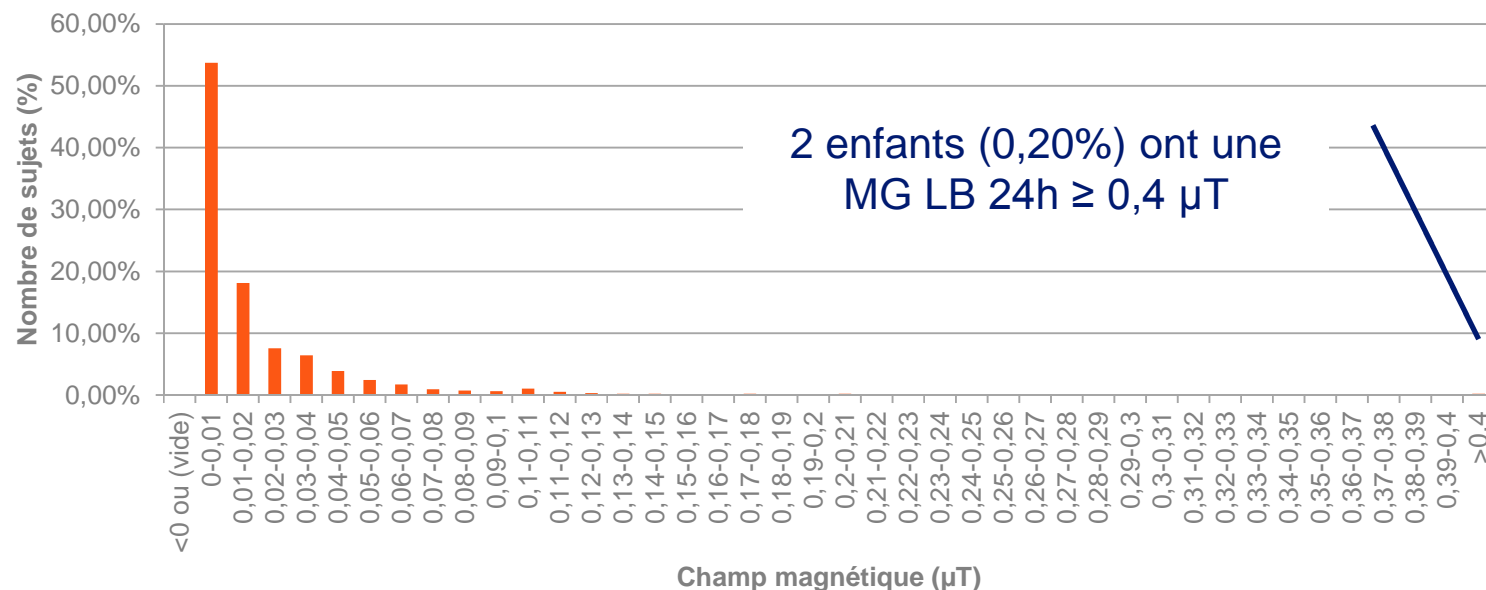
- Durée moyenne des mesures : 24,59 h (écart-type 0,76 h)
- Résultats sur 977 enfants :



Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,09 $\mu\text{T}$	0,31 $\mu\text{T}$	0,01 $\mu\text{T}$	0,02 $\mu\text{T}$	0,06 $\mu\text{T}$	4,49 $\mu\text{T}$

# ENFANTS – MOYENNE GÉOMÉTRIQUE LARGE BANDE SUR 24H

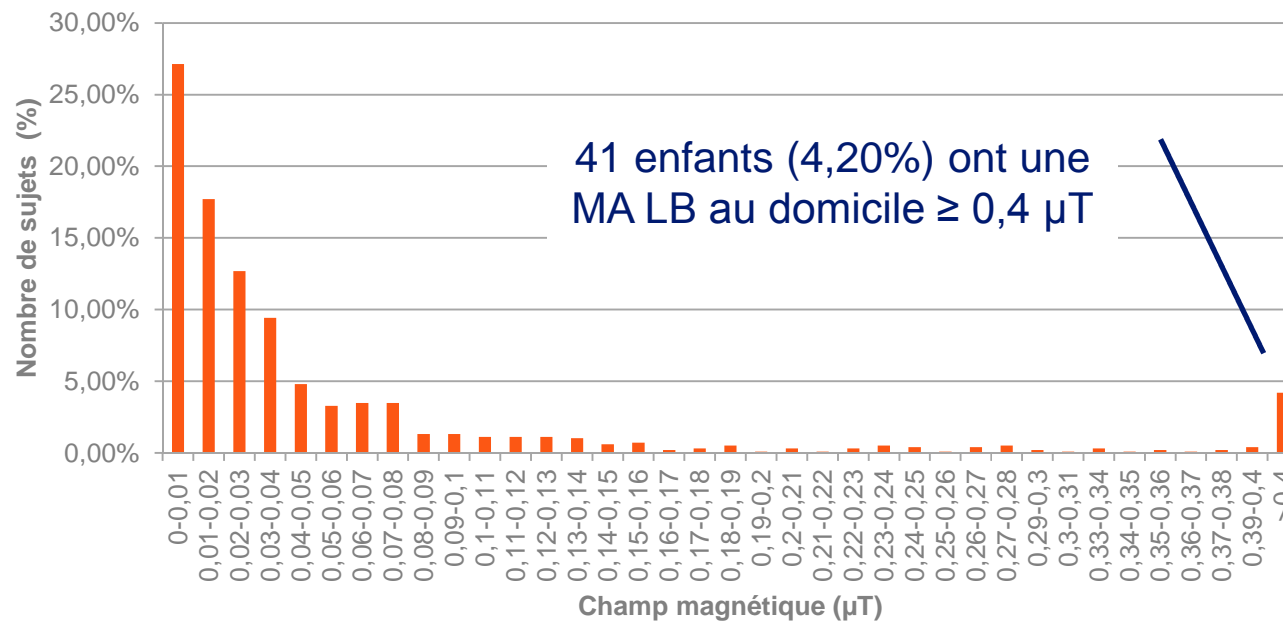
- Durée moyenne des mesures : 24,59 h (écart-type 0,76 h)
- Résultats sur 977 enfants :



Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,02 $\mu$ T	0,04 $\mu$ T	0,00 $\mu$ T	0,01 $\mu$ T	0,02 $\mu$ T	0,74 $\mu$ T

# ENFANTS – MOYENNE ARITHMETIQUE LARGE BANDE AU DOMICILE

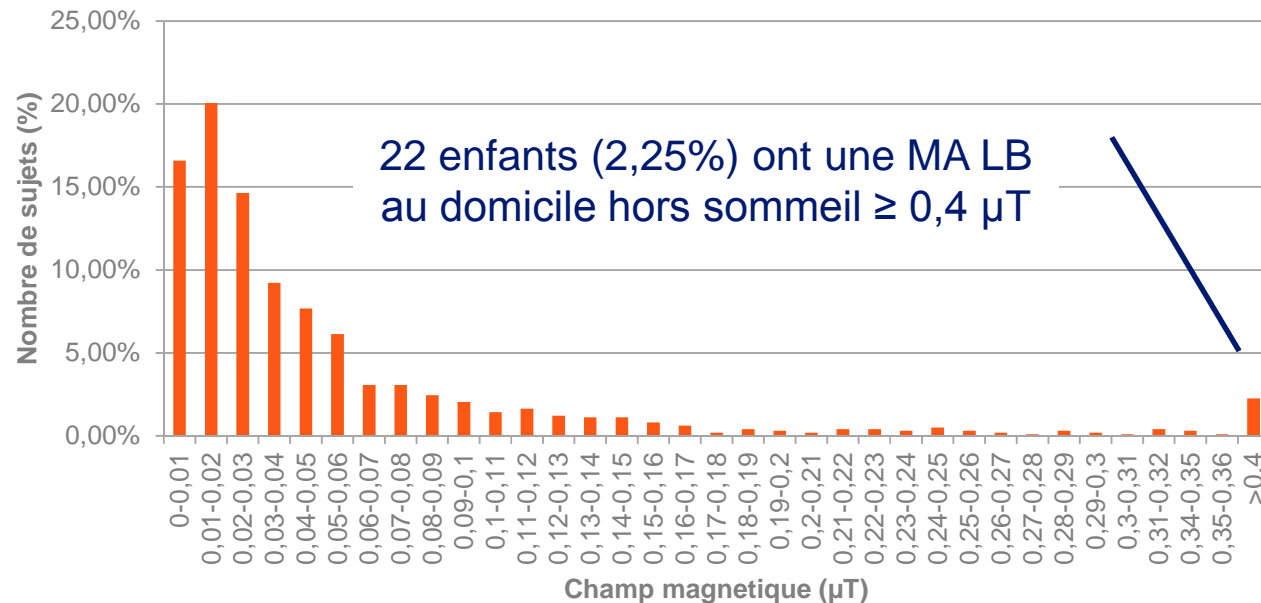
- Durée moyenne des mesures : 16,67 h (écart-type 3 h)
- Résultats sur 977 enfants :



Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,11 $\mu\text{T}$	0,47 $\mu\text{T}$	0,01 $\mu\text{T}$	0,02 $\mu\text{T}$	0,06 $\mu\text{T}$	6,77 $\mu\text{T}$

# ENFANTS – MOYENNE ARITHMETIQUE LARGE BANDE AU DOMICILE HORS SOMMEIL

- Durée moyenne des mesures : 6,23 h (écart-type 2,65 h)
- Résultats sur 977 enfants :



Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,07 $\mu\text{T}$	0,18 $\mu\text{T}$	0,01 $\mu\text{T}$	0,03 $\mu\text{T}$	0,06 $\mu\text{T}$	3,83 $\mu\text{T}$

# RÉPARTITION DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

Nombre de sujets avec présence de	Domicile enfant (977)	Domicile adulte (1049)	Travail enfant (844)	Travail adulte (615)
Câble enterré BT à 40 m	638	688	565	265
Ligne aérienne BT à 40 m	443	468	343	166
Câble HTA enterré à 40 m	405	428	420	303
Ligne aérienne HTA à 40 m	40	43	20	12
Poste HTA/BT à 40 m	123	161	126	110
Poste HTA/BT en immeuble à 40 m	49	59	47	44
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à adresse	23	36	30	25
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à étage	6	11	Sans objet	Sans objet
Ligne aérienne 225 kV à 120m ou 400 kV à 200 m	8	8	3	6
Ligne aérienne 63 90 kV à 70 m ou 150 kV à 100 m	6	10	4	4
Câble enterré 63 à 225 kV à 20 m	8	7	4	7
« Ligne » vue sur mesures	117	130	En cours	En cours
B proportionnel à courant (63 à 400 kV)	7	14	3	2

# VARIABLES CORRÉLÉES À LA MOYENNE ARITHMÉTIQUE LARGE BANDE 24H

	Adultes	Enfants
Durée transports ferrés	x	
Habiter en Ile de France	x	x
Type d'habitation	x	x
Type de chauffage (individuel / collectif)	x	x
Type d'énergie de chauffage (électrique / non électrique / mixte)	x	x
Type de chauffage de l'eau (individuel / collectif)	x	x
Appareil électrique à moins de 50 cm	x	x
Réveil identifié sur les mesures la nuit	x	x
Câble enterré BT à 40 m du domicile	x	x
Ligne aérienne BT à 40 m du domicile	x	
Câble HTA enterré à 40 m du domicile	x	x
Ligne aérienne HTA à 40 m du domicile		x
Poste HTA/BT à 40 m du domicile	x	x
Poste HTA/BT en immeuble à 40 m du domicile	x	x
Ligne aérienne 225 kV à 120m ou 400 kV à 200 m du domicile	x	x
Ligne aérienne 63 90 kV à 70 m ou 150 kV à 100 m du domicile	x	
Ligne électrique identifiée sur mesures	x	x
Câble enterré BT à 40 m du travail	x	x
Câble HTA enterré à 40 m du travail	x	x
Poste HTA/BT en immeuble à 40 m du travail	x	



# ENFANTS – MOYENNE ARITHMÉTIQUE 24H $\geq 0,4 \mu\text{T}$ – VARIABLES INFLUENTES

Nombre de sujets (%)	MA 24hLB < 0,4 $\mu\text{T}$ N=947	MA 24h LB $\geq 0,4 \mu\text{T}$ N=30	P-value
<b>Annee_construction_logement2</b>			
Non renseigné	46	1	0,0107 (test du CHI2)
Avant 1950	264 (29,3%)	5 (17,2%)	
Entre 1950 et 1969	137 (15,2%)	11 (37,9%)	
Entre 1970 et 1989	254 (28,2%)	6 (20,7%)	
En 1990 ou après	246 (27,3%)	7 (24,1%)	
<b>Nb_années_passées_logement</b>			
Effectif (taux de réponse)	947 (100,0%)	30 (100,0%)	0,0455
Moyenne (écart-type)	5,8 (4,0)	7,3 (3,8)	(test de Student)
<b>Au moins un appareil électrique à moins de 50 cm (radio-réveil identifié la nuit résultat similaire)</b>			
Non renseigné	222	11	<0,0001 (test exact de Fischer)
Oui	144 (19,9%)	12 (63,2%)	
Non	581 (80,1%)	7 (36,8%)	
<b>Durée_transports_non_ferrés</b>			
Effectif (taux de réponse)	648 (68,4%)	21 (70,0%)	0,0462
Moyenne (écart-type)	0,9 (0,6)	0,7 (0,4)	(test de Wilcoxon)
<b>Durée_autres</b>			
Effectif (taux de réponse)	314 (33,2%)	9 (30,0%)	0,0282
Moyenne (écart-type)	1,8 (1,4)	0,9 (0,4)	(test de Wilcoxon)
<b>Durée travail (école ou nourrice)</b>			
Effectif (taux de réponse)	815 (100,0%)	29 (100,0%)	0,0400
Moyenne (écart-type)	7,2 (1,8)	6,5 (2,3)	(test de Wilcoxon)

# TRAVAUX EN COURS

- Comparaison de l'échantillon avec la population française
- Différence entre mesure large bande et mesure 50 Hz ?
- Différence entre exposition personnelle et exposition au domicile ?
- Étude statistique sur moyenne géométrique et médiane
- Étude des harmoniques
- Etude des cas les plus exposés
- Recherche d'un modèle d'exposition

# CONCLUSION

- L'étude EXPERS est la première étude d'exposition personnelle au champ magnétique ELF à l'échelle d'un pays sur un échantillon de l'ordre de 1000 adultes et 1000 enfants
- Les enfants sont moins exposés que les adultes
- L'exposition mesurée sur 24 h surestime l'exposition réelle (mesures non représentatives de l'exposition des personnes à proximité d'appareils électriques)
- Sur la bande de fréquence 40-800 Hz :
  - 50 % des enfants ont une exposition  $\geq 0,02 \mu\text{T}$  en MA 24 h
  - 3 % des enfants ont une exposition  $\geq 0,4 \mu\text{T}$  en MA 24 h
  - 50 % des enfants ont une exposition  $\geq 0,03 \mu\text{T}$  en MA au domicile hors sommeil
  - 2,25 % des enfants ont une exposition  $\geq 0,4 \mu\text{T}$  en MA au domicile hors sommeil
- Des variables liées à l'exposition ont été identifiées, en lien avec l'activité, le logement ou la proximité de réseaux électriques : elles dépendent de l'indicateur d'exposition considéré
- Les analyses statistiques se poursuivent

**MERCI**