

Exposition de la population française aux champs magnétiques 50 Hz (EXPERS)

Comparaison des expositions selon la tranche d'unité urbaine

Martine Souques¹, Isabelle Magne², Anne Duburcq³, Isabelle Bureau³

1 - EDF Service des Etudes Médicales, France

2 - EDF R&D, France

3 – Cemka-Eval, France



Sommaire

- ▶ Introduction
- ▶ Objectifs de l'étude EXPERS
- ▶ Méthodologie et difficultés rencontrées
- ▶ Résultats (moyenne arithmétique large bande)
 - Adultes
 - Enfants
 - Variables influençant la moyenne arithmétique large bande
- ▶ Conclusions et perspectives

Introduction

- ▶ 1979 : publication de Wertheimer et Leeper
 - Pose la question des leucémies de l'enfant et du champ magnétique
- ▶ 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 2007, SCENIHR 2009, ANSES 2010, etc...) :
 - Association statistique dans certaines études épidémiologiques entre risque de leucémie de l'enfant et exposition moyenne à un champ magnétique supérieur en moyenne sur 24 h à 0,4 μ T
 - Association statistique non confirmée par les résultats expérimentaux
- ▶ Question : quelle est la proportion de la population concernée par ce niveau d'exposition ?

Objectif de l'étude EXPERS

- ▶ 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)
 - Echantillon de 1000 enfants (0 – 14 ans) et 1000 adultes (15 ans et plus)
 - Analyse séparée
- ▶ Thèse de statistiques en 2010
 - Quelques résultats mais pas d'exploitation complète de la base de données
- ▶ Nouvelles données plus précises sur l'environnement des sujets obtenues depuis
 - Réanalyse de l'ensemble des données

Méthodologie : recrutement des sujets

- ▶ Echantillon représentatif de la population française
- ▶ Critère de répartition selon la répartition de la population par région

- ▶ Echantillon réalisé par MV2 Conseil
- ▶ Méthode de tirage aléatoire à partir des n° de téléphone
- ▶ Recrutement par téléphone, puis enquêteur sur place pour les mesures et les questionnaires
- ▶ Trois campagnes de mesures (février-avril 2007, octobre 2007-avril 2008 et octobre 2008-janvier 2009)

Méthodologie : 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 les RF
- ▶ Emploi du temps rempli par le volontaire
 - Horaires, Activités, Lieux
- ▶ Questionnaire rempli à la fin des mesures, avec l'enquêteur
 - Informations sur le volontaire (âge, code socioprofessionnel, etc...)
 - Informations sur le logement (année de construction, chauffage, etc...)
 - Informations sur le lieu de travail (adresse et chauffage)
- ▶ Mesure des coordonnées GPS à l'entrée du domicile
 - Recherche ultérieure des réseaux électriques à proximité



Méthodologie : 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

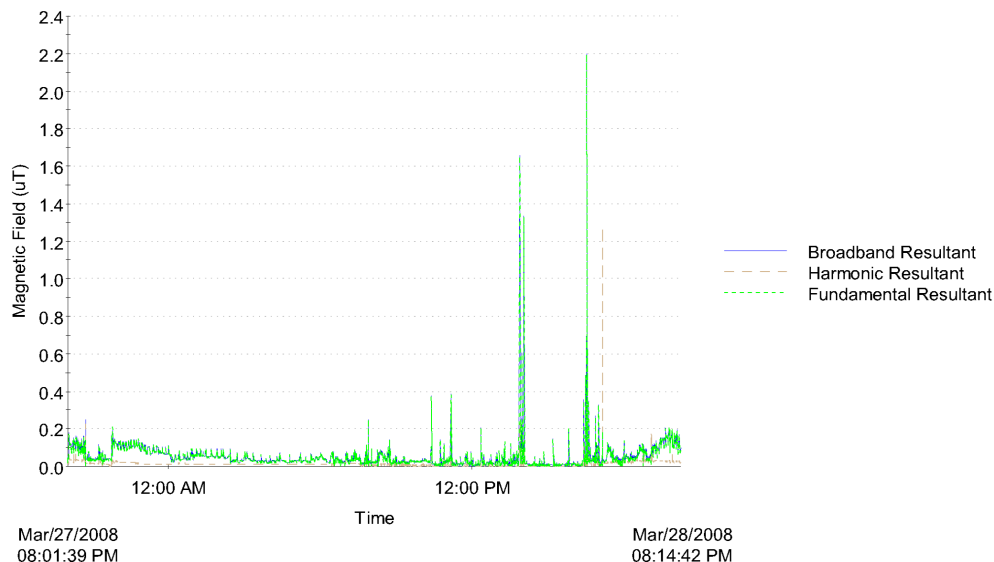
- Géolocalisation (à partir adresse)
- Type (appartement / pavillon)
- Nombre de personnes (adultes/enfants)
- Année construction
- Nombre d'années passées dans logement
- Nombre d'étages / étage
- Population commune (INSEE 2008)
- Type et énergie chauffage / chauffage eau + équipements particuliers
- 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

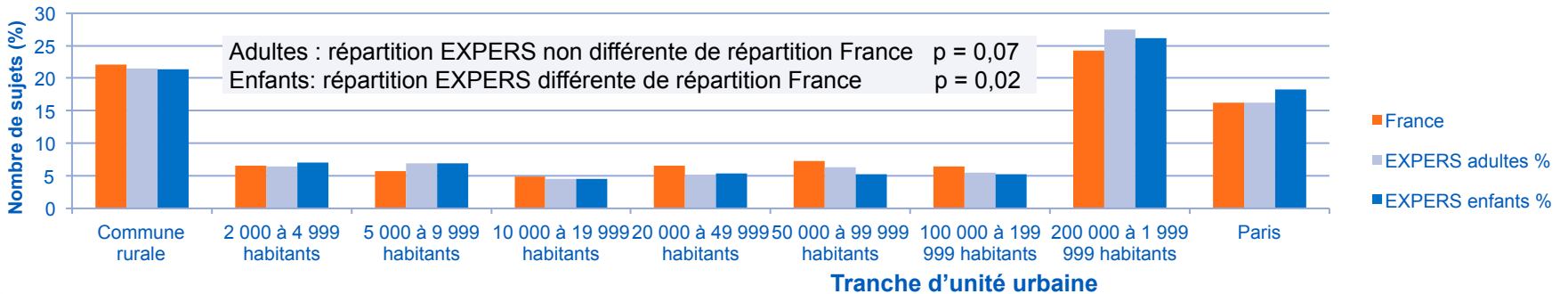
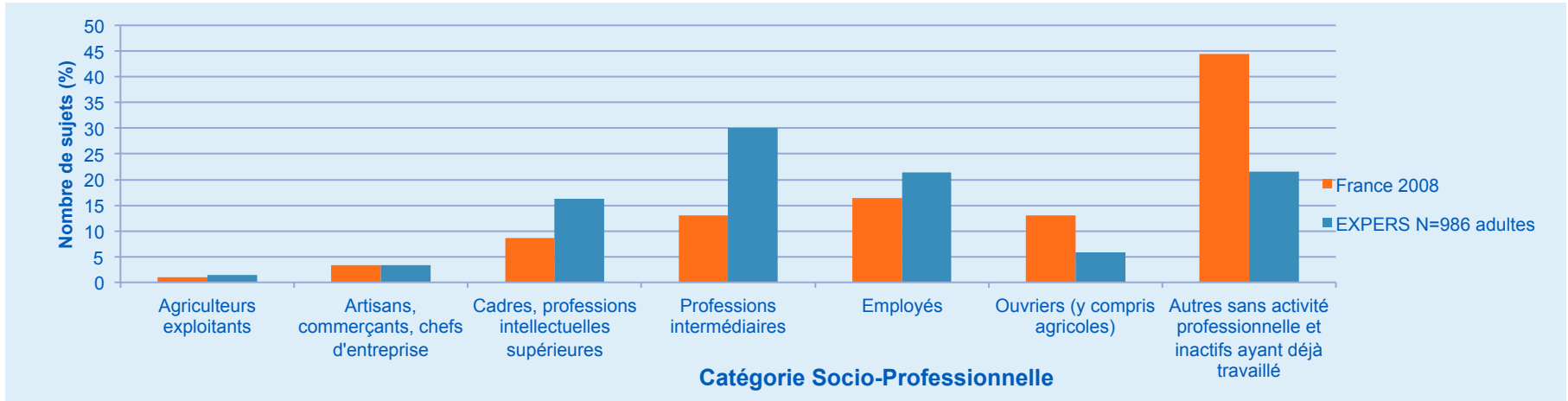
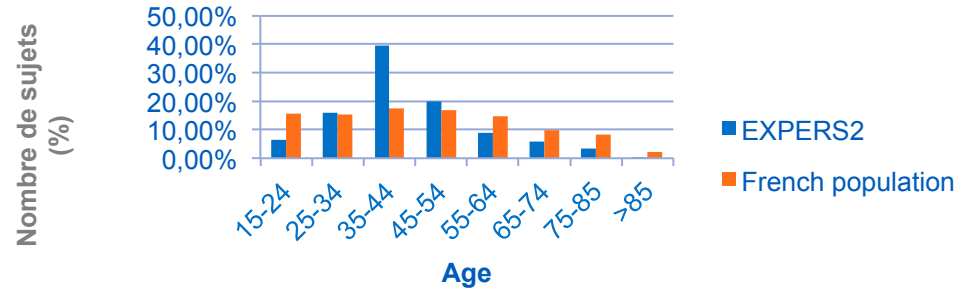
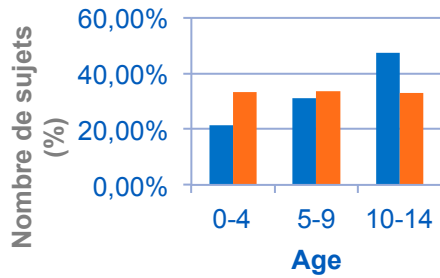
Méthodologie : création et validation de la base de données

- ▶ 2048 mesures validées par MV2 conseil
- ▶ Saisie des questionnaires et emplois du temps
- ▶ 26 sujets supprimés (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



Début	Fin	Activité	Appareil Elec	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

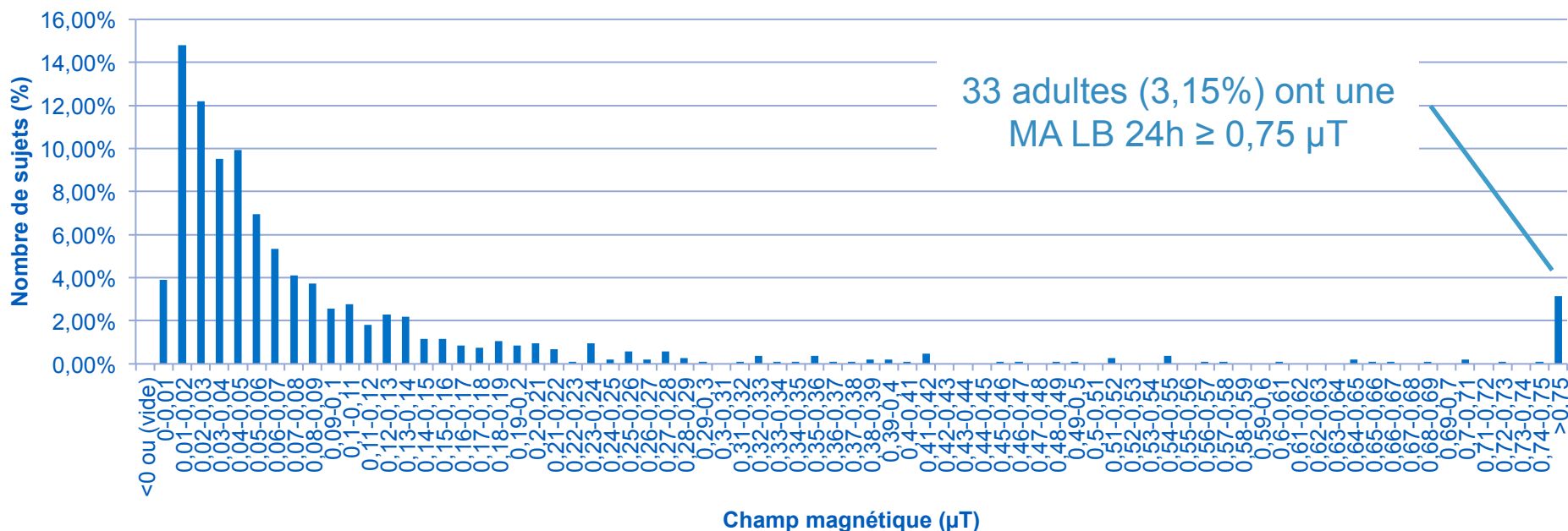
Caractéristiques générales des sujets



Résultats Adultes

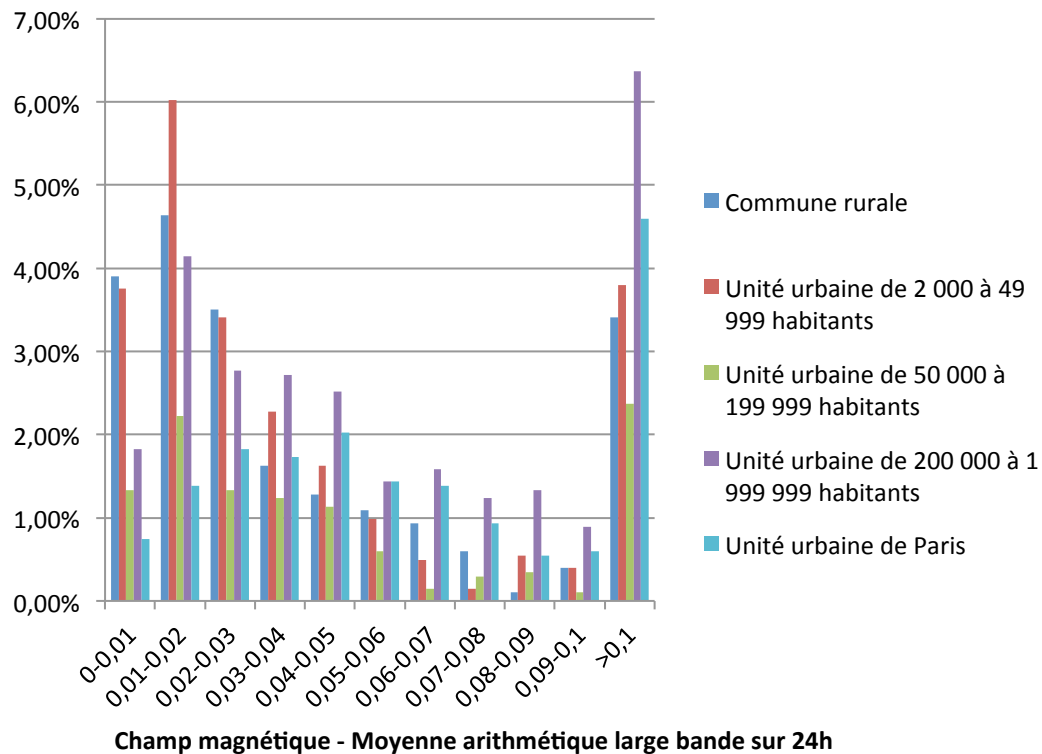
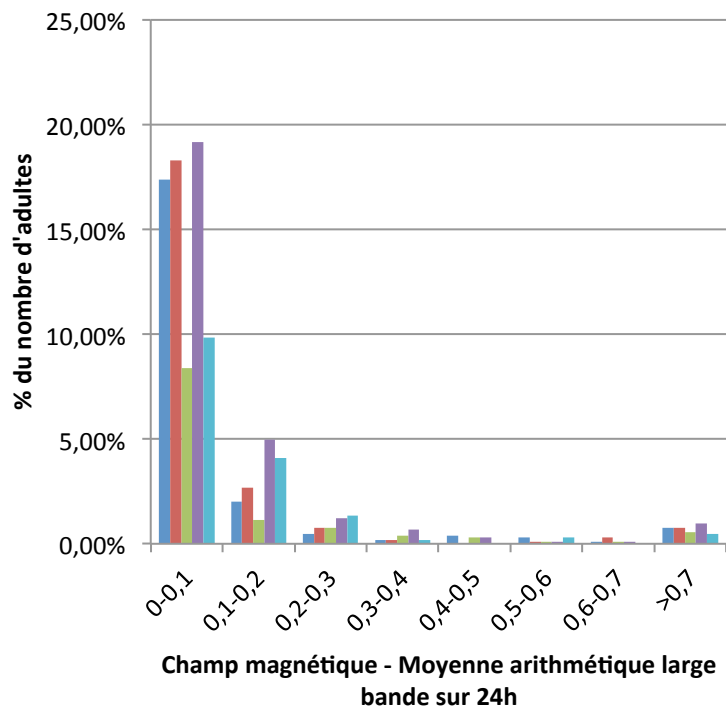
Moyenne arithmétique LB sur 24h

- ▶ Durée moyenne des mesures : 24,61 h (écart-type 0,83 h)
- ▶ Résultats sur 1049 adultes



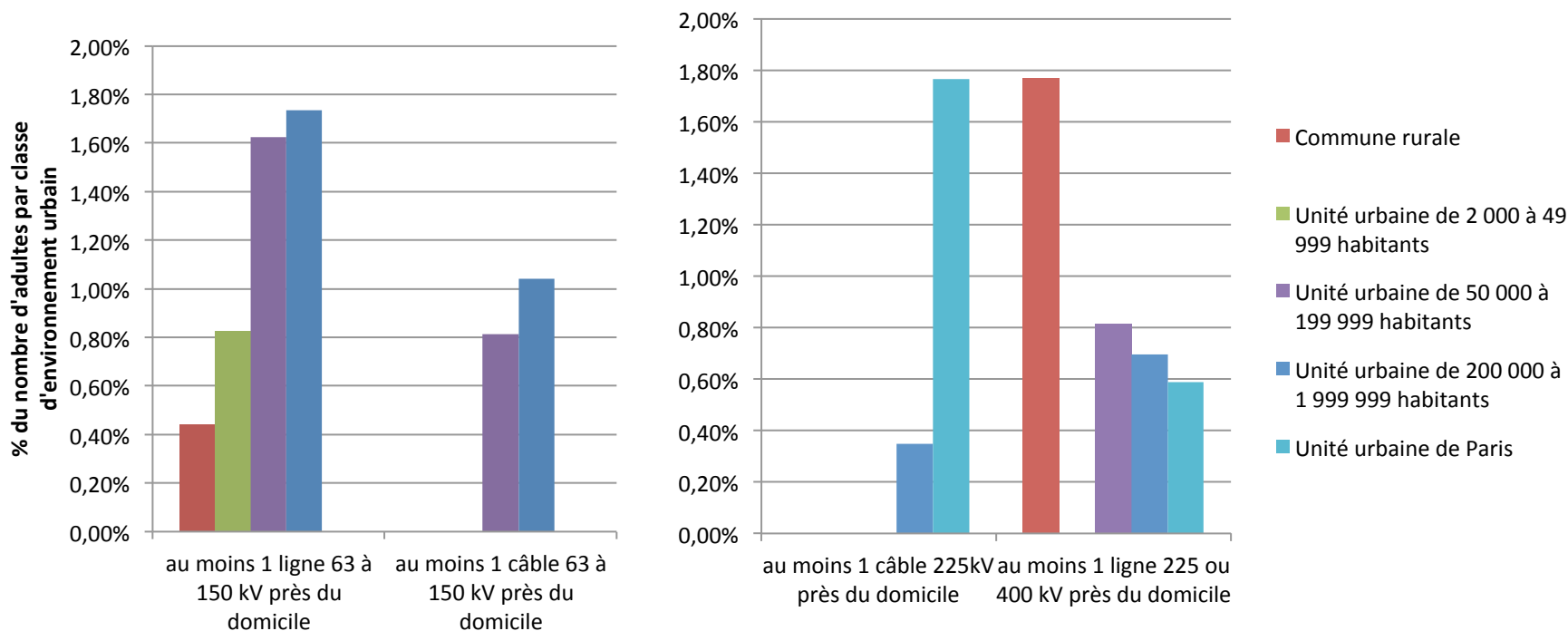
Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,14 μT	0,46 μT	0,03 μT	0,05 μT	0,11 μT	7,46 μT

Moyenne arithmétique LB sur 24h selon la tranche d'unité urbaine



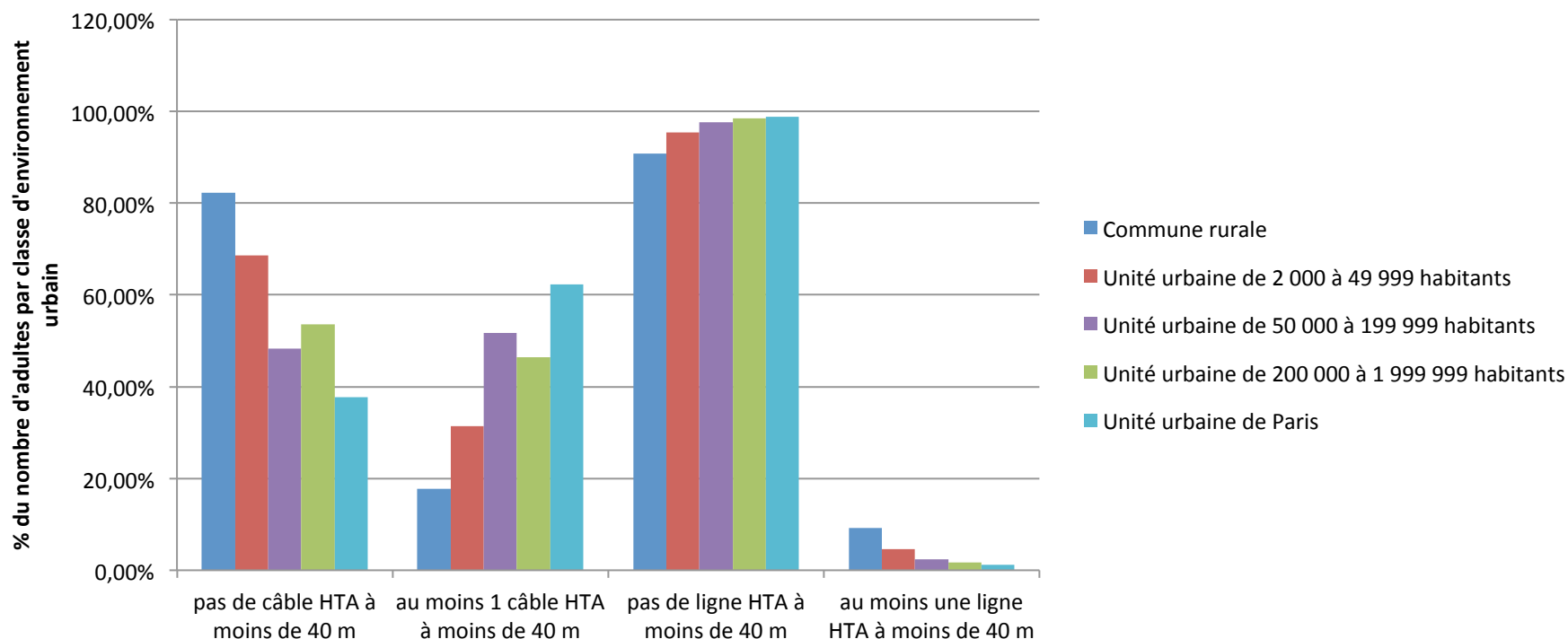
Commune rurale	2 000 à 49 999 habitants	50 000 à 199 999 habitants	200 000 à 1 999 999 habitants	Paris
0,15 µT	0,11 µT	0,14 µT	0,15 µT	0,16 µT

Présence d'un réseau RTE selon la tranche d'unité urbaine



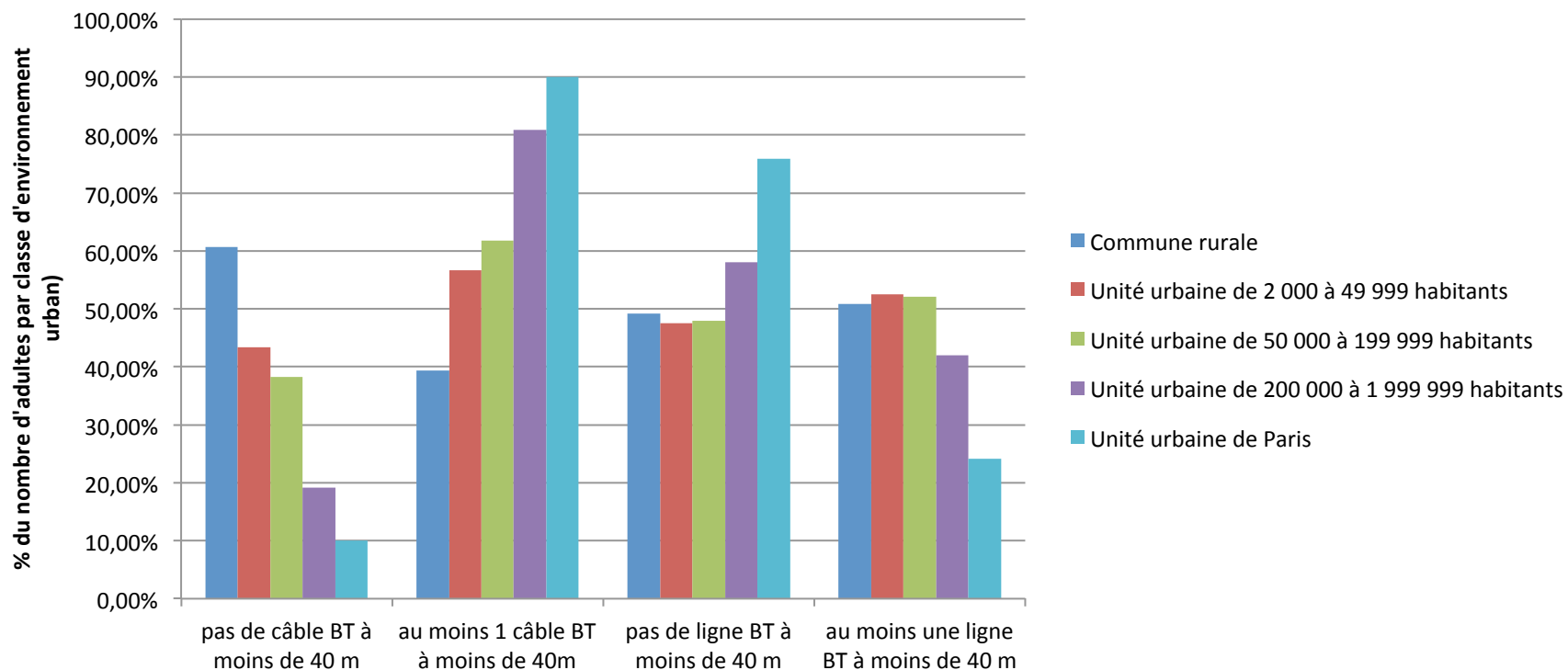
Nombre de sujets avec la présence de	Sur 1049
Ligne aérienne 225 kV à 120m ou 400 kV à 200 m	8 (0,76 %)
Ligne aérienne 63 90 kV à 70 m ou 150 kV à 100 m	10 (0,95 %)
Câble enterré 63 à 225 kV à 20 m	7 (0,67 %)

Présence d'un réseau HTA selon la tranche d'unité urbaine



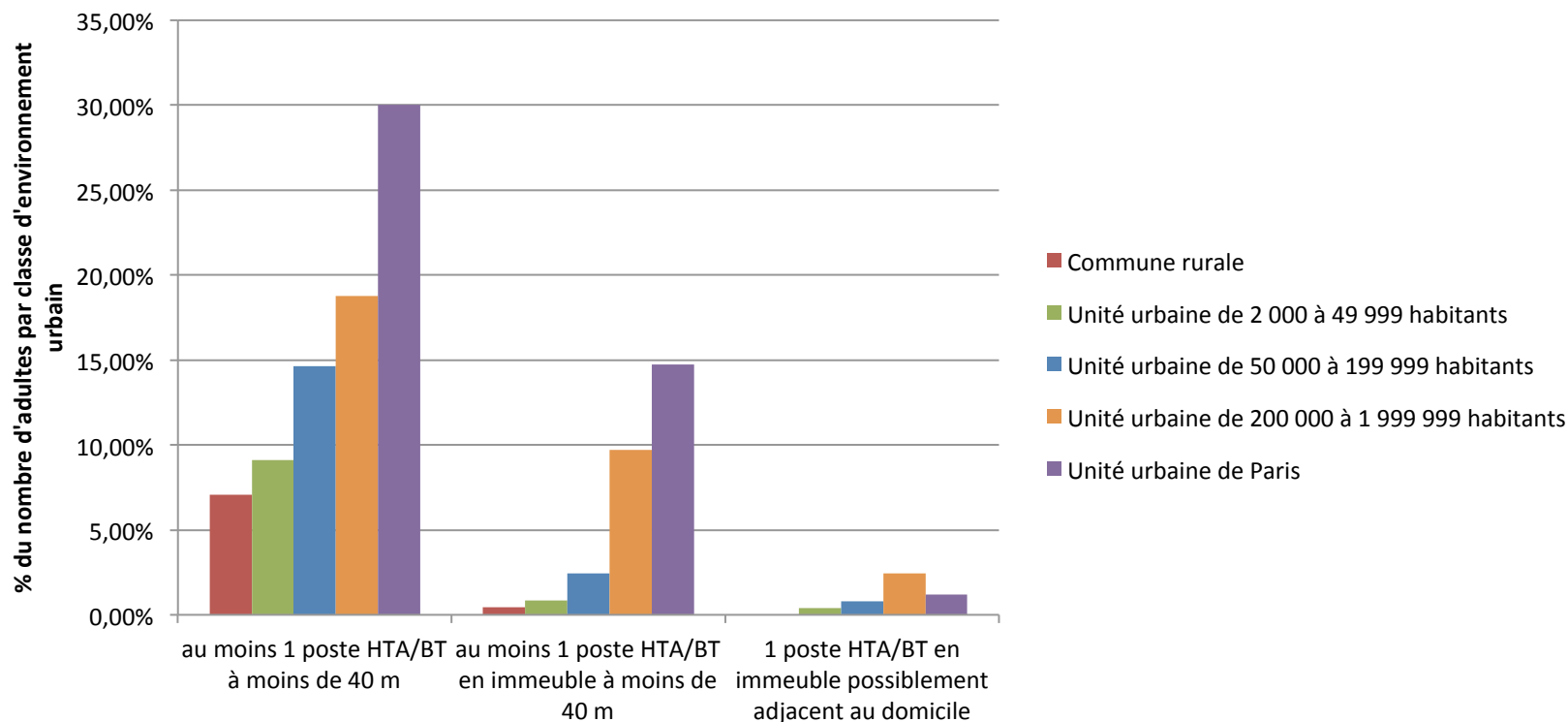
Nombre de sujets avec la présence de	Sur 1049
Câble enterré HTA à 40 m	428 (40,8 %)
Ligne aérienne HTA à 40 m	43 (4,1 %)

Présence d'un réseau BT selon la tranche d'unité urbaine



Nombre de sujets avec la présence de	Sur 1049
Câble BT enterré à 40 m	688 (65,6 %)
Ligne aérienne BT à 40 m	468 (44,6 %)

Présence d'un poste HTA/BT selon la tranche d'unité urbaine



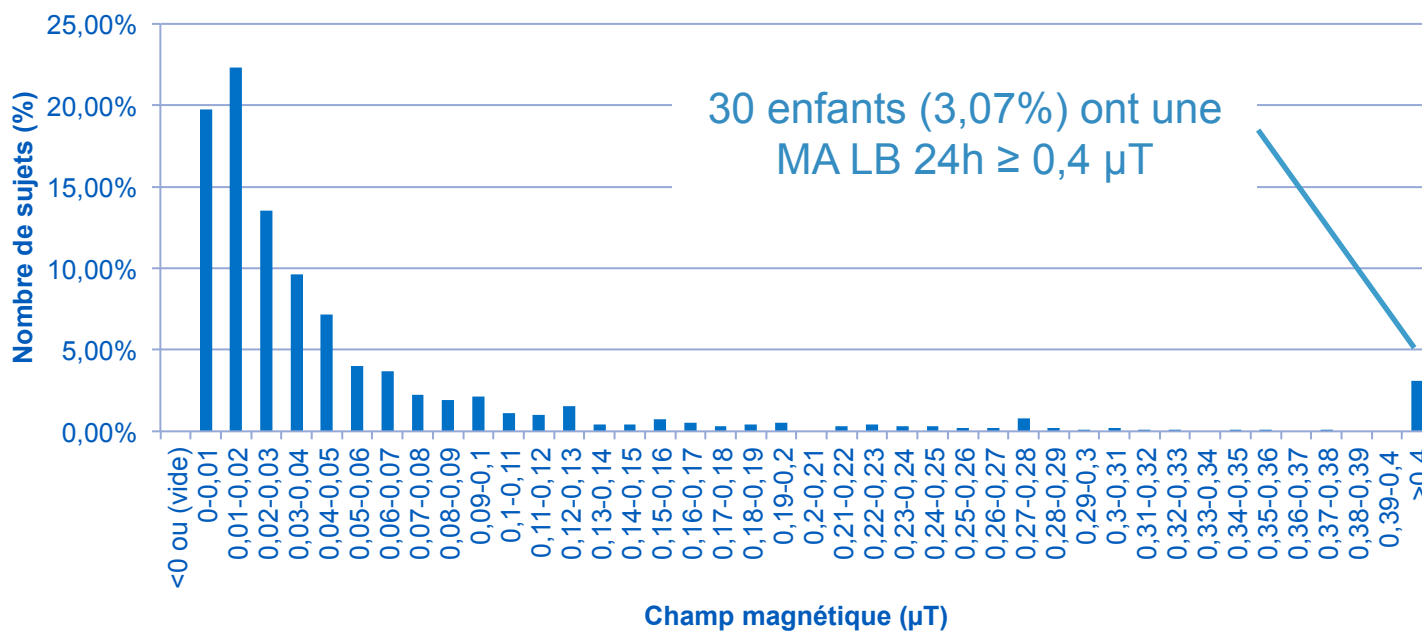
Nombre de sujets avec la présence de	Sur 1049
Poste HTA/BT à 40 m	161 (15,3 %)
Poste HTA/BT en immeuble à 40 m	59 (5,6 %)
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à adresse	36 (3,4 %)
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à étage	11 (1,0 %)

Résultats Enfants

Moyenne arithmétique LB sur 24h

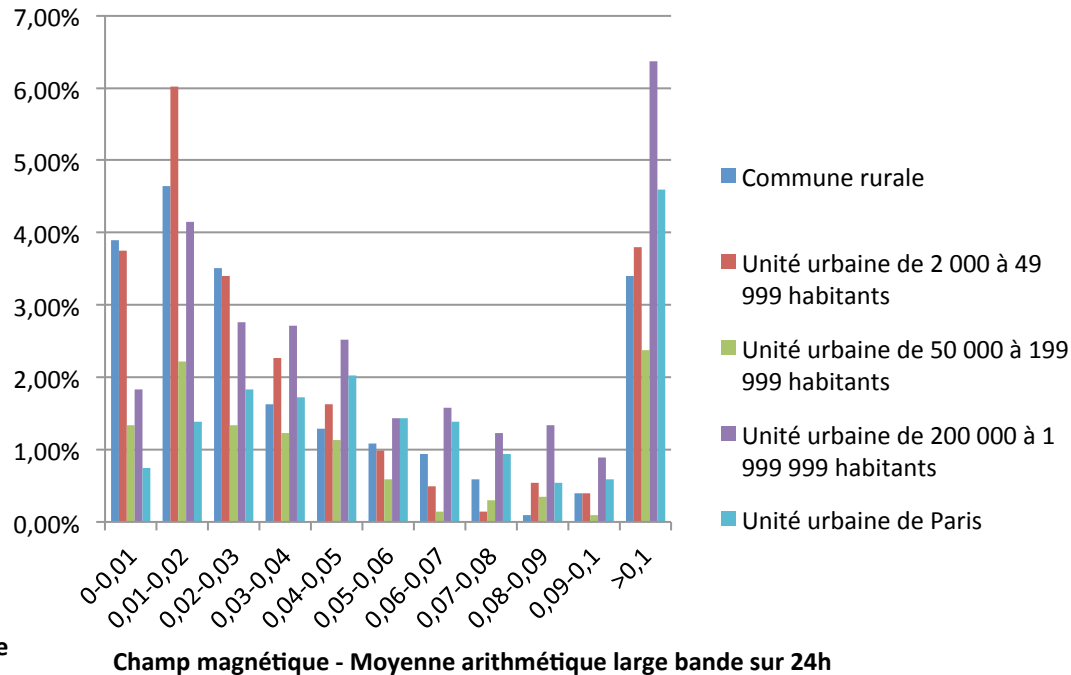
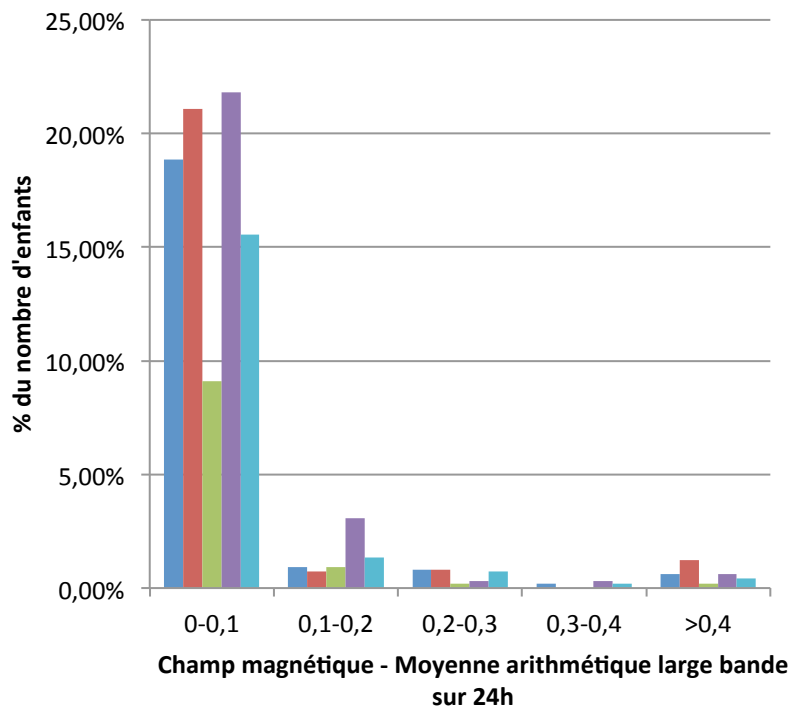
► Durée moyenne des mesures : 24,59 h (écart-type 0,76 h)

► Résultats sur 977 enfants :



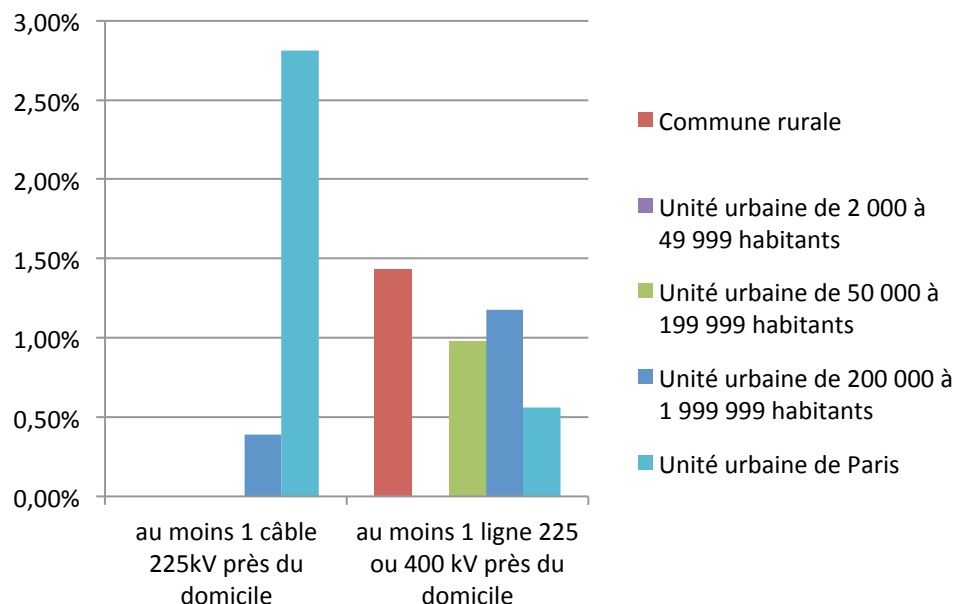
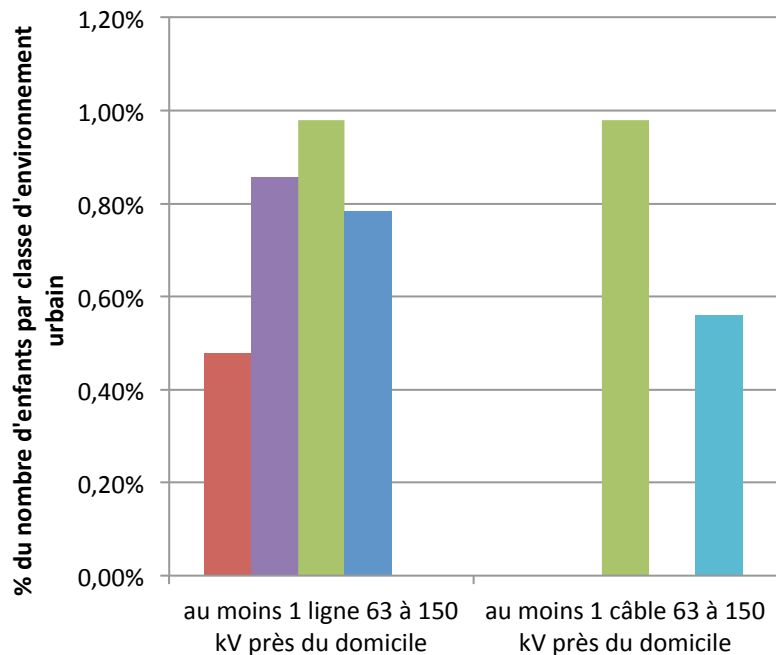
Moyenne arithmétique	Ecart-type	Quartile 25	Médiane	Quartile 75	Max
0,09 μT	0,31 μT	0,01 μT	0,02 μT	0,06 μT	4,49 μT

Moyenne arithmétique LB sur 24h selon la tranche d'unité urbaine



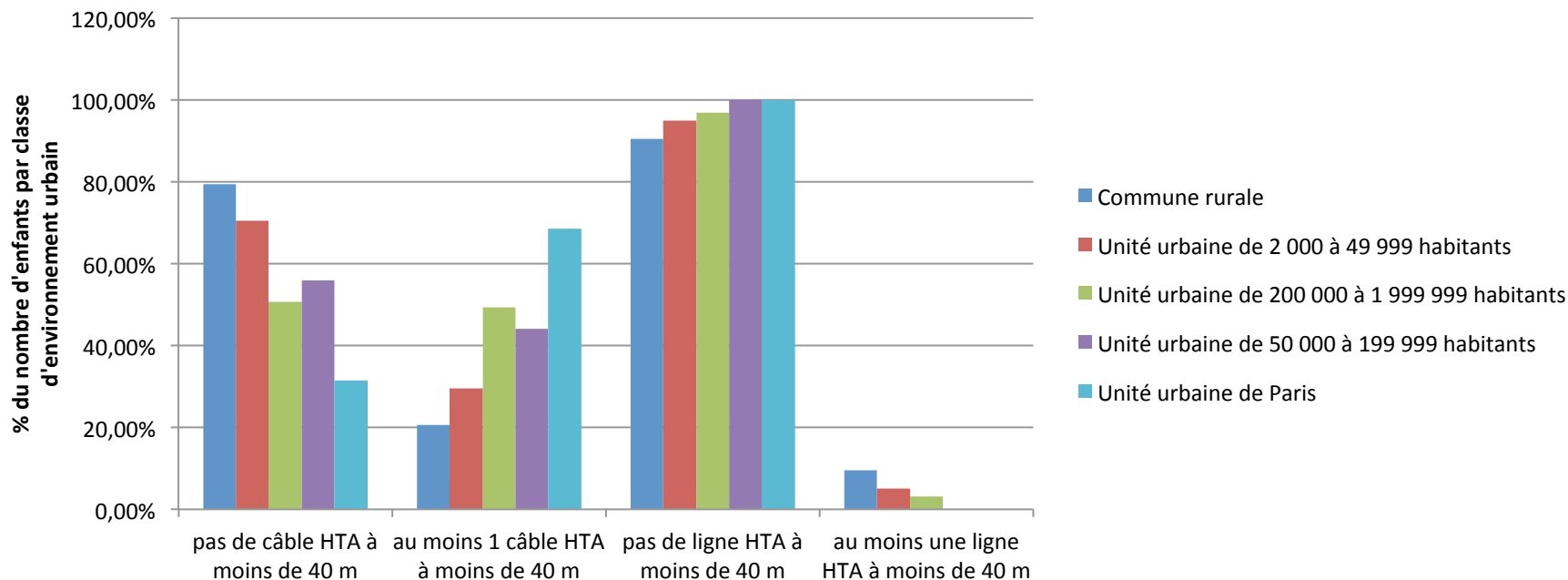
Commune rurale	2 000 à 49 999 habitants	50 000 à 199 999 habitants	200 000 à 1 999 999 habitants	Paris
0,08 μ T	0,12 μ T	0,06 μ T	0,07 μ T	0,08 μ T

Présence d'un réseau RTE selon la tranche d'unité urbaine



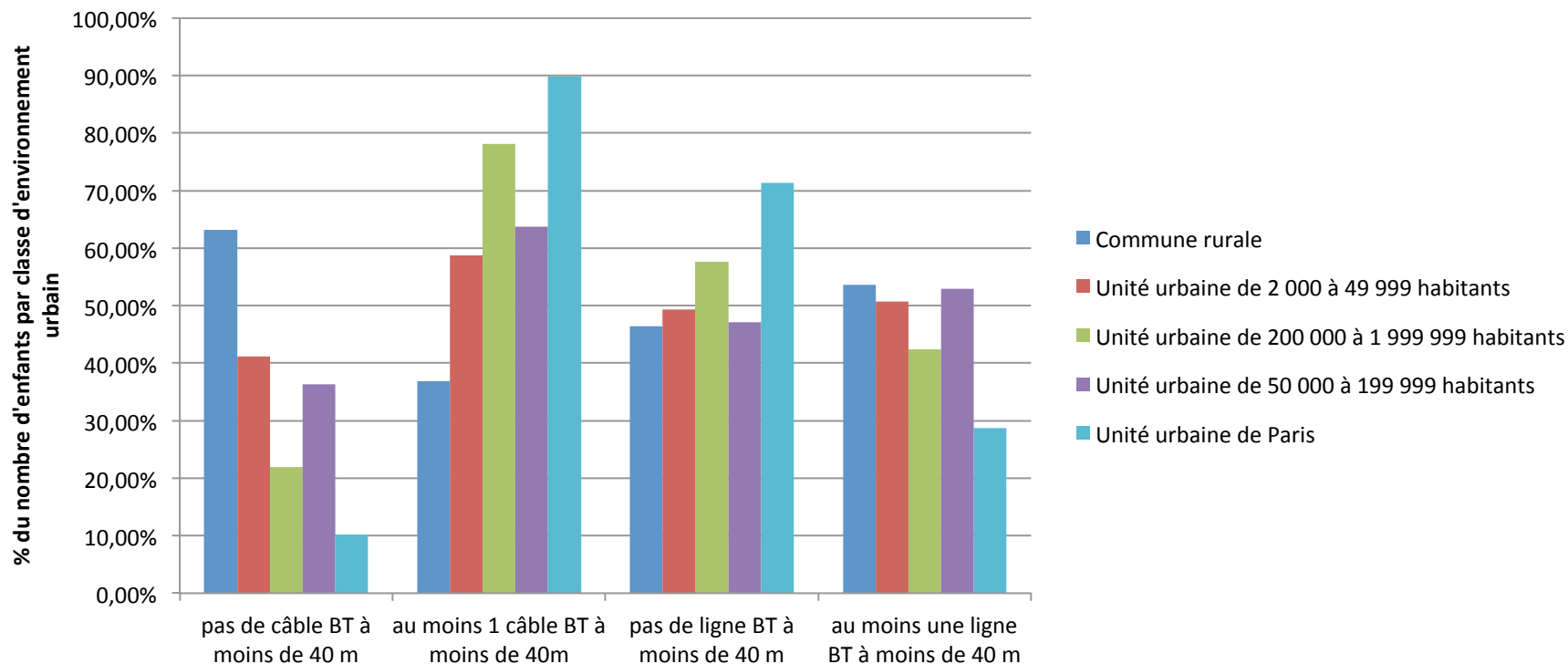
Nombre de sujets avec la présence de	Sur 977
Ligne aérienne 225 kV à 120m ou 400 kV à 200 m	8 (0,82 %)
Ligne aérienne 63 90 kV à 70 m ou 150 kV à 100 m	6 (0,61 %)
Câble enterré 63 à 225 kV à 20 m	8 (0,82 %)

Présence d'un réseau HTA selon la tranche d'unité urbaine



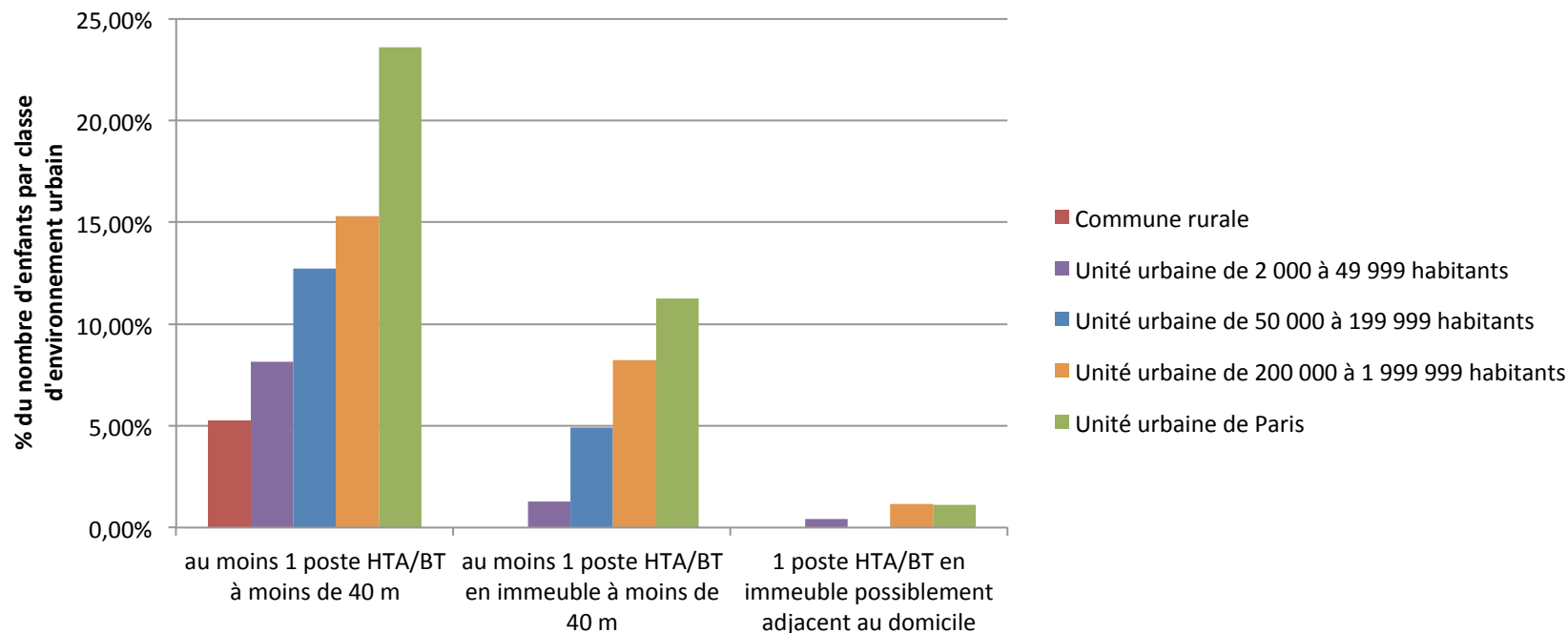
Nombre de sujets avec la présence de	Sur 977
Câble enterré HTA à 40 m	405 (41,4 %)
Ligne aérienne HTA à 40 m	40 (4,1 %)

Présence d'un réseau BT selon la tranche d'unité urbaine



Nombre de sujets avec la présence de	Sur 977
Câble BT enterré à 40 m	638 (65,3 %)
Ligne aérienne BT à 40 m	443 (45,3 %)

Présence d'un poste HTA/BT selon la tranche d'unité urbaine



Nombre de sujets avec la présence de	Sur 977
Poste HTA/BT à 40 m	123 (12,6 %)
Poste HTA/BT en immeuble à 40 m	49 (5,0 %)
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à adresse	23 (2,3 %)
Poste HTA/BT en immeuble peut-être adjacent à étage	6 (0,6 %)

Variables corrélées à la moyenne arithmétique large bande 24h ($p < 5 \%$)

	Adultes	Enfants
Durée transports ferrés	X	
Habiter en Ile de France	X	X
Type d'habitation (appartement / pavillon)	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	

Exemple : variables « explicative » d'une moyenne arithmétique 24h $\geq 0,4 \mu\text{T}$ chez l'enfant

Nombre de sujets (%)	MA 24hLB < 0,4 μT N=947	MA 24h LB $\geq 0,4 \mu\text{T}$ N=30	P-value
Annee_construction_logement2			
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%)	
Nb_années_passées_logement			
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)
Au moins un appareil électrique à moins de 50 cm (radio-réveil identifié la nuit résultat similaire)			
Non renseigné	222	11	<0,0001 (test exact de Fischer)
Oui	144 (19,9%)	12 (63,2%)	
Non	581 (80,1%)	7 (36,8%)	
Durée_transports_non_ferrés			
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)
Durée_autres			
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)
Durée travail (école ou nourrice)			
	Durée travail intérieur bâtiment résultat similaire		
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

- ▶ 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 qualitative des cas les plus exposés
- ▶ Recherche d'un modèle d'exposition

Conclusion (1/2)

- ▶ 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
 - Sauf dans les petites villes (2000 à 50 000 habitants) où l'exposition moyenne est du même ordre de grandeur (adultes 0,11 μ T / enfants 0,12 μ T)
- ▶ Sur la bande de fréquence 40-800 Hz :
 - 50 % des adultes ont une exposition < 0,05 μ T en MA 24 h
 - 3,15 % des adultes ont une exposition \geq 0,75 μ T en MA 24 h
 - 50 % des enfants ont une exposition < 0,02 μ T en MA 24 h
 - 3 % des enfants ont une exposition \geq 0,4 μ T en MA 24 h

Conclusion (2/2)

► Concernant les réseaux électriques

- Peu de personnes concernées par le réseau RTE, y compris en milieu rural (< 1 %)
- 40 % des sujets se trouvent à proximité des réseaux enterrés HTA et/ou BT, surtout en milieu urbain
- Il y a des sujets sans réseau BT → ?
- 11 adultes et 6 enfants vivent dans un logement possiblement adjacent à un poste HTA/BT → feront l'objet d'une analyse qualitative

► Des variables liées à l'exposition (MA LB sur 24 h) ont été identifiées, en lien avec la proximité de réseaux électriques, la région, le logement ou l'activité...

► Les analyses statistiques se poursuivent

MERCI