

# CAMPAGNE DE MESURE POUR UNE ÉTUDE DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION FRANÇAISE AU CHAMP MAGNÉTIQUE 50 HZ

**M. Bédja<sup>1</sup>, I. Magne<sup>1</sup>, M. Souques<sup>2</sup>, J. Lambrozo<sup>2</sup>, G. Fleury<sup>3</sup>,  
L. Le Brusquet<sup>3</sup>, A. Azoulay<sup>4</sup>**

1-Laboratoire des Matériels Electriques, EDF, Moret-sur-Loing, France

2-Service des Études Médicales, EDF Gaz de France, Paris, France

3-Département Signaux et Systèmes Electroniques, SUPÉLEC, Gif-sur-Yvette, France

4-Département Électromagnétisme, SUPÉLEC, Gif-sur-Yvette, France.

## 1. Objectifs de l'étude

Longtemps considérés comme inoffensifs, les champs magnétiques (CM) alternatifs de fréquence 50 Hz liés à l'électricité en particulier, sont suspectés depuis une trentaine d'années d'être responsables de pathologies, notamment de leucémies chez l'enfant.

Les dernières expertises collectives [1] ont conclu que la dernière grande interrogation en ce qui concerne les CM basse fréquence est l'association statistique observée dans plusieurs analyses conjointes entre l'augmentation du risque de leucémie de l'enfant et une exposition aux CM supérieure à 0,4  $\mu$ T en valeur moyenne sur 24 heures.

Actuellement, l'exposition de la population française n'est connue que de manière très approximative, même si la comparaison avec d'autres pays permet d'avoir un ordre de grandeur. Une étude effectuée dans le département de Côte d'Or sur des logements situés à proximité de lignes à haute et très haute tension a permis d'évaluer les expositions à l'intérieur de ces logements [2]. Mais, d'une part ces logements sont un faible échantillon compte tenu de la diversité du parc de logement en France, d'autre part, il s'agit d'une exposition du logement et non des personnes. En effet, tout sujet est exposé à de nombreuses autres sources du simple fait qu'il ne reste pas chez lui 24 heures sur 24. Les transports, en particulier, représentent des sources d'exposition significatives, mais d'autres lieux de vie peuvent constituer des sources d'exposition, que ce soit le lieu de travail, le terrain de sport, le centre commercial ou l'école.

L'estimation de la population française concernée par cette « exposition moyenne supérieure à 0,4  $\mu$ T » constitue un des éléments d'appréciation et de gestion du risque sanitaire potentiel découlant de cette éventuelle association. D'autres études sont également nécessaires pour apprécier la réalité de cette association en termes de causalité.

Les objectifs de cette étude sont :

- de quantifier l'exposition d'un échantillon représentatif de la population française aux champs magnétiques 50 Hz (valeur, incertitude),
- de la caractériser en fonction de différentes variables (géographique, habitat, proximité par rapport aux ouvrages électriques publics et privés, mode de vie, ...).

Aujourd'hui, le seul élément de comparaison possible avec les études anglaises et allemandes est la valeur moyenne du champ magnétique 50 Hz sur 24 heures. La comparaison avec les différentes variables renseignées dans le questionnaire remis aux personnes constituant l'échantillon devrait permettre de tirer des conclusions sur les caractéristiques de l'exposition de la population française au champ magnétique basse fréquence. On quantifiera également le rôle des différents facteurs environnementaux sur l'exposition moyenne.

## **2. Recueil des données**

La base de données de l'étude sera constituée des mesures des CM (fig. 2) enregistrées par des EMDEX II (fig. 1) portés par les individus d'un échantillon représentatif de la population française pendant 24 heures.

Les résultats statistiques et les analyses générées doivent être recevables par des comités de lecture de revues scientifiques nationales et internationales. A ce titre, le principe d'inclusion de candidats dans l'échantillon, principe basé sur la méthode des quotas, est généralement contesté, particulièrement par les publications anglo-saxonnes. Seule la méthode de recrutement aléatoire est, pour ce type d'étude, reconnue internationalement. Il s'agit donc dans un premier temps de constituer une base de candidats éligibles ayant tous la même chance d'être sélectionnés dans un protocole d'étude. Pour cela, un appel d'offre a été lancé en vue de recruter un institut de sondage capable de sélectionner les individus sous ces conditions et recueillir les données. MV2 Conseil a été sélectionné.

MV2 Conseil préconise de créer une première base de données constituée par un fichier de départ de 30 000 numéros de téléphone tirés au sort. Ces 30 000 numéros de téléphone sont extraits de manière totalement aléatoire dans le fichier général des numéros de téléphone fixe attribués en France, hors numéros professionnels. Aucun quota n'est appliqué lors de ce tirage au sort. Les 30 000 numéros de téléphone, répartis sur l'ensemble du territoire, sont, à ce stade, tous potentiellement éligibles pour participer à cette étude.

Une prise de contact avec "l'adulte de référence du ménage" sera établie afin de proposer la participation à cette étude. Elle se fera par voie téléphonique. Un screener de recrutement (questions filtres permettant de qualifier le contact) a été élaboré. Si le contact répond positivement aux filtres du screener et accepte le principe de l'étude, le recruteur relèvera les dates de naissance de l'ensemble des membres du ménage. Celui dont la date de naissance sera la plus proche de la date de prise de contact, sera la personne élue pour porter l'appareil de mesure des champs magnétiques. De ce fait, seul le hasard a désigné la personne incluse dans le recueil de la mesure des CM. Si la personne élue refuse ou est dans l'incapacité de réaliser le test de 24 h, le contact sera considéré comme définitivement perdu. A ce stade, seul l'âge de la personne recrutée et les coordonnées téléphoniques et postales seront comptabilisés. Il s'agit de constituer :

- un groupe de 1 000 individus âgés de 14 ans inclus et moins,
- un groupe de 1 000 individus âgés de 15 ans et plus.

Les 2 000 individus ainsi recrutés, constitueront statistiquement deux échantillons représentatifs de la population française dans toutes les caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe, région, taille du ménage, taille agglomération, type d'habitat, CSP, etc.). Puisqu'une seule personne par ménage est incluse dans l'étude, les 2 000 entretiens correspondront, in fine, à 2 000 ménages différents. Ces 2 000 ménages seront représentatifs des modes de vie de la population française dans toute sa diversité (style de vie, type d'habitat, équipement domestique, etc.).

## **3. Traitement des données**

Une fois les données recueillies par l'intermédiaire de l'institut de sondage, le travail sera axé principalement sur deux thématiques de recherche d'actualité.

- La première thématique concerne la réduction de dimension. En effet le signal correspondant au champ électromagnétique observé toutes les 3 secondes devra être dans un premier temps résumé afin de pouvoir en extraire des descripteurs pertinents pour envisager une classification de la population. Le choix de ces descripteurs, comme leur nombre est un problème académique générique sur lequel le département SSE (département Signaux et Systèmes Electroniques de Supélec) a développé depuis quelques années des compétences [3-4]. Des travaux ont notamment été entrepris pour pouvoir caractériser la dimension d'un système, et ce lorsque le nombre de données n'est pas

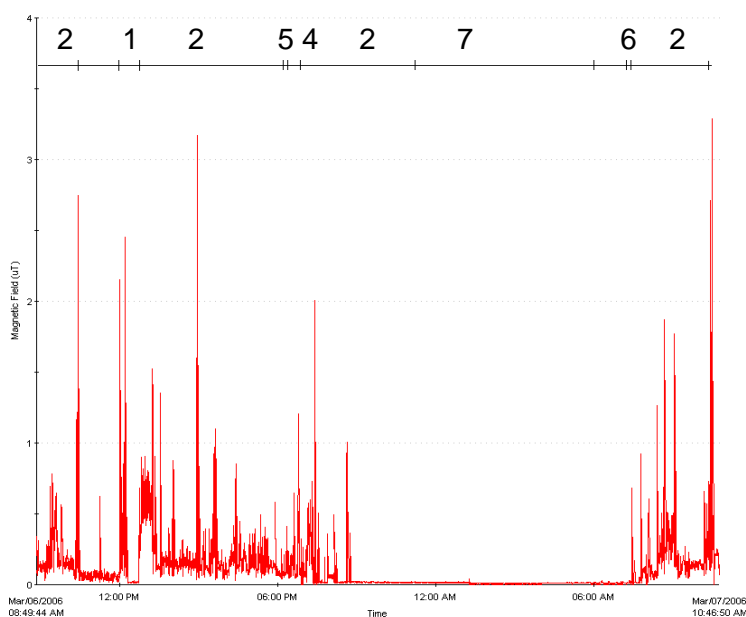
asymptotiquement infini, comme les critères de type AIC (Akaike Information Criterion), MDL (Minimum Description Length) le nécessitent [5-6]. Par ailleurs, l'analyse statistique se fera dans un contexte mixte entre données quantitatives et qualitatives, ce qui reste un domaine d'analyse largement ouvert.

- La seconde thématique, elle-même générique, concerne la maturité de la base de données que l'on aura pu recueillir par le biais de l'institut de sondage. Tout est mis en œuvre pour que les données soient en effet représentatives de la population française, pour autant une analyse a posteriori sera légitime. Le département SSE travaille sur les problèmes de robustesse vis-à-vis des données depuis quelques années [7-8] et a développé une compétence toute particulière sur l'analyse de statistique extrême [9], et ce même si le nombre de données reste très restreint.

L'analyse de données, conjointement qualitative et quantitative, dans une optique de choix optimaux de descripteurs, statistiquement pertinents, et en nombre restreint, est un champ d'étude qui reste ouvert et qui aurait des applications qui dépassent largement le cadre de cette étude.



Fig.1 : EMDEX II



Type d'activité :

- 1 = Repas
- 2 = Travail sur ordinateur
- 3 = Voiture
- 4 = Métro/RER
- 5 = Bus
- 6 = Domicile
- 7 = Nuit

Fig.2 : Signal du champ magnétique enregistré pendant 24 heures en fonction du temps.

- [1] Rapport du NRPB (National Radiation Protection Board) de 2001.
- [2] François CLINA NRD, François DESCHAMPS, Chantal MILAN, Anne-Marie BOUVIER, Paule-Marie CARLI, Jean-Paul MOUTET, Jean FAIVRE, Claire BONITHON-KOPP, Patrick HILLON “Évaluation de l'exposition aux champs magnétiques dans les habitations situées à proximité des lignes de transport de l'électricité en France” Environnement Risques & Santé (ERS), vol.3, numéro 2 111-8, Mars-Avril 2004.
- [3] DAVOUST ME., LE BRUSQUET L., FLEURY G., “Robust estimation of flaw dimensions using remote field eddy current inspection”, Measurement Science and Technology, vol 17, pp. 3006-3014, November 2006.
- [4] LE BRUSQUET L., DAVOUST ME., FLEURY G., “A comparison between parametric and PCA methods of dimension reduction – Application to an eddy current non destructive evaluation”, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, vol 19, n° 1-4, pp. 119-124, 2004.
- [5] SEGHOUANE AK., BEKARA M., FLEURY G., “A criterion for model selection in the presence of incomplete data based on Kullback’s symmetric divergence”, Signal Processing, n° 85, pp. 1405-1417, 2005.
- [6] BEKARA M., KNOCKAERT L., SEGHOUANE AK., FLEURY G., “A model selection approach to signal denoising using Kullback’s symmetric divergence”, Signal Processing Journal, vol 86, pp. 1400-1409, July 2006.
- [7]. LE BRUSQUET L., DAVOUST ME., FLEURY G., “Dimension reduction applied to a NDE inverse problem: a branch and bound approach”, Electromagnetic Nondestructive Evaluation (IX), pp.75-82, IOS Press, 2005.
- [8] ROGER M., LE BRUSQUET L., FLEURY G., “A criterion for model-robust design of experiments”, IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing, pp. 33-42, Sao Luis (Brazil), September 29-October 1st, 2004.
- [9] PIERA-MARTINEZ M., VAZQUEZ E., WALTER E., FLEURY G., KIELBASA R., “Estimation of extreme values with application to uncertain systems”, 14th IFAC Symposium on System Identification, pp. 1027-1032, Newcastle (Australia), March 29-31, 2006.