

## **Incidence de l'exposition aux champs magnétiques sur la santé des ménages vivant aux environs des lignes très haute tension de Kinshasa**

**Crispin NGOMA BUVEKA<sup>1,2\*</sup>, Albert PHONGI KINGIELA<sup>3</sup>, Joseph CIMBELA KABONGO<sup>1</sup>  
et Zéphyrin BUTSANA bu NIANGA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Physique et des Sciences Appliquées, Laboratoire de Physique 2, BP 8815 Kinshasa Binza, République Démocratique du Congo*

<sup>2</sup> *Comité National de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Département de Sécurité Nucléaire, BP 833 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo*

<sup>3</sup> *Université Pédagogique Nationale, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation, Département Orientation Scolaire et Professionnelle, BP 8815 Kinshasa Binza, République Démocratique du Congo*

<sup>4</sup> *Université de Kinshasa, Faculté des Sciences et des Technologies, Département de Physique, BP 190, Kinshasa XI, République Démocratique du Congo*

(Reçu le 11 Juin 2022 ; Accepté le 14 Septembre 2022)

---

\* Correspondance, courriel : [crispin.ngoma@upn.ac.cd](mailto:crispin.ngoma@upn.ac.cd)

### **Résumé**

Ce travail étudie l'incidence de l'exposition aux champs magnétiques (CM) sur la santé des ménages vivant aux environs des lignes très haute tension de Kinshasa pour justifier la nécessité d'imposer une servitude de 100 m, validée par les mesures, autour des lignes haute tension. Pour ce faire, on a utilisé conjointement une approche expérimentale recourant à l'utilisation d'analyseurs de fréquences pour mesurer les Champs magnétiques et une enquête ménages menée sur la base d'un questionnaire d'enquête. Pour l'analyse des données expérimentales, on a recouru à Matlab et SPSS 27.0 pour le volet enquête où les comparaisons des moyennes ont été calculées avec un IC de 95 %. Les résultats obtenus montrent que 9,9 % de ménages ont été touchés par l'épilepsie, 10,2 % par le cancer, 22 % par le rhumatisme et 26,4% par l'altération de la vision alors qu'ils étaient respectivement exposés à un CM compris dans l'intervalle. [0,56248; 0,75343]  $\mu$ T

**Mots-clés :** *champ magnétique, exposition, ligne très haute tension, norme, pathologie.*

### **Abstract**

**Impact of exposure to magnetic fields on the health of households living near very high voltage lines in Kinshasa**

This work investigates the impact of magnetic field (MF) exposure on the health of households living in the vicinity of very high-voltage power lines in Kinshasa in order to justify the need to impose a 100-m powerline servitude, validated by measurements, around high-voltage lines. To do so, we jointly used an experimental approach involving the use of frequency analyzers to measure magnetic fields and a household survey

conducted on the basis of a survey questionnaire. For the analysis of the experimental data, Matlab and SPSS 27.0 were used for the survey component where comparisons of means were calculated with a 95 % CI. The results obtained show that 9.9 % of households were affected by epilepsy, 10.2 % by cancer, 22 % by rheumatism and 26.4 % by vision impairment while they were respectively exposed to a MF in the range [0.56248; 0.75343 ]  $\mu$ T.

**Keywords :** *magnetic field, exposure, very high voltage line, standard, pathology.*

## 1. Introduction

La ville de Kinshasa est une mégapole de plus de 12 millions d'habitants qui ne s'est pas adaptée à l'explosion démographique de ces 30 dernières années. L'une des graves conséquences est l'absence de normes urbanistiques contraignantes en matière de constructions et d'aménagement du territoire de sorte que de nombreux ménages s'installent sous les lignes électriques Très Haute Tension (THT) qui alimentent la ville au mépris de l'emprise d'un couloir de 25 m préconisée par la Société Nationale d'Electricité (S.N.EL). Ces lignes de transport d'électricité génèrent des champs magnétiques (CM) artificiels qui s'ajoutent au bain d'ondes électromagnétiques naturelles [1 - 3] et suscitent des inquiétudes auxquelles les autorités devraient répondre [4] du fait que de nombreuses études attribuent à ces CM la production des impacts négatifs notamment dans le domaine de la santé publique [5]. Ces CM ont littéralement changé l'environnement naturel au cours du 20<sup>ème</sup> siècle et appelle aujourd'hui à l'établissement et au respect des normes [6]. Alors que seuls les effets des rayonnements ionisants retenaient l'attention au début, les rayonnements non ionisants qui étaient réputés inoffensifs sur les systèmes vivants dans des conditions naturelles font également depuis ces 30 dernières années l'objet de recherches. En effet, la préoccupation selon laquelle l'exposition quotidienne à des CM à très basse fréquence pourrait être nocive pour la santé humaine est de plus en plus évoquée, amenant des chercheurs à assimiler cette exposition à un problème de santé publique [5].

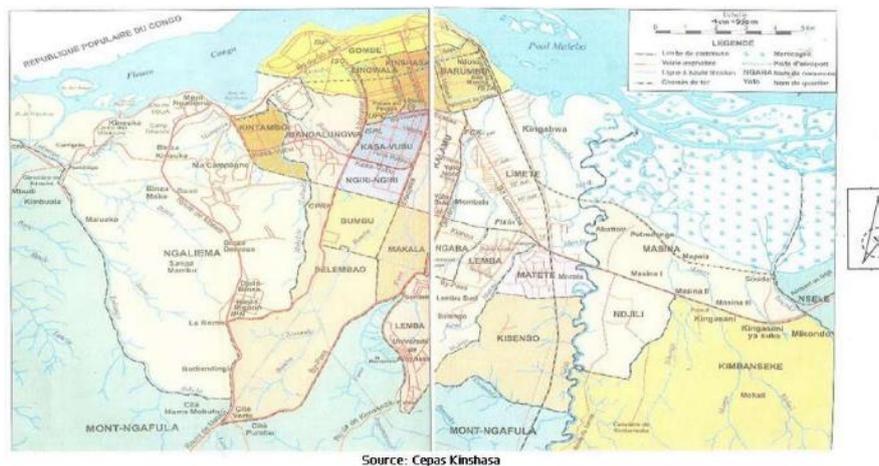
Ces ménages qui s'installent sous les lignes HT où les valeurs de CM dépassent souvent à la valeur seuil de 0,400  $\mu$ T [7] s'exposeraient à nombre de pathologies. En effet, même l'on considère aujourd'hui l'électricité comme un des principaux moyens d'amélioration de la qualité de la vie, les travaux de Weithermer et Leeper [8] ont introduit la question de possibles effets indésirables sur la santé en relation avec les CE et CM dus à la production, au transport et à l'utilisation de l'électricité [9] car lorsque le corps humain est exposé aux Champs Electromagnétiques d'Extrêmement Basse Fréquence (CEM EBF), il se retrouve dans une situation comparable à une cage de Faraday [4]. A la suite des travaux de Weithermer and Leeper, de dizaines recherches ont reconnu une association causale entre l'exposition résidentielle importante aux CEM EBF et les leucémies infantiles [10 - 13]. L'état des recherches actuelles ont montré que les CEM-ELF modifient la morphologie des cellules en altérant l'expression des protéines [14], des cas de cancers du sein et du cerveau [15], des anomalies des fœtus dues à des expositions parentales avant ou après la conception [16], de fausses couches et des troubles de comportements notamment la maladie d'Alzheimer [17]. Il est des études qui ont également établi une association entre les CEM EBF et la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) pour les expositions environnementales les plus fortes, supérieures à 0,300 ou 0,400  $\mu$ T [7] particulièrement pour les enfants [18, 19] sans oublier de mentionner aussi les études qui signalent le fait que ces CEM altèrent l'acuité visuelle, perturbent le champ géomatique désorientant des animaux et des insectes tels que la fourmi [20]. Ainsi, pour protéger les populations contre les effets des CM, la Commission Internationale pour la Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (CIPRNI) fixe de normes d'exposition [21, 22]. C'est ainsi que le CIPRNI et l'OMS demandent depuis 2007 à l'ensemble des Etats d'appliquer des normes en passant par une

concertation dans le cadre d'un groupe communautaire de gestion des risques [23] entre les différents partenaires concernés par la pollution électromagnétique [24]. Ce travail vise à établir l'incidence des CM sur quelques pathologies qui affectent les ménages en fonction de l'intensité de ces champs au regard de la localisation du ménage et à 'établir d'autre part une emprise dictée par les résultats des mesures des CM en tenant compte du seuil épidémiologique de 0,100  $\mu\text{T}$  [18].

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieu d'étude

D'une superficie de 9.965 km<sup>2</sup>, la ville de Kinshasa, capitale de la RD Congo, est située à 281 m d'altitude sur le bord côté ouest du fleuve Congo au niveau du Pool Malebo. Ses coordonnées géodésiques sont respectivement 4°19'39" Sud et 15°18'48" Est [25]. Cette ville est la plus grande ville de la RD Congo et l'une des plus importantes mégapoles du monde. Sa population est d'environ 12 millions d'habitants. Cette étude concerne 5 communes de la ville de Kinshasa qui sont traversées et alimentées par les lignes THT et où l'on trouve des maisons construites sous et le long des lignes THT (*Figure 1*).



**Figure 1** : Carte de la ville de Kinshasa, source CEPAS

### 2-2. Matériel

Alors que nous avons utilisé un questionnaire pour l'enquête ménages ainsi que le logiciel SPSS 23, les analyseurs de basse fréquence « ME 3030B M/E Analyser » tri directionnel et « Magnetic Field Meter TM 191 » unidirectionnel ont été alternativement utilisés pour mesurer respectivement les champs de moins de 2,000  $\mu\text{T}$  et de plus de 2,000  $\mu\text{T}$ . Le GPS MAP T8 de marque GARMIN a servi à la géo localisation des lieux d'enquête alors que Matlab nous a permis de calculer les moyennes et d'obtenir les graphiques.

La *Figure 2* ci-après présente les appareils qui ont été utilisés pour les mesures.



**Figure 2 :** De gauche à droite, le GPS MapGARMIN Série 78 Negro, l'analyseur de fréquences TENMARS et l'analyseur de fréquences GIGAHERTZ

### 2-3. Méthodes

Nous résumons ci-dessous ici la démarche qui s'est appuyée sur des mesures des CM dans les ménages ayant librement répondu à un questionnaire sur certains antécédents médicaux les ayant affectés.

#### 2-3-1. Mesure des CM

Les mesures des CM ont été effectuées dans les communes de Kisenso, Matete, Limete, Bandalungwa et Selembao, Le choix de l'habitation de référence de départ a obéi aux mêmes exigences que pour l'enquête ménage. Les mesures ont été répétées à trois reprises chaque fois [26], tous les 10 m jusqu'à 100 m, de part et d'autre de la ligne. Les valeurs utilisées pour l'analyse des données sont exclusivement constituées de moyennes qui sont ensuite comparées à la norme de 0,400  $\mu$ T d'une part et de 0,100  $\mu$ T retenue comme valeur seuil dans cette étude. La moyenne de chaque série de 3 mesures est donnée par la relation statistique courante :

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i \quad (1)$$

#### 2-3-2. Organisation de l'enquête ménages

Pour réaliser le volet enquête de cette étude, on a recouru à un échantillon à deux degrés [27] en rapport avec les ménages situés le long de ladite ligne. En procédant de la sorte dans toutes les 5 communes sélectionnées au premier degré, nous avons pu constituer un échantillon de 1 334 ménages qui ont volontairement accepté de répondre sur un questionnaire relatif aux antécédents médicaux les touchant. Pour vérifier la conformité des hypothèses, la moyenne et l'écart-type ont été calculés, les différents résultats ont ensuite été éprouvés en utilisant le test de chi-carré et le test t de student.

## 3. Résultats

### 3-1. Mesures de champs magnétiques dus aux lignes THT dans la ville de Kinshasa

Les mesures des CM effectuées dans les communes de Selembao, Limete, Bandalungwa, Matete et Kisenso sont présentées dans les Tableaux 1 à 5 qui ont, à leur tour, généré les *Figures 3 à 7* ayant permis d'établir la servitude obtenue grâce aux mesures qui appelle à modifier celle qui avait été établie par la S.N.EL.

**Tableau 1 : Mesures de CM dans la commune de Selembao (en  $\mu T$ )**

Distance de l'axe de la ligne (en m)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
-100	0,0340 ± 0,0015	0,0327 ± 0,0014	0,0433 ± 0,0027	0,0317 ± 0,0019	0,037 ± 0,003	0,0243 ± 0,0013	0,0493 ± 0,0043	0,0243 ± 0,0014	0,0373 ± 0,0018	0,0243 ± 0,0012
-90	0,0753 ± 0,0044	0,0860 ± 0,0047	0,1020 ± 0,0044	0,0943 ± 0,0012	0,098 ± 0,006	0,0897 ± 0,0056	0,079 ± 0,003	0,085 ± 0,003	0,0860 ± 0,0038	0,077 ± 0,004
-80	0,0977 ± 0,0054	0,165 ± 0,003	0,1427 ± 0,0026	0,135 ± 0,003	0,165 ± 0,003	0,1187 ± 0,0034	0,1330 ± 0,0026	0,1077 ± 0,0038	0,1327 ± 0,0026	0,1423 ± 0,0027
-70	0,1497 ± 0,0012	0,1977 ± 0,0044	0,1837 ± 0,0024	0,1787 ± 0,0014	0,2097 ± 0,0064	0,168 ± 0,008	0,209 ± 0,008	0,155 ± 0,002	0,184 ± 0,016	0,185 ± 0,005
-60	0,204 ± 0,003	0,287 ± 0,014	0,247 ± 0,019	0,256 ± 0,003	0,277 ± 0,005	0,231 ± 0,014	0,282 ± 0,004	0,218 ± 0,015	0,246 ± 0,006	0,2567 ± 0,0026
-50	0,301 ± 0,024	0,341 ± 0,007	0,287 ± 0,024	0,317 ± 0,018	0,3553 ± 0,0035	0,28 ± 0,01	0,326 ± 0,009	0,293 ± 0,005	0,273 ± 0,003	0,34 ± 0,02
-40	0,417 ± 0,004	0,445 ± 0,036	0,40 ± 0,02	0,424 ± 0,006	0,483 ± 0,045	0,3920 ± 0,0056	0,468 ± 0,009	0,41 ± 0,02	0,422 ± 0,012	0,467 ± 0,037
-30	0,49 ± 0,01	0,54 ± 0,03	0,523 ± 0,043	0,529 ± 0,009	0,54 ± 0,03	0,557 ± 0,044	0,548 ± 0,036	0,483 ± 0,026	0,527 ± 0,028	0,563 ± 0,025
-20	0,612 ± 0,013	0,664 ± 0,027	0,61 ± 0,05	0,62 ± 0,01	0,655 ± 0,027	0,674 ± 0,034	0,678 ± 0,037	0,601 ± 0,038	0,65 ± 0,06	0,68 ± 0,02
-10	0,789 ± 0,019	0,84 ± 0,03	0,735 ± 0,035	0,748 ± 0,018	0,852 ± 0,025	0,875 ± 0,018	0,797 ± 0,044	0,833 ± 0,026	0,731 ± 0,065	0,84 ± 0,02
0	1,192 ± 0,013	1,40 ± 0,03	0,88 ± 0,02	0,87 ± 0,03	1,41 ± 0,02	1,19 ± 0,05	0,96 ± 0,04	0,93 ± 0,09	0,924 ± 0,015	1,227 ± 0,004
10	0,768 ± 0,009	0,91 ± 0,08	0,650 ± 0,024	0,658 ± 0,053	0,904 ± 0,012	0,904 ± 0,004	0,766 ± 0,035	0,693 ± 0,045	0,70 ± 0,05	0,861 ± 0,007
20	0,064 ± 0,02	0,748 ± 0,054	0,566 ± 0,023	0,569 ± 0,025	0,792 ± 0,006	0,661 ± 0,006	0,665 ± 0,028	0,62 ± 0,04	0,572 ± 0,033	0,664 ± 0,033
30	0,4720 ± 0,0044	0,641 ± 0,012	0,4643 ± 0,0057	0,492 ± 0,024	0,665 ± 0,004	0,5520 ± 0,0076	0,58 ± 0,03	0,530 ± 0,007	0,509 ± 0,043	0,529 ± 0,023
40	0,433 ± 0,034	0,525 ± 0,012	0,410 ± 0,012	0,379 ± 0,012	0,591 ± 0,006	0,472 ± 0,027	0,46 ± 0,02	0,391 ± 0,014	0,421 ± 0,025	0,444 ± 0,018
50	0,287 ± 0,008	0,36 ± 0,01	0,304 ± 0,005	0,319 ± 0,023	0,4853 ± 0,0033	0,411 ± 0,025	0,41 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,331 ± 0,033	0,381 ± 0,009
60	0,1870 ± 0,0036	0,309 ± 0,007	0,22 ± 0,01	0,248 ± 0,016	0,3870 ± 0,0085	0,311 ± 0,018	0,318 ± 0,012	0,262 ± 0,005	0,265 ± 0,013	0,285 ± 0,015
70	0,125 ± 0,035	0,211 ± 0,005	0,148 ± 0,008	0,202 ± 0,045	0,269 ± 0,008	0,2253 ± 0,0043	0,212 ± 0,013	0,1980 ± 0,0035	0,1930 ± 0,0075	0,218 ± 0,013
80	0,0723 ± 0,0034	0,146 ± 0,003	0,1237 ± 0,0064	0,18 ± 0,01	0,165 ± 0,002	0,122 ± 0,006	0,1307 ± 0,0033	0,139 ± 0,005	0,1367 ± 0,0038	0,149 ± 0,005
90	0,065 ± 0,002	0,0827 ± 0,0017	0,1073 ± 0,0035	0,118 ± 0,004	0,101 ± 0,004	0,0810 ± 0,0075	0,0987 ± 0,0076	0,093 ± 0,006	0,1110 ± 0,0095	0,111 ± 0,007
100	0,0470 ± 0,0026	0,0653 ± 0,0019	0,092 ± 0,003	0,082 ± 0,004	0,0707 ± 0,0014	0,032 ± 0,002	0,0397 ± 0,0024	0,0517 ± 0,0024	0,0283 ± 0,0014	0,061 ± 0,002

Tableau 2 : Mesures de CM dans la commune de Limete (en  $\mu T$ )

Distance de l'axe de la ligne (en m)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
-100	0,0340 ± 0,0015	0,023 ± 0,0016	0,0250 ± 0,0017	0,0223 ± 0,0009	0,0330 ± 0,0017	0,023 ± 0,002	0,03100 ± 0,00057	0,0247 ± 0,0019	0,0233 ± 0,0019	0,023 ± 0,001
-90	0,083 ± 0,001	0,053 ± 0,001	0,0577 ± 0,0009	0,0570 ± 0,0006	0,0933 ± 0,0009	0,0443 ± 0,0012	0,070 ± 0,001	0,0407 ± 0,0007	0,0367 ± 0,0009	0,0477 ± 0,0009
-80	0,118 ± 0,001	0,1003 ± 0,0007	0,0940 ± 0,0015	0,093 ± 0,002	0,1040 ± 0,0015	0,0873 ± 0,0016	0,095 ± 0,002	0,0943 ± 0,0014	0,0877 ± 0,0014	0,0783 ± 0,0017
-70	0,1923 ± 0,0014	0,160 ± 0,001	0,131 ± 0,001	0,1023 ± 0,0009	0,2003 ± 0,0007	0,114 ± 0,001	0,109 ± 0,001	0,1423 ± 0,0007	0,104 ± 0,001	0,1193 ± 0,0009
-60	0,2833 ± 0,0012	0,210 ± 0,001	0,194 ± 0,001	0,159 ± 0,018	0,2963 ± 0,0007	0,1940 ± 0,0012	0,1603 ± 0,0014	0,2030 ± 0,0006	0,1743 ± 0,0007	0,1913 ± 0,007
-50	0,3600 ± 0,0026	0,286 ± 0,002	0,2273 ± 0,0014	0,2323 ± 0,0014	0,3893 ± 0,0009	0,2953 ± 0,0009	0,2863 ± 0,0014	0,3000 ± 0,0006	0,2973 ± 0,0012	0,2377 ± 0,0018
-40	0,4250 ± 0,0017	0,3587 ± 0,0014	0,3077 ± 0,0014	0,3723 ± 0,0014	0,4300 ± 0,0015	0,3800 ± 0,0006	0,3637 ± 0,0009	0,380 ± 0,001	0,376 ± 0,001	0,3223 ± 0,0012
-30	0,6013 ± 0,0019	0,404 ± 0,001	0,409 ± 0,001	0,4500 ± 0,0012	0,5083 ± 0,0014	0,460 ± 0,001	0,4887 ± 0,0009	0,4763 ± 0,0024	0,4783 ± 0,0018	0,440 ± 0,003
-20	0,7053 ± 0,0026	0,510 ± 0,001	0,6130 ± 0,0017	0,5903 ± 0,0009	0,764 ± 0,001	0,5807 ± 0,0009	0,6647 ± 0,0014	0,6430 ± 0,0012	0,5820 ± 0,0012	0,5733 ± 0,0012
-10	0,852 ± 0,002	0,6987 ± 0,0009	0,801 ± 0,002	0,8317 ± 0,0018	1,2063 ± 0,0023	1,084 ± 0,002	0,851 ± 0,001	0,785 ± 0,002	0,7265 ± 0,0027	1,2803 ± 0,0009
0	1,3287 ± 0,0024	0,8347 ± 0,0014	1,4930 ± 0,0017	0,9926 ± 0,0012	1,8827 ± 0,0014	1,8707 ± 0,0009	1,2777 ± 0,0019	1,6333 ± 0,0012	1,2873 ± 0,0014	1,723 ± 0,002
10	0,8747 ± 0,5014	0,6307 ± 0,0012	0,7597 ± 0,0009	0,8010 ± 0,0012	1,605 ± 0,002	0,983 ± 0,002	0,8047 ± 0,0014	0,7703 ± 0,0012	0,7840 ± 0,0026	0,8117 ± 0,0024
20	0,724 ± 0,002	0,4927 ± 0,0012	0,5787 ± 0,0014	0,7013 ± 0,0045	0,7563 ± 0,0014	0,7023 ± 0,0013	0,703 ± 0,001	0,6313 ± 0,0013	0,6040 ± 0,0017	0,6023 ± 0,0023
30	0,599 ± 0,001	0,3840 ± 0,0012	0,3807 ± 0,0014	0,5103 ± 0,0007	0,4867 ± 0,0014	0,5047 ± 0,0014	0,5470 ± 0,0012	0,4543 ± 0,0012	0,5103 ± 0,0018	0,526 ± 0,003
40	0,4207 ± 0,0009	0,3083 ± 0,0014	0,2810 ± 0,0012	0,4130 ± 0,0012	0,397 ± 0,001	0,4733 ± 0,0012	0,3963 ± 0,0024	0,385 ± 0,002	0,4013 ± 0,0014	0,384 ± 0,002
50	0,3677 ± 0,0026	0,250 ± 0,002	0,2327 ± 0,0014	0,375 ± 0,002	0,2817 ± 0,0012	0,3847 ± 0,0018	0,2897 ± 0,0067	0,3017 ± 0,0009	0,295 ± 0,002	0,2730 ± 0,0012
60	0,3033 ± 0,0007	0,1937 ± 0,0013	0,1803 ± 0,0009	0,2890 ± 0,0012	0,1920 ± 0,0012	0,255 ± 0,002	0,2057 ± 0,0024	0,1820 ± 0,0012	0,2000 ± 0,0006	0,1963 ± 0,0006
70	0,2090 ± 0,0012	0,1110 ± 0,0006	0,1487 ± 0,0009	0,1943 ± 0,0014	0,1063 ± 0,0009	0,1720 ± 0,0012	0,187 ± 0,001	0,1370 ± 0,0012	0,1057 ± 0,0019	0,1033 ± 0,0019
80	0,110 ± 0,003	0,093 ± 0,002	0,0873 ± 0,0012	0,1080 ± 0,0015	0,087 ± 0,001	0,0927 ± 0,0009	0,1087 ± 0,0009	0,0730 ± 0,0026	0,079 ± 0,002	0,0823 ± 0,00014
90	0,0830 ± 0,0012	0,0543 ± 0,0014	0,037 ± 0,001	0,0773 ± 0,0012	0,0547 ± 0,0014	0,0637 ± 0,0009	0,0738 ± 0,0014	0,0433 ± 0,0012	0,0407 ± 0,0013	0,04033 ± 0,0067
100	0,0237 ± 0,0018	0,024 ± 0,002	0,0210 ± 0,0006	0,0290 ± 0,0012	0,0213 ± 0,0009	0,0237 ± 0,0003	0,023 ± 0,0001	0,0233 ± 0,0009	0,0250 ± 0,0012	0,0213 ± 0,0009

**Tableau 3 : Mesures de CM dans la commune de Bandalungwa (en  $\mu T$ )**

Distance de l'axe de la ligne (en m)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
-100	0,0283 ± 0,5014	0,0237 ± 0,0007	0,0293 ± 0,0014	0,022 ± 0,001	0,0263 ± 0,0012	0,0283 ± 0,0019	0,0237 ± 0,0013	0,0227 ± 0,0007	0,0353 ± 0,0033	0,0203 ± 0,0033
-90	0,075 ± 0,003	0,048 ± 0,007	0,0937 ± 0,0023	0,059 ± 0,007	0,0793 ± 0,0009	0,0837 ± 0,0018	0,0750 ± 0,0026	0,096 ± 0,001	0,1013 ± 0,0033	0,0873 ± 0,003
-80	0,1920 ± 0,0017	0,080 ± 0,002	0,110 ± 0,001	0,0980 ± 0,0017	0,103 ± 0,002	0,108 ± 0,002	0,141 ± 0,001	0,193 ± 0,001	0,1733 ± 0,0033	0,1400 ± 0,0006
-70	0,2757 ± 0,0034	0,1997 ± 0,0007	0,151 ± 0,001	0,163 ± 0,001	0,1973 ± 0,0014	0,1930 ± 0,0012	0,220 ± 0,001	0,2657 ± 0,0007	0,2493 ± 0,0014	0,238 ± 0,002
-60	0,327 ± 0,006	0,276 ± 0,007	0,2197 ± 0,0033	0,2393 ± 0,0013	0,282 ± 0,004	0,2920 ± 0,0017	0,3047 ± 0,0014	0,327 ± 0,001	0,3167 ± 0,0026	0,3593 ± 0,0023
-50	0,411 ± 0,008	0,360 ± 0,007	0,306 ± 0,002	0,3050 ± 0,002	0,3733 ± 0,0019	0,3977 ± 0,0018	0,4273 ± 0,0026	0,487 ± 0,001	0,4033 ± 0,0014	0,427 ± 0,003
-40	0,4883 ± 0,0009	0,4297 ± 0,0033	0,4233 ± 0,0023	0,440 ± 0,007	0,4987 ± 0,0014	0,4850 ± 0,0023	0,5207 ± 0,0014	0,6123 ± 0,0017	0,5367 ± 0,0026	0,599 ± 0,005
-30	0,6313 ± 0,0042	0,503 ± 0,002	0,5137 ± 0,0017	0,525 ± 0,001	0,6847 ± 0,0027	0,6043 ± 0,0028	0,6540 ± 0,0036	0,6987 ± 0,0023	0,613 ± 0,002	0,713 ± 0,003
-20	0,7353 ± 0,0014	0,6157 ± 0,0007	0,607 ± 0,001	0,6517 ± 0,0033	0,863 ± 0,002	0,732 ± 0,002	0,7977 ± 0,0018	0,873 ± 0,002	0,7210 ± 0,0017	0,802 ± 0,003
-10	0,763 ± 0,001	0,7833 ± 0,0017	0,7767 ± 0,0017	0,8313 ± 0,0012	1,0557 ± 0,0023	0,9583 ± 0,0026	0,9167 ± 0,0017	0,9907 ± 0,0013	0,892 ± 0,002	0,915 ± 0,009
0	0,997 ± 0,001	0,9947 ± 0,0014	0,9873 ± 0,0014	0,974 ± 0,002	1,4227 ± 0,0014	9,7300 ± 0,0012	3,5730 ± 0,0036	1,952 ± 0,002	1,7553 ± 0,0023	1,6507 ± 0,0012
10	2,2747 ± 0,0016	1,705 ± 0,003	0,831 ± 0,003	0,8060 ± 0,0015	0,8257 ± 0,0013	1,4437 ± 0,0013	0,9897 ± 0,0019	1,118 ± 0,009	0,8647 ± 0,0014	2,862 ± 0,001
20	1,0323 ± 0,0014	1,247 ± 0,002	0,705 ± 0,002	0,7127 ± 0,0012	1,2603 ± 0,0033	1,329 ± 0,007	0,7213 ± 0,0019	0,8527 ± 0,00185	0,7027 ± 0,0012	0,700 ± 0,009
30	0,822 ± 0,009	0,7367 ± 0,0024	0,6487 ± 0,0012	0,6013 ± 0,0014	0,7907 ± 0,0033	2,072 ± 0,007	0,5390 ± 0,0012	0,7410 ± 0,0012	0,5353 ± 0,0023	1,4200 ± 0,0017
40	0,5130 ± 0,0046	0,6113 ± 0,0023	0,531 ± 0,001	0,5413 ± 0,0019	0,604 ± 0,001	2,9337 ± 0,0013	0,4367 ± 0,0014	2,122 ± 0,009	0,469 ± 0,001	1,5467 ± 0,0026
50	0,4990 ± 0,0016	0,501 ± 0,009	0,4713 ± 0,0014	0,580 ± 0,002	0,496 ± 0,001	4,2073 ± 0,0007	0,9343 ± 0,0019	1,6700 ± 0,0012	0,5740 ± 0,0012	0,9943 ± 0,0014
60	1,2160 ± 0,0012	0,3537 ± 0,0014	1,3043 ± 0,0018	0,245 ± 0,009	0,3037 ± 0,0013	5,802 ± 0,007	4,321 ± 0,002	0,8517 ± 0,0009	0,4617 ± 0,0018	0,8837 ± 0,0012
70	1,710 ± 0,007	0,8333 ± 0,0023	1,2047 ± 0,0014	0,3150 ± 0,0023	0,2273 ± 0,0033	0,806 ± 0,002	0,7390 ± 0,0017	0,572 ± 0,007	0,281 ± 0,001	0,7123 ± 0,0014
80	1,8320 ± 0,001	0,973 ± 0,004	0,6780 ± 0,0017	0,67037 ± 0,00090	0,134 ± 0,001	0,6347 ± 0,0013	0,5223 ± 0,0012	0,3097 ± 0,0009	0,2247 ± 0,0014	0,6503 ± 0,0014
90	1,190 ± 0,006	0,707 ± 0,003	0,3597 ± 0,0009	0,7723 ± 0,0019	0,074 ± 0,001	0,4523 ± 0,0007	0,3187 ± 0,0009	0,2883 ± 0,0018	0,1313 ± 0,0014	0,406 ± 0,003
100	0,2563 ± 0,0035	0,238 ± 0,004	0,1390 ± 0,0012	0,1183 ± 0,0009	0,213 ± 0,0007	0,172 ± 0,001	0,106 ± 0,003	0,1803 ± 0,0013	0,0827 ± 0,0012	0,2203 ± 0,0018

Tableau 4 : Mesures de CM dans la commune de Matete (en  $\mu T$ )

Distance de l'axe de la ligne (en m)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
-100	0,0370 $\pm$ 0,0015	0,00283 $\pm$ 0,0018	0,037 $\pm$ 0,001	0,0270 $\pm$ 0,0012	0,0307 $\pm$ 0,0023	0,044 $\pm$ 0,002	0,0293 $\pm$ 0,0009	0,025 $\pm$ 0,002	0,0300 $\pm$ 0,0026	0,0247 $\pm$ 0,0012
-90	0,0903 $\pm$ 0,0018	0,0993 $\pm$ 0,0023	0,090 $\pm$ 0,0015	0,0720 $\pm$ 0,0012	0,0870 $\pm$ 0,0012	0,1000 $\pm$ 0,0006	0,0953 $\pm$ 0,0017	0,1000 $\pm$ 0,0006	0,0970 $\pm$ 0,0045	0,0797 $\pm$ 0,0024
-80	0,167 $\pm$ 0,012	0,175 $\pm$ 0,026	0,1673 $\pm$ 0,0032	0,1653 $\pm$ 0,0012	0,1673 $\pm$ 0,0022	0,1600 $\pm$ 0,0015	0,1453 $\pm$ 0,0022	0,178 $\pm$ 0,011	0,1860 $\pm$ 0,0045	0,1080 $\pm$ 0,0012
-70	0,2243 $\pm$ 0,0052	0,2403 $\pm$ 0,0038	0,2280 $\pm$ 0,0017	0,215 $\pm$ 0,015	0,205 $\pm$ 0,001	0,2143 $\pm$ 0,0009	0,192 $\pm$ 0,014	0,2034 $\pm$ 0,0025	0,1990 $\pm$ 0,0012	0,194 $\pm$ 0,003
-60	0,266 $\pm$ 0,032	0,277 $\pm$ 0,023	0,273 $\pm$ 0,025	0,253 $\pm$ 0,023	0,239 $\pm$ 0,019	0,2913 $\pm$ 0,0014	0,257 $\pm$ 0,018	0,289 $\pm$ 0,003	0,2596 $\pm$ 0,0009	0,2950 $\pm$ 0,0026
-50	0,034 $\pm$ 0,03	0,349 $\pm$ 0,026	0,33 $\pm$ 0,02	0,322 $\pm$ 0,017	0,3127 $\pm$ 0,0009	0,381 $\pm$ 0,005	0,345 $\pm$ 0,027	0,3843 $\pm$ 0,0014	0,3913 $\pm$ 0,0012	0,403 $\pm$ 0,002
-40	0,408 $\pm$ 0,008	0,467 $\pm$ 0,033	0,4297 $\pm$ 0,0014	0,452 $\pm$ 0,016	0,4427 $\pm$ 0,0055	0,4890 $\pm$ 0,0066	0,46 $\pm$ 0,04	0,4927 $\pm$ 0,0018	0,5087 $\pm$ 0,0009	0,5113 $\pm$ 0,0018
-30	0,5257 $\pm$ 0,0012	0,593 $\pm$ 0,016	0,5367 $\pm$ 0,0014	0,572 $\pm$ 0,033	0,569 $\pm$ 0,011	0,568 $\pm$ 0,033	0,61 $\pm$ 0,05	0,5963 $\pm$ 0,0023	0,6163 $\pm$ 0,0024	0,6097 $\pm$ 0,0014
-20	0,652 $\pm$ 0,028	0,73 $\pm$ 0,04	0,662 $\pm$ 0,006	0,619 $\pm$ 0,006	0,648 $\pm$ 0,026	0,719 $\pm$ 0,065	0,689 $\pm$ 0,016	0,694 $\pm$ 0,001	0,7313 $\pm$ 0,0009	0,7670 $\pm$ 0,0015
-10	0,8820 $\pm$ 0,0076	0,8000 $\pm$ 0,0066	0,816 $\pm$ 0,026	0,801 $\pm$ 0,007	0,801 $\pm$ 0,015	1,051 $\pm$ 0,057	0,774 $\pm$ 0,028	0,7270 $\pm$ 0,0017	0,8230 $\pm$ 0,0019	0,9017 $\pm$ 0,0014
0	2,2753 $\pm$ 0,0032	0,943 $\pm$ 0,037	0,969 $\pm$ 0,013	1,2307 $\pm$ 0,0018	1,1420 $\pm$ 0,0017	1,3950 $\pm$ 0,0017	1,0103 $\pm$ 0,0024	0,9623 $\pm$ 0,0025	1,074 $\pm$ 0,006	0,9807 $\pm$ 0,0014
10	2,042 $\pm$ 0,086	0,8 $\pm$ 0,04	0,850 $\pm$ 0,053	0,825 $\pm$ 0,024	0,80 $\pm$ 0,01	0,88 $\pm$ 0,07	0,802 $\pm$ 0,023	0,687 $\pm$ 0,018	0,806 $\pm$ 0,007	0,80 $\pm$ 0,05
20	1,0063 $\pm$ 0,0014	0,58 $\pm$ 0,06	0,646 $\pm$ 0,023	0,656 $\pm$ 0,022	0,646 $\pm$ 0,026	0,728 $\pm$ 0,036	0,690 $\pm$ 0,016	0,631 $\pm$ 0,03	0,698 $\pm$ 0,025	0,676 $\pm$ 0,043
30	0,8223 $\pm$ 0,0065	0,488 $\pm$ 0,009	0,5053 $\pm$ 0,0024	0,561 $\pm$ 0,008	0,57 $\pm$ 0,02	0,5750 $\pm$ 0,0017	0,5057 $\pm$ 0,0055	0,493 $\pm$ 0,034	0,5460 $\pm$ 0,0032	0,5237 $\pm$ 0,0024
40	0,507 $\pm$ 0,023	0,443 $\pm$ 0,006	0,440 $\pm$ 0,015	0,42 $\pm$ 0,04	0,412 $\pm$ 0,005	0,410 $\pm$ 0,004	0,468 $\pm$ 0,0038	0,412 $\pm$ 0,002	0,4207 $\pm$ 0,0035	0,4363 $\pm$ 0,0018
50	0,366 $\pm$ 0,028	0,3873 $\pm$ 0,0014	0,330 $\pm$ 0,009	0,349 $\pm$ 0,005	0,3823 $\pm$ 0,0024	0,3643 $\pm$ 0,0023	0,34 $\pm$ 0,01	0,317 $\pm$ 0,008	0,327 $\pm$ 0,008	0,356 $\pm$ 0,002
60	0,27 $\pm$ 0,01	0,28 $\pm$ 0,02	0,2837 $\pm$ 0,5054	0,26 $\pm$ 0,01	0,28 $\pm$ 0,01	0,274 $\pm$ 0,004	0,274 $\pm$ 0,013	0,244 $\pm$ 0,028	0,253 $\pm$ 0,003	0,277 $\pm$ 0,007
70	0,223 $\pm$ 0,007	0,0217 $\pm$ 0,005	0,220 $\pm$ 0,016	0,2203 $\pm$ 0,0024	0,2177 $\pm$ 0,0043	0,207 $\pm$ 0,004	0,19 $\pm$ 0,01	0,1743 $\pm$ 0,0054	0,178 $\pm$ 0,015	0,191 $\pm$ 0,006
80	0,144 $\pm$ 0,009	0,162 $\pm$ 0,006	0,155 $\pm$ 0,015	0,149 $\pm$ 0,006	0,174 $\pm$ 0,015	0,168 $\pm$ 0,016	0,1393 $\pm$ 0,0034	0,1333 $\pm$ 0,0027	0,1327 $\pm$ 0,0047	0,1170 $\pm$ 0,0023
90	0,0853 $\pm$ 0,0028	0,080 $\pm$ 0,003	0,094 $\pm$ 0,009	0,076 $\pm$ 0,0033	0,082 $\pm$ 0,007	0,0823 $\pm$ 0,0073	0,079 $\pm$ 0,006	0,853 $\pm$ 0,005	0,089 $\pm$ 0,002	0,0820 $\pm$ 0,0038
100	0,0267 $\pm$ 0,0009	0,023 $\pm$ 0,002	0,038 $\pm$ 0,006	0,0233 $\pm$ 0,0009	0,03167 $\pm$ 0,00033	0,024 $\pm$ 0,002	0,0240 $\pm$ 0,0026	0,0280 $\pm$ 0,0044	0,0333 $\pm$ 0,0019	0,0236 $\pm$ 0,0023

**Tableau 5 : Mesures de CM dans la commune de Kisenso (en  $\mu T$ )**

Distance de l'axe de la ligne (en m)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
-100	0,0213 ± 0,0007	0,0223 ± 0,0013	0,0227 ± 0,0009	0,0217 ± 0,0017	0,0220 ± 0,0006	0,023 ± 0,002	0,025 ± 0,002	0,0223 ± 0,0007	0,0220 ± 0,0012	0,0230 ± 0,0025
-90	0,03167 ± 0,00033	0,0323 ± 0,0019	0,0430 ± 0,0012	0,0303 ± 0,0018	0,0420 ± 0,0006	0,0327 ± 0,0009	0,0297 ± 0,0033	0,0313 ± 0,0019	0,0343 ± 0,0018	0,0277 ± 0,0024
-80	0,0523 ± 0,0014	0,0513 ± 0,0014	0,0753 ± 0,0014	0,0517 ± 0,0012	0,0690 ± 0,0012	0,0673 ± 0,0014	0,0523 ± 0,0009	0,0687 ± 0,0024	0,0553 ± 0,0034	0,0447 ± 0,0023
-70	0,0740 ± 0,0006	0,0777 ± 0,0018	0,1117 ± 0,0009	0,0750 ± 0,0017	0,1033 ± 0,0017	0,0967 ± 0,0038	0,0980 ± 0,0027	0,130 ± 0,004	0,1020 ± 0,0012	0,101 ± 0,002
-60	0,1047 ± 0,0027	0,203 ± 0,004	0,1917 ± 0,0044	0,2153 ± 0,0044	0,2003 ± 0,0035	0,187 ± 0,004	0,151 ± 0,009	0,180 ± 0,016	0,1570 ± 0,0026	0,131 ± 0,003
-50	0,1597 ± 0,0013	0,2183 ± 0,0018	0,2857 ± 0,0013	0,303 ± 0,003	0,2710 ± 0,0015	0,251 ± 0,002	0,257 ± 0,003	0,309 ± 0,005	0,2017 ± 0,0014	0,1813 ± 0,0023
-40	0,2393 ± 0,0017	0,3523 ± 0,0024	0,4143 ± 0,0012	0,3977 ± 0,0018	0,3717 ± 0,0009	0,4167 ± 0,0009	0,401 ± 0,001	0,3550 ± 0,0012	0,3657 ± 0,0012	0,2983 ± 0,0017
-30	0,4013 ± 0,0007	0,4120 ± 0,0036	0,5170 ± 0,0023	0,5216 ± 0,0014	0,5253 ± 0,0033	0,5697 ± 0,0014	0,5843 ± 0,0013	0,5597 ± 0,0007	0,5340 ± 0,0006	0,3920 ± 0,0016
-20	0,5210 ± 0,0026	0,533 ± 0,002	0,7213 ± 0,0012	0,7727 ± 0,0019	0,753 ± 0,002	0,7503 ± 0,0026	0,8097 ± 0,0018	0,7837 ± 0,0026	0,7507 ± 0,0014	0,5620 ± 0,0016
-10	1,249 ± 0,002	2,3613 ± 0,0014	1,9593 ± 0,0012	1,7603 ± 0,0018	3,172 ± 0,001	2,5770 ± 0,0026	1,123 ± 0,002	1,1073 ± 0,0033	0,8517 ± 0,0012	0,7143 ± 0,0014
0	1,3613 ± 0,0034	2,4360 ± 0,0026	4,0387 ± 0,0019	5,0407 ± 0,0009	3,8237 ± 0,0028	3,7580 ± 0,0017	2,982 ± 0,002	1,9627 ± 0,0009	1,116 ± 0,001	1,039 ± 0,002
10	0,914 ± 0,007	1,7250 ± 0,0035	1,457 ± 0,002	1,4983 ± 0,0013	1,863 ± 0,0034	1,819 ± 0,008	0,9063 ± 0,0044	0,916 ± 0,007	0,773 ± 0,001	0,6757 ± 0,0018
20	0,5240 ± 0,0017	0,5457 ± 0,0013	0,7017 ± 0,0018	0,7023 ± 0,0018	0,708 ± 0,003	0,6910 ± 0,0023	0,7523 ± 0,0018	0,677 ± 0,003	0,6980 ± 0,0017	0,505 ± 0,003
30	0,3930 ± 0,0026	0,3857 ± 0,0027	0,497 ± 0,009	0,4913 ± 0,0023	0,4807 ± 0,0019	0,5060 ± 0,0025	0,4963 ± 0,0023	0,5277 ± 0,0035	0,509 ± 0,003	0,391 ± 0,003
40	0,2450 ± 0,0017	0,3430 ± 0,0017	0,396 ± 0,004	0,3840 ± 0,0045	0,3657 ± 0,0023	0,392 ± 0,005	0,391 ± 0,002	0,361 ± 0,015	0,3500 ± 0,0036	0,2900 ± 0,0017
50	0,2003 ± 0,0035	0,2653 ± 0,0043	0,271 ± 0,002	0,2550 ± 0,0026	0,2943 ± 0,0024	0,2783 ± 0,0044	0,2537 ± 0,0026	0,3013 ± 0,0007	0,2293 ± 0,0012	0,1883 ± 0,0018
60	0,1153 ± 0,0027	0,189 ± 0,002	0,1743 ± 0,0018	0,204 ± 0,002	0,1880 ± 0,0017	0,1820 ± 0,0012	0,1547 ± 0,0014	0,166 ± 0,006	0,1547 ± 0,0014	0,1390 ± 0,0012
70	0,089 ± 0,009	0,0833 ± 0,0012	0,1020 ± 0,0012	0,078 ± 0,002	0,1023 ± 0,0007	0,0997 ± 0,0009	0,1013 ± 0,0007	0,1117 ± 0,0014	0,1030 ± 0,0015	0,098 ± 0,002
80	0,0577 ± 0,0019	0,0580 ± 0,0017	0,0760 ± 0,0012	0,0537 ± 0,0009	0,073 ± 0,002	0,0870 ± 0,0015	0,0580 ± 0,0015	0,0523 ± 0,0019	0,048 ± 0,002	0,0420 ± 0,0006
90	0,0407 ± 0,0007	0,0443 ± 0,0018	0,037 ± 0,001	0,0380 ± 0,0012	0,0367 ± 0,0014	0,0373 ± 0,0026	0,0327 ± 0,0014	0,0323 ± 0,0033	0,0337 ± 0,0014	0,0300 ± 0,0006
100	0,0217 ± 0,0009	0,022 ± 0,001	0,0243 ± 0,0012	0,0227 ± 0,0012	0,0213 ± 0,009	0,0233 ± 0,0009	0,0213 ± 0,0009	0,0217 ± 0,0012	0,0217 ± 0,0009	0,0220 ± 0,0006

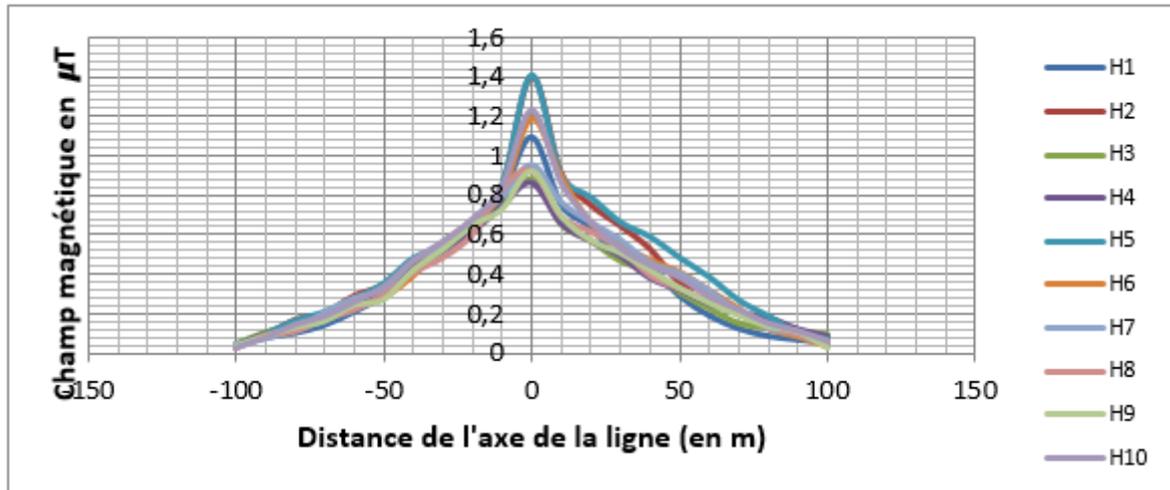


Figure 3 : Allure des champs magnétiques dans les ménages de la Commune de Selembao

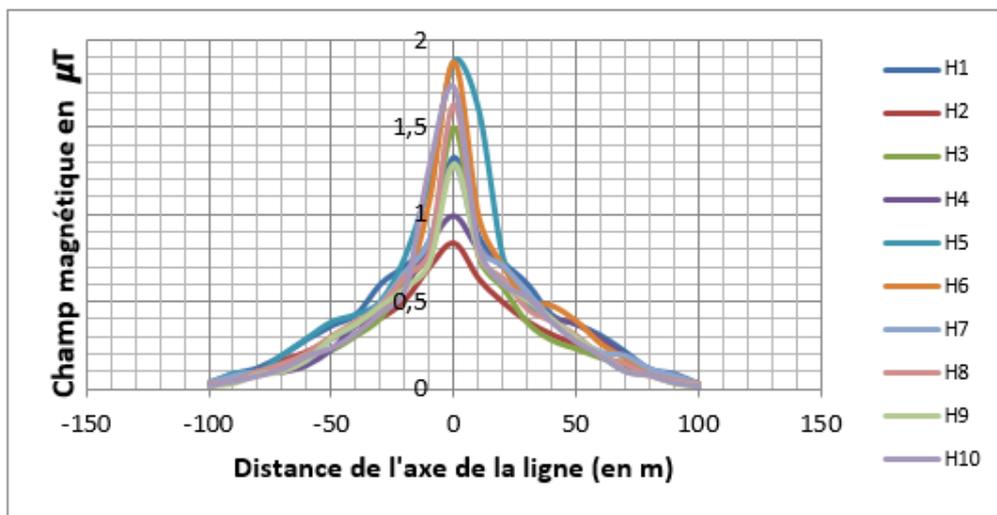


Figure 4 : Allure des CM dans les ménages de la Commune de Limete

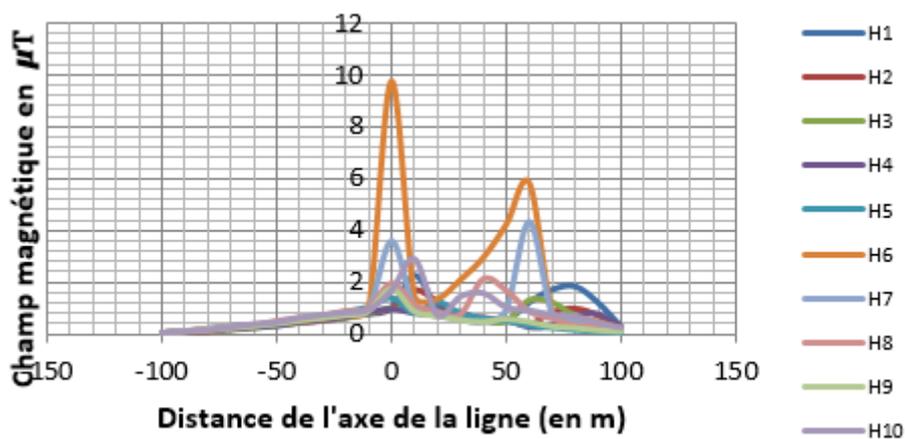


Figure 5 : Allure des CM dans les ménages de la Commune de Bandalungwa

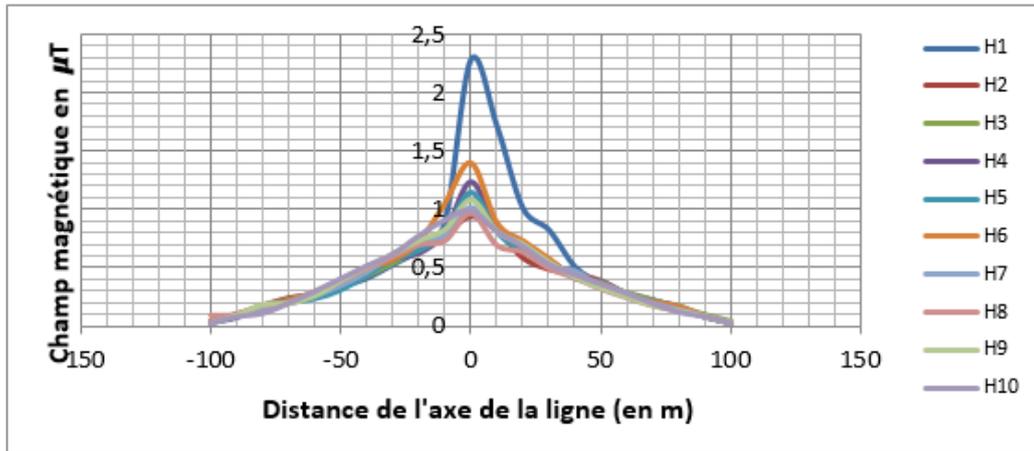


Figure 6 : Allure des champs magnétiques dans les ménages de la Commune de Matete

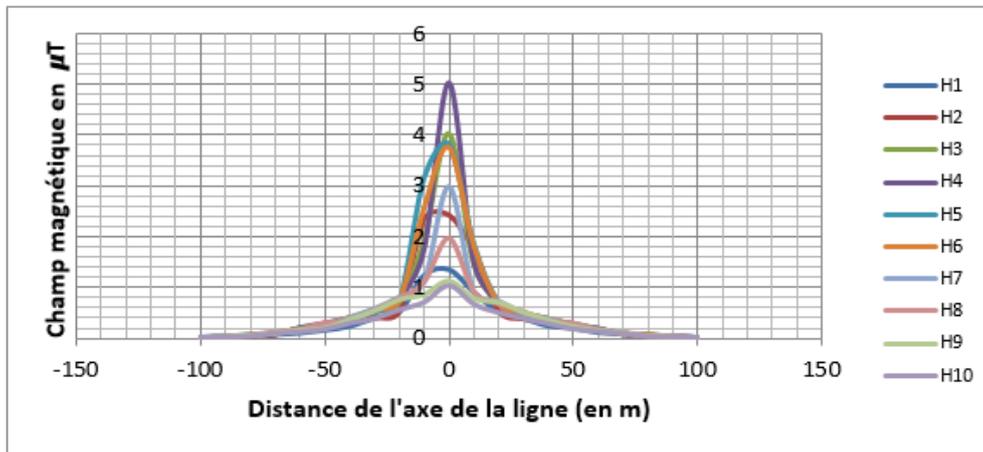


Figure 7 : Allure des champs magnétiques dans les ménages de la Commune de Kisenso

### 3-2. Incidence des mesures de CM enregistrées sur la santé : test t de student

Les comparaisons des moyennes de CM présentées ci-dessous (*Tableau 6 à 9*) s'appuient sur la confrontation au « test t de student » qui permet de déterminer, à partir des échantillons, s'il y a une différence entre les moyennes de deux populations. Dans ce cas-ci, il s'agit de l'influence possible exercée par les mesures de CM enregistrées suivant l'emplacement des habitations le long des LHT et la présence de quelques pathologies au milieu de ménages qui ont été l'objet de l'enquête. On n'a retenu ci-dessous que les cas d'épilepsie, de cancer, de rhumatisme et d'altération de la vision pour lesquels le test est concluant.

Tableau 6 : Effectifs, moyennes et écarts-types des mesures face à l'épilepsie

	Cas d'épilepsie	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Mesure	Oui	132	0,56248	0,704493	0,020320
	Non	1202	0,31967	0,281768	0,042004

**Tableau 7 : Effectifs, moyennes et écarts-types des mesures face au cancer**

	Cas de cancer	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Mesure	Oui	136	0,75343	0,503642	0,077714
	Non	1198	0,32088	0,687878	0,019874

**Tableau 8 : Effectifs, moyennes et écarts-types des mesures face aux rhumatismes**

	cas de rhumatismes	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Mesure	Oui	294	0,57044	0,732934	0,022727
	Non	1040	0,39282	0,419688	0,024477

**Tableau 9 : Effectifs, moyennes et écarts-types des mesures face à l'altération de la vision**

	Cas altération de la vision	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Mesure	Oui	352	0,56207	0,742621	0,023698
	Non	982	0,34542	0,454320	0,024215

## 4. Discussion

### 4-1. Sur le volet expérimental

Dans la commune de Selembao, le **Tableau 1** montre que les CM dans l'axe de la ligne THT se situent dans l'intervalle  $[0,867; 1,410] \mu T$ . Il faut aller au-delà de 40m de part et d'autre de la ligne pour tomber sous la barre de  $0,400 \mu T$  [21] alors qu'il fallait dépasser les 50 m dans une précédente étude [25]. D'autre part, la **Figure 3** montre que c'est au-delà de 80 m que l'on retrouve de valeurs en dessous de  $0,100 \mu T$  choisis comme seuil de l'étude [18]. Tandis qu'à droite de la ligne, il faut aller au-delà de 90 m pour retrouver des valeurs en dessous de  $0,100 \mu T$ . En ce qui concerne la commune de Limete, on voit sur le **Tableau 2** que les CM dans l'axe de la ligne varient dans l'intervalle  $[0,835; 1,883] \mu T$ . Des deux côtés de la ligne ici, on voit sur la **Figure 4** que c'est au-delà de 40 m que l'on tombe sous la barre de  $0,400 \mu T$  [7], ce qui est à peu près conforme aux résultats obtenus quatre ans plus tôt [25]. Par ailleurs, c'est au-delà de 80 m que l'on retrouve les valeurs en dessous de  $0,100 \mu T$  choisis comme seuil de plusieurs études épidémiologiques [18]. On voit dans le **Tableau 3**, se rapportant à la commune de Bandalungwa, les valeurs de CM dans l'axe de la ligne qui se situent dans l'intervalle  $[0,974 ; 9,730] \mu T$ . A gauche de la ligne, la **Figure 5** indique qu'il faut aller au-delà de 50 m pour tomber sous la barre de  $0,400 \mu T$  [10], ce qui est conforme aux résultats obtenus en 2018 [28] et de 80 m pour retrouver des valeurs inférieures à  $0,100 \mu T$ . Par ailleurs, c'est au-delà de 90 m que l'on descend en dessous de  $0,400 \mu T$ , résultat conforme à [25] et qui est dû aux faisceaux de lignes HT qui traversent cette commune. Dans la commune de Matete, le **Tableau 4** montre que les CM dans l'axe

de la ligne se situent dans l'intervalle  $[0,973; 2,275] \mu T$ . Sur la **Figure 6** par contre, on voit que c'est à partir de 50 m que les valeurs tombent sous la barre de  $0,400 \mu T$  [21] de part et d'autre de la ligne, ce qui est globalement conforme à une précédente étude [25] alors que c'est aux environs de 90 m que l'on retrouve des valeurs inférieures à  $0,100 \mu T$  des deux côtés de la ligne [18]. Enfin pour la commune de Kisenso, le **Tableau 5** montre que les CM dans l'axe de la ligne se situent dans l'intervalle  $[1,116; 5,041] \mu T$ . En accord avec [28] et la **Figure 7** faisant foi, c'est à partir de 50 m à gauche de la ligne et 40 m à droite que les valeurs tombent sous la barre de  $0,400 \mu T$  alors que c'est aux environs de 90 m gauche de la ligne et 80 m à droite que l'on retrouve des valeurs inférieures à  $0,100 \mu T$ . Il ressort de ce qui précède que les mesures obtenues dans les **Tableaux 1 à 5**, en allant de l'axe des lignes jusque 50 m de part et d'autre de ces lignes, sont susceptibles d'entraîner des pathologies déclarées par les chefs de ménage qui vivent autour desdites lignes. La valeur de  $0,100 \mu T$  qui représente le seuil épidémiologique implique qu'il faudrait transposer l'occurrence de ces pathologies jusqu'au tour de 90 m de part et d'autre de la ligne de sorte qu'il faille retenir une emprise de 100 m [18] ainsi que l'on peut le remarquer en observant les **Figures 1 à 7**.

#### 4-2. Incidence des mesures de CM enregistrées sur la santé : test t de student

En termes d'exposition aux CM, les résultats révèlent que des ménages exposés à des CM d'une moyenne de  $0,562 \mu T$ , valeur au-delà du seuil de  $0,400 \mu T$  présentent plus de cas d'épilepsie par rapport à ceux qui sont exposés à des CM moins importants de l'ordre de  $0,320 \mu T$ . En effet, le test t de student calculé ( $t = 2.304$  avec  $ddl = 1332$ ) indique une différence statistiquement significative entre les deux moyennes des mesures en présence. La prévalence relevée ici est plus élevée que celle obtenue par [29] et conforte l'occurrence à des maladies neuro dégénératives dues à l'exposition aux CM [30]. Les résultats concernant les ménages exposés à des CM d'environ  $0,753 \mu T$  font état, sur la base d'un test t de student calculé statistiquement significatif ( $t = 2.170$  avec  $ddl = 1332$ ), de davantage des cas de cancer que les membres des ménages qui sont exposés CM d'environ  $0,321 \mu T$  inférieurs  $0,400 \mu T$  [7]. En plus, la prévalence de l'occurrence du cancer ici est plus importante que ne le montrent certaines études [31, 32]. Par ailleurs, le test t de student calculé ( $t = 3.974$  avec  $ddl = 1332$ ) montre que des ménages exposés à des CM d'environ  $0,570 \mu T$  présentent plus de cas de rhumatismes que ceux qui sont exposés à des CM moindres ( $0,393 \mu T$ ) mais aussi, la prévalence constatée est supérieure à celle obtenue par [33]. Et enfin, les mesures récoltées mises en relation avec l'apparition des cas d'altération de la vision avec des CM de l'ordre de  $0,562 \mu T$  ont permis d'avoir un test t de student calculé ( $t = 2.767$  avec  $ddl = 1332$ ) statistiquement significatif qui indique qu'à force d'être exposés aux CM supérieurs à  $0,400 \mu T$  [10], les individus de ces ménages souffriraient plus d'altération de la vision que les membres des ménages qui sont exposés aux CM de l'ordre de  $0,345 \mu T$ . La prévalence des résultats obtenus ici est supérieure à celle établie dans les travaux de [34]. Quoique certaines études concluent à l'absence de risques éventuels de lignes aériennes de transport d'électricité dûs aux CEM EBF [35 - 37], le financement de la plupart de ces études semblerait influencer les résultats auxquels elles parviennent [38] alors que nombre d'études non financées conduisent à des résultats moins négationnistes pour la leucémie [39 - 41] et Alzheimer [42] à l'instar des résultats obtenus dans cette étude qui constituent par ailleurs une question de santé publique [8].

## 5. Conclusion

Cette étude montre que dans le cas des lignes THT de la ville de Kinshasa, il faut aller globalement au-delà de 100 m pour obtenir des valeurs de  $CM \leq 0,100 \mu T$  conformément au seuil épidémiologique. Ce résultat contredit la servitude de 25 m préconisée par la SNEL et la ramène à 100 m. Elle établit également une incidence de l'exposition respectivement à des CM de l'ordre de  $0,562 \mu T$  sur l'épilepsie avec une prévalence de 9,9 % ; de  $0,753 \mu T$  sur le cancer avec une prévalence de 10,2 % ; de  $0,570 \mu T$  sur les rhumatismes avec une prévalence de 22 % et de  $0,562 \mu T$  sur l'altération de la vision avec une prévalence de 26,4 %. Cette incidence apparaît également dans le fait que les ménages épargnés par les pathologies retenues sont respectivement exposés à des CM d'environ  $0,320 \mu T$  ;  $0,321 \mu T$  ;  $0,393 \mu T$  et  $0,345 \mu T$ . Ainsi, les ménages exposés sous des  $CM \geq 0,400 \mu T$  sont davantage touchés par l'épilepsie, le cancer, les rhumatismes et l'altération de la vue sans occulter la nécessité l'établissement, à des fins de de santé publique, d'une emprise de 100 m.

## Références

- [1] - M. E. MAFFEI, Magnetic Fields and Cancer : Epidemiology, Cellular Biology, and Theranostics, *Int J Mol Sci.* 23(3) (25 Jan 2022) 1339
- [2] - S. SINGH, N. KAPOOR, Health implications of electromagnetic fields, mechanisms of action, and research needs, *Adv. Biol.* 24 (2014)
- [3] - M. REPACHOLI, Concern that "EMF" magnetic fields from power lines cause cancer, *Sci Total Environ.* Jun 1; 426 (2012) 454 - 8
- [4] - P. A. KOKATE, A. K. MISHRA, S. K. LOKHANDE and G. L. BODHE, Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF-EMF) and childhood leukemia (CL) near transmission lines : a review, *Advanced Electromagnetics*, VOL. 5, NO 1, (APRIL 2016)
- [5] - P. A BENITO BENITO, M. Y FERNANDEZ TORRES, J. O TOLOSA CETINA, Effects of electromagnetic radiation : A case study, *South Florida Journal of Development*, Vol. 2 No. 5 (2021) 7040 - 7052
- [6] - J. L. SOTO SUMUANO et al., Radiación electromagnética, leucemia infantil y regulación electromagnetic radiation, childhood leukemia and regulation, *Rev. Int. Contam. Ambie.* 36 (2) (2020) 229 - 240
- [7] - V. ZARYABOVA, T. SHALAMANOVA, M. ISRAEL, Pilot study of extremely low frequency magnetic fields emitted by transformers in dwellings. Social aspects, *Electromagn Biol Med*; 32(2) (Jun 2013) 209 - 17
- [8] - Y. TOUITOU, B. SALMAOUI, The effects of extremely low-frequency magnetic fields on melatonin and cortisol, two marker rhythms of the circadian system, *Dialogues Clin Neurosci.*; 14(4) (Dec 2012) 381 - 399
- [9] - N. AUGERAC, M. BILODEAU-BERTRAND, S. MARCOUX et T. KOSATSKYD, Residential exposure to electromagnetic fields during pregnancy and risk of child cancer : A longitudinal cohort study, *Environmental Research* Volume 176, (September 2019) 108524
- [10] - J. SCHÜZ, Exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer : update of the epidemiological evidence, *Prog Biophys Mol Biol*; 107 (3) (Dec 2011) 339 - 42
- [11] - V. WÜNSCH-FILHO et al., Exposure to magnetic fields and childhood acute lymphocytic leukemia in São Paulo, Brazil, *Cancer Epidemiol.* ; 35 (6) (Dec 2011) 534 - 9
- [12] - S. SCHMIEDEL et al., Spatial clustering and space-time clusters of leukemia among children in Germany, 1987-2007, *European Journal of Epidemiology*, Vol. 25, No. 9, (2010) 627 - 633
- [13] - K. J. BUNCH and al., Residential distance at birth from overhead high-voltage powerlines : childhood cancer risk in Britain 1962 - 2008, *British Journal of Cancer* 110 (2014) 1402 - 1408

- [14] - H. HASANZADEH and *al.*, Effect of ELF-EMF Exposure on Human Neuroblastoma Cell Line : a Proteomics Analysis, *Iran J Cancer Prev* 7(1) (2014) 22 - 27
- [15] - L. KHEIFETS and *al.*, Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukemia. *British Journal of Cancer* 103 (2010) 1128 - 1135
- [16] - I. CALVENTE and *al.*, Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia : A systematic review, *Sci Total Environ* 408 (16) (2010) 3062 - 3069
- [17] - L. KHEIFETS and *al.*, A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors, *American Journal of Epidemiology* 172 (7) (2010) 752 - 761
- [18] - J. GRELLIER, P. RAVAZZANI and E. CARDIS, Potential health impacts of residential exposures to extremel fields in Europe, *Environment International* 62 (2014) 55 - 63
- [19] - K. J BUNCH and *al.*, Residential distance at birth from overhead high-voltage power lines : childhood cancer risk in Britain 1962 - 2008, *British Journal of Cancer* 110 (2014) 1402 - 1408
- [20] - M. C PEREIRA, IdC. GUIMARÃES, D. ACOSTA AVALOS, W. F ANTONIALLI JUNIOR, Can altered magnetic field affect the foraging behaviour of ants? *PLoS ONE* 14 (11) (2019) e0225507
- [21] - A. ADEKUNLE and *al.*, Evaluating the Effects of Radiation from Cell Towers and High Tension Power Lines on Inhabitants of Buildings in Ota, Ogun State, *Communications in Applied Sciences*, 3 (1) (2015) 1 - 21
- [22] - M. HAFAWA, A. MOURAD, et T. AGUILI, Electromagnetic Modulation of Dipole Antenna inside an Infinite Rectangular Waveguide Using MoM-GEC, *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications* 08(09) (2016). 161 - 172
- [23] - M. MASLANYJ and *al.*, A precautionary public health protection strategy for the possible risk of childhood leukaemia from exposure to power frequency magnetic fields, *BMC Public Health*. 10 (5 Nov 2010) 673.
- [24] - C. NGOMA BUVEKA, W. MULUMBA MAYAUDI, and J. CIMBELA KABONGO, Fluctuations de la pollution électromagnétique dans les environs des habitations sous les lignes très haute tension de la ville de Kinshasa, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 60, no. 1 (April 2022) 57 - 65
- [25] - C. NGOMA BUVEKA, Caractérisation de la pollution électromagnétique des lignes Très Haute Tension sur l'environnement des habitations dans la ville de Kinshasa, Centre de Recherche Interdisciplinaire de l'Université Pédagogique Nationale, PUPN, N° 074C (Janvier-Mars 2018) 37 - 49
- [26] - C. NGOMA, F. ILANGA, G. SAMU, L. EFOTO, Quelques paramètres physicochimiques des miels de quatre provinces de la République Démocratique du Congo en relation avec leur qualité et leur stabilité, *Afrique Science* 14(5) (2018) 415 - 424
- [27] - LE MARÉCHAL et *al.*, Design of a national and regional survey among French general practitioners and method of the first wave of survey dedicated to vaccination, *Med Mal Infect.* ; 45 (10) (2015) 403 - 410
- [28] - R. MAVUDILA et C. NGOMA, Mesure de l'exposition aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence sur des personnes vivant sous les lignes THT dans la ville de Kinshasa, *Revue des Sciences Médicales*, Vol. n°3 (juillet 2018) 91 - 104
- [29] - C. KAPUTU-KALALA-MALU, Epilepsy and acute seizures in children in sub-Saharan Africa : challenges and hopes, *Pan Afr Med J.* ; 23 (2016) 58
- [30] - A. M. GARCIA, A. SISTERNAS and S. P. HOYOS, Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis, *Int. J. Epidemiol* 37(2) (2008) 329 - 340
- [31] - K. D. MASHINDA, K. P. KAYEMBE, M. A. MAPATANO, Prevalence of cancer in the Democratic Republic of Congo : anatomopathological data collected at the University Clinics and the General Reference Hospital of Kinshasa, *Ann. Afr. Med.*, Vol. 5, N° 3 (Juin 2012)
- [32] - A. TSHIMPI and *al.*, Cancer in the Democratic Republic of Congo in 2016, *Medical specialties*, Volume 9 N°3 (juin 2016)

- [33] - J-P. DIVENGI NZAMBI and *al.*, The epidemiology of rheumatic disorders in a rural area of the Democratic Republic of Congo (DRC) : A COPCORD study, *African Journal of Rheumatology*, Vol. 5 No. 2 (2017)
- [34] - B. LONGO-MBENZA and *al.*, Effects of biomarkers of oxidative stress damage on prevalence and severity of visual disability among black Central Africans, *Molecular Vision* 18 (167-68) (June 2012) 1619 - 28
- [35] - MALAGOLI and *al.*, Risk of hematological malignancies associated with magnetic fields exposure from power lines : a case-control study in two municipalities of northern Italy, *Environmental Health* 30 (2010) 9 - 16
- [36] - K. J. BUNCH, J. SWANSON, T. J. VINCENT and M. F. G. MURPHY, Magnetic fields and childhood cancer: an epidemiological investigation of the effects of high-voltage underground cables, *J Radiol Prot.* , 35 (3) (Sep 2015) 695 - 705
- [37] - D. O. CARPENTER, Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer : How source of funding affects results, *Environ Res.* ; 178 (Nov 2019) 108688
- [38] - M. E KROLL, J. SWANSON, T. J. VINCENT and G. J. DRAPER, Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study, *Br J Cancer.* ; 103(7) (28 Sep 2010) 1122 - 1127
- [39] - P. ELLIOTT et *al.*, Adult cancers near high-voltage overhead power lines *Epidemiology*, 24(2) (Mar 2013) 184 - 90
- [40] - I. BALDI et *al.*, Occupational and residential exposure to electromagnetic fields and risk of brain tumours in adults : A case control study in Gironde, France. *Int J Cancer.*; 129(6) (15 Sep 2011) 1477 - 84
- [41] - M.W. KHAN, J. JUUTILAINEN and P. ROIVAINEN, Registry of Buildings With Transformer Stations as a Basis for Epidemiological Studies on Health Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields, *.Bioelectromagnetics*; 41(1) (Jan 2020) 34 - 40