Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE DIRECT®
Pathologie Biologie 51 (2003) 412–415
PATHOLOGIE BIOLOGIE
www.elsevier.com/locate/patbio

Note brève

Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : II/ Incidences de l'âge des sujets, de la durée de leur exposition et de leur position par rapport aux antennes et autres sources électromagnétiques ☆

Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors

R. Santini [a,*], P. Santini [b], J.M. Danze [b], P. Le Ruz [b], M. Seigne [a]

[a] *Institut national des sciences appliquées, laboratoire de biochimie–pharmacologie, bâtiment Louis-Pasteur, 69621 Villeurbanne cedex, France*
[b] *ABPE, 26, square Marcel-Bouget, 35700 Rennes, France*

Reçu le 23 septembre 2002 ; accepté le 7 octobre 2002

Résumé

Une enquête a été conduite au moyen d'un questionnaire auprès de 530 personnes (270 hommes, 260 femmes) vivant ou non à proximité de stations relais de téléphonie mobile. Seize symptômes (*Non Specific Health Symptoms* – NSHS) ont été étudiés (test non paramétrique du CHI-Carré avec la correction de continuité de Yates). Les résultats obtenus dans cette 2e partie montrent des augmentations significatives ($p < 0{,}05$) de la fréquence de différentes plaintes exprimées par les riverains, en fonction de leur âge (plus grande sensibilité des sujets âgés). La position «face aux antennes » apparaît en outre, pour quelques symptômes, comme la plus nocive jusqu'à une distance de 100 m des stations relais. La durée d'exposition (de < 1 an à > 5 ans) n'a pas d'effet significatif sur la fréquence des plaintes rapportées par les riverains à l'exception du symptôme irritabilité. La présence d'autres sources électromagnétiques dans l'environnement des riverains (transformateurs électriques, émetteurs de radiotélévision,...) modifie la fréquence de certaines plaintes.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

This is the 2nd part of a survey study conducted on 530 people (270 men, 260 women) living or not in vicinity of cellular phone base stations. Comparison of complaints frequencies for 16 Non Specific Health Symptoms was done with the CHI-Square test with Yates correction. Our results show significant increase ($p < 0.05$) in relation with age of subjects (elder subjects are more sensitive) and also, that the facing location is the worst position for some symptoms studied, especially for distances till 100m from base stations. No significant difference is observed in the frequency of symptoms related to the duration of exposure (from < 1 year to > 5 years), excepted for irritability significantly increased after > 5 years. Other electromagnetic factors (electrical transformers, radio-television transmitters,...) have effects on the frequency of some symptoms reported by the subjects.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Stations relais ; Riverains ; Effets biologiques

Keywords: Cellular phone; Base stations; Bioeffects

☆ Les résultats présentés n'engagent pas l'Insa de Lyon.

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : rsantini@insa-lyon.fr (R. Santini).

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.
doi:10.1016/S0369-8114(03)00020-8

Tableau 1
Pourcentages de plaintes exprimées par rapport aux réponses de niveau « 0 », par des riverains de stations relais (270 hommes, 260 femmes) en fonction de leur âge

Symptômes	Groupes d'âges des riverains							
	≤ 20 ans		21–40 ans		41–60 ans		> 60 ans	
	Distances des stations relais en mètres							
	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300
Fatigue	56,7	62,5	82,4*	25	81,4*	57,8	73,3*	40
Irritabilité	16,2	11,1	46,2	18,2	50,5	35,3	52,1*	21
Maux de tête	42,4	26,3	57,6*	18,2	52*	13,3	49,5*	10
Nausées	2	0	12,9	0	9,9	0	15,6	15,7
Perte d'appétit	13,3	8,8	12,7	0	11,8	0	15,9	15
Sommeil perturbé	26,1	14,8	53*	12,5	73,9	52,6	68,5*	44,4
Tendance dépressive	10,2	5,7	14	5,8	36	20	41,7	27,7
Sentiment d'inconfort	4,4	2,9	26,3	6	41,6	16,6	45*	19
Difficultés de concentration	30,3	40	42,1	18,7	45,8	36,8	53,3*	20
Perte de mémoire	7,5	8	21,8	6,6	43	40	64	36,8
Problèmes cutanés	16,6	9,3	24,2	6,6	18,3	0	20,4	5,2
Perturbations visuelles	16,3	12,5	14,7	12,5	26,6	26,3	36,8	17,6
Perturbations auditives	9,4	5,1	15,4	0	29,8	21,7	43,8	31,5
Vertiges	6,2	5,2	3,2	6,6	15,4	4,5	39,3*	9,5
Difficultés de déplacement	0	2,3	0	0	3,5	4	21,4	10,5
Problèmes cardiovasculaires	0	2,3	5,1	0	19,2*	0	36,4	15

– Comparaison des sujets exposés jusqu'à 300 m, avec ceux du même âge du groupe référent (> 300 m ou non exposés), pour les réponses de niveaux « 2 » et « 3 » regroupées : * = $p < 0,05$.

1. Introduction

Les riverains de stations relais de téléphonie mobile sont exposés en « champ lointain » à des micro-ondes (900 ou 1800 MHz) pulsées en extrêmement basses fréquences (< 300 Hz) [1,2]. Une enquête conduite auprès de 530 personnes [3] a analysé en fonction de la distance des stations relais et du sexe des sujets, la fréquence des plaintes rapportées pour différents symptômes décrits dans la maladie des radiofréquences (*Non Specific Health Symptoms* – NSHS) [4]. Cette enquête préliminaire a mis en évidence par rapport au groupe de sujets référents (sujets situés à plus de 300 m ou non exposés aux stations relais), la persistance de certains symptômes jusqu'à 200 à 300 m des antennes. En outre, pour 7 des symptômes étudiés une plus grande sensibilité des femmes a été observée.

Nous présentons ici la suite des résultats de cette enquête en abordant l'incidence :

- de l'âge des sujets ;
- de la durée de leur exposition ;
- de leur position par rapport aux antennes ;
- d'autres sources électromagnétiques présentes dans leur environnement.

2. Matériels et méthodes

Le questionnaire utilisé a été décrit précédemment [3]. Il comportait des questions sur l'âge des sujets, sur la durée de leur exposition aux antennes (< 1 an, 1 à 2 ans, 2 à 5 ans, > 5 ans) et sur leur position par rapport aux antennes (« face », « côté », « derrière » ou « dessous » dans le cas d'antennes situées sur le toit). Le questionnaire renseignait également sur la présence d'autres sources électromagnétiques dans l'environnement des sujets de l'enquête :

- lignes électriques à haute et très haute tension à moins de 100 m ;
- transformateurs électriques à moins de 10 m ;
- utilisation d'un ordinateur plus de 2 h j^{-1} ;
- utilisation d'un téléphone portable plus de 20 min j^{-1}.

Pour les symptômes étudiés, le niveau de plaintes a été estimé par les sujets de l'enquête selon le gradient : « 0 » = jamais, « 1 » = parfois, « 2 » = souvent et « 3 » = très souvent.

La fréquence des plaintes exprimées par rapport aux plaintes de niveau « 0 » a été analysée au moyen du test non paramétrique du CHI-Carré avec la correction de continuité

Tableau 2
Pourcentages de plaintes exprimées par rapport aux réponses de niveau « 0 », par des riverains (205 hommes, 215 femmes) exposés jusqu'à 300 m de stations relais en fonction de la durée de leur exposition

Symptômes	Durée d'exposition							
	< 1 an		1 à 2 ans		2 à 5 ans		> 5 ans	
	Niveaux de plaintes : « 2 » = souvent – « 3 » = très souvent							
	« 2 »	« 3 »	« 2 »	« 3 »	« 2 »	« 3 »	« 2 »	« 3 »
Fatigue	69,8	60	59,7	47,6	73,5	62,1	66,6	57,8
Irritabilité	31	29,8	25,3	19,4	43,7	23,4	55,8*	21
Maux de tête	47,4	31,1	46,6	32,2	29,4	32	42,8	13
Nausées	10,5	2	9	5,2	4,2	4,2	4,5	2,3
Perte d'appétit	12,6	2,3	10,2	4,9	6,3	5,3	10,6	4,4
Sommeil perturbé	41,4	62,5	40,2	46,9	43,6	54,4	40	53,8
Tendance dépressive	18	15,7	13,3	18,7	20,2	20,2	17,2	11,1
Sentiment d'inconfort	22,3	24,6	24,7	17,9	22,5	22,5	22,8	12,9
Difficultés de concentration	29,4	21,3	40,2	25,8	39,4	17,8	40	5,2
Perte de mémoire	24,5	25,8	28	18,9	33,8	23,2	22,2	27,5
Problèmes cutanés	17,2	6,4	10	10	9,8	11,8	5,5	17
Perturbations visuelles	12,8	6,8	20,8	14,2	10,8	14,9	28,2	12,5
Perturbations auditives	20	12,8	18,8	8,5	19,7	16,8	20	12,5
Vertiges	10,5	5	13,4	7,6	11,6	9,5	16,6	14,2
Difficultés de déplacement	4,9	2	0,8	1,6	7,7	5,9	8,5	2,2
Problèmes cardiovasculaires	8,6	6,5	12	12	12,3	10,5	21,2	2,6

– Comparaison < 1 an par rapport aux autres durées d'exposition pour les réponses de niveau « 2 » et « 3 » : * = $p < 0,05$.

de Yates [5] au moyen d'un logiciel (STATITCF, 1987, France). Les différences ont été jugées significatives pour $p < 0,05$.

3. Résultats

3.1. Incidence de l'âge des sujets

Les sujets ont été regroupés selon leur âge : ≤ à 20 ans, 21 à 40 ans, 41 à 60 ans et > à 60 ans. Le Tableau 1 met en évidence, par rapport aux sujets du même âge du groupe référent, des différences significatives pour les âges de 21 à 40 ans, 41 à 60 ans et > à 60 ans. En revanche, pour les sujets les plus jeunes (≤ à 20 ans), il n'apparaît pas de différence significative entre les sujets exposés jusqu'à 300 m des stations relais et ceux du groupe référent.

3.2. Incidence de la durée d'exposition

Chez les sujets exposés jusqu'à 300 m des stations relais, la durée de leur exposition n'a pas d'effet significatif sur la fréquence des plaintes exprimées pour les différents symptômes étudiés, à l'exception de l'irritabilité qui augmente significativement chez les sujets exposés plus de 5 ans par rapport aux sujets exposés moins d'un an (Tableau 2).

3.3. Incidence de la position par rapport aux antennes

Il est mis en évidence des augmentations significatives ($p < 0,05$) de la fréquence de certaines plaintes en relation avec la position des sujets :

- Lorsque la comparaison est faite pour les différentes zones de distances (< 10 m, 10 à 50 m, 50 à 100 m, 100 à 200 m, 200 à 300 m), il est observé une prévalence de la nocivité de la position « face » aux antennes jusqu'à une distance de 100 m des stations relais et pour certains symptômes :
  - perturbations visuelles pour la distance < 10 m et par rapport à la position « dessous » ;
  - fatigue pour la distance 10 à 50 m et par rapport à la position « dessous » ;
  - maux de tête pour la distance 10 à 50 m et par rapport à la position « côté » ;
  - perte de mémoire pour la distance 50 à 100 m et par rapport à la position « côté ».
- Lorsque la comparaison porte sur l'ensemble des sujets exposés jusqu'à 300 m, il est observé une augmentation significative de la plainte maux de tête chez les personnes situées « dessous » par rapport aux personnes situées en « face » ou sur le « côté » des antennes.

3.4. Incidence des autres sources électromagnétiques

Chez les sujets exposés jusqu'à 300 m de stations relais, la présence d'autres sources électromagnétiques, fait apparaître des différences significatives ($p < 0,05$) pour certains symptômes :

- diminution de la fréquence des troubles du sommeil chez les utilisateurs de téléphones portables ;
- augmentation du sentiment d'inconfort et des vertiges en présence d'un transformateur électrique ;
- augmentation des difficultés de concentration en présence d'un émetteur de radiotélévision.

4. Discussion

Les résultats obtenus précédemment [3] ont souligné l'importance de la distance des stations relais et du sexe des sujets dans la fréquence des plaintes exprimées par des riverains. Les résultats présentés ici apportent d'autres précisions.

Il apparaît ainsi que l'âge des sujets exposés est un facteur qui augmente également la sensibilité à certains des *Non Specific Health Symptoms* – (NSHS) étudiés. Cet effet plus marqué chez les sujets dont l'âge est supérieur à 60 ans, va dans le sens de la plus grande sensibilité des personnes âgées aux radiofréquences [6].

Nos résultats mettent également en évidence le fait que la fréquence des plaintes exprimées par les riverains, maximale dès le début de l'exposition, reste relativement stable avec le temps.

Pour ce qui est de la position des sujets par rapport aux antennes, il apparaît que la position « face » aux antennes est la plus nocive pour certains des symptômes étudiés et au moins jusqu'à une distance de 100 m. Ce résultat est à rapprocher du fait que les antennes émettent des micro-ondes à un niveau plus élevé en avant des antennes que dans les autres directions [7].

Les incidences des autres sources électromagnétiques sur la fréquence des plaintes exprimées mises en évidence dans notre enquête, sont à rapprocher :

- des effets biologiques connus des radiations non ionisantes : dépression [8] en présence de lignes électriques, perturbations cardiaques [9], troubles neurovégétatifs [10] en présence de transformateurs électriques, troubles de l'attention et de la mémoire en présence d'émetteurs de radios [11] ;
- de l'existence d'interférences entre les différentes sources électromagnétiques de l'environnement qui sont susceptibles de modifier le sens de variation (augmentation, diminution) des effets biologiques [12].

5. Conclusion

Les résultats obtenus dans cette 2e partie de notre enquête mettent en évidence l'importance de l'âge des riverains de stations relais et de leur position par rapport aux antennes dans la fréquence des plaintes qu'ils expriment. En application du principe de précaution, il conviendrait donc de ne pas implanter de stations relais de téléphonie mobile à moins de 300 m des populations, les personnes exposées pouvant avoir des sensibilités différentes liées en particulier à leur sexe et à leur âge. De plus, il serait bon d'éviter que l'orientation des antennes place des riverains dans les conditions d'une exposition « face » aux antennes, position qui apparaît dans notre enquête, comme la plus nocive pour certains des symptômes étudiés jusqu'à une distance de 100 m.

Remerciements

Les auteurs remercient les participants à cette enquête.

Références

[1] Lindt T, Mild KH. Measurement of low frequency magnetic fields from digital cellular telephones. Bioelectromagnetics 1997;18:184–6.
[2] Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L, Bouffet S, Defrasne E, Sage M. Symptoms experienced by users of digital cellular phones: A study of a French engineering school, Electromagnetic Biology and. Medicine 2002;21:81–8.
[3] Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/ Incidences de la distance et du sexe. Pathol Biol 2002;50:369–73.
[4] Johnson Liakouris AG. Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld study: an effect of modulated microwaves? Arch Environ Health 1998;53:236–8.
[5] Dabis F, Drucker J, Moren A. Épidémiologie d'intervention. Éditions Arnette; 1992. p. 589.
[6] Tell RA, Harem F. A review of selected biological effects and dosimetric data useful for development of radiofrequency standards for human exposure. J Microwave Power 1979;14:405–24.
[7] Petersen RC, Teslagrosa PA. Radiofrequency electromagnetic fields associated with cellular radio cells-site antennas. Bioelectromagnetics 1992;13:527–42.
[8] Verkasalo PK, Kaprio J, Varjonen J, Romanov K, Heikkila K, Koskenvuo M. Magnetic fields of transmission lines and depression. Am J Epidemiol 1997;146:1037–45.
[9] Déoux S, Déoux P, Szabason F. Occupational 50Hz magnetic field exposure and human heart rate: A case report. Electro and Magnetobiology 1997;16:153–9.
[10] Bonhomme-Faivre L, Marion S, Bezie Y, Auclair H, Fredj G, Hommeau C. Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency (50Hz) electromagnetic fields produced by transformers. Arch Environm Health 1998;53:87–92.
[11] Kolodynski A, Kolodynska VV. Motor and psychological functions of school children living in the area of the Skunda Radio Location Station in Latvia. The Science of the Total Environm 1996;180:87–93.
[12] Litovitz TA, Penafield LM, Farrel JM, Krause D, Meister R, Mullins JM. Bioeffects induced by exposure to microwaves are mitigated by superposition of ELF noise. Bioelectromagnetics 1997;18:422–30.