i An update to this article is included at the end

Pathol Biol 2002 ; 50 : 369-73
© 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés
S0369-8114(02)00311-5/FLA

Article original

Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/Incidences de la distance et du sexe ☆

R. Santini *, P. Santini, J.M. Danze, P. Le Ruz, M. Seigne

Institut national des sciences appliquées, laboratoire de biochimie-pharmacologie, bâtiment Louis Pasteur, 20, avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne, France

Résumé

Une étude a été conduite au moyen d'un questionnaire sur 530 personnes (270 hommes, 260 femmes) vivant ou non, à proximité de stations relais de téléphonie mobile. Dix huit symptômes, décrits dans la maladie des radiofréquences, ont été étudiés au moyen du test non paramétrique du CHI-CARRÉ avec la correction de Yates. Les résultats obtenus soulignent que certaines plaintes sont exprimées uniquement dans le voisinage immédiat (<10 m) des stations relais (nausées, perte d'appétit, perturbations visuelles, etc.), d'autres le sont à des distances plus grandes, 100 m pour l'irritabilité, la tendance dépressive, la baisse de la libido, etc. voire 200 m pour les maux de tête, les perturbations du sommeil, etc. Dans la zone de 200/300 m, seule la plainte fatigue est significativement plus souvent exprimée par rapport aux sujets résidant à plus de 300 m ou non exposés. Pour sept symptômes étudiés la fréquence des plaintes rapportée est significativement plus élevée ($p < 0,05$) chez les femmes par rapport aux hommes. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

effets biologiques / riverains / stations relais

Summary – Symptoms experienced by people in vicinity of base station: I/Incidences of distance and sex.

A survey study using questionnaire was conducted in 530 people (270 men, 260 women) living or not in vicinity of cellular phone base stations, on 18 Non Specific Health Symptoms. Comparisons of complaints frequencies (CHI-SQUARE test with Yates correction) in relation with distance from base station and sex, show significant ($p < 0.05$) increase as compared to people living > 300 m or not exposed to base station, till 300 m for tiredness, 200 m for headache, sleep disturbance, discomfort, etc. 100 m for irritability, depression, loss of memory, dizziness, libido decrease, etc. Women significantly more often than men ($p < 0.05$) complained of headache, nausea, loss of appetite, sleep disturbance, depression, discomfort and visual perturbations. This first study on symptoms experienced by people living in vicinity of base stations shows that, in view of radioprotection, minimal distance of people from cellular phone base stations should not be < 300 m. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

base station / bioeffects / cellular phone

1. INTRODUCTION

L'exposition chronique aux hyperfréquences ou micro-ondes provoque chez l'homme des effets biologiques, tels que maux de tête, fatigue, perturbations du sommeil et de la mémoire [1, 2]. Ces effets biologiques, associés à d'autres (problèmes cutanés, nausées, irritabilité, etc.) constituent pour les auteurs anglo-saxons les « Non *Specific Health Symptoms* » (NSHS) qui caractérisent la maladie des radiofréquences [3]. La technologie des

☆ Les résultats présentés dans cette étude n'engagent pas l'INSA de Lyon.

* *Correspondance et tirés à part.*
Adresse e-mail : rsantini@insa-lyon.fr (R. Santini).

téléphones mobiles cellulaires utilise des hyperfréquences (fréquences 900 ou 1800 MHz) pulsées en extrêmement basses fréquences (fréquences < 300 Hertz) [4]. Si les effets biologiques résultant de l'utilisation d'un téléphone mobile cellulaire sont relativement bien connus et rappellent ceux décrits dans la maladie des radiofréquences [5, 6], il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude sur la santé des riverains de stations relais de téléphonie mobile.

Nous rapportons, ici, les résultats portant sur 530 personnes vivant en France, dans l'environnement ou non de stations relais, en relation avec la distance de ces stations et le sexe des sujets participant à l'étude.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Questionnaire utilisé

Un questionnaire similaire à celui réalisé pour l'enquête sur les utilisateurs de téléphones mobiles cellulaires [6] a été envoyé aux personnes souhaitant participer à l'étude. Des questions d'ordre général ont porté sur l'âge, le sexe, la distance estimée des stations relais (moins de 10 m, 10 à 50 m, 50 à 100 m, 100 à 200 m, 200 à 300 m, plus de 300 m) et la position par rapport aux antennes (face, côté, arrière, dessous dans le cas d'antennes placées sur le toit). Les conditions d'exposition ont été définies par le temps de séjour dans l'environnement des stations relais (de moins d'un an à plus de cinq ans), le nombre de jours par semaine et le nombre d'heures par jour (moins d'1 h à 16/24 h/j).

Il était demandé de préciser la présence ou non de transformateurs électriques (à moins de 10 m), de lignes électriques à haute et très haute tension (à moins de 100 m) et d'émetteurs de radiotélévision (à moins de 4 km). Le questionnaire renseignait aussi sur l'usage d'un ordinateur (plus de 2 h/j) et d'un téléphone portable (plus de 20 min/j).

Le niveau de plaintes pour les symptômes étudiés a été exprimé par les participants à l'enquête, selon le gradient : 0 = jamais, 1 = parfois, 2 = souvent, 3 = très souvent. Sur 570 questionnaires reçus, 40 n'ont pas été exploités par manque d'informations sur la distance des stations relais ou sur le niveau des plaintes exprimées. Pour les 530 questionnaires étudiés, 270 émanaient d'hommes (âge moyen ± écart type : 45 ans ± 20) et 260 de femmes (47 ans ± 19). 18 symptômes référencés dans les « NSHS » figuraient dans le questionnaire, l'un d'entre eux, ménopause prématurée, n'intéressant que les femmes.

2.2. Analyse des résultats

Les résultats obtenus, portant sur la fréquence des plaintes exprimées (par rapport aux plaintes de niveau « 0 »), ont été analysés par le test non paramétrique du CHI-CARRÉ avec la correction de Yates [7] au moyen d'un logiciel (STATITCF, 1987, France). Nous présentons ici, les résultats se rapportant :

a) À l'incidence de la distance des stations relais sur la fréquence des plaintes rapportées, par comparaison avec les sujets référents, exposés à > 300 m ou non exposés (stations relais non existantes ou non fonctionnelles).

b) À l'incidence du sexe sur la fréquence des plaintes rapportées et ce indépendamment de l'âge des sujets.

3. RÉSULTATS

3.1. Incidence de la distance

Les sujets de l'étude se répartissent de la façon suivante : 19,6 % sont à moins de 10 m des antennes de stations relais, 26,2 % entre 10 et 50 m, 13,8 % entre 50 et 100 m, 9,6 % entre 100 et 200 m, 10,1 % entre 200 et 300 m et 20,7 % sont à plus de 300 m ou non exposés (groupe référent).

Par rapport au groupe de sujets référents situés à >300 m ou non exposés aux stations relais, des plaintes sont exprimées de façon significativement plus élevée par les sujets situés dans les zones de distances de <10 m à 300 m des stations relais. Certains symptômes sont significativement plus souvent exprimés ($p < 0{,}05$) uniquement à proximité immédiate des stations relais (<10 m) et non au-delà : nausées, perte d'appétit, perturbations visuelles, difficultés de déplacement. Des différences significatives ($p < 0{,}05$) sont observées jusqu'à 100 m des stations relais pour des symptômes tels que : irritabilité, tendance dépressive, difficultés de concentration, perte de mémoire, vertiges, baisse de la libido. Dans la zone 100 à 200 m, les symptômes maux de tête, perturbations du sommeil, sentiment d'inconfort et problèmes cutanés s'expriment encore significativement plus souvent ($p < 0{,}05$) par rapport au groupe de sujets à > 300 m ou non exposés. Au-delà de 200 m, seul le symptôme fatigue est rapporté à une fréquence significativement plus élevée ($p < 0{,}05$) (Tableau I). En revanche, il n'apparaît pas d'effet significatif en relation avec la distance pour le symptôme ménopause prématurée. Une baisse significative de la libido est rapportée pour les distances moins de 10 m, 10 à 50 m et 50 à 100 m des stations relais. Les Figs 1 et 2 présentent pour la fatigue et les maux de tête, les pourcentages de plaintes exprimées en fonction de l'éloignement des stations relais.

3.2. Incidence du sexe

En fonction des différentes zones de distances, deux plaintes sont significativement plus souvent exprimées chez les femmes ($p < 0{,}05$) : nausées dans la zone moins de 10 m, maux de tête dans les zones 10/50 m, 50/100 m, 100/200 m et 200/300 m. Les hommes se plaignent significativement plus souvent ($p < 0{,}05$) que

Tableau I. Pourcentages des plaintes exprimées par rapport aux réponses de niveau « 0 », par des riverains de stations relais en fonction de leur éloignement

Symptômes	Distances des stations relais en mètres (m)											
	< 10 m		10 à 50 m		50 à 100 m		100 à 200 m		200 à 300 m		> 300 m . . .	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Fatigue	76*	72*	63,5*	50,9*	60,6	56,6*	64,2	41,1	66,6*	43,7	40,7	27,2
Irritabilité	32,8	23,2*	41,7*	25,7*	47,2*	44,1*	25,8	4,1	25	9	18	3,3
Maux de tête	51*	47,8*	40*	26,1*	40,6*	36,7*	60,7*	31,2*	19,3	0	15,6	1,8
Nausées	14,5*	6,9	8,4	3	5,7	3,8	2,4	4,6	0	2,3	2,1	1,1
Perte d'appétit	20,4*	8,3	8	5,5	5	5	6,9	0	4,2	0	3,3	3,3
Sommeil perturbé	41,3*	57,1*	41,4*	57,5*	46,9*	58,5*	45,8*	50*	33,3	35,5	13,8	21,1
Tendance dépressive	16,9	26,8*	21,6	19,7*	11,6	24*	16,2	3,1	13,6	2,5	10,3	3,7
Sentiment d'inconfort	28*	45,4*	25,2*	18,9	30,6*	12,8	15,7*	0	9,7	5,1	2,4	8,1
Difficultés de concentration	39,3	28,8*	37,5	16,6	34,2	26,4*	25	12,5	43,3	5,5	26,7	7,1
Perte de mémoire	27,8	25,4*	29,4	26,6*	37,1*	29*	25	15,6	17,2	11,1	17,9	5,8
Problèmes cutanés	18,1*	17,1*	6,6	10,8	11,1*	11,1	13,9*	7,5	8,7	0	1,2	4,6
Perturbations visuelles	14,5	24,3*	23	13,5	22	7,1	2,5	4,9	15	2,8	13,6	4,1
Perturbations auditives	33,3*	17,4	17,7*	12	8,3	15,5	7,7	7,7	11,6	9,5	5,6	8,7
Vertiges	10	12,5*	17,3*	7,5*	9,6	9,6*	12,2	2,7	7,7	5,2	6,2	0
Difficultés de déplacement	5,6	7,7*	8,2	1,7	3	3	0	0	2	0	2,9	1
Problèmes cardio-vasculaires	10,1*	13*	15,3*	9,6	12,3*	7,4	8,7	0	8,5	6,5	1	3

* Différence significative ($p < 0{,}05$) par rapport aux sujets référents situés à > 300 m ou non exposés, pour les réponses 2 = « souvent » et 3 = « très souvent ».

les femmes, de baisse de la libido dans la zone 50 à 100 m des stations relais.

Lorsque la comparaison hommes/femmes est faite pour les sujets exposés à une distance < 300 m, sept symptômes (maux de tête, nausées, perte d'appétit, perturbations du sommeil, tendance dépressive, sentiment d'inconfort et perturbations visuelles) sont significativement plus souvent exprimés chez les femmes ($p < 0{,}05$) (Tableau II). Au contraire, dans le groupe de sujets vivant au-delà de 300 m ou non exposés aux stations relais, il n'apparaît pas de différence significative liée au sexe dans la fréquence des plaintes rapportées pour les différents symptômes.

4. DISCUSSION

Cette étude met en évidence le fait que des effets biologiques sont rapportés par les personnes exposées jusqu'à 300 m des stations relais. L'augmentation significative de la fréquence des plaintes par rapport au groupe référent (personnes exposées à > 300 m ou non exposées), va dans le sens de l'observation figurant dans un rapport gouvernemental australien signalant qu'à 200 m d'une station relais, des personnes exposées dans leur logement se plaignent de fatigue chronique et de perturbations du sommeil [8].

Le nombre de symptômes rapportés est plus élevé à proximité des stations relais et il décroît avec l'éloignement de celles-ci, en relation avec le fait que des symptômes telles que nausées, perte d'appétit, perturbations visuelles, difficultés de déplacement ne s'expriment plus de façon significative au-delà de 10 m. Pour les symptômes qui, comme la fatigue, les maux de tête, les troubles du sommeil, s'expriment significativement jusqu'à des distances importantes des stations relais, il n'est pas observé de diminution notable des pourcentages de plaintes exprimées avec l'éloignement. Or les mesures de

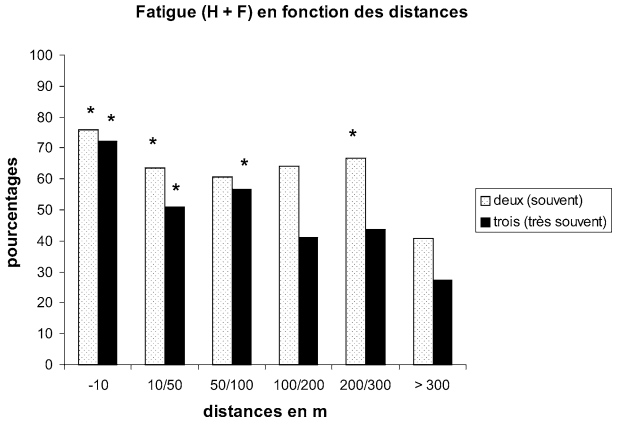

Figure 1. Fréquences des plaintes exprimées par rapport aux réponses de niveau « 0 » pour le symptôme fatigue, chez des riverains en fonction de leur distance de stations relais. H = hommes, F = femmes, m = mètres, $* = p < 0{,}05$ (comparaison avec les sujets à une distance > 300 m ou non exposés).

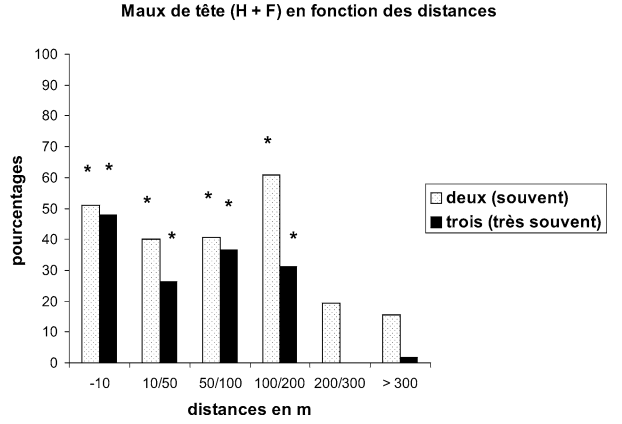

Figure 2. Fréquences des plaintes exprimées par rapport aux réponses de niveau « 0 » pour le symptôme maux de tête chez des riverains en fonction de leur distance de stations relais. H = hommes, F = femmes, m = mètres, $* = p < 0{,}05$ (comparaison avec les sujets à une distance > 300 m ou non exposés).

champs électromagnétiques faites dans l'environnement de stations relais font état d'une diminution des valeurs avec la distance [1, 9]. On peut penser que la sensibilité humaine aux ondes électromagnétiques est telle que l'éloignement des stations relais n'a pas d'effet significatif sur certains symptômes jusqu'à une distance de 200 à 300 m. Il est également possible que les mesures de champs électromagnétiques réalisées autour des stations relais ne soient pas la représentation exacte des niveaux d'exposition des populations. En effet, différents paramètres sont susceptibles d'interférer pour modifier les mesures et en particulier les fluctuations dans les puissances émises, en fonction du nombre de communications traitées par les stations relais, les réflexions des ondes électromagnétiques, etc. [10].

Tableau II. Incidence du sexe sur la fréquence des symptômes rapportés par des sujets (270 hommes, 260 femmes) vivant dans l'environnement (toutes distances < 300 m) de stations relais de téléphonie mobile

Symptômes	Hommes (%)	Femmes (%)
Fatigue	41,4	57,5
Irritabilité	17,9	28,3
Maux de tête (3)	14,4	45,6*
Nausées (3)	0	5,9*
Perte d'appétit (3)	1,9	8*
Sommeil perturbé (3)	45,4	61*
Tendance dépressive (2–3)	9,8	26,7*
Sentiment d'inconfort (3)	15	25,4*
Difficultés de concentration	18,4	21,6
Perte de mémoire	18	27,7
Problèmes cutanés	8	13,1
Perturbations visuelles (2)	12,2	22*
Perturbations auditives	9,6	19
Vertiges	6	9,8
Difficultés de déplacement	3,3	2,7
Problèmes cardio-vasculaires	8,3	8,8
Baisse de la libido	18	12

* $p < 0{,}05$. Niveaux de plaintes entre parenthèses.

Les résultats obtenus font apparaître une plus grande sensibilité des femmes pour 7 des « NSHS » étudiés. Une étude précédente portant sur les utilisateurs de téléphones portables [6] avait également mis en évidence une plus grande sensibilité des femmes pour le symptôme perturbations du sommeil. Cette différence liée au sexe est à rapprocher de la sensibilité particulière des femmes aux champs électromagnétiques [11, 12].

5. CONCLUSION

Au regard de ce qui précède et en application du principe de précaution, il conviendrait de ne pas implanter de stations relais de téléphonie mobile à moins de 300 m des populations et cela d'autant plus que les personnes exposées peuvent avoir des sensibilités différentes liées en particulier au sexe.

RÉFÉRENCES

1 Santini R. Les téléphones cellulaires et leurs stations relais : risques pour la santé ? La Presse Médicale 1999 ; 28 : 1884-6.
2 Bielski J. Bioelectrical brain activity in workers exposed to electromagnetic fields. Ann NY Acad Sci 1994 ; 724 : 435-7.
3 Johson Liakouris AG. Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld study: An effect of modulated microwaves? Arch Environm Health 1998 ; 53 : 236-8.

4 Linde T, Mild KH. Measurement of low frequency magnetic fields from digital cellular telephones. Bioelectromagnetics 1997 ; 18 : 184-6.
5 Mild KH, Oftedal G, Sandströms M, Wilen J, Tynes T, Haugsdal B, et al. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. Arbetslisrapport 1998 ; 23 : 1-47.
6 Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L, Bouffet S, Defrasme E, Sage M. Symptoms experienced by users of digital cellular phones: A study of a French engineering school. Electro And Magnetobiology 2001 (sous presse).
7 Dabis F, Drucker J, Moren A. Epidémiologie d'intervention. Éditions Arnette ; 1992. 589 pages.
8 Rapport australien. A local governement and community ressource document: "Mobile phone and their transmitter base stations – The evidence for health hazards". EmFacts Informations Service, 1996, 240 pages.
9 Petersen RC, Testagrosa PA. Radiofrequency electromagnetic fields associated with cellular radio cell-site antennas. Bioelectromagnetics 1992 ; 13 : 527-42.
10 Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L. Danger des téléphones cellulaires et de leurs stations relais. Pathol Biol 2000 ; 48 : 525-8.
11 Loomis DP, Savitz DA, Ananth CV. Breast cancer mortality among femal electrical workers in the United States. J National Cancer Institute 1994 ; 86 : 921-5.
12 Santini R. Breast cancer in women, high voltage power lines and melatonin. Bioelectromagnetics Newsletter 1998 ; 144 : 5.

Update

Pathologie Biologie
Volume 50, Issue 10, December 2002, Page 621

DOI: https://doi.org/10.1016/S0369-8114(02)00367-X

ELSEVIER

Pathologie Biologie 50 (2002) 621

PATHOLOGIE BIOLOGIE

www.elsevier.com/locate/patbio

Erratum

« Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : incidences de la distance et du sexe »☆

R. Santini *, P. Santini, J.M. Danze, P. Le Ruz, M. Seigne

Institut national des sciences appliquées, laboratoire de biochimie-pharmacologie, bâtiment Louis-Pasteur, 20, avenue Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne, France

Reçu le 9 septembre 2002; accepté le 20 septembre 2002

Dans le Tableau 2, page 372, dans la légende au lieu de (270 hommes, 260 femmes), une erreur s'est glissée, il convient de lire : (205 hommes, 215 femmes).

Dans la bibliographie et pour la référence [6] du fait du changement du nom de la revue, il convient de lire : « Electromagnetic Biology and Medecine », 2002;21:81-8.

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : rsantini@insa.insa-ly.fr (R. Santini).
☆ PII of original article: S0369-8114(02)00311-5.

© 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.
PII: S0369-8114(02)00367-X